

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sekarang ini, perkembangan industri manufaktur di Indonesia menghadapi pertumbuhan yang begitu pesat, terutama dalam sektor manufaktur itu sendiri. Hal ini berdampak pada meningkatnya kebutuhan akan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan berbagai peralatan meliputi alat konstruksi, alat produksi, kendaraan, dan lain-lain. Dalam kesehariannya, manusia senantiasa bergantung pada penggunaan berbagai material. Beragam jenis bahan telah dirancang, dikembangkan, dan dimanfaatkan guna mendukung berbagai kebutuhan manusia (Nurdin, 2019). Pengetahuan tentang metalurgi sebenarnya telah dikenal sejak zaman prasejarah, ketika manusia mulai mencari cara untuk memperoleh logam seperti emas, perak, tembaga, dan sebagainya. Logam-logam tersebut memiliki sifat mudah meleleh, bisa dituangkan, namun juga bersifat getas (Nurdin, 2019). Perkembangan pengetahuan mengenai material secara signifikan terjadi dalam 25 hingga 40 tahun terakhir. Pada abad ke-19, baru sekitar 24 jenis logam yang berhasil diidentifikasi, dari sekian banyak logam yang saat ini telah diketahui (Ramadhan, 2016).

Beragamnya jenis material logam dan non-logam menuntut para pengguna guna memahami karakteristik dari masing-masing bahan, termasuk sifat fisik, mekanik, kimia, hingga sifat teknologinya. Setiap komponen alat memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga akan menunjukkan perilaku yang berbeda

pula saat digunakan. Perbedaan ini dapat menyebabkan kerusakan jika tidak disesuaikan dengan fungsi dan penggunaannya. Oleh karena itu, pemahaman yang baik mengenai sifat-sifat material sangat dibutuhkan untuk mengantisipasi kerusakan tersebut (Nurdin, 2019). Salah satu logam yang paling sering dimanfaatkan adalah baja, yakni campuran antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan kandungan karbon yang tak melebihi 2%. Kandungan karbon dalam baja memiliki pengaruh besar terhadap sifat mekaniknya di mana semakin tingginya kadar karbon, maka semakin tingginya juga tingkat kekerasan bajanya. Selain itu, karakteristik logam juga dapat dipengaruhi oleh proses pelapisan, unsur paduan, serta jenis perlakuan panas yang diterapkan di material itu (Ramadhan, 2016).

Baja yaitu salah satu material yang sangat sering dimanfaatkan di sektor industri. Dalam penggunaannya, baja memiliki sifat mekanik tertentu, seperti tingkat kekerasan. Sifat ini dapat ditingkatkan melalui berbagai metode perlakuan, baik secara mekanik maupun melalui proses perlakuan panas. Saat ini, besi dan baja jadi bahan utama dalam dunia industri karena ketersediaannya yang melimpah dan nilai ekonominya yang kompetitif. Tetapi, yang lebih penting lagi yaitu karakteristiknya yang bervariasi, mulai dari mudah dibentuk hingga sangat keras. Material ini umumnya digunakan dalam pembuatan komponen-komponen seperti *kingpin*, pasak, dan poros yang membutuhkan ketahanan terhadap keausan serta kekerasan material yang tinggi.

Oleh karena itu, pemilihan jenis baja harus disesuaikan dengan kebutuhan agar dapat mendukung fungsi utama dari komponen seperti kingpin yang kerap mengalami gesekan. Umumnya, material yang digunakan untuk membuat poros atau pasak memiliki kekerasan yang cukup tinggi, seperti baja tipe ST 41, ST 42,

ST 60, dan jenis lainnya. Baja ST 42 yaitu baja karbon rendah hingga menengah (sekitar 0,20–0,25% C), yang pada kondisi tanpa perlakuan panas hanya memiliki struktur *ferrite-pearlite*, dengan kekerasan relatif rendah (sekitar 120–180 HV). Hal ini berdampak pada material yang tidak cukup tahan terhadap gesekan, abrasi, dan deformasi plastis di aplikasi struktural.

Karena kandungan karbonnya rendah, struktur mikronya didominasi *ferrite* yang lunak, sehingga material lebih mudah berubah bentuk ketika diberi beban mekanis jangka panjang. Baja ST 42 secara luas digunakan sebagai material struktural, namun memiliki keterbatasan utama dalam hal kekerasan dan ketahanan aus akibat dominasi struktur *ferrite-pearlite*. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan perlakuan panas terkontrol guna membentuk struktur martensit yang lebih keras. Kajian ini tujuannya mengeksplorasi bagaimana pengaruh variasi temperatur pemanasan, waktu penahanan, dan waktu *quenching* terhadap kekerasan baja ST 42, sebagai pendekatan alternatif dalam peningkatan performa mekanik material.

