BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri baja merupakan sektor strategis yang menghasilkan produk-produk penting sebagai bahan baku utama bagi berbagai industri, seperti industri infrastruktur, industri otomotif, hingga peralatan pertahanan, persenjataan, dan alat transportasi, salah satunya dalam konstruksi kapal (Hudori, 2017). Komponen kapal memerlukan tingkat kekerasan yang tinggi untuk dapat mengatasi gesekan dengan air laut yang terus-menerus, mengingat tekanan mekanis yang terjadi saat kapal bergerak melalui perairan. Selain itu, komponen tersebut harus memiliki ketahanan korosi yang sangat baik, mengingat sifat lingkungan laut yang sangat agresif, seperti kadar garam dan kelembapan yang tinggi. Maka dari itu, bahan dengan sifat keras dan tahan korosi sangat dibutuhkan (Widodo, 2022). Material yang umumnya digunakan adalah baja karbon (Redi Putra et al., 2018).

Baja karbon menengah memiliki kadar unsur karbon 0,3 – 0,6% merupakan logam yang umum digunakan dalam struktur dan komponen kapal. Dengan kandungan karbon yang sedang, baja karbon menengah memiliki kemudahan dalam proses pengerjaan menggunakan berbagai peralatan pemesinan atau perkakas yang dapat membentuknya sesuai dengan kebutuhan (Rifnaldi & Mulianti, 2019). Baja AISI 4140 termasuk pada golongan baja karbon menengah dan dapat diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Baja ini termasuk dalam kelompok baja Chromium-Molybdenum, yang membuatnya unggul dalam aplikasi yang membutuhkan kombinasi kekuatan, kekerasan, dan ketahanan aus (Satyadianto, 2015).

Peningkatan sifat mekanik material dapat dilakukan melalui perlakuan panas, yakni dengan memanaskan pada suhu tertentu, menahannya selama waktu tertentu, lalu mendinginkannya menggunakan media khusus (Syahri et al., 2017). Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau di atas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quenching* (Jordi et al., 2017).

Quenching membentuk struktur martensit yang memiliki kekerasan lebih tinggi bila dibandingkan dengan struktur perlit dan ferit (Wibowo & Nurato, 2018). Media oli digunakan sebagai media pendingin karena dapat mencegah terjadinya retak akibat laju pendinginan yang cepat (Tri Wibowo & Kusairi Samlawi, 2020) . Material hasil *quenching* menjadi getas karena terbentuknya martensit, sehingga diperlukan *tempering* untuk mengurangi tegangan sisa dan meningkatkan keuletannya (Redi Putra et al., 2018). Proses *tempering* merupakan tahap pemanasan kembali logam yang sebelumnya telah mengalami proses pengerasan (*quenching*), dilakukan pada temperatur di bawah titik kritis, dengan tujuan untuk meningkatkan sifat keuletan (ductility) material, yang kemudian diikuti oleh tahap pendinginan. (Sunardi et al., 2016).

Haryadi dkk., menyatakan bahwa kekerasan tertinggi dicapai melalui proses *quenching* menggunakan media oli (Haryadi et al., 2021). Menurut Mustofa dkk., kekerasan optimal tercapai pada suhu 800°C dengan nilai kekerasan rata-rata sebesar 98,17 HRB (Mustofa et al., 2021). Selain itu, lamanya waktu tahan selama proses perlakuan panas diketahui berkontribusi terhadap terbentuknya struktur martensit yang lebih seragam dibandingkan dengan waktu tahan yang lebih singkat (Saputro et al., 2019). Penelitian oleh Basori et al. (2024) yang melakukan pemanasan baja pada suhu 850°C dengan variasi waktu tahan 30, 60, dan 90 menit, diikuti pendinginan menggunakan oli, menunjukkan bahwa waktu tahan 90 menit menghasilkan kekerasan tertinggi (545,5 VHN) (Basori et al., 2024). Material yang telah mengalami perlakuan panas juga menunjukkan peningkatan ketahanan terhadap korosi secara signifikan dibandingkan dengan material tanpa perlakuan (Langkarten et al., 2023). Budi dan Subagyo melakukan studi pada baja AISI 410 dengan variasi waktu tahan 10, 20, dan 30 menit, yang menunjukkan bahwa kekerasan tertinggi dan laju korosi terendah tercatat pada waktu tahan 30 menit (Budi & Subagyo, 2021). Anggoro dkk. meneliti pengaruh variasi temperatur tempering pada baja AISI 420. Hasilnya menunjukkan bahwa tempering pada suhu 200ºC dan 300ºC terjadi penurunan laju korosi dan

peningkatan kekerasan dibandingkan logam yang tanpa dilakukan perlakuan panas (Anggoro et al., 2017)

