

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek

Proyek merupakan suatu kegiatan yang bersifat sementara dan unik, yang dilaksanakan untuk menghasilkan suatu produk, jasa, atau hasil tertentu, dengan batasan waktu, biaya, dan sumber daya yang telah ditetapkan. Proyek memiliki awal dan akhir yang jelas serta tujuan spesifik yang harus dicapai dalam periode tertentu (Soeharto, 1999).



Gambar 2. 1 Self-Propelled Barge 2366 GT

Menurut *Project Management Institute* (PMI), proyek didefinisikan sebagai suatu usaha sementara yang dilakukan untuk menciptakan produk, layanan, atau hasil yang unik (Project Management Institute, 2021). Sifat sementara dan keunikan ini membedakan proyek dari kegiatan operasional rutin yang bersifat berulang.

Dalam penelitian ini, konsep proyek digunakan sebagai landasan untuk memahami bahwa pekerjaan replating lambung kapal *Self-Propelled Barge* (SPB) merupakan suatu proyek yang memiliki tujuan spesifik, batasan waktu docking yang ketat, serta keterbatasan sumber daya, khususnya tenaga kerja, sehingga memerlukan perencanaan durasi dan pengelolaan sumber daya yang tepat.

2.1.1 Jenis-Jenis Proyek

Berdasarkan karakteristik dan bidang pelaksanaannya, proyek dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis sebagai berikut.

1. Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan proyek yang berkaitan dengan pembangunan fisik suatu fasilitas atau infrastruktur, seperti gedung, jembatan, jalan, dan fasilitas industri. Proyek ini umumnya melibatkan pekerjaan teknik sipil dan mekanikal dengan tingkat kompleksitas yang tinggi serta memerlukan koordinasi berbagai sumber daya (Soeharto, 1999).

2. Proyek Manufaktur

Proyek manufaktur adalah proyek yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk melalui proses produksi tertentu. Proyek ini biasanya melibatkan kegiatan perancangan, pengadaan material, proses produksi, hingga pengujian produk sebelum diserahkan kepada pengguna (Nurhayati, 2010).

3. Proyek Teknologi dan Sistem Informasi

Proyek teknologi dan sistem informasi merupakan proyek yang berfokus pada pengembangan atau implementasi sistem berbasis teknologi, seperti perangkat lunak, sistem informasi manajemen, dan jaringan komputer. Proyek ini memiliki karakteristik tingkat ketidakpastian yang relatif tinggi serta membutuhkan pengelolaan risiko yang baik (Project Management Institute, 2021).

4. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Proyek penelitian dan pengembangan (research and development/R&D) bertujuan untuk menghasilkan pengetahuan baru, inovasi, atau pengembangan produk dan proses baru. Proyek ini memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi karena hasil akhirnya tidak selalu dapat diprediksi secara pasti (Kerzner, 2022).

5. Proyek Reparasi dan Pemeliharaan Kapal

Proyek reparasi dan pemeliharaan kapal merupakan proyek yang bertujuan untuk mengembalikan atau mempertahankan kondisi kapal agar tetap memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan. Proyek ini bersifat sementara, memiliki batasan waktu docking yang ketat, serta sangat bergantung pada ketersediaan tenaga kerja dan produktivitas pekerjaan, khususnya pada pekerjaan struktur dan pengelasan (Pratama & Wibawa, 2024).

Proyek reparasi dan pemeliharaan kapal merupakan proyek yang bertujuan untuk mengembalikan atau mempertahankan kondisi kapal agar tetap memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan. Proyek ini bersifat sementara, memiliki batasan waktu docking yang ketat, serta sangat bergantung pada ketersediaan tenaga kerja dan produktivitas pekerjaan, khususnya pada pekerjaan struktur dan pengelasan (Pratama & Wibawa, 2024).

