

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri perbaikan kapal merupakan salah satu sektor strategis dalam mendukung keberlanjutan operasional armada laut khususnya pada perawatan. Salah satu pekerjaan penting dalam proses *ship repair* adalah *replating* atau dikenal dengan proses pergantian pelat pada kapal. Penyebabnya bermacam – macam seperti, mengalami korosi, deformasi, atau kerusakan struktural lainnya. Proses *replating* melibatkan serangkaian aktivitas yang kompleks dari persiapan material dan *cutting*, persiapan pelat, *fit-up*, pengelasan, hingga tahap pemeriksaan dan *rework*. Pekerjaan *replating* memiliki karakteristik lintasan kerja (*process flow*) yang panjang dan saling berkaitan satu sama lain, sehingga menuntut koordinasi antartahapan yang baik untuk mencapai efektivitas waktu dan biaya. Namun, pada praktiknya, proses ini sering mengalami **ketidakseimbangan beban kerja (*line imbalance*)** yang disebabkan karena alokasi yang tidak tepat sehingga menyebabkan meningkatnya *idle time*, keterlambatan pekerjaan, dan pemborosan tenaga kerja (Agil&Dewi 2024). Studi lain yang dilakukan oleh (Song and Zhou 2021) menemukan masalah seperti *long manufacturing cycles, low personnel utilization, dan unbalanced production line*. Semua indikator pada penelitian tersebut mendukung argumen bahwa lini kerja digalangan cenderung tidak seimbang tanpa intervensi manajemen proses/perencanaan.

Ketidakseimbangan lintasan kerja (*line imbalance*) pada industri galangan kapal merupakan isu yang banyak ditemukan di berbagai negara. Salah satu studi industri *ship building* di Tiongkok menunjukkan bahwa alur produksi yang tidak seimbang menyebabkan *bottleneck, idle time*, dan penurunan efisiensi lini secara signifikan (Zhang, Liu, and Chen 2021). Kondisi serupa juga ditemukan pada galangan Korea Selatan, dimana variasi waktu proses pada block assembly menyebabkan beberapa stasiun mengalami kelebihan beban sementara yang lain *idle*, sehingga menurunkan efisiensi produksi keseluruhan (Kim and Jang 2020). Pada bidang *ship repair*, penelitian terbaru juga mengidentifikasi bahwa pekerjaan seperti *hull renewal* atau dikenal dengan *replating* pada lambung kapal sering mengalami ketidak seimbangan durasi kerja antar proses. Perbedaan waktu antara *cutting, fitting, dan welding* melebihi 300% menjadi penyebab tingginya *idle time* dan keterlambatan penyelesaian pekerjaan (Wang 2022). Ketidak seimbangan tersebut mempersulit galangan untuk memenuhi target waktu reparasi kapal, terutama ketika terdapat limitasi sumber daya manusia dan peralatan.

Tanpa adanya perencanaan workload yang baik, *over/under staffing* terjadi pada tahap tahap tertentu. Fenomena ini tentunya menjadi faktor yang muncul pada proses *replating* seperti stasiun persiapan yang penuh sehingga stasiun pekerjaan mengalami *idle*. Studi produktivitas galangan menunjukkan pola pada ketidakseimbangan beban kerja, *bottleneck* pada

pengelasan, dan pengaruh interpersonal terhadap keterlambatan (Tuswan, Duwi, and Pujo 2023). Studi tersebut memberi konteks luas bahwa masalah imbalance bukan anomali, melainkan permasalahan umum pada proyek repair.

Secara global, tinjauan sistematis pada industri galangan kapal menemukan bahwa **ketidak seimbangan alokasi beban kerja** merupakan **salah satu** dari **lima** penyebab utama rendahnya efisiensi lini dan berdampak langsung pada peningkatan biaya kerja dan waktu produksi (Hosseini, Rezaei, and Kim 2023).

Berdasarkan permasalahan – permasalahan dari ketidakseimbangan alokasi beban kerja yang telah dibahas. Penggunaan metode **line balancing** menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam mengatasi ketidak seimbangan lintasan kerja dan akan digunakan dalam penelitian ini. Metode ini bertujuan untuk meratakan waktu kerja antar stasiun sehingga *idle time* dapat ditekan dan kapasitas produksi meningkat. Salah satu pendekatan heuristik yang akan digunakan adalah **Largest Candidate Rule (LCR)**. Penerapan pada metode ini juga nantinya akan menghasilkan peningkatan efisiensi pekerjaan dan dapat mengurangi durasi siklus kerja (Mughni and Sari 2021). Metode ini memberi prioritas pada pekerjaan dengan waktu terpanjang sehingga distribusi beban kerja antar stasiun menjadi lebih merata. Penelitian internasional menunjukkan bahwa metode pendekatan dengan **Largest Candidate Rule** mampu meningkatkan *line efficiency* dan menurunkan *balance delay* pada proses perakitan maupun industri manufaktur kompleks (Akpınar and Bayhan 2020).

