

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri perkapalan memiliki peran strategis dalam mendukung sektor transportasi laut, baik untuk keperluan logistik, industri, maupun eksplorasi sumber daya alam (Sudirman Habibie et al., 2023). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan transportasi laut yang lebih efisien, andal, dan berkelanjutan, industri ini dituntut untuk terus melakukan inovasi dalam berbagai aspek produksinya (Putra & Djalante, 2016). Salah satu aspek utama dalam industri ini adalah fabrikasi kapal, yang merupakan proses kompleks yang mencakup berbagai tahapan mulai dari perancangan desain, pemilihan material, hingga proses manufaktur dan perakitan (Riyadi, 2016). Dalam setiap tahapan tersebut, efisiensi produksi menjadi faktor kunci yang tidak hanya mempengaruhi biaya operasional tetapi juga berkontribusi terhadap daya saing industri perkapalan di tingkat global (Bayu satrio, 2021). Oleh karena itu, optimalisasi dalam fabrikasi kapal menjadi suatu keharusan guna meningkatkan produktivitas, mengurangi pemborosan material, serta memastikan kualitas akhir kapal yang memenuhi standar internasional (Muflihah, 2015).

Dalam proses fabrikasi, efisiensi penggunaan material menjadi faktor utama yang mempengaruhi biaya produksi, keberlanjutan industri, serta dampak lingkungan (Himmah, 2023). Material yang digunakan dalam pembuatan kapal, terutama plat baja, memiliki harga yang relatif tinggi sehingga diperlukan strategi optimasi dalam penggunaannya (Pardede et al., 2024). Penggunaan material yang tidak efisien dapat menyebabkan pemborosan sumber daya, peningkatan biaya operasional, serta penurunan daya saing industri perkapalan di pasar global (Wahyu Alam Firdaus Syahuri et al., 2024). Selain itu, sisa material atau material *waste* yang berlebihan akan menambah beban pengelolaan limbah, yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan biaya operasional perusahaan (Roni Setiawan et al., 2023). Oleh karena itu, pendekatan yang inovatif dalam optimalisasi pemanfaatan material menjadi semakin krusial untuk diterapkan.

Salah satu aspek krusial dalam fabrikasi kapal adalah pemotongan plat baja yang digunakan sebagai material utama dalam konstruksi kapal (Hristo Anggigi, Untung Budiarto, 2019). Plat baja ini harus dipotong dengan pola yang optimal untuk meminimalkan limbah material serta meningkatkan efisiensi produksi. Pemotongan plat yang tidak optimal akan menghasilkan sisa material (*material waste*) dalam jumlah besar, yang pada akhirnya dapat menambah biaya produksi dan mengurangi efisiensi manufaktur (Alfiansyah, 2018). Oleh karena itu, strategi optimasi dalam penyusunan pola pemotongan plat baja menjadi sangat penting untuk mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi material.

Beberapa variabel penting yang mempengaruhi efisiensi dalam pemotongan plat baja adalah ukuran plat *profile*, *cutting margin*, dan *quantity part*. Ukuran plat *profile* merupakan parameter yang telah ditentukan dalam desain kapal, tetapi memiliki variasi ukuran yang dapat mempengaruhi efisiensi nesting dan pemanfaatan material. Semakin sesuai ukuran profil plat dengan kebutuhan desain dan pola pemotongan, semakin tinggi tingkat efisiensi penggunaan material serta semakin rendah jumlah limbah yang dihasilkan. Selain itu, *cutting margin*, atau jarak antar potongan dalam proses pemotongan, juga mempengaruhi jumlah limbah yang dihasilkan. *Cutting margin* yang terlalu besar akan meningkatkan jumlah material yang terbuang, sementara *cutting margin* yang terlalu kecil dapat menyebabkan deformasi atau kesalahan dalam pemotongan. Variabel lainnya, *quantity part* menentukan jumlah total komponen yang dipotong sekaligus, yang berpotensi mempengaruhi keteraturan tata letak serta tingkat efisiensi yang digunakan. Semakin banyak jumlah part yang ingin dipotong dalam satu lembar part, maka semakin tinggi tantangan dalam proses optimalisasi penempatan agar tidak terjadi pemborosan material.

