

SKRIPSI

**ESTIMASI PENJADWALAN REPARASI KAPAL DENGAN
PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)
(STUDI KASUS PT.IKI PERSERO MAKASSAR)**

Disusun dan diajukan oleh:

Hendarto

D081 18 1001



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**ESTIMASI PENJADWALAN REPARASI KAPAL DENGAN
PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)
(STUDI KASUS PT. IKI PERSERO MAKASSAR)**

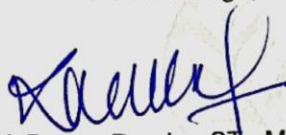
Disusun dan diajukan oleh

Hendarto
D081181001

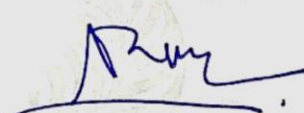
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik Kelautan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 26 Mei 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing I,


Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D
NIP 197201181998021001

Pembimbing II,


Ir. Juswan, MT.
NIP 196212311989031031

Ketua Program Studi,


Dr. Chairul Pachonan, ST., MT.
NIP 197506052002121003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Hendarto
NIM : D081181001
Program Studi : Teknik Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**ESTIMASI PENJADWALAN REPARASI KAPAL DENGAN *PRECEDENCE DIAGRAM*
METHOD (PDM)
(STUDI KASUS PT. IKI PERSERO MAKASSAR)**

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

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

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

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

Gowa, 8 Maret 2023

Yang Menyatakan




HENDARTO

ABSTRAK

Hendarto. *ESTIMASI PENJADWALAN KAPAL DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) (STUDI KASUS PT. IKI PERSERO MAKASSAR)* (dibimbing oleh Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D dan Ir. H. Juswan, MT)

Perecanaan waktu sebuah proyek reparasi kapal mengacu pada perkiraan saat rencana pembuatan jadwal, karena itu masalah dapat timbul apabila ada ketidaksesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan pelaksanaan dilapangan. Dengan adanya penjadwalan proyek yang sistematis, maka jadwal proyek lebih terarah dan dapat menghindari masalah yang dapat merugikan proyek. *Precedence diagram method* adalah metode jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi AON (*activity on node*). Dalam metode ini kegiatan dituliskan didalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya sebagai penunjuk hubungan antar kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek reparasi kapal menggunakan *precedence diagram method* (PDM) dan dapat mengetahui perbandingan *schedule* dengan *reschedule* proyek menggunakan *precedence diagram method* (PDM). Untuk mencapai tujuan penelitian ini maka dilakukan pengumpulan data primer yang berupa data umum kapal dan jadwal reparasi kapal dan pengumpulan data sekunder yang berupa pengumpulan referensi dari buku dan jurnal ilmiah yang relevan. Setelah dilakukan pengolahan data dengan penjadwalan ulang menggunakan metode PDM (*precedence diagram method*) diperoleh durasi 23 hari. Jika melihat perbandingan durasi dan urutan pekerjaan reparasi kapal menggunakan metode PDM dikerjakan selama 23 hari dan jadwal dari pihak PT Industri Kapal Indonesia yaitu selama 25 hari, maka terjadi percepatan selama 2 hari dengan menggunakan metode PDM.

Kata Kunci: Penjadwalan, *Precedence Diagram Method*, Reparasi Kapal.

ABSTRACT

Hendarto. *SHIP SCHEDULING ESTIMATION USING PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) (CASE STUDY PT. IKI PERSERO MAKASSAR) (supervised by Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D dan Ir. H. Juswan, MT)*

The time planning for a ship repair project refers to the estimate at the time of the schedule making plan, because of that problems can arise if there is a discrepancy between the plans that have been made and the implementation in the field. With systematic project scheduling, the project project schedule is more focused and can avoid problems that can harm the project. Precedence diagram method is a network method that is included in the AON (activity on node) classification. In this method activities are written in nodes which are generally rectangular in shape, while the arrows are used to indicate the relationship between the activities concerned. The purpose of this research is to find out the duration needed to complete a ship repair project using the precedence diagram method (PDM) and to find out the comparison between the schedule and project rescheduling using the precedence diagram method (PDM). To achieve the objectives of this study, primary data was collected in the form of ship general data and ship repair schedules and secondary data collection in the form of reference collection from books and relevant scientific journals. After processing the data by rescheduling using the PDM method (precedence diagram method), a duration of 23 days was obtained. If you look at the comparison of the duration and sequence of ship repair work using the PDM method, it was carried out for 23 days and the schedule from PT Industri Kapal Indonesia, which was for 25 days, then there was an acceleration of 2 days using the PDM method.

Keywords: Precedence Diagram Method, Scheduling, Ship Repair.

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum PT Industri Kapal Indonesia (Persero).....	5
2.2 Fasilitas Galangan.....	9
2.3 Reparasi Kapal.....	12
2.4 Pengerjaan Reparasi Kapal.....	13
2.5 Keterlambatan Proyek.....	20
2.6 Pengertian Penjadwalan.....	21
2.7 Tujuan Penjadwalan.....	21
2.8 Metode Penjadwalan Proyek.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Lokasi Penelitian	29
3.3 Waktu Penelitian.....	29
3.4 Jenis Data	29
3.5 Teknik Pengolahan Data	30

3.6	Diagram Alir.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1	Pengolahan Data.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....		43
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Organisasi perusahaan.....	8
Gambar 2. 2 Layout Perusahaan PT IKI	14
Gambar 2. 3 Node <i>Diagram Precedence Method</i>	23
Gambar 2. 4 Kegiatan Fiktif	24
Gambar 2. 5 Hubungan Kegiatan I dan J.....	26
Gambar 2. 6 Hubungan Kegiatan I dan J.....	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Hubungan keterkaitan antar elemen pekerjaan	34
Gambar 4. 2 Perhitungan Maju (<i>forward</i>) dan Perhitungan Mundur (<i>backward</i>)	38
Gambar 4. 3 Lintasan Kritis	40

DAFTAR TABEL

Tabel. 2.1 Prasarana dan fasilitas perusahaan	10
Tabel 3.1 Data Utama Kapal.....	29
Tabel 4.1 Rekapitulasi Lintasan Kritis	39

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
ES	<i>Earliest Star</i>
EF	<i>Earliest Finish</i>
LS	<i>Latest Start</i>
LF	<i>Latest Finish</i>
TF	<i>Total Float</i>
IF	<i>loat Innterferen</i>
FS	<i>Finis to Start</i>
SS	<i>Start to Start</i>
FF	<i>Finish to Finish</i>
SF	<i>Start to Finish</i>

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil „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 **“ESTIMASI PENJADWALAN REPARASI KAPAL DENGAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD* (PDM) (STUDI KASUS PT.INDUSTRI KAPAL INDONESIA)”**

Keberhasilan skripsi ini, tak luput pula berkat bantuan dari berbagai pihak yang diterima penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan secara tulus dan ikhlas kepada yang terhormat:

1. Orang tua penulis, Ayah **Pabi S.Pd** dan Ibu **Hasnawati**. yang selalu setia mendokan, memberikan semangat dan motivasi serta mendukung penulis dalam keadaan apapun.
2. **Keluarga Besar Alm. Rompo** yang senantiasa mendoakan dan memberi motivasi kepada penulis.
3. Bapak **Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T.** selaku Ketua Departemen Teknik Kelautan.
4. Ibu **Dr. Hasdinar Umar, S.T, M.T.** selaku sekretaris Departemen Teknik Kelautan.
5. Bapak **Prof. Daeng Parokah, S.T., MT.** Selaku dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, dan saran mulai dari awal hingga selesainya skripsi ini.
6. Bapak **Ir. Juswan. M.T.** selaku dosen Pembimbing II yang ditengah-tengah kesibukannya telah meluangkan waktu memberikan bimbingan dan arahan sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini
7. Bapak **Dr. Taufiqur Rachman, S.T., M.T.** selaku dosen penguji yang ditengah-tengah kesibukannya telah meluangkan waktu untuk menjadi dosen penguji di setiap seminar.
8. Bapak **Fuad Mahfud Assidiq, S.T., M.T.** selaku dosen penguji yang ditengah-tengah kesibukannya telah meluangkan waktu untuk menjadi dosen penguji di setiap seminar.
9. **Dosen–Dosen Teknik Kelautan** yang telah memberikan ilmu serta pengalamannya kepada penulis dalam proses perkuliahan.
10. **Tenaga Kependidikan Departemen Teknik Kelautan**, yang telah membantu segala aktivitas administrasi baik selama perkuliahan serta dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Kepada **Kepala Direktur Utama PT Industri Kapal Indonesia (Persero) Makassar** beserta jajarannya yang telah menjadi sumber dalam pengambilan data.
12. **Lembaga Beasiswa Bidik Misi** yang telah memberikan kesempatan sebagai salah satu penerima Beasiswa.

13. **Teman-teman Mahasiswa Departemen Teknik Kelautan Angkatan 2018** atas segala cerita dan dukungannya.
14. **Teman-teman Mahasiswa khususnya di Labo Manajemen Produksi Bangunan Lepas Pantai** yang selalu memberi motivasi dan dukungannya.
15. **Teman-teman group penghuni surga dan Dalla corp** yang senantiasa meluangkan waktu dan memberi dukungan selama pengerjaan skripsi.
16. Tak lupa pula penulis sampaikan banyak terimakasih kepada **Kanda-kanda Senior dan dinda-dinda Junior** atas motivasi, pengalaman dan dukungannya.
17. 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.

Gowa, 15 Maret 2023
Penulis

Hendarto

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penjadwalan atau membuat jadwal merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam suatu proyek. Pengertian Penjadwalan menurut Abrar Husen, penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Prasetyo, 2017).

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. Dengan adanya penjadwalan proyek yang sistematis, maka jadwal proyek lebih terarah dan dapat menghindari masalah yang dapat merugikan proyek. Menganalisa berbagai faktor penyebab terjadinya keterlambatan pada proyek perbaikan merupakan hal yang penting untuk menentukan pengaruh dan akibat yang ditimbulkan dari terjadinya keterlambatan proyek serta dapat membantu semua pihak yang terlibat dalam proyek agar proses perencanaan dan penjadwalan proyek dapat dilakukan lebih lengkap sehingga dapat meminimalkan dan menghindari terjadinya keterlambatan proyek (Padaga, 2018).

Dalam proses pembuatan jadwal pembangunan kapal baru dengan reparasi kapal tidak sama. Dimana dalam pembuatan kapal baru urutan aktivitas sudah sesuai langkah pekerjaan yang telah ditentukan ditahapan *engineering*. Namun dalam *ship repair*, *schedule* dibuat berdasarkan hasil *survey* awal, yang mana detail pekerjaan akan terlihat setelah dimulainya pekerjaan. sehingga terdapat pekerjaan tambah maupun kurang. Pekerjaan tambah maupun kurang pada *docking repair* dapat berdampak pada *schedule* yang ada dan akan mempengaruhi waktu pengerjaan yang dapat mengakibatkan keterlambatan. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan raparasi kapal. Hal ini dikarenakan fasilitas galangan yang kurang memadai, misalnya

keterlambatan material, Sumber Daya Manusia (SDM), peralatan, faktor cuaca yang tidak dapat diprediksi dan *financial* dari galangan tersebut (Andani dkk, 2020)

Dengan adanya permasalahan tersebut maka dapat dilakukan analisis ulang penjadwalan proyek. Terdapat beberapa teknik penjadwalan proyek, salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan penjadwalan pada proyek ini adalah *precedence diagram method* (PDM).

Precedence diagram method (PDM) adalah metode jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi AON (*Activity On Node*). Dalam metode ini kegiatan dituliskan di dalam *node* yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya sebagai penunjuk hubungan antara kegiatan kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian *dummy* yang merupakan tanda penting untuk menunjukkan hubungan ketergantungan, di dalam PDM tidak diperlukan (Ervianto, 2004).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Berapa durasi yang diperoleh untuk menyelesaikan Proyek Reparasi Kapal menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM)?
2. Membandingkan jadwal reparasi kapal di PT.IKI dengan *reschedule* proyek menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM)?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari penelitian yang meluas dan untuk membuat penelitian menjadi terarah serta mempermudah penyelesaian masalah dengan baik sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian dibatasi dengan beberapa hal sebagai berikut:

1. Metode penjadwalan yang digunakan yaitu metode *Precedence Diagram Method* (PDM).
2. Penelitian ini hanya pada proyek reparasi kapal yang mengalami keterlambatan.
3. Penelitian ini hanya memperhitungkan durasi proyek, tidak memperhitungkan biaya, tenaga kerja dan ketersediaan material.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan Proyek Reparasi Kapal menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM).
2. Dapat mengetahui perbandingan durasi dan urutan pekerjaan reparasi kapal dengan penjadwalan ulang proyek menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini, yaitu :

1. Bagi Peneliti :
 - a. Mengembangkan pengetahuan peneliti mengenai metode penjadwalan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM).
 - b. Dapat digunakan sebagai referensi Tugas Akhir di bidang penjadwalan. Serta menambah koleksi karya ilmiah bagi perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bagi Perusahaan : Dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan agar dapat menentukan metode dalam membuat penjadwalan proyek.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar penulisan ini menjadi terarah dan sistematis, pokok-pokok uraian masalah penelitian setiap bab diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN; Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA; Bab ini menguraikan beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN; Bab ini berisikan jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, serta model penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN; Bab ini menyajikan hasil dari penelitian disertai pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP; Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dihasilkan dari penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum PT Industri Kapal Indonesia (Persero)

2.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Pada tahun 1962 telah dibangun dua buah proyek pembangunan galangan kapal di Makassar, yaitu proyek galangan kapal Paotere dan Tallo. Proyek galangan kapal Paotere pada waktu itu di bangun oleh Departemen Perindustrian dasar/Pertambangan, yang mana dimaksudkan untuk membuat kapal-kapal baja yang mempunyai kapasitas 2500 ton, sedangkan proyek galangan kapal Tallo pada waktu itu dibangun oleh Departemen Urusan Veteran yang dimaksudkan untuk membuat kapal-kapal kayu berkapasitas 300 ton yang dilengkapi dengan *slipway* dan fasilitas peluncuran yang panjangnya 45 meter dengan daya angkat 500 Ton.

Pertengahan tahun 1963 aktivitas kedua proyek tersebut masing- masing mencapai pada pekerjaan dasar dimana pada saat itu peralatan belum dimiliki Industri Kapal Indonesia oleh galangan kapal paotere sedangkangalangan kapal Tallo sudah memiliki peralatan mesin perkakas lainnya yang didatangkan dari polandia.

