

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan industri material baja saat ini berkembang pesat, hal ini disebabkan oleh beberapa aspek yang mendukungnya, yaitu kebutuhan akan pemanfaatan material baja yang ditopang oleh inovasi proses dan inovasi pembentukan material. Dalam melakukan pergantian zaman modern, masyarakat terus berupaya untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik dari pemanfaatan baja agar dapat ditingkatkan sebagai bahan untuk pergantian zaman modern. Peningkatan sifat fisik dan mekanik dapat dilakukan melalui proses terapi intensitas pada baja yang sangat bermanfaat untuk mengerjakan sifat material baja. Dengan kemajuan teknologi saat ini, perusahaan diharapkan mempunyai pilihan untuk membuat produk material baja yang memiliki sifat dominan, misalnya memiliki kekerasan, daya tahan atau sifat fisik dan mekanik yang lebih baik yang nantinya akan digunakan dalam perakitan barang atau suku cadang tertentu. Proses terapi intensitas berarti mendapatkan bahan yang mempunyai kekuatan keras, lunak, ulet, dan menghilangkan tegangan sisa.

Salah satu jenis material baja yang umum digunakan adalah tipe ST 46, baja yang mempunyai kekakuan atau tegangan paling rendah. Baja karbon tipe ST 46 juga memiliki sifat mekanik terutama kekerasan dan keuletan yang tidak sesuai dengan kebutuhan saat ini. Baja ST 46 merupakan jenis baja pengembangan yang memiliki kandungan karbon di bawah 0,1675% yang termasuk dalam golongan Baja Karbon Rendah (*Low-Carbon Steel*) (Bhaskara Sardi et al., 2018).

Perlakuan panas yang dapat dilakukan pada baja ST 46 untuk menghasilkan produk baja yang memiliki sifat mekanik selain itu baja ST 46 memiliki kekurangan seperti fleksibilitas dan kekerasan material yang tidak menguntungkan. Sifat mekanis yang kurang baik harus diatasi dengan perlakuan panas. Sifat mekanis seperti kekerasan dan keuletan yang mengalami penurunan nilai kekerasan disebabkan oleh lamanya waktu yang diambil sehingga menyebabkan penurunan nilai kekerasan dan kelenturan menjadi kurang sesuai

dengan kebutuhan yang ada, hal ini sering disinggung dengan cara perluasan. kekerasan bahan, sebenarnya juga dapat digunakan untuk mengubah sifat berguna atau dengan kepentingan tertentu untuk kebutuhan klien, seperti meningkatkan fleksibilitas, membangun kembali keserbagunaan setelah pekerjaan dingin. Faktanya, perlakuan panas mengubah sifat material, tetapi pada saat yang sama dapat bekerja pada pengerjaan material dengan memperluas kekuatan atau kualitas tertentu dari material yang telah diberi perlakuan panas.

Proses *normalizing* baja merupakan proses pemanasan baja hingga mencapai tahap austenit untuk mendapatkan struktur mikro austenit, kemudian didinginkan dengan udara bebas hingga suhu kamar, yaitu 27°C. Sehingga menyebabkan struktur pada material yang awalnya berbeda karena penumpukan, atau digunakan pada suhu tinggi dapat dikembalikan ke desain tipikal melalui sistem *normalizing*. Tujuan dari *normalizing* untuk mengurangi tegangan sisa, memperbaiki sifat mekanik baja serta mengembalikan keuletan baja (Bhaskara Sardi et al., 2018).

*Normalizing* merupakan suatu proses perlakuan intensitas dimana sistem pemanasan sampai pada suatu suhu, kemudian didinginkan secara bertahap dengan menggunakan media pendingin udara. *Normalizing* baja adalah cara paling umum untuk memanaskan baja ke tahap austenit untuk mendapatkan struktur mikro austenit, kemudian mendinginkannya dengan media pendingin udara bebas hingga suhu kamar. Jadi konstruksi pada material yang mengalami perubahan karena perlakuan mekanis, atau karena pengerjaan pada suhu tinggi atau rendah, dapat dikembalikan ke desain tipikalnya lagi melalui sistem *normalizing* (Jokosisworo, 2018). baja di panaskan melebihi suhu dasar, kemudian pada saat itu, setelah sampai pada suhu tinggi baja ditahan pada suhu tersebut, terakhir baja didinginkan, pendinginannya sesuai suhu kamar, yaitu didinginkan sampai suhu tertentu. Secara kasar, waktu pendinginan ini sangat mempengaruhi sifat mekanik dari baja, semakin cepat pendinginan akan menghasilkan baja dengan sifat mekanik seperti kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi, dan jika pendinginannya lambat maka akan terjadi sebaliknya.

Pendinginan merupakan suatu hal yang penting untuk menjamin berlangsungnya keberhasilan dan membantu berkembangnya *martensit*, hal ini

dikarenakan molekul-molekul karbon tidak memiliki kemampuan dan kemampuan untuk berdifusi keluar, terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal dimana ruang kosong tersebut. jarak antar titik sedikit, sehingga kekerasannya meningkat. Media pendingin tersebut digunakan untuk mendinginkan suatu baja (Handoyo, 2015). Pendinginan udara biasanya diselesaikan dalam siklus pemanasan yang memerlukan pendinginan lambat, khususnya *normalizing*. Oleh karena itu, aliran udara ke dalam ruang pendingin dilakukan dengan kecepatan rendah. Udara sebagai media pendingin akan membuka pintu bagi material untuk membentuk kristal dan mungkin mengikat berbagai komponen di udara. Pendinginan di luar ruangan akan memberikan oksidasi oksigen pada sistem pendingin (Jokosisworo, 2018).

