

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Baja merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam industri modern karena kemampuannya untuk menyesuaikan diri terhadap berbagai kebutuhan rekayasa teknik. Keunggulan baja terletak pada kombinasi sifat mekaniknya yang superior, seperti kekuatan tarik tinggi, ketangguhan, serta kemudahan dalam dibentuk dan diberi perlakuan panas (Mahardika, 2020). Melalui modifikasi struktur mikro dengan metode perlakuan panas, sifat mekanik baja dapat ditingkatkan secara signifikan agar sesuai dengan aplikasi spesifik. Salah satu bidang yang menuntut material dengan performa tinggi adalah sektor maritim, di mana komponen sering kali harus bekerja dalam lingkungan yang sangat korosif, seperti pada komponen kapal (Handoyo, 2015). Hal ini mendorong pengembangan jenis baja tertentu yang memiliki ketahanan unggul terhadap korosi dan keausan.

Dalam dunia maritim, tantangan utama yang dihadapi oleh material logam adalah kerusakan akibat reaksi elektrokimia dengan air laut. Reaksi tersebut berpotensi mempercepat proses korosi, yang menyebabkan penurunan kekuatan struktural dan usia pakai komponen (Febriyanti, 2023). Oleh karena itu, pemilihan baja yang mampu mempertahankan kekerasan tinggi sekaligus memiliki ketahanan terhadap korosi sangat penting. Kekerasan tinggi dibutuhkan untuk mencegah deformasi atau keausan, sedangkan ketahanan korosi menjamin umur pakai dalam jangka panjang pada kondisi ekstrim, seperti air laut dan kelembaban tinggi.

Salah satu jenis baja yang telah terbukti handal di berbagai sektor, termasuk alat berat, otomotif, dan konstruksi adalah baja AISI 4140. Baja ini dikenal karena sifat mekaniknya yang seimbang, yakni antara kekuatan, ketangguhan, dan ketahanan aus, yang berasal dari kandungan unsur paduan seperti kromium dan molibdenum (Putratama et al., 2021; Rohmat et al., 2022). Kandungan unsur paduan tersebut juga memberikan kontribusi terhadap ketahanan korosi yang cukup baik, menjadikan AISI 4140 sebagai kandidat material potensial untuk aplikasi kelautan (Fendri, 2018). Keunggulan ini

menjadikannya salah satu material pilihan utama untuk digunakan dalam kondisi beban berat maupun lingkungan kerja agresif.

Untuk memaksimalkan performa mekanik baja AISI 4140 dalam lingkungan ekstrem seperti sektor maritim, diperlukan penerapan perlakuan panas, salah satunya melalui proses *quenching* (Rimpung I Ketut, 2016). Metode ini mampu memengaruhi secara signifikan pembentukan fasa martensit, yang berperan penting dalam peningkatan kekerasan material (Haryadi et al., 2021). Pemilihan media pendingin menjadi variabel kunci dalam proses ini, sebab setiap jenis fluida seperti air, oli, air garam, atau minyak nabati memiliki karakteristik viskositas dan konduktivitas termal yang berbeda, sehingga memengaruhi laju pendinginan dan hasil struktur mikro akhir (Hiremath et al., 2020). Pendinginan cepat umumnya menghasilkan struktur martensit yang lebih keras (Du et al., 2022), namun efek samping seperti retakan permukaan sering muncul karena tegangan termal yang tinggi. Penelitian oleh Gunawan menunjukkan bahwa suhu media pendingin (oli mesin) turut memengaruhi kekerasan yang dihasilkan (Gunawan, 2024). Selain meningkatkan kekerasan, *quenching* juga berpotensi menurunkan laju korosi, asalkan transformasi mikrostrukturnya berlangsung optimal (Rimpung I Ketut, 2016). Penggunaan oli sebagai media *quenching* dipilih karena mampu memberikan pendinginan yang lebih terkendali, mengurangi risiko retak, serta menghasilkan kekerasan material yang optimal. (Hariningsih et al., 2020; Pramono, 2011). Oleh sebab itu, selain suhu perlakuan panas, karakteristik fisik media pendingin seperti densitas dan kapasitas termal juga harus diperhitungkan karena keduanya menentukan laju transformasi fasa selama *quenching* (Septianto Bayu Adie & Setiyorini yuli, 2013).