Karena keterbatasan dana pada waktu itu maka pemerintah memutuskan untuk menggabungkan kedua proyek tersebut dibawah pembinaan *departement* perindustrian dasar/pertambangan, serta merubah namanya menjadi proyek galangan kapal makassar dengan surat keputusan kepres No 225/1963 dan dinyatakan sebagai proyek vital. Dengan terjadinya penggabungan maka:

1. Lokasi eks galangan kapal Tallo pindah dan dibangun bersebelahan dengan Galangan Kapal Paotere.
2. Mengadakan desain ulang sesuai dengan biaya yang ada dan kemungkinan pemasarannya kelak menitikberatkan penyelesaian pada tahap I (eks galangan kapal Tallo) dengan sasaran utama memperbaiki dan pemeliharaan kapal sampai 500 ton.
3. Menunda pembanguna eks galangan kapal Paotere untuk kelak diteruskan pada tahap II atau rencana perluasan.

Akhirnya setelah kurang lebih tujuh tahun, pada tanggal 30 Maret 1970 penyelesaian dan pemakaian Galangan tahap I diresmikan oleh sekjen Departemen Perindustrian mewakili menteri.

Semenjak tahun 1970 – 1977 Galangan Kapal Makassar masih berstatus sebagai proyek. Pada tanggal 29 oktober 1977 didepan notaris telah merubah status menjadi Perseroan terbatas dengan nama PT INDUSTRI KAPAL INDONESIA dan Kantor pusat berkedudukan di makassar, dengan Unit-Unit Produksi yaitu: unit *dock* dan galangan kapal Padang di Padang, unit *dock* dan galangan kapal Gresik di Gresik, unit *dock* dan galangan kapal Makassar di Makassar, unit *dock* dan galangan kapal Bitung di Bitung Sejalan dengan perubahan manajemen yang ada maka Galangan Kapal Padang dan Gresik dijual ke PT Kodja Jakarta hal ini membawa pengaruh terhadap produksi dan unit usaha, sehingga Unit produksi yang dimiliki Industri Kapal Indonesia sampai tahun 1994 yaitu: Unit *dock* dan Galangan kapal Makasar di Makassar dan Unit *dock* dan Galangan kapal Bitung di Bitung.

2.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan misi dapat memudahkan tenaga kerja untuk memahami dengan jelas apa yang menjadi tujuan dari pekerjaannya, oleh karena itu visi dan misi dari sebuah perusahaan sangat berpengaruh untuk meningkatkan motivasi dan semangat karyawan dalam bekerja dan mewujudkan tujuan atau visi dari sebuah perusahaan. PT Industri Kapal Indonesia memiliki visi dan misi yang tentunya sebagai acuan untuk mencapai tujuan sebagai industri maritim, adapun visi dan misi perusahaan PT Industri Kapal Indonesia Persero sebagai berikut:

Visi: Menjadi perusahaan galangan kapal dan *engineering* yang kuat dan berdaya saing tinggi.

Misi: Selalu meningkatkan kualitas yang terbaik berdasar pada pelayanan yang tepat waktu, tepat mutu dan tepat biaya serta mengutamakan kepuasan pelanggan untuk peningkatan nilai perusahaan.

2.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi pada suatu perusahaan digunakan untuk mendefinisikan hierarki dalam suatu organisasi dimana dapat dilihat batas dan tanggung jawab serta tanggung jawab kepala bagian dan kepala seksi. PT Industri

Kapal Indonesia (persero) Makassar dipimpin oleh direktur utama dan direktur produksi dan teknologi. Dalam operasional perusahaan direktur keuangan & administrasi, direktur usaha dibantu oleh beberapa biro/unit sesuai dengan Gambar 2.1

2.2 Fasilitas Galangan

Dalam proses produksi dan reparasi kapal PT Industri Kapal Indonesia (Persero) Makaasar dilengkapi dengan fasilitas sebagai berikut:

1. *Graving Dock* 10.000, Ukuran: 120 m x 20 m x 8 m
2. *Slipway* kapasitas 1.500 TLC
3. *Site Track 8 Lines: 2 lines 300m/lines, 4 lines 80m/lines, 2 lines 70m/lines*
4. *Skip Lifting (Transverse slipway)* 45m, 3500 DWT
5. *Building Berth 4 units up to 6500 DWT dan 10 Units Ships up to 500 DWT*
6. *Outfitting Quay/ Jetty L 800 m dan Tower Crane 60 Ton dan Water Front 895 m²*
7. *Electrical Power PLN 2x600 KVA dan Generator 2x450 KVA*

PT Industri Kapal Indonesia (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara yang kegiataannya adalah pelayanan jasa pembuatan dan reparasi kapal. Dengan peralatan yang dimiliki PT Industri Kapal Indonesia (persero) mampu memproduksi kapal yang berukuran 500 ton dan mereparasi kapal yang panjangnya 55 meter dengan berat 500 ton.

2.2.1 Sarana Pokok Perusahaan

Adapun sarana pokok yang dimiliki PT Industri Kapal Indonesia (Persero) sebagai berikut:

1. Tempat membangun dan mereparasi kapal yang terdiri dari dua unit mesin *Side Track* untuk menarik (*parker*) kapal dari arah timur ke barat
2. Alat peluncuran (*slip way*) horizontal dan miring
3. Panjang perairan 796 meter dan panjang dermaga 196 meter
4. Sarana bengkel, gudang *pelat*, bengkel mesin, pipa, kayu, ruang kompresor, *Mouldloft, Crane*
5. *Graving dock*
6. Kantor.