Meskipun secara konseptual reparasi dan pemeliharaan kapal memiliki perbedaan, dalam praktik di galangan kapal kedua kegiatan tersebut sering dilaksanakan dalam satu periode docking. Reparasi kapal bersifat korektif terhadap kerusakan struktur, sedangkan pemeliharaan bersifat preventif. Penelitian ini secara khusus difokuskan pada pekerjaan reparasi struktural, yaitu replating lambung kapal.

Jenis proyek ini relevan dengan penelitian yang dilakukan, karena pekerjaan replating lambung kapal Self-Propelled Barge (SPB) termasuk dalam kategori proyek reparasi kapal yang memerlukan perencanaan durasi dan alokasi manpower yang tepat agar waktu docking dapat diminimalkan.

2.2 Manajemen Proyek Reparasi Kapal

Manajemen proyek merupakan suatu pendekatan sistematis dalam mengelola sumber daya proyek agar tujuan proyek dapat tercapai secara efektif dan efisien. Manajemen proyek mencakup proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengendalian, dan pengawasan terhadap seluruh aktivitas proyek sejak tahap awal hingga penyelesaian proyek (Soeharto, 1999).



Gambar 2. 2 Pengawasan dan Pengendalian Proyek

Project Management Institute (PMI) mendefinisikan manajemen proyek sebagai penerapan pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik pada aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pemangku kepentingan (Project Management Institute, 2021). Definisi ini menegaskan bahwa keberhasilan proyek tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga oleh kemampuan dalam mengelola waktu, biaya, dan sumber daya manusia secara terintegrasi.

Manajemen proyek reparasi kapal memiliki karakteristik khusus dibandingkan proyek pembangunan kapal baru. Pada proyek reparasi, khususnya pekerjaan replating lambung kapal, volume dan kompleksitas pekerjaan sering kali baru dapat dipastikan setelah kapal berada di dok. Kondisi tersebut menyebabkan tingkat ketidakpastian yang tinggi terhadap durasi pekerjaan dan kebutuhan manpower, sehingga perencanaan proyek harus bersifat adaptif, fleksibel, dan berbasis pada data produktivitas aktual di lapangan (Hidayat, 2025). Oleh karena itu, penerapan manajemen proyek yang tepat menjadi faktor kunci dalam mengendalikan durasi docking dan meminimalkan keterlambatan penyelesaian proyek.

2.2.1 Fungsi Manajemen Proyek

Fungsi manajemen proyek pada umumnya terdiri dari beberapa tahap utama sebagai berikut.

1. Perencanaan Proyek

Perencanaan proyek merupakan tahap awal yang bertujuan untuk menentukan sasaran proyek, lingkup pekerjaan, jadwal pelaksanaan, anggaran biaya, serta kebutuhan sumber daya manusia. Dalam proyek reparasi kapal, perencanaan durasi pekerjaan replating perlu disusun secara realistis dengan mempertimbangkan produktivitas pengelasan dan waktu kerja efektif agar jadwal docking dapat dikendalikan dengan baik (Nurhayati, 2010).

2. Pengorganisasian Proyek

Pengorganisasian proyek adalah proses pengelompokan aktivitas serta pembagian tugas, wewenang, dan tanggung jawab kepada setiap pihak yang terlibat dalam proyek. Struktur organisasi proyek yang jelas diperlukan agar koordinasi dan komunikasi dapat berjalan dengan efektif (Soeharto, 1999).

3. Pelaksanaan Proyek

Pelaksanaan proyek merupakan tahap implementasi rencana yang telah disusun. Pada tahap ini seluruh sumber daya proyek dikerahkan untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dengan jadwal dan spesifikasi yang telah ditetapkan (Project Management Institute, 2021).

4. Pengendalian Proyek

Pengendalian proyek dilakukan untuk memastikan bahwa pelaksanaan pekerjaan berjalan sesuai dengan rencana. Kegiatan pengendalian meliputi pemantauan kemajuan pekerjaan, evaluasi kinerja tenaga kerja, serta tindakan korektif apabila terjadi penyimpangan terhadap durasi atau alokasi manpower yang telah direncanakan. Pengendalian yang baik sangat penting untuk mencegah pergeseran jalur kritis proyek reparasi kapal (Kerzner, 2022).