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan bahwa dengan dilakukannya variasi waktu tahan 30 dan 45 mennit pada temperatur 800°C menggunakan media pendingin oli dilanjutkan dengan proses *tempering* dapat meningkatkan kekerasan, ketahanan korosi, serta menghilangkan tegangan sisa. Pengujian yang dilakukan adalah pengamatan struktur mikro dengan mikroskop optik, uji kekerasan dengan metode vickers dan uji korosi dengan metode *weight loss.*

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Standar komponen kapal harus memiliki kekerasan dan ketahanan korosi yang baik.
2. Pemilihan media pendinginan berpengaruh terhadap kekerasan logam karena apabila laju pendinginan terlalu cepat dapat meningkatkan resiko retak dan distorsi pada logam.
3. Material yang hanya dilakukan *quenching* memiliki kekerasan yang tinggi tapi bersifat getas dan rapuh.
4. Baja AISI 4140 memiliki nilai korosi yang tinggi apabila tidak dilakukan proses *tempering.*
5. Minimnya penelitian yang membandingkan struktur mikro, kekerasan dan laju korosi secara bersamaan pada baja AISI 4140 dengan proses *quenching* dan *tempering*.

1.3 Batasan Masalah

Dari beberapa masalah yang diidentifikasi di atas maka penulis membatasi masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah baja AISI 4140.

2. Proses austenisasi dilakukan pada suhu 800^{o}C dengan *holding time* 30 menit dan 45 menit. Dilanjutkan proses *tempering* pada temperatur 300^{o}C dan 400^{o}C.
3. Proses *quenching* menggunakan Oli SAE 10W-40.
4. Pengujian kekerasan menggunakan metode vickers, pengujian laju korosi menggunakan metode *weight loss,* dan pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop optik.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah maka rumusan masalah yang diajukan peneliti yakni:

1. Bagaimana pengaruh *holding time* dan temperatur *tempering* terhadap struktur mikro baja AISI 4140 yang diuji menggunakan mikroskop optik Olympus BX51M?
2. Bagaimana pengaruh *holding time* dan temperatur *tempering* terhadap kekerasan baja AISI 4140 yang diuji menggunakan metode vickers?
3. Bagaimana pengaruh *holding time* dan temperatur *tempering* terhadap laju korosi baja AISI 4140 yang diuji menggunakan metode *weight loss*?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk melihat pengaruh *holding time* dan temperatur *tempering* terhadap struktur mikro material baja AISI 4140 yang diuji menggunakan mikroskop optik Olympus BX51M.
2. Untuk mengetahui pengaruh *holding time* dan temperatur *tempering* terhadap kekerasan material baja AISI 4140 yang diuji menggunakan metode Vickers.
3. Untuk mengetahui pengaruh *holding time* dan temperatur *tempering* terhadap laju korosi baja AISI 4140 yang diuji menggunakan metode *weight loss.*

1.6 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam bidang akademis, diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah yang bermanfaat untuk pengembangan penelitian serupa di bidang material teknik, khususnya terkait perlakuan panas dan pengujian material. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan ajar atau literatur bagi mahasiswa teknik mesin dalam mempelajari pengaruh variasi proses *quenching* terhadap sifat mekanik baja.
2. Dalam segi praktis, diharapkan dapat memberikan informasi yang relevan mengenai optimalisasi sifat mekanik baja karbon menengah untuk aplikasi dalam lingkungan maritim, khususnya sebagai bahan stern tube kapal. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat membantu industri dalam memilih metode perlakuan panas yang tepat guna meningkatkan performa komponen kapal dan memperpanjang masa pakainya.