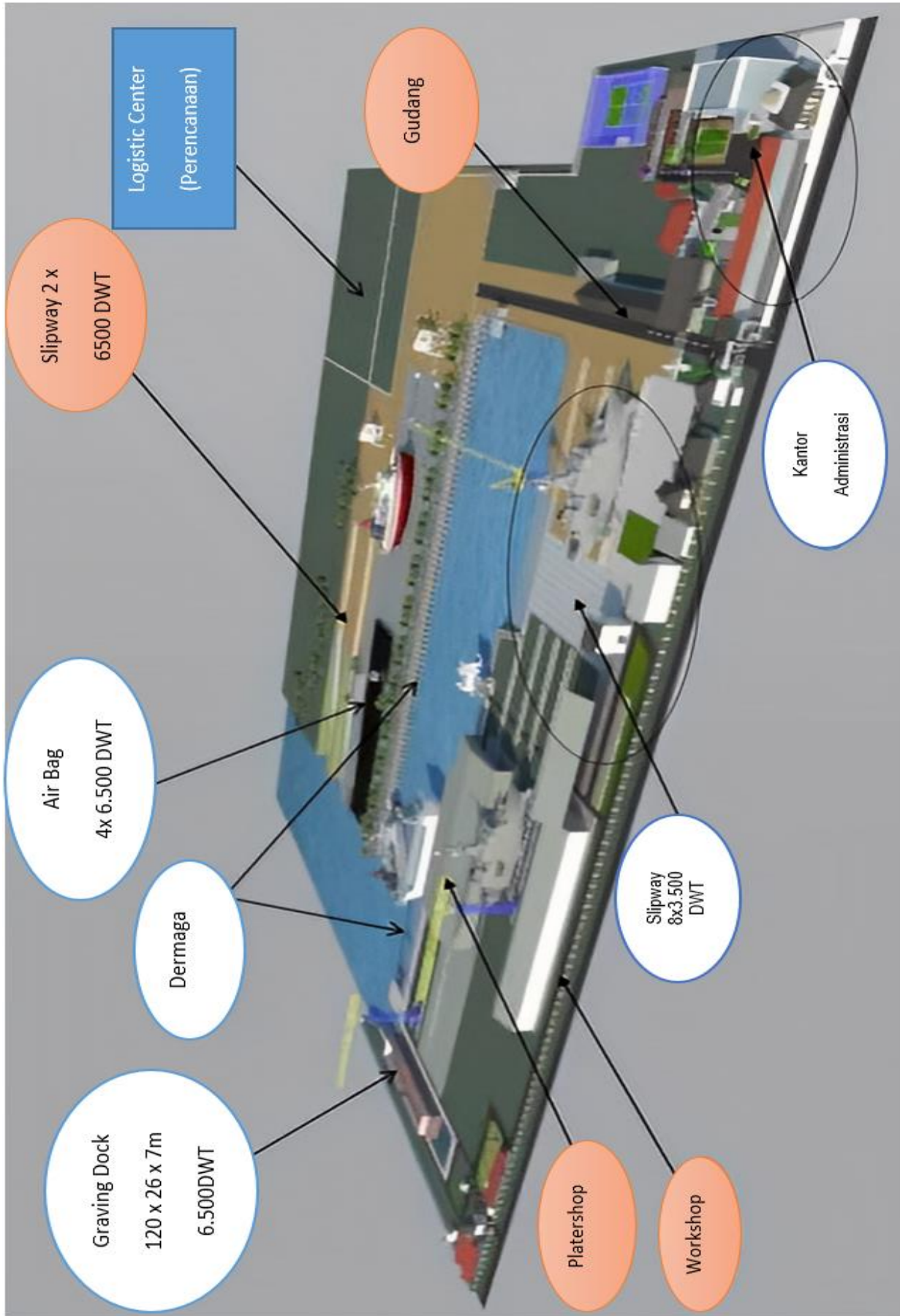
Untuk fasilitas penunjang proses produksi dan reparasi dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Prasarana dan fasilitas perusahaan

Fasilitas	Keterangan
Prasarana	Luas Galangan: 317.000 m ²
	Kedalaman perairan: 7-8 m
Sarana	<i>Slipway</i> 1 buah
	<i>Site track</i> 4 buah
	<i>Graving Dock</i> 1 buah
	<i>Mobile crane</i> 3 buah
Bengkel Mekanik	Mesin bubut
	Mesin gurindra
	Mesin bor
	Mesin gergaji
	Mesin frains
	Mesin Las dll.
Bengkel Pelat	Mesin gunting pelat
	Peralatan las listrik
	Mesin bending pelat
	Mesin bor
	Mesin gurindra
Alat Transportasi	Kapal pandu
	kendaraan mobil
	kendaraan <i>crane</i>
	<i>Forklift</i>
	Sepeda
Fasilitas alat angkat	<i>Over head crane</i>
	<i>Tower crane</i>
	<i>Mobile crane</i>
Peralatan perlengkapan lain	Perlengkapan pengalasan
	Peralatan las listrik
	Peralatan <i>sandblasting</i>

(sumber: [PT Ikishipyard.co.id](http://PTIkishipyard.co.id))

Untuk melihat wilayah cakupan dari PT Indutri Kapal Indonesia (Persero) dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Layout Perusahaan PT IKI
Sumber : PT Ikshipyard.co.id

2.2.2 Data Sumber Daya Manusia

Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan data pekerja pada bagian reparasi kapal sebagai berikut (Safitri,2022):

1. *Propeller* : 12 orang
2. Mesin Bubut : 8 orang
3. Kelistrikan : 7 orang
4. Perpipaan : 16 orang
5. Sandblasting : 25 orang
6. *Replating* : 28 orang
7. *Dock* : 16 orang

2.3 Reparasi Kapal

Reparasi adalah proses perbaikan sebagian dari benda yang sudah ada dan mengalami kerusakan atau perubahan bentuk yang tidak diinginkan. Khusus dalam dunia perkapalan ada beberapa macam poin yang biasanya dilakukan pada saat proses reparasi kapal saat *docking*. Dimulai bagaimana prosedur sebuah kapal memasuki dock proses kapal direparasi hingga kapal selesai direparasi dan siap untuk berlayar Kembali (Risna, 2013).

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:

1. *Annual Survey*, *survey* yang dilakukan setahun sekali.

Annual Class Survey atau survei tahunan kelas kapal. *Survey* tahunan kelas ini dilaksanakan setiap 1 tahun sekali selama periode kelas 5 tahun (4 kali dalam periode kelas 5 tahun) Merupakan jenis *survey* yang dilakukan setiap satu tahun sekali (Riko, 2021). *Survey* ini mengutamakan bagian kapal yang terendam di bawah garis air, *survey* ini meliputi *survey* konstruksi, instalasi mesin, listrik dan perlengkapan kapal. Hendaknya saat melakukan *annual survey*, kapal melakukan *survey* bawah kapal terlebih dahulu agar kapal cepat keluar dari dok, karena semakin lama kapal berada di dok biaya yang dikeluarkan juga semakin mahal. Untuk *survey* bagian atas air dapat dilakukan diatas air untuk menghemat biaya (Padaga, 2018).

2. *General Survey*, survey yang dilakukan empat tahun sekali

Pada survey ini dilakukan *survey* secara keseluruhan, baik permesinan dan sistem bantunya (Padaga, 2018).

3. *Emergency Survey*, survey yang dilakukan secara tiba-tiba atau diluar jadwal seperti saat kapal mengalami bencana baik tabrakan ataupun kandas (Padaga, 2018).

Kegiatan *survey* yang dilakukan pada setiap *docking* berbeda-beda sesuai dengan peraturan klasifikasi dan kebutuhan dari kapal tersebut. Namun berdasarkan rules dari klasifikasi, maka setiap *docking* kapal akan dilakukan perbaikan berupa (Devita, 2020).

- a. Perbaikan dan perawatan konstruksi kapal
- b. Perbaikan dan perawatan lambung
- c. Perbaikan dan perawatan mesin.
- d. Perbaikan dan perawatan *outfitting*.
- e. Perbaikan dan perawatan sistem perpipaan.
- f. Perbaikan dan perawatan sistem kelistrikan.

2.4 Pengerjaan Reparasi Kapal

Pengerjaan reparasi pada kapal dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut.

2.4.1 Reparasi Lambung Kapal

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

1. Pembersihan Lambung Kapal

Pembersihan lambung atau badan kapal adalah proses pembersihan dari lumut, binatang dan tumbuhan laut yang menempel pada pelat badan kapal. Tahapan pada proses pembersihan dimulai dengan menskrap permukaan badan kapal. Pengerjaan diatas dok dimulai dengan pembersihan lambung kapal dibawah garis air dari kotoran binatang atau tumbuhan laut (*fouling organisme*), cat lama dan hasil pengkaratan. Beberapa metode telah diketahui untuk membersihkan lambung kapal, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Pembersihan binatang dan tumbuhan laut

Mekanis dengan menggunakan sekrap yang biasa disebut dengan penyekrapan, cara ini menggunakan sekrap baja. Kekurangan dari metode

ini adalah hasil yang kurang cepat dan kurang bersih karena masih menggunakan tenaga manual atau manusia. Dan kelebihanannya adalah cara ini adalah cara yang paling murah biayanya (Hendrawan, 2020).