2.3 Estimasi Durasi Pekerjaan

Estimasi durasi pekerjaan merupakan proses penentuan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas proyek berdasarkan volume pekerjaan, metode kerja, serta sumber daya yang digunakan. Estimasi durasi memiliki peran penting dalam perencanaan proyek karena menjadi dasar dalam penyusunan jadwal pelaksanaan dan pengendalian proyek (Soeharto, 1999).

Nurhayati (2010) menyatakan bahwa estimasi durasi yang baik harus mempertimbangkan kondisi teknis pekerjaan serta keterbatasan sumber daya yang tersedia. Ketidaktepatan dalam melakukan estimasi durasi dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan pelaksanaan aktual, yang pada akhirnya berpotensi menimbulkan keterlambatan proyek.

Zhang et al. (2021) menjelaskan bahwa pada proyek reparasi kapal, estimasi durasi memiliki tingkat ketidakpastian yang lebih tinggi dibandingkan proyek konstruksi baru karena kondisi aktual kapal baru dapat diketahui secara pasti setelah kapal berada di dok. Ketidakpastian ini menuntut penggunaan pendekatan estimasi durasi yang lebih realistis dan berbasis kondisi lapangan.

Dalam proyek reparasi kapal, khususnya pada pekerjaan steel work dan replating lambung kapal, estimasi durasi sangat dipengaruhi oleh volume pekerjaan struktur dan pengelasan serta kondisi kerja di lapangan. Putra (2021) menyatakan bahwa estimasi durasi berbasis standar teoretis tanpa mempertimbangkan produktivitas aktual tenaga kerja berpotensi menghasilkan perencanaan waktu yang tidak sesuai dengan realisasi di lapangan.

Kerzner (2022) menegaskan bahwa estimasi durasi yang tidak akurat dapat menyebabkan keterlambatan proyek dan peningkatan biaya operasional. Oleh karena itu, pada penelitian ini estimasi durasi pekerjaan replating disusun secara terstruktur dan menjadi dasar dalam analisis penjadwalan proyek serta perencanaan manpower pada proyek reparasi kapal *Self-Propelled Barge (SPB)*.

2.4 Produktivitas Pengelasan

Produktivitas pengelasan merupakan indikator kinerja yang menunjukkan kemampuan tenaga kerja untuk menghasilkan output berupa panjang sambungan las dalam satu satuan waktu tertentu. Produktivitas ini secara praktis dipengaruhi oleh jumlah tenaga kerja, kondisi lapangan, metode pengelasan, serta intensitas aktivitas tidak produktif seperti persiapan, inspeksi, dan pergantian posisi kerja.

Dalam konteks pekerjaan reparasi kapal, produktivitas pengelasan memiliki karakteristik khusus. Hasil penelitian *Analisis Produktivitas Proyek Reparasi Kapal Tanker* menunjukkan bahwa aktivitas pengelasan pada proyek reparasi kapal memiliki tingkat waktu tidak produktif yang relatif tinggi akibat keterbatasan ruang kerja, pergeseran pekerjaan teknis lain, serta frekuensi inspeksi antara pekerjaan *cropping*, *fit-up*, dan pengelasan sendiri. Parameter-parameter ini menyebabkan produktivitas aktual di lapangan berbeda secara signifikan terhadap produktivitas teoretis yang digunakan sebagai acuan umum (Rizki Kurniawan et al., 2025).



Gambar 2. 3 Proses Pemotongan Plate Baja Kapal

Oleh karena itu, dalam penelitian ini produktivitas pengelasan tidak hanya dilihat sebagai rasio output terhadap waktu, tetapi juga mempertimbangkan faktor-faktor lapangan yang memengaruhi realisasi waktu efektif kerja.