Beberapa penelitian yang dilakukan dalam usaha meningkatkan kekerasan baja ST 42 diawali oleh Santoso et al (2023) yang mengkaji tentang “analisis pengaruh variasi temperatur pemanasan dan *holding time* pada perlakuan panas baja ST 42 terhadap sifat mekanik.” Penelitian ini mengungkapkan bahwa proses *hardening* sebagai salah satu bentuk perlakuan panas yang tujuannya meningkatkan sifat mekanik material, khususnya dalam hal peningkatan kekerasan dan kekuatan. *Hardening* dilaksanakan dengan memanaskan logam sampai mencapai suhu *austenit*, selanjutnya menahannya di temperatur tersebut selama waktu tertentu sebelum didinginkan dengan cepat memakai media

pendingin yang tepat. Pada studi ini, material yang dipergunakan berupa baja ST 42 yang tergolong dalam kategori baja karbon rendah dan diberi perlakuan panas berupa *hardening*. Perlakuan ini dilaksanakan dengan variasi temperature pemanasan yaitu 825°C, 875°C, dan 925°C, serta variasi waktu penahanan (*holding time*) selama 20 menit, 25 menit, dan 30 menit. Sesudah proses tersebut, dilaksanakan pengujian tarik. Hasil ujinya menunjukkan bahwasanya kekuatan tarik maksimum (UTS) tertinggi dicapai pada kombinasi temperatur 825°C dengan *holding time* 25 menit, yakni sebanyak 687 kg/mm<sup>2</sup>. Sementara itu, kekuatan tarik terendah tercatat pada temperatur 825°C dengan *holding time* 30 menit, yakni sebesar 445 kg/mm<sup>2</sup>.

Penelitian yang dilaksanakan oleh Waas & Waas (2020) mengkaji penggunaan baja ST 42 dan memungkinkan perbandingan terhadap perubahan nilai kekerasan yang dihasilkan, sehingga bisa ditentukan waktu penahanan dan media pendingin (*quenching*) yang optimal dalam meningkatkan kekerasan baja karbon rendah. Studi ini mengadopsi pendekatan eksperimental dengan melibatkan 26 sampel baja karbon rendah ST 42 dengan bentuk pelat. Uji kekerasan dilaksanakan sebelum dan setelah proses karburasi padat menggunakan metode Rockwell B (HRB). Proses karburasi padat (*pack carburizing*) dilaksanakan pada suhu 950°C dengan variasi waktu penahanan selama 1, 2, 3, dan 4 jam. Temuan menghasilkan bahwasanya air sebagai media pendingin memiliki laju pendinginan tercepat. Sementara itu, penggunaan air laut sebagai media pendingin juga terbukti mampu meningkatkan nilai kekerasan baja karbon rendah.

Berikutnya adalah penelitian dari Nitha et al (2024) yang meneliti tentang

“pengaruh temperatur *austenit* dengan *holding time* 2 jam terhadap kekerasan dan ketangguhan Baja ST42,” dimana dapat disimpulkan bahwa temperatur *austenit* dengan *holding time* 2 jam berpengaruh kepada kekerasan baja ST 42, dimana nilai kekerasan tertinggi dengan temperatur 980°C sebesar 204.8 kg/mm<sup>2</sup>, dan terendah pada spesimen normal dengan nilai sebesar 186.6 kg/mm<sup>2</sup>. Temperatur *austenit* dengan *holding time* 2 jam berpengaruh kepada ketangguhan baja ST 42, dimana nilai tertinggi dengan temperatur *austenit* 960°C memiliki nilai rata-rata sebesar 2.023 Joule/mm<sup>2</sup> dan terendah berada pada spesimen normal dengan nilai rata-rata 0.866 Joule/mm<sup>2</sup>.

Dari uraian penelitian diatas dapat dilihat bahwa usaha peningkatan kekerasan pada baja ST 42 masih berfokus pada sifat mekanik dengan menggunakan metode uji tarik (*tensile test*), berikutnya pada nilai kekerasan yang diperoleh waktu penahan serta media *quenching* yang baik, dengan menggunakan pengujian kekerasan Rockwell B (HRB). Peneliti berpandangan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengkombinasikan variabel bebas, yaitu variasi temperatur pemanasan dengan *holding time* (waktu penahanan) menjadi tiga variasi dimulai dari variasi temperatur pemanasan 750°C, 800°C dan 850°C dengan *holding time* (waktu penahanan) 30 menit, 60 menit, dan 90 menit, serta *quenching* (pendinginan cepat) menggunakan media air laut yang mengandung natrium klorida (NaCl), dengan selang waktu 2 menit yang dilanjutkan dengan proses pendinginan alami hingga suhu benar-benar stabil di suhu ruangan. Pengujian kekerasan material dilaksanakan memakai metode *Vickers* untuk mendapatkan hasil uji kekerasan pada baja ST 42 yang akan dijabarkan berbentuk tabel dan grafik yang disertakan dengan narasi deskriptif kuantitatif.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang yang sudah disampaikan, bisa diidentifikasi sejumlah permasalahan berikut:

1. Usia penggunaan baja ST 42 pada industri yang cukup panjang mengakibatkan berkurangnya sifat kekerasan material.
2. Belum adanya penelitian lanjutan yang membahas tentang pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanik baja khususnya terkait dengan variasi temperatur pemanasan dan *holding time* yang optimal untuk mencapai kekerasan baja ST 42 yang diharapkan.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang sudah disampaikan, perlu dilaksanakan pembatasan ruang lingkup permasalahan yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Subyek pada penelitian ini yaitu baja ST 42.
2. Obyek dalam penelitian ini adalah temperatur pemanasan dan *holding time* (waktu penahanan) dalam proses *hardening* pada baja ST 42.
3. Variasi temperatur pemanasan pada penelitian ini sebagai variabel bebas divariasikan menjadi tiga variasi yaitu :
  - a) Temperatur Pemanasan 750°C
  - b) Temperatur Pemanasan 800°C
  - c) Temperatur Pemanasan 850°C
4. Variasi *holding time* pada penelitian ini sebagai variabel bebas divariasikan menjadi tiga variasi yaitu :

- a)  *Holding time*  30 menit
  - b)  *Holding time*  60 menit
  - c)  *Holding time*  90 menit
5. Media pendinginan yang akan dipergunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan air laut yang mengandung Natrium Klorida (NaCl).
  6. Pengujian kekerasan baja ST 42 pada studi ini akan mempergunakan metode pengujian  *Vickers* .
  7. Jumlah spesimen uji yang digunakan untuk setiap masing-masing variasi adalah 5 buah (total spesimen 45 buah).

#### 1.4 Rumusan Masalah

Merujuk pada penjelasan latar belakang, terdapat sejumlah masalah yang dijadikan fokus pada penelitian ini. Oleh karenanya, masalah yang dirumuskan yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur pemanasan dan  *holding time*  pada proses  *hardening*  terhadap kekerasan baja ST 42?
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur pemanasan dan  *holding time*  pada proses  *hardening*  terhadap struktur mikro baja ST 42?

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pemanasan pada proses  *hardening*  terhadap kekerasan baja ST 42.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pemanasan dan  *holding time*  pada proses  *hardening*  terhadap struktur mikro baja ST 42.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, yakni sebagai berikut:

### 1. Manfaat Teoritis

- a) Penelitian ini diharap bisa bermanfaat dalam mendapatkan informasi dan pengetahuan baru mengenai pengaruh variasi temperatur pemanasan dan *holding time* terhadap kekerasan baja ST 42.
- b) Hasil penelitian ini bisa dijadikan acuan serta berkontribusi berupa gagasan konseptual untuk penelitian sejenis, terutama dalam ruang lingkup Program Studi Pendidikan Teknik Mesin khususnya Konsentrasi Manufaktur

### 2. Manfaat Praktis

#### a) Bagi Peneliti

Penelitian ini diharap bisa berkontribusi dalam memperluas pemahaman mengenai pengaruh variasi temperatur pemanasan dan waktu penahanan (*holding time*) terhadap tingkat kekerasan baja ST 42. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan mampu mengembangkan kemampuan peneliti dalam melakukan analisis serta pemecahan masalah, yang akan berguna dimasa depan.

#### b) Bagi Bidang Manufaktur

Hasil dari penelitian ini diharap bisa jadi acuan dan sumber informasi bagi mahasiswa, khususnya dalam mata kuliah praktik perlakuan panas serta praktik pengujian material.

### 1.7 Luaran Penelitian

Merujuk pada tujuan dan manfaat penelitian yang sudah dirumuskan, skripsi ini diharap bisa menghasilkan luaran berupa:

1. Sebuah modul pembelajaran yang dirancang untuk mendukung proses belajar, khususnya dalam materi analisis pengaruh variasi suhu pemanasan dan waktu tahan (*holding time*) terhadap kekerasan baja ST-42, yang rencananya akan diajukan untuk memperoleh sertifikasi Hak Kekayaan Intelektual (HAKI).
2. Sebuah artikel ilmiah yang akan disusun berdasarkan hasil penelitian dan ditargetkan untuk dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi SINTA.