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).

2. Pengecatan Lambung Kapal

Pengecatan lambung kapal berguna melindungi lambung kapal dari proses pengkaratan dan juga binatang laut karena hampir semua bahan pengusung kapal adalah logam (pelat baja) reaktif terhadap korosi sebelum melakukan pengecatan terlebih dahulu dilakukan pembersihan badan kapal *sandblasting* pengecatan juga bertujuan untuk mengurangi cepatnya korosi. Korosi adalah turunnya kemampuan material logam menerima beban akibat terjadi peristiwa oksidasi. Pada proses pengecatan peralatan yang dipergunakan antara lain ; roll, kuas, dan semprot dengan menggunakan kompressor. Beberapa cat yang digunakan dalam pengecatan lambung kapal (Dwiono dkk, 2021):

- a. Cat dasar
- b. Cat AC (*Anti Corrosive*) / anti karat
- c. Cat AF (*Anti Fouling*) / anti binatang atau tumbuhan laut

2.4.2 Pemeriksaan dan Pemotongan Pelat Badan Kapal

1. Pemeriksaan Tebal Pelat

Sebelum dilakukan pengetesan tebal kulit, ditentukan terlebih dahulu titik-titik yang dicurigai mengalami pengurangan ketebalan dengan menggunakan palu ketok. Kemudian disediakan alat yang akan digunakan antara lain : *Unit Ultrasonic Test*, gerinda, paselin, palu dan tangga. Untuk mempermudah pekerjaan dibantu dengan gambar rencana umum dan gambar kerja (bukaan kulit lambung) untuk meletakkan titik-titik yang akan diuji ketebalannya. Titik-titik uji yang telah ditentukan digerinda sampai terlihat warna pelat aslinya kemudian dipaselin untuk mencegah karat. Kemudian dengan bantuan *unit Ultrasonic test*, tester pada bagian yang telah digerinda dengan cara menempelkan pada pelat (titik uji) yang ingin diketahui ketebalannya menggunakan alat tersebut, maka jarum skala

akan menunjukkan skala ketebalan pelat dalam satuan millimeter. setelah diketahui ketebalannya kita bandingkan dengan tebal pelat semula. Apabila tebal pelat setelah diuji ketebalannya berkurang 20% dari tebal pelat semula, maka perlu dilakukan *replating*. Kulit lambung dipotong untuk diganti dengan pelat baru karena dideteksi pelat lama terdapat pengurangan ketebalan pelat sehingga melebihi batas toleransi Class (Risna, 2013).

2. Pemotongan dan Penggantian Pelat Lambung Kapal

Apabila tebal pelat dibawah 80% dari tebal pelat semula, maka pelat harus diganti. Proses pengerjaan pemotongan pelat sebagai berikut (Risna, 2013):

- a. Penandaan bagian kulit yang akan dipotong diberi tanda (digambar pada pelat yang akan dipotong) dengan kapur tulis sebagai batas penanda untuk alur pemotongan pelat. Pemotongan sesuai alur dari *frame* gading tempat pemotongan.
- b. Pemotongan pelat yang akan diganti dilakukan dengan menggunakan alat yang dihubungkan pada regulator dan terhubung ke tabung yang berisi gas elpiji. Pada alat tersebut terdapat 2 buah kabel yang masing-masing berwarna merah dan hijau. Kabel berwarna merah mengalirkan gas elpiji sedangkan yang warna hijau mengalirkan gas oksigen. Cara kerjanya memanfaatkan tekanan gas elpiji yang keluar dengan campuran gas oksigen.

Cara pengerjaan penggantian pelat sebagai berikut:

- a) Tandai terlebih dahulu pelat yang akan di ganti (*marking*)
- b) Pelat dipotong diantara gading (*frame*), pemotongan harus dilakukan secara hati-hati agar tidak memotong *main frame*.
- c) Sebelum memotong (*cutting*) pelat harus dipasang *stiffner* diatas, arah horizontal agar tidak deformasi (antara *web frame*). Jika sudah ada senta lambung maka tidak perlu ada *stiffner*, tetapi jika dibagian bawah senta kamar mesin lebih baikdiberi *stiffner* (antar *frame*).
- d) Setelah pelat dipotong antar gading, sisa pelat yang menempel pada gading dibersihkan, lalu dipasang pelat baru.
- e) Untuk pemasangan pelat baru, terutama dibagian haluan dan buritan kapal, pelat harus di bentuk sesuai bentuk *body* kapal yang akan di

ganti (*forming*), lalu untuk pemasangannya di pasang/sambungkan pada tempat yang sudah di potong.

- f) Untuk pemasang pada ketinggian terutama pada bagian sisi luar lambung, pelat harus ditempelkan dengan bantuan *hoist/mobile crane* karena pelat yang akan di tempelkan terlalu berat dan tidak bisa diangkat dengan tenaga manusia.
- g) Pelat baru dikunci sebelum dilas memanjang, jika pelat terlalu berat maka pelat harus diberikan pelat pembantu untuk menempelkan pelat yang lama dan pelat yang baru.
- h) Pelat yang menempel pada gading dilas setempat, tidak perlu semuanya (*zig zag*).
- i) Setelah selesai dilakukan pengelasan, pihak *Quality Control (QC)* galangan , akan memeriksa hasil dari pergantian las (*las-lasan*).

2.4.3 Pemeriksaan dan Pemeliharaan Peralatan Bawah Air

1. Rantai Jangkar

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

Rantai jangkar adalah perlengkapan yang berguna untuk menghubungkan jangkar kapal dengan kapal agar tidak terlepas saat jangkar diturunkan dari kapal (Wibowo dan Sugiantoro, 2022)

Jangkar dan Rantai harus diukur dan dirawat secara berkala sehubungan dengan status *docking* kapal yaitu saat *survey* pembaharuan kelas. Pada saat kapal *docking* jangkar dan rantai diturunkan untuk dilakukan pemeriksaan dan perawatan. Untuk rantai dilakukan pengukuran diameter sedangkan untuk jangkar dilakukan pengukuran berat.

2. Propeller

Propeller yang telah lama digunakan harus dirawat, untuk penanganannya, daun *propeller* dilakukan pengetesan NDT (*Non Destructive Test*) dan balans/*balancing propeller*.

a. Pengetesan NDT (*Non Destructive Test*)

Definisi umum dari *non-destructive testing (NDT)* adalah sebuah pemeriksaan, tes, atau evaluasi yang dilakukan pada segala jenis objek

tes tanpa merubah objek tersebut dalam segala bentuk, sebagai upaya untuk menentukan ada atau tidaknya sebuah kondisi diskontinuitas yang bisa memiliki efek pada fungsi serta kegunaan dari objek tersebut (Kostaman, 2018).

Pada penelitian ini uji NDT yang digunakan adalah *liquid penetrant*. Metode *Liquid Penetrant Test* merupakan metode NDT yang paling sederhana. Metode ini digunakan untuk menemukan cacat di permukaan terbuka dari komponen solid, baik logam maupun non logam, seperti keramik dan plastik fiber. Melalui metode ini, cacat pada material akan terlihat lebih jelas (Irwansyah, 2019).

Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a) Permukaan benda uji (*Propeller*) dibersihkan dengan kain lap (*Pre-cleaning*) untuk menghilangkan kotoran seperti debu, cat, minyak, lumpur, atau lemak.
- b) Permukaan benda uji (*Propeller*) disemprotkan dengan cairan pembersih/ *cleaner*.
- c) Jika cairan *Cleaner* sudah mengering, selanjutnya dilakukan proses aplikasi *penetrant* dengan menyemprotkan cairan *penetrant* (*penetrant* biasanya berwarna merah) keseluruh permukaan bagian yang diuji dari poros baling-baling hingga permukaannya tertutup semua.
- d) Diamkan beberapa menit. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk cairan *penetrant* tergantung dari pabrikan pembuat cairan *penetrant* tersebut atau tergantung merknya, umumnya 5 sampai 15 menit.
- e) Selanjutnya bagian poros yang sudah diberi *penetrant* dibersihkan dengan kain lap untuk menghilangkan *penetrant* tersebut.
- f) Lanjutkan pembersihan *penetrant* dengan cara menyemprotkan cairan *Cleaner* tentunya dengan tetap memakai kain lap.
- g) Setelah *Cleaner* mengering, selanjutnya semprotkan *developer* (*developer* berwarna putih) keseluruh permukaan bagian yang diuji pada *propeller* (dengan penutup cairan warna biru)
- h) Hasil pengujian akan tampak. Bila ada keretakan pada poros baling-baling maka akan timbul bercak berwarna merah pada permukaan *propeller*.

b. *Balancing Propeller*

Setelah dilakukan pengujian NDT pada propeller langkah selanjutnya yang dilakukan ialah Balansi/ *balancing propeller*, yaitu proses penyeimbangan berat dari masing-masing daun propeller agar didapatkan berat yang sama dari setiap daun propeller. Tujuannya untuk mengurangi timbulnya getaran berlebihan pada badan kapal yang diakibatkan oleh putaran dari propeller. Pada intinya *balancing* dilakukan dikarenakan adanya penambahan maupun pengurangan material atau rekondisi pada bagian daun *propeller* yang rusak.

Langkah-langkah *balancing propeller*:

- a) *Propeller* ditempatkan pada tempat balansir.
- b) Daun *propeller* diberi tanda (A, B, C dan D) kemudian *propeller* diputar beberapa kali, jika jatuhnya terus menerus pada daun yang sama berarti daun tersebut lebih berat dari daun yang lainnya, maka daun tersebut harus dilakukan rekondisi atau pengurangan material.
- c) Hal tersebut dilakukan secara berulang-ulang hingga didapatkan berat yang seimbang/*balance* untuk reparasi bagian *propeller* kapal yang sedang *docking*.

3. Daun Kemudi

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

a. 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.

b. 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 posisi daun kemudi tetap tegak.
- d) Memasang baut-baut pada *flens* poros dan menguatkannya dengan mengelaskan pelat pada masing-masing barisan baut *flens* kemudi kiri dan kanan.

4. Pemasangan *Zinc Anode*

Zinc anode adalah logam zinc dalam bentuk batangan atau bentuk lain, ditempelkan ke bagian-bagian kapal yang rawan terhadap korosi air laut (Mochamad, 2019).

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 \pm meter. Untuk pemasangan pada daun kemudi dipasang secukupnya (± 4 buah) (Padaga, 2018).

2.4.4 Tes Kekedapan

Pada pengerjaan tes kekedapan dibagi menjadi beberapa tahap yaitu (Padaga, 2018):

1. 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.

2. Menggunakan air bertekanan

Sambungan las/alur las bagian luar disemprot dengan air bertekanan ± 7 kg/cm² dan pengecekan dilakukan pada bagian dalam. Jika sambungan las baik, maka tidak akan terjadi perembesan dibalik lasan. Tes ini biasanya dilakukan pada bangunan baru.

3. Menggunakan udara bertekanan

Tangki dikosongkan, ditutup dan dialirkan udara bertekanan kedalamnya sampai tekanan tertentu (2 kg/cm²). 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).

2.5 Keterlambatan Proyek

Keterlambatan proyek berarti bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak. Penyelesaian pekerjaan tidak tepat waktu adalah merupakan kekurangan dari tingkat produktifitas dan sudah barang tentu kesemuanya ini akan mengakibatkan pemborosan dalam pembiayaan, baik berupa pembiayaan langsung yang dibelanjakan untuk proyek-proyek pemerintah, maupun berwujud pembengkakan investasi dan kerugian-kerugian pada proyek-proyek swasta. Peran aktif manajemen merupakan salah satu kunci utama keberhasilan pengelolaan proyek. Pengkajian jadwal proyek diperlukan untuk menentukan langkah perubahan mendasar agar keterlambatan penyelesaian proyek dapat dihindari atau dikurangi (Hasan dkk, 2016).

Jika suatu pekerjaan sudah ditargetkan harus selesai pada waktu yang telah ditetapkan namun karena suatu alasan tertentu tidak dapat dipenuhi maka dapat dikatakan pekerjaan itu mengalami keterlambatan. Hal ini akan berdampak pada perencanaan semula serta pada masalah keuangan. Keterlambatan yang terjadi dalam suatu proyek akan memperpanjang durasi proyek atau meningkatnya biaya

maupun keduanya. Adapun dampak keterlambatan pada klien atau owner adalah hilangnya kesempatan untuk menempatkan sumber dayanya ke proyek lain, meningkatkan biaya langsung yang dikeluarkan yang berarti bahwa bertambahnya pengeluaran untuk gaji karyawan, sewa peralatan dan lain sebagainya serta mengurangi keuntungan (Simanjuntak, 2012).

2.6 Pengertian Penjadwalan

Penjadwalan (*scheduling*) adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi penjadwalan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan ataupun tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Dalam hierarki pengambilan keputusan, penjadwalan merupakan langkah terakhir sebelum dimulainya operasi. Selain itu penjadwalan dapat didefinisikan sebagai pengaturan waktu dari suatu kegiatan yang mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan atau tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Tujuan dari dilakukannya penjadwalan produksi adalah untuk meminimalkan waktu proses, waktu tunggu langganan, dan tingkat persediaan, serta penggunaan yang efisien dari fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan (Muharni dkk, 2019). Penjadwalan dapat didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk mengerjakan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu dengan 2 arti penting sebagai berikut (Hidayat dan Utama, 2012).

1. Penjadwalan merupakan suatu fungsi pengambilan keputusan untuk membuat atau menentukan jadwal.
2. Penjadwalan merupakan suatu teori yang berisi sekumpulan prinsip dasar, model, teknik, dan kesimpulan logis dalam proses pengambilan keputusan yang memberikan pengertian dalam fungsi penjadwalan.

2.7 Tujuan Penjadwalan

Tujuan penjadwalan adalah untuk mengurangi waktu keterlambatan dari batas waktu yang ditentukan agar dapat memenuhi batas waktu yang telah disetujui dengan konsumen, penjadwalan juga dapat meningkatkan produktifitas mesin dan mengurangi waktu menganggur. Produktifitas mesin meningkat maka waktu menganggur berkurang, secara tidak langsung perusahaan dapat mengurangi biaya produksi. Semakin baik suatu penjadwalan semakin

menguntungkan juga bagi perusahaan dan bisa menjadi acuan untuk meningkatkan keuntungan dan strategi bagi perusahaan dalam pemuasan pelanggan (Nugroho and Ekoanindiyo, 2017).