2.4.1 Konsep Produktivitas Pengelasan

Welding rate (WR) merupakan kecepatan pengelasan yang menyatakan kemampuan kerja tenaga pengelas dalam menghasilkan panjang sambungan las dalam satu satuan waktu tertentu. Variabel ini diekspresikan dalam satuan mm/menit dan digunakan sebagai nilai produktivitas kerja aktual di lapangan.

Secara matematis produktivitas pengelasan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{L}{T}$$

dengan:

P = produktivitas pengelasan (mm/menit)

L = panjang las yang dihasilkan (mm)

T = waktu kerja efektif (menit)

Produktivitas pengelasan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain metode pengelasan, posisi pengelasan, keterampilan tenaga kerja, serta kondisi lingkungan kerja di galangan kapal.

2.4.2 Operating Factor

Operating Factor (OF) didefinisikan sebagai perbandingan antara waktu kerja produktif terhadap total waktu kerja yang tersedia dalam satu hari kerja. Waktu kerja produktif mencerminkan waktu aktual yang digunakan untuk aktivitas utama, sedangkan waktu tidak produktif mencakup waktu persiapan, pengaturan posisi kerja, pergantian elektroda, inspeksi antara, serta waktu tunggu akibat kondisi lapangan.

Pada pekerjaan pengelasan dalam proyek reparasi kapal, nilai *Operating Factor* cenderung lebih rendah dibandingkan pekerjaan fabrikasi di workshop. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja, variasi posisi pengelasan (bottom dan side shell), serta tingginya aktivitas non-produktif selama proses replating.

Operating Factor (OF) didefinisikan sebagai perbandingan antara waktu kerja efektif terhadap total waktu kerja yang tersedia dalam satu hari kerja. OF mencerminkan proporsi waktu yang benar-benar digunakan untuk aktivitas utama pengelasan setelah mempertimbangkan waktu tidak produktif seperti aktivitas persiapan, inspeksi, dan penyesuaian posisi kerja.

Secara matematis, *Operating Factor*

$$OF = \frac{T_e}{T_t}$$

dirumuskan sebagai berikut:

OF = *Operating Factor*

T_e = Waktu Kerja Efektif

T_t = Total Waktu Kerja Tersedia

Pada pekerjaan pengelasan dalam proyek reparasi kapal, nilai *Operating Factor* umumnya lebih rendah dibandingkan pekerjaan fabrikasi di workshop. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja, variasi posisi pengelasan (bottom dan side shell), serta tingginya proporsi aktivitas non-produktif selama proses replating.

Penelitian *Analisis Produktivitas Proyek Reparasi Kapal Tanker* menemukan bahwa produktivitas aktual pada pekerjaan pengelasan di proyek reparasi kapal berada pada kisaran faktor efisiensi yang lebih rendah dibandingkan pekerjaan fabrikasi workshop. Hal ini disebabkan oleh beragam waktu tidak produktif yang terjadi secara kontinu di lapangan (*Rizki Kurniawan et al., 2025*).

Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini menggunakan nilai *Operating Factor* sebesar 0,3 sebagai representasi kondisi kerja aktual pada proyek reparasi kapal, khususnya pekerjaan pengelasan lambung.

2.4.3 Hubungan Produktivitas Pengelasan dengan Estimasi Durasi

Produktivitas pengelasan digunakan sebagai dasar dalam perhitungan durasi aktivitas pengelasan. Hubungan antara produktivitas dan durasi dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

dengan:

$$D = \frac{L}{WR \times OF \times T_h}$$

D = durasi pekerjaan (hari)
 L = panjang las (mm)
 WR = welding rate (mm/menit)
 OF = *Operating Factor*
 Th = Jam Kerja Efektif per Hari (Jam/hari)

Dengan menggunakan persamaan tersebut, estimasi durasi pekerjaan pengelasan dapat dihitung secara deterministik dan disesuaikan dengan kondisi aktual lapangan.