Berbagai penelitian internasional menunjukkan bahwa ketidakseimbangan beban kerja masih menjadi permasalahan yang umum terjadi pada proses perbaikan dan produksi kapal. Pada galangan kapal komersial di kawasan Timur Tengah, ditemukan bahwa proses reparasi lambung kapal sering mengalami **idle time yang cukup tinggi akibat variasi durasi pekerjaan antar stasiun**, terutama pada pekerjaan heavy repair seperti replating. Meskipun penelitian tersebut menekankan pentingnya pemerataan pembagian pekerjaan, pendekatan yang digunakan belum menerapkan metode line balancing secara heuristik serta tidak melakukan pengukuran kuantitatif terhadap nilai balance delay maupun peningkatan efisiensi lini setelah proses balancing dilakukan (Al-Ghamdi and Turk, 2020). Permasalahan serupa juga ditemukan pada proyek perbaikan lambung kapal di wilayah pesisir Tiongkok, di mana keterlambatan pekerjaan dipengaruhi oleh perbedaan durasi aktivitas seperti cutting, fit-up, dan welding. Penelitian tersebut hanya menggunakan analisis akar masalah dan analisis keterlambatan waktu tanpa melakukan simulasi pembagian beban kerja menggunakan pendekatan balancing untuk meningkatkan efisiensi proses (Wang and Xu, 2021).

Pada penelitian lain di galangan kapal Amerika Serikat, ditemukan adanya bottleneck pada tahap fitting dan welding selama proses replating. Studi tersebut menyarankan perbaikan melalui pengaturan ulang tenaga kerja dan penjadwalan pekerjaan, namun belum melakukan penyusunan **precedence diagram**, perhitungan **cycle time**, maupun analisis efisiensi

line balancing untuk mengetahui tingkat keseimbangan lini kerja secara kuantitatif (Rodriguez and Villanueva, 2022). Penelitian yang dilakukan pada industri galangan kapal di India juga telah mencoba menggunakan pendekatan heuristik untuk meningkatkan aliran produksi, tetapi fokus penelitian tersebut berada pada proses **newbuilding** yang bersifat repetitif. Kondisi ini berbeda dengan pekerjaan reparasi kapal seperti replating yang memiliki karakteristik pekerjaan yang lebih variatif dan tidak sepenuhnya berulang, sehingga metode yang digunakan dalam penelitian tersebut belum diuji secara langsung pada konteks pekerjaan reparatif (Singh, Patel, and Kumar, 2023).

Penelitian lain di galangan kapal Jepang menunjukkan bahwa ketidakseimbangan beban kerja juga dapat terjadi pada proses blasting dan coating yang berdampak pada penurunan efisiensi tenaga kerja. Walaupun penelitian tersebut membahas pembagian pekerjaan antar aktivitas, pendekatan yang digunakan belum secara formal menerapkan metode line balancing dan tidak melakukan pengukuran efisiensi lini maupun analisis balance delay sebagai indikator tingkat keseimbangan kerja (Matsumoto and Hideo, 2024). Sementara itu, penelitian pada galangan kapal perbaikan di Korea Selatan menggunakan pendekatan simulasi untuk mengidentifikasi titik bottleneck dalam proses repair kapal. Namun simulasi tersebut hanya berfungsi untuk memprediksi kemacetan proses tanpa memberikan solusi optimasi berupa penyeimbangan waktu kerja atau redistribusi beban kerja antar stasiun (Kwon, Park, and Lee, 2022). Selain itu, penelitian pada galangan kapal modern di Tiongkok juga menunjukkan bahwa pembagian beban kerja dapat meningkatkan pemanfaatan tenaga kerja melalui pendekatan simulasi produksi. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum menganalisis secara sistematis nilai efisiensi lini, balance delay, maupun tingkat ketidakseimbangan kerja sebagai parameter evaluasi kinerja lini produksi (Zhang and Luo, 2023).