2.8 Metode Penjadwalan Proyek

Dalam perencanaan penjadwalan proyek terkandung unsur peramalan dalam arti memproyeksikan kejadian-kejadian untuk waktu yang akan datang. Terdapat beberapa teknik penjadwalan proyek, diantaranya sebagai berikut:

2.8.1 Bagan Balok (*Barchart*)

Bagan Balok (*Barchart*) Dalam *Barchart* (Bagan Balok), kegiatan digambarkan dengan balok horizontal. Panjang balok menyatakan lama kegiatan dalam skala waktu yang dipilih. Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek dan digambarkan sebagai balok, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, atau bulan sebagai durasinya (Ulfa and Suhendar, 2021).

2.8.2 Metode CPM (*Critical Path Method*)

Critical Path Method (CPM) adalah teknik menganalisis jaringan kegiatan/aktivitas-aktivitas ketika menjalankan proyek dalam rangka memprediksi durasi total. CPM (*Critical Path Method*) pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam arti bahwa CPM akan berakhir pada penentuan waktu. Metode ini mengidentifikasi jalur kritis pada aktifitas yang ditentukan ketergantungan antar aktifitasnya (Ulfa and Suhendar, 2021).

2.8.3 Metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*)

PERT adalah metode penjadwalan proyek berdasarkan jaringan yang memerlukan tiga dugaan waktu untuk tiap kegiatannya yaitu, optimis, pesimis, paling mungkin dengan menggunakan tiga dugaan waktu 0mulai awal dan akhir standar untuk tiap kegiatan atau kejadian (Sari, 2018).

PERT mempunyai banyak kesamaan dengan *CPM* dan *PDM*. Seperti dalam *CPM*, *PERT* menggunakan teknik diagram *Activity On Arrow* (AOA), yang berarti bahwa *arrow* digunakan untuk menggambarkan kegiatan sedangkan *node* menggambarkan *event*. *PERT* tidak seperti dalam *CPM* dan *PDM*, tetapi berorientasi pada *event* (*event-oriented technique*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kejadian (*event times*). Sedangkan *CPM* dan *PDM*

berorientasi pada waktu kegiatan (*task-oriented*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kegiatan (*task times*) (Syaiful, 2018).

2.8.4 Metode PDM (*Precedence Diagramming Method*)

Diagram *preseden* atau disebut juga *node* diagram merupakan penyempurnaan dari diagram panah. Kegiatan dalam *Precedance Diagram Method* (PDM) digambar oleh sebuah lambang segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan karena letak kegiatan ada dibagian *node* sehingga sering disebut juga *Activity On Node* (AON) (Febriana and Aziz, 2021).

Dalam PDM diperkenankan adanya hubungan tumpang tindih (*overlapping*), yaitu suatu pekerjaan berikutnya bisa dikerjakan tanpa harus menunggu pekerjaan terdahulu (*predecessor*) selesai 100%, sehingga dalam PDM tidak mengenal istilah kegiatan semu antara dua kegiatan yang tidak membutuhkan waktu dan sumber daya (*dummy*).

Format umum dari *node* dalam diagram *Precedance* ditunjukkan dalam Gambar 2.3 (F. J. Akbar dkk, 2019).

ES	JENIS KEGIATAN	EF
LS		LF
NO.KEG		DURASI

Gambar 2. 3 *Node Diagram Precedence Method*

Sumber: (Akbar dkk, 2019)

Keterangan :

ES : *Earliest Start*, waktu mulai paling awal suatu kegiatan.

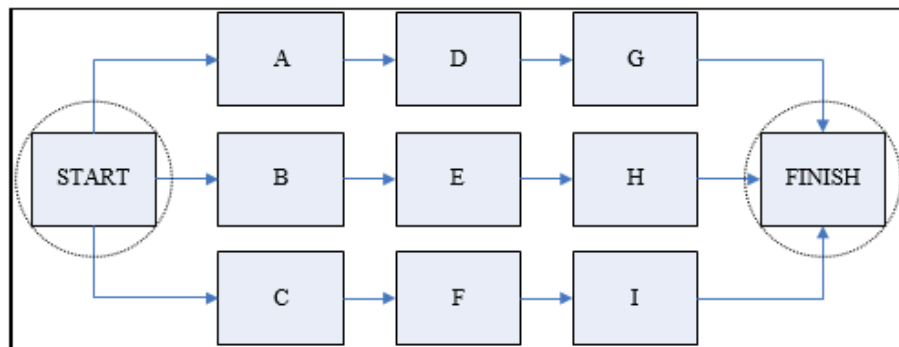
EF: *Earliest Finish*, waktu selesai paling awal suatu kegiatan. Jika hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu adalah ES kegiatan berikutnya.

LS : *Latest Start*, waktu paling akhir kegiatan boleh mulai. Yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

LF : *Latest Finish*, waktu paling akhir kegiatan boleh selesai.

Hubungan antar kegiatan dalam metode ini ditunjukkan oleh sebuah garis penghubung yang dapat dimulai dari kegiatan kiri ke kanan atau dari kegiatan atas ke bawah. Akan tetapi, tidak pernah dijumpai akhir dari garis penghubung ini di kiri sebuah kegiatan. Jika kegiatan awal terdiri dari sejumlah kegiatan dan diakhiri oleh sejumlah kegiatan pula maka dapat ditambahkan kegiatan awal dan kegiatan akhir yang keduanya merupakan kegiatan fiktif (*dummy*). Misalnya untuk kegiatan awal ditambahkan kegiatan *START* dan kegiatan akhir ditambahkan kegiatan *FINISH* (Akbar dkk, 2019).

Pada Gambar 2.4 kegiatan *START* ditambahkan untuk menandakan mulainya suatu kegiatan yang *earlist start*nya sama dengan 0, kemudian diikuti dengan kegiatan selanjutnya. Untuk penambahan kegiatan *FINISH* menandakan berakhirnya suatu kegiatan.



Gambar 2. 4 Kegiatan Fiktif

Sumber: (Akbar dkk, 2019)

a. Hubungan *Overlapping*

Hubungan antara kegiatan I dengan kegiatan J dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu:

1) Hubungan *Finish to Start* (FS)

Hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*start*) kegiatan berikutnya (*successor*) tergantung pada selesainya (*finish*) kegiatan sebelumnya (*predecessor*). FS dapat dikondisikan menjadi tiga, yaitu: *Finish to Start*

dengan lag = 0, *Finish to Start* dengan lag positif, *Finish to Start* dengan lag negatif.

2) Hubungan *Start to Start* (SS)

Hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*start*) kegiatan berikutnya (*successor*) tergantung pada mulainya (*start*) kegiatan sebelumnya (*predecessor*). SS dapat dikondisikan menjadi tiga, yaitu: *Start to Start* dengan lag = 0, *Start to Start* dengan lag positif, *Start to Start* dengan lag negatif.

3) Hubungan *Finish to Finish* (FF)

Hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*finish*) kegiatan berikutnya (*successor*) tergantung pada selesainya (*finish*) kegiatan sebelumnya (*predecessor*). FF dapat dikondisikan menjadi tiga, yaitu: *Finish to Finish* dengan lag = 0, *Finish to Finish* dengan lag positif, *Finish to Finish* dengan lag negatif.