Dalam penelitian ini, produktivitas pengelasan digunakan sebagai parameter utama dalam perhitungan durasi aktivitas replating lambung kapal *Self-Propelled Barge (SPB)*, sehingga hasil penjadwalan proyek menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)* dapat mencerminkan kondisi pelaksanaan proyek yang realistis dan aplikatif.

2.5 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan bagian penting dari manajemen proyek yang berfungsi untuk menentukan urutan aktivitas, durasi pekerjaan, serta waktu mulai dan selesai setiap aktivitas proyek. Penjadwalan yang baik bertujuan untuk memastikan proyek dapat diselesaikan tepat waktu dengan penggunaan sumber daya yang optimal (Nurhayati, 2010).

Soeharto (1999) menyatakan bahwa penjadwalan proyek berperan dalam membantu manajer proyek mengoordinasikan berbagai aktivitas pekerjaan serta mengidentifikasi potensi keterlambatan sejak tahap perencanaan. Dalam proyek reparasi kapal, penjadwalan memiliki peran yang sangat krusial karena proyek dibatasi oleh waktu docking yang ketat dan melibatkan aktivitas yang saling bergantung, khususnya pada pekerjaan steel work dan pengelasan.

Oleh karena itu, penjadwalan proyek reparasi kapal perlu disusun secara sistematis dan berbasis pada estimasi durasi yang realistis agar keterlambatan proyek dapat diminimalkan dan pemanfaatan sumber daya, terutama manpower, dapat dilakukan secara efisien.

2.5.1 Metode Penjadwalan Proyek (Revisi Kontekstual)

Beberapa metode penjadwalan proyek yang umum digunakan antara lain sebagai berikut.

1. Bar Chart (Gantt Chart)

Bar chart merupakan metode penjadwalan yang menyajikan aktivitas proyek dalam bentuk diagram batang terhadap skala waktu. Metode ini mudah dipahami dan sering digunakan untuk memantau kemajuan pekerjaan. Namun, bar chart memiliki keterbatasan dalam menunjukkan hubungan ketergantungan antar aktivitas, sehingga kurang efektif untuk proyek dengan tingkat kompleksitas tinggi (Soeharto, 1999).

2. Network Planning

Network planning merupakan metode penjadwalan yang menggambarkan hubungan ketergantungan antar aktivitas dalam bentuk jaringan. Metode ini memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap urutan aktivitas serta identifikasi potensi keterlambatan proyek melalui hubungan logis antar pekerjaan (Kerzner, 2022).

3. *Critical Path Method (CPM)*

Critical Path Method (CPM) merupakan salah satu metode network planning yang digunakan untuk menentukan jalur kritis dalam suatu proyek berdasarkan durasi aktivitas yang bersifat deterministik. *CPM* memungkinkan penentuan durasi total proyek serta identifikasi aktivitas yang tidak memiliki kelonggaran waktu (float) sehingga memerlukan perhatian khusus dalam pengendalian proyek (Soeharto, 1999).

Dalam proyek reparasi kapal, *CPM* dinilai sesuai untuk digunakan karena mampu mengidentifikasi aktivitas kritis pada pekerjaan replating lambung kapal yang berpotensi memengaruhi durasi total docking. Oleh karena itu, pada penelitian ini metode *CPM* digunakan sebagai dasar dalam penyusunan penjadwalan proyek reparasi kapal *Self-Propelled Barge (SPB)* dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Project*.

2.6 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) merupakan metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk menentukan rangkaian aktivitas terpanjang yang menentukan durasi penyelesaian proyek. Jalur kritis terdiri dari aktivitas-aktivitas yang memiliki total float nol, sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas tersebut akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan (Kerzner, 2022).

Critical Path Method (CPM) merupakan metode penjadwalan deterministik yang digunakan untuk mengidentifikasi rangkaian aktivitas kritis yang menentukan durasi total proyek. Menurut Setiawan dan Santoso (2022), *CPM* sangat efektif digunakan dalam proyek reparasi kapal karena mampu menunjukkan aktivitas yang sensitif terhadap keterlambatan dan mempermudah pengambilan keputusan manajerial.