Dalam penelitian ini, proses nesting dilakukan menggunakan mesin *Computer Numerical Control* (CNC) yang memungkinkan pemotongan plat baja dengan presisi tinggi serta meningkatkan efisiensi material. Penggunaan mesin CNC dalam proses nesting memungkinkan pengurangan limbah material dan meningkatkan akurasi pemotongan sesuai dengan desain yang telah dirancang (Dwi

Saputra & Yudiyanto, 2024). Teknologi ini juga berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya operasional dalam fabrikasi kapal.

Berdasarkan penelitian oleh (Rahmat, 2018) dengan memvariasikan ukuran plat *profile* memperlihatkan bahwa total jumlah berat kebutuhan material baja bangunan atas ditemukan fenomena rasio utilisasi atau penempatan mempengaruhi efisiensi penggunaan material plat baja sehingga meminimalkan material *waste* atau material sisa pada aplikasinya. Selanjutnya berdasarkan (Azura et al., 2021) ditemukan bahwa *cutting margin* (jarak antar potongan) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap *waste* material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain *cutting margin* menghasilkan *waste* material dengan total toleransi sebesar 3,76 % dari 5 %. Terakhir penelitian yang dilakukan oleh (Ardjo et al., 2021) menunjukkan bahwa peningkatan jumlah part dalam satu lembar plat dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan material, namun juga memerlukan algoritma tata letak yang lebih kompleks untuk menghindari pemborosan terhadap material.

Analisis statistik dapat menjadi kunci untuk memahami hubungan kompleks antara variabel-variabel bebas dan optimalisasi efisiensi dalam proses pemotongan plat baja. Metode Taguchi dapat diterapkan guna menentukan kombinasi parameter terbaik dari ketiga variabel tersebut. Dengan pendekatan eksperimental yang sistematis, metode Taguchi memungkinkan identifikasi konfigurasi optimal yang dapat mengurangi limbah material, menekan biaya produksi, serta meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan industri perkapalan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan efisiensi material dalam pola plate nesting pada fabrikasi kapal tugboat dengan mempertimbangkan variabel ukuran plat *profile*, *cutting margin*, dan *quantity part* menggunakan metode Taguchi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat diketahui permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh ukuran plat *profile* terhadap efisiensi material dalam proses nesting?
2. Bagaimana *cutting margin* yang optimal dalam mengurangi limbah material?
3. Bagaimana *quantity part* mempengaruhi efisiensi produksi?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan fokus pada kapal *Tugboat*.
2. Penelitian berfokus pada pembangunan profil *Hull*, tidak termasuk Superstructure dan hanya berfokus pada variabel *plat profile*, *cutting margin*, dan *quantity part*.
3. Plat yang digunakan adalah berfokus pada bagian *bottom long girder*.
4. Penelitian ini berfokus pada efisiensi material dalam proses pemotongan plat baja menggunakan metode nesting berbasis mesin CNC.
5. Analisis dilakukan menggunakan metode Taguchi guna menentukan kombinasi parameter optimal dalam mengurangi limbah material dan meningkatkan efisiensi produksi.
6. Penelitian ini tidak mencakup aspek lain dalam fabrikasi kapal seperti penyambungan plat, pengaruh jenis material, atau faktor eksternal seperti biaya energi dan tenaga kerja.
7. Penelitian ini mensimulasikan 1 bentuk geometri yang sama.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis bagaimana pengaruh ukuran plat *profile* terhadap efisiensi material dalam proses nesting pada fabrikasi kapal *tugboat*.
2. Menentukan *cutting margin* yang optimal untuk meminimalkan limbah material dalam pemotongan plat.
3. Mengevaluasi pengaruh *quantity part* terhadap hasil efisiensi produksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini membantu mengurangi sisa potongan plat baja (*material waste*) dalam proses fabrikasi, sehingga bahan yang digunakan lebih efisien dan tidak banyak terbuang.
2. Dengan mengoptimalkan pola pemotongan plat baja, galangan kapal dapat menghemat biaya pembelian material, yang merupakan salah satu komponen terbesar dalam produksi kapal.
3. Penelitian ini memberikan wawasan baru tentang bagaimana pola *plate nesting* dapat dioptimalkan dengan menggunakan metode Taguchi, yang jarang digunakan dalam industri fabrikasi kapal.