BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja merupakan salah satu material utama yang sering digunakan dalam bidang teknik dan manufaktur, karena sifat mekaniknya yang baik serta kemudahan dalam pembentukan. Namun, pada jenis baja karbon rendah seperti ST42, tingkat kekerasan yang relatif rendah menjadi kendala dalam aplikasi tertentu, terutama untuk komponen yang bekerja di bawah tekanan, gesekan, atau benturan.

Untuk meningkatkan kekerasan baja, biasanya dilakukan perlakuan panas (*heat treatment*), salah satunya melalui proses *quenching*, yaitu pemanasan logam hingga suhu *austenit* diikuti dengan pendinginan cepat menggunakan media tertentu. Proses ini menyebabkan perubahan struktur mikro baja menjadi *martensite* yang lebih keras, namun pemilihan media pendingin yang tepat menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan perlakuan tersebut. Dalam industri manufaktur, pemilihan media *quenching* sering kali menjadi dilema antara mencapai kekerasan optimal dan meminimalkan cacat material. Media tradisional seperti air biasa memang mampu menghasilkan kekerasan tinggi, tetapi risiko distorsi dan retak akibat tegangan termal yang tidak merata menjadi kendala serius, terutama untuk komponen presisi seperti poros atau gear (Lee et al., 2022). Di sisi lain, media modern seperti coolant radiator menawarkan pendinginan lebih stabil, tetapi efektivitasnya pada baja karbon rendah seperti ST42 masih perlu dikaji lebih lanjut. Penelitian ini hadir untuk menjawab kebutuhan industri akan referensi empiris dalam memilih media *quenching* yang seimbang antara kinerja dan keandalan.

Dalam industri manufaktur, pemilihan media *quenching* sering kali menjadi dilema antara mencapai kekerasan optimal dan meminimalkan cacat material. Media tradisional seperti air biasa memang mampu menghasilkan kekerasan tinggi, tetapi risiko distorsi dan retak akibat tegangan termal yang tidak merata menjadi kendala serius, terutama untuk komponen presisi seperti poros atau gear (Lee et al.,

2022). Di sisi lain, media modern seperti coolant radiator menawarkan pendinginan lebih stabil, tetapi efektivitasnya pada baja karbon rendah seperti ST42 masih perlu dikaji lebih lanjut. Penelitian ini hadir untuk menjawab kebutuhan industri akan referensi empiris dalam memilih media *quenching* yang seimbang antara kinerja dan keandalan.

Proses *quenching* yang tidak optimal dapat meningkatkan biaya produksi akibat tingginya tingkat reject material atau perlunya proses tambahan seperti tempering untuk mengurangi cacat. Studi oleh Puspitasari et al. (2022) menunjukkan bahwa 15-20% kegagalan komponen baja karbon rendah disebabkan oleh ketidaktepatan pemilihan media pendingin. Dengan membandingkan air biasa dan coolant radiator, penelitian ini tidak hanya mengevaluasi kekerasan, tetapi juga implikasi ekonominya, seperti pengurangan biaya perbaikan dan peningkatan umur pakai produk. Hal ini sejalan dengan tren industri 4.0 yang menekankan efisiensi sumber daya dan keberlanjutan.

Air biasa merupakan salah satu media *quenching* tradisional yang sering digunakan karena murah dan mudah diakses. Penelitian oleh Priyambodo et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan air mampu meningkatkan kekerasan baja secara signifikan, namun juga dapat menimbulkan cacat apabila proses pendinginan tidak dikontrol dengan baik.

Sebagai alternatif, media *quenching* modern seperti air radiator atau coolant mulai banyak diteliti karena dianggap memiliki laju pendinginan yang lebih stabil dan mampu mengurangi risiko distorsi. Hasil penelitian Tama dan Rosidah (2024) menunjukkan bahwa penggunaan air coolant pada proses *quenching* baja AISI 1045 mampu menghasilkan kekerasan yang baik dan struktur mikro yang lebih merata dibandingkan media konvensional.