Menurut Project Management Institute (2021), *CPM* sangat efektif digunakan pada proyek dengan durasi aktivitas yang dapat diperkirakan secara pasti, sehingga cocok diterapkan pada pekerjaan teknis seperti reparasi dan replating kapal.

2.6.1 Komponen dalam *CPM*

Berikut merupakan komponen yang ada di *Critical Path Method* sebagai berikut.

1. Aktivitas

Aktivitas merupakan bagian terkecil dari pekerjaan proyek yang memerlukan waktu dan sumber daya tertentu untuk diselesaikan. Setiap aktivitas dalam *CPM* direpresentasikan sebagai anak panah atau node dalam diagram jaringan (Soeharto, 1999).

2. Durasi Aktivitas

Durasi aktivitas adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas. Dalam penelitian ini, durasi aktivitas dihitung berdasarkan produktivitas pengelasan sehingga bersifat deterministik dan sesuai dengan karakteristik *CPM*.

3. Jalur Kritis

Jalur kritis adalah rangkaian aktivitas yang menentukan lamanya waktu penyelesaian proyek. Aktivitas pada jalur kritis tidak memiliki kelonggaran waktu (float), sehingga memerlukan pengawasan khusus (Kerzner, 2022).

2.6.2 Keterkaitan *CPM* dengan Penelitian

Metode *CPM* digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi aktivitas kritis pada pekerjaan replating lambung kapal *Self-Propelled Barge (SPB)*. Dengan mengetahui jalur kritis, optimalisasi manpower dapat difokuskan pada aktivitas yang berpengaruh langsung terhadap durasi total proyek, sehingga perencanaan proyek menjadi lebih efektif dan efisien.

Metode *Critical Path Method (CPM)* digunakan dalam penelitian ini dengan pendekatan deterministik, di mana durasi setiap aktivitas ditentukan berdasarkan

perhitungan teknis produktivitas pengelasan dan diasumsikan konstan dalam satu aktivitas pekerjaan. Pendekatan ini sesuai dengan karakteristik metode *CPM* yang menggunakan durasi aktivitas pasti

2.7 Manpower Planning

Manpower planning merupakan proses perencanaan dan pengaturan jumlah, komposisi, serta distribusi tenaga kerja yang dibutuhkan untuk melaksanakan aktivitas proyek agar tujuan proyek dapat tercapai secara efektif dan efisien. Perencanaan manpower bertujuan untuk menyeimbangkan antara beban kerja proyek dengan ketersediaan tenaga kerja, sehingga pemanfaatan sumber daya manusia dapat dilakukan secara optimal (Nurhayati, 2010).

Soeharto (1999) menyatakan bahwa perencanaan tenaga kerja yang tidak tepat dapat menyebabkan terjadinya kelebihan maupun kekurangan tenaga kerja. Kelebihan tenaga kerja berpotensi menimbulkan pemborosan biaya, sedangkan kekurangan tenaga kerja dapat menghambat penyelesaian pekerjaan dan meningkatkan risiko keterlambatan proyek.

Dalam konteks penjadwalan proyek, Pratama dan Wibawa (2024) menjelaskan bahwa optimalisasi manpower paling efektif dilakukan pada aktivitas yang berada pada jalur kritis. Penambahan tenaga kerja pada aktivitas non-kritis tidak akan memberikan pengaruh signifikan terhadap percepatan durasi total proyek, sehingga fokus perencanaan tenaga kerja seharusnya diarahkan pada aktivitas kritis.

Pada proyek reparasi kapal, manpower planning memiliki peran yang sangat penting karena pekerjaan dilaksanakan dalam periode docking yang terbatas. Penentuan jumlah tenaga kerja harus disesuaikan dengan volume pekerjaan, tingkat kesulitan aktivitas, serta kondisi kerja di lapangan, khususnya pada pekerjaan replating dan pengelasan yang bersifat padat karya dan memiliki ketergantungan tinggi antar aktivitas.