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa kajian mengenai ketidakseimbangan beban kerja dalam industri galangan kapal telah banyak dilakukan, namun sebagian besar penelitian masih berfokus pada analisis penyebab keterlambatan, simulasi produksi, atau perencanaan tenaga kerja tanpa melakukan pengukuran kuantitatif terhadap efisiensi lini menggunakan pendekatan **line balancing**. Selain itu, penerapan metode heuristik seperti **Largest Candidate Rule (LCR)** pada konteks pekerjaan reparasi kapal, khususnya pada proses **replating lambung kapal**, masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penerapan metode line balancing dengan pendekatan LCR dalam pembagian beban kerja pada proses replating kapal guna mengetahui tingkat efisiensi lini dan nilai balance delay secara lebih terukur.

Pada masalah yang terjadi pada PT. ARJAYA BERKAH MARINE, mengalami hambatan berupa ketidakseimbangan pembagian beban kerja dalam lintasan proses pekerjaan. Tanpa adanya proses pembagian beban kerja pada lintasan kerja yang seimbang, maka proses pengerjaan tidak akan berjalan efektif dan efisien. Masalah inipun terjadi pada proses replating

lambung pada kapal TB. Sakata Maju II.

Berdasarkan kondisi tersebut, Penelitian ini akan membahas tentang bagaimana proses dalam merencanakan sistem kerja untuk pengoptimalan pembagian lintasan kerja yang efisien berdasarkan studi kasus yang terjadi pada proses pergantian pelat pada TB. Sakata Maju II yang didasarkan pada waktu siklus dan Alur *precedence* sehingga efisiensi pada alur pengerjaan dapat meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Belum adanya penerapan konsep Line balancing pada proses replating pada PT.X
- b. Kondisi existing menunjukkan distribusi beban kerja yang tidak merata antar stasiun.

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi agar pembahasan tugas akhir ini tidak meluas maka perlu pembatasan, antara lain:

- a. Penelitian difokuskan pada proses *replating* lambung kapal dilapangan dengan alur kerja: *cutting, surface cleaning, bevel preparation, fit-up, tack welding, full welding, NDT.*
- b. Aspek yang dianalisis hanya mencakup lini pekerjaan langsung (*direct production process*), tidak termasuk aktivitas administratif dan *logistic flow.*
- c. Metode yang digunakan adalah *line balancing* dengan LCR sebagai metode analisis dengan pendekatan observasi data aktual dari proses produksi
- d. Tidak membahas aspek klasifikasi prosedur pergantian plat

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai pada penyusunan tugas akhir ini yaitu :

- a. Menerapkan metode *line balancing* dengan pendekatan LCR untuk menghasilkan keseimbangan antar stasiun pada alokasi pekerjaan.
- b. Menghitung nilai besaran *balance delay* sebagai indikator ketidakseimbangan alur kerja serta melakukan perbandingan dengan kondisi awal
- c. Menghitung dan menganalisis nilai efisiensi lini sebagai ukuran performa distribusi beban kerja.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini akan terbagi mejadi tiga objek sebagai berikut :

- a. **Bagi industri galangan kapal:** Memberikan kontribusi terhadap pengembangan studi *line balancing* pada industri galangan kapal, khususnya dalam konteks pekerjaan reparasi seperti replating.
- b. **Bagi peneliti selanjutnya:** Menjadi referensi untuk pengembangan metode optimasi tenaga kerja menggunakan *line balancing* di sektor industri manufaktur atau perkapalan lainnya.
- c. **Bagi akademisi:** menambah literatur dalam bidang teknik industri dan teknik perkapalan mengenai manajemen produksi, khususnya terkait penerapan metode *line balancing* pada industri galangan kapal.

1.6 Hipotesis

- **X = Metode LCR**
- **Y = Pembagian Beban Kerja**

H1: Penerapan metode *line balancing* dengan pendekatan *Largest Candidate Rule* (LCR) pada proses *replating* lambung kapal dapat meningkatkan efisisensi lini dibandingkan dengan kondisi existing sebelum dilakukan balancing. Metode ini juga mampu menurunkan nilai *balance delay*, sehingga alur pada pengerjaan menjadi lebih seimbang dan idle time antar stasiun dapat berkurang ssecara signifikan dan juga berpotensi meningkatkan kemampuan lini dalam memenuhi target waktu penyelesaian.

1.7 Luaran

Luaran pada penelitian saya berupa:

- a. Publikas Jurnal Ilmiah.
- b. Publikasi Hak Cipta (HAKI) Modul (Metode *Largest Candidate Rule* (LCR) Pada Penerapan *Line Balancing* di Industri Galangan Kapal)