Perkembangan terbaru dalam teknologi *quenching* menunjukkan potensi media hybrid, seperti nanofluids atau campuran polimer-air, yang diklaim mampu menggabungkan kecepatan pendinginan air biasa dengan stabilitas coolant (He et al., 2023). Namun, implementasinya masih terbatas pada baja paduan tinggi. Penelitian ini memberikan dasar untuk eksplorasi lebih lanjut tentang adaptasi media modern pada baja karbon rendah, sekaligus mengisi celah literatur yang

selama ini fokus pada baja AISI 1045 atau ST41 (Rahman, 2022; Hidayat & Suryanto, 2022). Temuan ini dapat menjadi pijakan bagi pengembangan media *quenching* yang lebih inovatif dan spesifik.

Indonesia sebagai negara dengan industri manufaktur yang berkembang pesat membutuhkan standar material yang kompetitif. Baja ST42 banyak digunakan dalam konstruksi dan otomotif, tetapi ketergantungan pada media *quenching* impor seperti coolant khusus meningkatkan biaya produksi. Penelitian ini mendukung kebijakan Kemenperin RI (2023) dalam pemanfaatan bahan lokal dan optimasi proses untuk mengurangi ketergantungan impor. Dengan menguji coolant radiator yang tersedia di pasar domestik, hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi industri kecil-menengah untuk meningkatkan kualitas produk dengan biaya terjangkau.

Selain itu, Basori dan Iswadi (2022) menyimpulkan bahwa *quenching* dengan coolant tidak hanya meningkatkan kekerasan, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap ketangguhan dan kestabilan struktur mikro baja karbon rendah.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan secara langsung pengaruh media *quenching* tradisional (air biasa) dan modern (air coolant radiator) terhadap kekerasan baja ST42. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam menentukan media pendingin yang optimal untuk aplikasi teknik dan industri berbasis logam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, terdapat beberapa masalah yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan signifikan nilai kekerasan antara spesimen yang didinginkan dengan media air biasa(*quenching* tradisional) dan media coolant(*quenching* modern)?
2. Bagaimana struktur mikro yang terbentuk setelah perlakuan *quenching* dengan masing-masing media?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan diatas, tujuan penelitian ini yakni sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan dua jenis media pendingin (air biasa dan air coolant radiator) terhadap nilai kekerasan baja ST42 setelah perlakuan *quenching*.
2. Membandingkan hasil pengujian kekerasan antara spesimen yang didinginkan dengan air biasa dan air coolant.
3. Menganalisis struktur mikro yang terbentuk akibat penggunaan media pendingin yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis:

Menambah literatur dan wawasan mengenai pengaruh media pendingin dalam proses *quenching* terhadap sifat mekanik logam, khususnya baja karbon rendah ST42.

2. Manfaat Praktis;

Memberikan informasi yang dapat digunakan sebagai acuan dalam memilih media pendingin yang optimal pada proses perlakuan panas (*heat treatment*) untuk aplikasi teknik, manufaktur, dan industri berbasis logam.

3. Manfaat Industri:

Membantu pelaku industri menentukan jenis media *quenching* yang paling sesuai berdasarkan kebutuhan kekerasan dan kestabilan struktur mikro produk logam.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya menggunakan baja ST42 dari EELIC Group untuk memastikan konsistensi komposisi kimia dan menghindari variasi hasil akibat perbedaan produsen.
2. Tidak dilakukan uji mekanik lain seperti uji tarik atau impak karena fokus penelitian pada kekerasan dan struktur mikro.

3. Hanya terbatas 2 media *quenching* saja, Air biasa untuk *quenching* tradisional dan coolant merk JUMBO 1liter untuk *quenching* modern.
4. Suhu *quenching* dibatasi pada 850°C mengacu pada standar *austenitisasi* baja karbon rendah.