Dalam penelitian ini, manpower planning digunakan untuk menentukan kebutuhan tenaga kerja pada setiap aktivitas replating lambung kapal berdasarkan durasi teknis yang dihitung dari produktivitas pengelasan. Pendekatan ini bertujuan agar alokasi tenaga kerja dapat dilakukan secara lebih efisien dan difokuskan pada aktivitas kritis, sehingga durasi total proyek reparasi kapal dapat dioptimalkan.

2.8 Optimalisasi Durasi Proyek

Optimalisasi durasi proyek merupakan upaya untuk mempersingkat waktu penyelesaian proyek tanpa mengabaikan aspek mutu dan keselamatan kerja. Optimalisasi durasi dilakukan dengan melakukan penyesuaian terhadap sumber daya atau metode pelaksanaan pada aktivitas tertentu yang memiliki pengaruh langsung terhadap durasi total proyek (Kerzner, 2022).

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam optimalisasi durasi adalah dengan memfokuskan upaya percepatan pada aktivitas yang berada pada jalur kritis. Pratama dan Wibawa (2024) menyatakan bahwa aktivitas pada jalur kritis tidak memiliki kelonggaran waktu (float), sehingga setiap keterlambatan pada aktivitas tersebut akan secara langsung memengaruhi durasi total proyek.

Penambahan tenaga kerja sebagai salah satu bentuk optimalisasi durasi harus dilakukan secara selektif. Penambahan manpower pada aktivitas non-kritis tidak akan mempercepat penyelesaian proyek secara keseluruhan, melainkan hanya meningkatkan penggunaan sumber daya tanpa memberikan dampak signifikan terhadap durasi proyek.

Dalam penelitian ini, optimalisasi durasi proyek dilakukan dengan menyesuaikan jumlah manpower pada aktivitas replating yang berada pada jalur kritis berdasarkan hasil analisis *Critical Path Method (CPM)*, sehingga percepatan durasi yang dilakukan bersifat efektif dan terukur. Optimalisasi durasi proyek dilakukan dengan melakukan penyesuaian jumlah manpower secara selektif pada aktivitas yang berada pada jalur kritis berdasarkan hasil analisis *CPM*, sehingga percepatan durasi proyek bersifat efektif dan terukur

2.9 Kesenjangan Penelitian

Berbagai literatur telah mengkaji penjadwalan proyek reparasi kapal, namun sebagian besar masih memiliki keterbatasan dalam penentuan parameter durasi. Zhang et al. (2021) melakukan penjadwalan proyek deterministik untuk menganalisis durasi dan ketidakpastian proyek reparasi kapal, namun durasi aktivitas yang digunakan belum berbasis pada produktivitas pengelasan aktual. Di sisi lain, Putra (2021) berfokus pada analisis produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan *steel work*, namun hasil evaluasi produktivitas tersebut tidak dikaitkan dengan metode penjadwalan *Critical Path Method (CPM)* dan identifikasi jalur kritis.

Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Setiawan & Santoso (2022) serta Pratama & Wibawa (2024) telah sukses mengimplementasikan *CPM* dan analisis *manpower* untuk mengoptimalkan waktu *docking*. Akan tetapi, durasi aktivitas dalam penelitian-penelitian tersebut masih bersifat asuntif berdasarkan data historis umum, dan produktivitas teknis belum dihitung secara kuantitatif. Oleh karena itu, posisi penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan parameter produktivitas pengelasan aktual (*Welding Rate dan Operating Factor dari WPS*) secara matematis ke dalam jaringan kerja *CPM*. Pendekatan ini mentransformasi estimasi durasi dari yang sebelumnya berbasis asumsi menjadi berbasis data kuantitatif lapangan, yang kemudian digunakan sebagai instrumen optimasi *manpower* pada jalur kritis proyek.