Walaupun banyak penelitian telah mengulas efek variasi temperatur dan media pendingin terhadap sifat mekanik baja, namun kajian khusus yang mengintegrasikan parameter-parameter tersebut dalam konteks aplikasi maritim masih terbatas. Karakteristik lingkungan laut yang agresif dengan kandungan ion klorida tinggi, salinitas, dan kelembapan menuntut material dengan struktur mikro yang stabil dan tahan terhadap korosi dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk menganalisis secara

menyeluruh bagaimana variasi suhu austenisasi (800°C, 850°C, dan 900°C), dengan proses *quenching* menggunakan oli SAE 10W-40, memengaruhi pembentukan martensit, kekerasan permukaan, dan ketahanan korosi pada baja AISI 4140. Berbagai pengujian dilakukan untuk mendukung analisis, mulai dari pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik, pengujian kekerasan permukaan metode Vickers, hingga pengukuran laju korosi menggunakan metode *weight loss*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang, beberapa masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Masih belum diketahui secara pasti bagaimana variasi temperatur perlakuan panas memengaruhi nilai kekerasan dan sifat mekanik Baja AISI 4140, terutama dalam konteks penggunaannya pada aplikasi yang membutuhkan ketahanan tinggi.
2. Kurangnya kajian komparatif mengenai efektivitas berbagai jenis media pendingin dalam proses *quenching* terhadap perubahan sifat mekanik Baja AISI 4140 menjadi kendala dalam memilih metode pendinginan yang optimal.
3. Belum terdapat data terperinci mengenai sejauh mana proses *quenching* secara menyeluruh dapat mengubah struktur mikro dan meningkatkan kekerasan Baja AISI 4140 secara konsisten.
4. Pengaruh variasi temperatur *quenching* terhadap nilai kekerasan, struktur mikro, dan laju korosi Baja AISI 4140 belum sepenuhnya dipahami, khususnya dalam kondisi lingkungan agresif seperti air laut.
5. Masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan proses perlakuan panas yang mampu meningkatkan ketahanan korosi Baja AISI 4140, terutama dalam aplikasi maritim yang sangat menuntut performa material.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini difokuskan pada ruang lingkup tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan menggunakan material Baja AISI 4140.
2. Perlakuan panas dilakukan dengan variasi temperatur pada 800°C, 850°C, dan 900°C dengan *holding time* 25 menit.
3. Media pendinginan dalam proses *quenching* menggunakan oli SAE 10W-40.
4. Pengujian dilakukan meliputi pengujian kekerasan material dengan metode Vickers FV-300e, pengujian laju korosi menggunakan metode *weight loss*, serta analisis struktur mikro menggunakan Microscope Optic Olympus BX51M.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan penelitian yang telah ditetapkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur dalam proses *quenching* mempengaruhi struktur mikro Baja AISI 4140, berdasarkan hasil pengujian Microscope Optic Olympus BX51M.?
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur (800°C, 850°C, dan 900°C) pada proses *quenching* terhadap tingkat kekerasan Baja AISI 4140 berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode Vickers?
3. Sejauh mana variasi temperatur dalam proses *quenching* mempengaruhi ketahanan korosi Baja AISI 4140, yang diukur melalui metode pengujian *weight loss*?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui fasa yang terbentuk akibat dari pengaruh variasi temperatur pada proses *quenching* Baja AISI 4140.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pada proses *quenching* terhadap tingkat kekerasan material Baja AISI 4140.
3. Untuk mengetahui sejauh mana variasi temperatur proses *quenching* dapat memengaruhi ketahanan korosi Baja AISI 4140 dalam lingkungan operasional yang agresif.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini terdapat manfaat teoritis dan juga manfaat praktis yang penulis jabarkan sebagai berikut:

1.6.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu material, khususnya terkait pengaruh variasi temperatur proses *quenching* terhadap nilai kekerasan dan ketahanan korosi baja AISI 4140.
2. Menambah referensi ilmiah mengenai aplikasi baja AISI 4140 dalam lingkungan maritim.

1.6.2 Manfaat Praktis

1. Memberikan panduan bagi industri dalam mengoptimalkan proses *quenching* untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan korosi baja AISI 4140.
2. Mendukung pengembangan material yang lebih andal untuk aplikasi di lingkungan korosif, seperti komponen kapal.
3. Menyediakan informasi yang berguna bagi perancangan standar perlakuan panas baja paduan rendah.