4) Hubungan *Start to Finish* (SF)

Hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*finish*) kegiatan berikutnya (*successor*) tergantung pada mulainya (*start*) kegiatan sebelumnya (*predecessor*). SF dapat dikondisikan menjadi tiga, yaitu: *Start to Finish* dengan lag = 0, *Start to Finish* dengan lag positif, *Start to Finish* dengan lag negatif.

b. Pengertian Lag

Link lag adalah garis ketergantungan antara kegiatan dalam suatu *network planning*. Perhitungan *lag* dapat dilakukan dengan cara (F. J. Akbar dkk, 2019):

- 1) Melakukan perhitungan ke depan untuk mendapatkan nilai-nilai *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF)
- 2) Hitung besarnya lag
- 3) Buatlah garis ganda untuk lag yang nilainya = 0
- 4) Hitung *Free Float* (FF) dan *Total Float* (TF)

$$\text{Lag}_{ij} = \text{ES}_j - \text{EF}_i \quad (2.1)$$

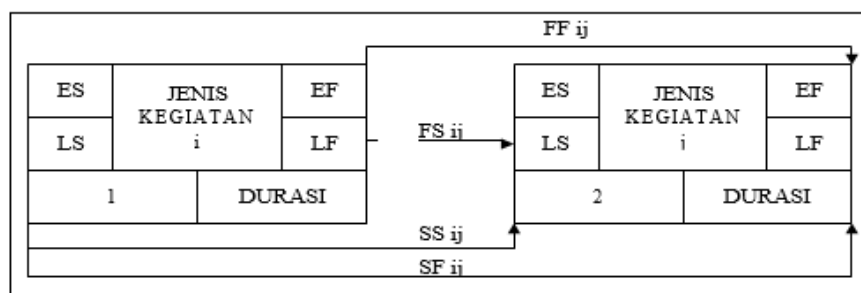
$$\text{Free Float } i = \text{minimum} (\text{lag}_{ij})$$

$$\text{Total Float } i = \text{minimum} (\text{lag}_{ij} + \text{TF}_j)$$

c. Identifikasi Jalur Kritis

Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan kemudian menentukan jalur kritis dapat dilakukan perhitungan kedepan (*forward analysis*) dan perhitungan kebelakang (*backward analysis*).

Perhitungan kedepan (*forward analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start* dan *Earliest Finish*. Yang merupakan *predecessor* adalah kegiatan I, sedangkan kegiatan yang dianalisis adalah kegiatan J seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Hubungan Kegiatan I dan J

Sumber: (Akbar dkk, 2019)

Besarnya nilai ES_j dan EF_j dihitung sebagai berikut (Hervianto, 2005):

$$ES_j = ES_i + SS_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_i + FS_{ij} \quad (2.2)$$

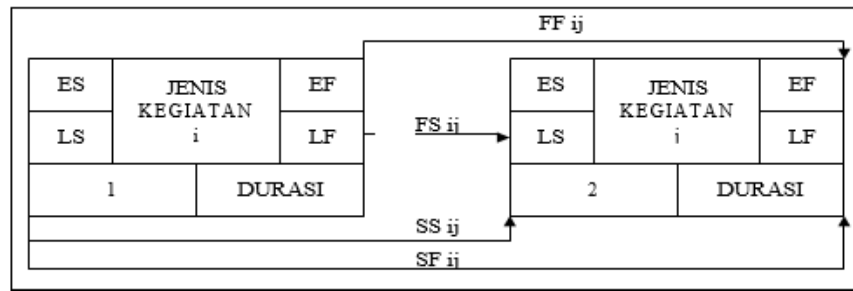
$$EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j + D_j \quad (2.3)$$

Catatan:

- 1) Jika ada lebih dari satu anak panah yang masuk dalam suatu kegiatan Maka diambil nilai terbesar.
- 2) Jika tidak ada/ diketahui FS_{ij} atau SS_{ij} dan kegiatan non-splitable maka ES_j dihitung dengan cara berikut:

$$ES_j = EF_j - D_j \quad (2.4)$$

Perhitungan kebelakang (*backward analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Latest Start* dan *Latest Finish*. Sebagai kegiatan *successor* adalah kegiatan J, sedangkan kegiatan yang dianalisis adalah kegiatan I seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 6 Hubungan Kegiatan I dan J

Sumber: (Akbar dkk, 2019)

Besarnya nilai LS_j dan LF_j dihitung sebagai berikut:

$$LF_i = LF_j - FF_{ij} \text{ atau } LF_i = LS_j - FS_{ij} \text{ atau } LS_i + D_i \quad (2.4)$$

$$LS_i = LS_j + SS_{ij} \text{ atau } LS_i = LF_j - SF_{ij} \text{ atau } LF_i - D_i \quad (2.5)$$

Catatan:

- 1) Jika ada lebih dari satu anak panah yang masuk dalam suatu kegiatan maka diambil nilai terkecil.
- 2) Jika tidak ada/diketahui FF_{ij} atau FS_{ij} dan kegiatan *non-splitable* maka LF_j dihitung dengan cara berikut:

$$LF_j = LS_i + D_i \quad (2.6)$$
- 3) Jalur kritis ditandai oleh beberapa keadaan sebagai berikut:
- 4) *Earliest Start* (ES) = *Latest Start* (LS)
- 5) *Earliest Finish* (EF) = *Latest Finish* (LF)
- 6) *Latest Finish* (LF) – *Earliest Start* (ES) = Durasi Kegiatan

d. *Float*

Float adalah sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan penundaan atau perlambatan kegiatan tersebut secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya. Jenis-jenis *float* antara lain (G. Utomo dkk, 2020).

1. *Float total* (TF)

Yaitu waktu tenggang maksimum dimana suatu kegiatan boleh terlambat tanpa menunda waktu penyelesaian proyek. Dengan memiliki *float total*, maka pelaksanaan kegiatan dalam jalur yang bersangkutan dapat ditunda atau diperpanjang sampai batas tertentu, yaitu sampai *float total* = 0

$$TF = LF - EF = LS - ES \quad (2.7)$$

2. *Free float (FF)*

Free float (FF) dapat didefinisikan sebagai waktu tenggang maksimum dimana suatu kegiatan boleh terlambat tanpa menunda penyelesaian suatu kegiatan.

3. *Float interferen (IF)*

Yaitu bila suatu kegiatan menggunakan sebagian dari IF sehingga kegiatan nonkritis berikutnya pada jalur tersebut perlu dijadwalkan lagi (digeser) meskipun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

e. Kelebihan dan kekurangan PDM

Penjadwalan menggunakan precedence diagram dalam sebuah proyek memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan sebagai berikut.

Kelebihan:

- 1) Penjadwalan proyek berupa diagram hubungan ketergantungan kegiatan sangat jelas
- 2) Digunakan untuk proyek yang mempunyai kegiatan tumpang tindih atau *overlapping*
- 3) Menunjukkan hubungan ketergantungan kegiatan satu dan yang lainnya secara spesifik
- 4) Menunjukkan lintasan kritis dari item-item pekerjaan

Kekurangan:

- 1) Tidak memperlihatkan hambatan atau gangguan antar kegiatan
- 2) Adanya penambahan tenaga kerja untuk item pekerjaan yang mulai dikerjakan sebelum pekerjaan yang mendahuluinya selesai
- 3) Tidak memperlihatkan perhitungan penentuan durasi kegiatan