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian yang telah dilakukan terdahulu maka perlu dilakukan penelitian terkait parameter temperatur penggunaan variasi *normalizing* dan media pendingin terhadap kekerasan proses *heat treatment* pada baja ST 46 terhadap hasil pengujian terutama yang berkaitan dengan pengaruh parameter yang dihasilkan dan pendingin terhadap kekerasan yang muncul, sehingga dengan dilakukannya penelitian ini akan dapat ditentukan besarnya pengaruh parameter *normalizing* dan media pendingin terhadap kekerasan proses *heat treatment* untuk menghasilkan kekerasan dari proses *heat treatment* baja ST 46.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian berdasarkan uraian latar belakang adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi parameter temperatur  $860^{\circ}$ ,  $870^{\circ}$ ,  $880^{\circ}$  *normalizing* terhadap kekerasan proses *heat treatment* pada baja ST 46?
2. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin udara, air, dan oli terhadap kekerasan proses *heat treatment* pada baja ST 46?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi parameter temperatur 860<sup>0</sup>, 870<sup>0</sup>, 880<sup>0</sup> *normalizing* terhadap kekerasan proses *heat treatment* pada baja ST 46?
2. Mengetahui pengaruh variasi media pendingin udara, air, dan oli terhadap kekerasan proses *heat treatment* pada baja ST 46?

### 1.4 Batasan Masalah

Penulis dalam penelitian ini merumuskan masalah agar penelitian dapat lebih terfokus pada tujuan penelitian yaitu mengetahui pengaruh parameter *temperature normalizing* suhu 860°C, 870°C, dan 880°C serta pengaruh media pendingin udara, air, dan oli. pada hasil pengujian pada baja ST 46. Hal ini dikarenakan permasalahan yang berkaitan dengan penelitian ini terlalu kompleks dan terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan hasil penelitian tidak valid. Parameter berikut digunakan sebagai batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Benda kerja  
Benda kerja terbuat dari baja ST 46 yang belum pernah dipanaskan atau didinginkan sebelumnya dan dianggap homogen..
2. Kondisi lingkungan pengujian
  - a. Dalam proses pengujian perlakuan panas, faktor lingkungan seperti suhu ruangan, tekanan udara dalam ruangan, dan lain sebagainya dianggap tidak berpengaruh.
  - b. Diasumsikan tidak ada kotoran atau benda asing pada benda kerja atau tidak masuk ke sistem selama proses pengujian.
3. Parameter temperatur  
Parameter suhu yang berubah, seperti panas dan suhu udara sekitar, dianggap konstan. Pengaruh suhu dan kekerasan merupakan parameter uji yang digunakan dalam penelitian ini. Baja dipanaskan hingga 860°C, 870°C, dan 880°C di atas suhu kritis selama beberapa waktu sebelum didinginkan dengan oli, air, dan udara.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dampak dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa komitmen yang bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya proses *heat treatment* pada beberapa pihak, termasuk yang menyertainya.

1. Demonstrasi nyata kemampuan menganalisis pengaruh variasi suhu *normalizing* dan media pendingin terhadap kekerasan yang terjadi dari proses perlakuan panas *normalizing* variasi suhu dan pendinginan pada baja ST 46 dapat bermanfaat bagi para peneliti.
2. Temuan penelitian ini dapat digunakan oleh para akademisi sebagai referensi dan bukti empiris untuk kontribusi ilmiah mengenai pengaruh variasi temperatur menggunakan variasi *normalizing* dan media pendingin terhadap kekerasan, yang terjadi dari temperatur variasi *normalizing* dan pendingin proses *heat treatment* pada baja ST 46. serta digunakan untuk program studi S-I Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro sebagai bahan pustaka.
3. Temuan penelitian ini dapat diterapkan oleh praktisi sebagai informasi untuk langkah-langkah perencanaan/usaha atau sebagai parameter proses pengaruh parameter temperatur *normalizing* dan media Pendingin terhadap kekerasan proses *heat treatment* baja ST 46 dengan hasil yang baik.

## 1.6 Definisi Istilah

Beberapa istilah pengelasan dalam penelitian ini yaitu (Sonowan, 2003)

- 1) *Heattreatmen*: Merupakan mekanisme penguatan logam apabila logam yang ingin kita ubah sudah mempunyai sifat padat.
- 2) *Alotropik*: adalah merupakan transformasi dari satu bentuk susunan atom (sel satuan) ke bentuk susunan atom yang lain.
- 3) *Normalizing*: Setelah mencapai suhu tertentu, proses pemanasan menggunakan media pendingin udara hingga dingin secara bertahap.
- 4) *Softening*: *Softening* (Pelunakan) adalah usaha untuk menurunkan sifat mekanik agar menjadi lunak dengan cara mendinginkan material yang sudah dipanaskan didalam tungku (*annealing*) atau mendinginkan dalam udara terbuka (*normalizing*).

- 5) *Hardening*: perlakuan panas terhadap logam dengan sasaran meingkatkan kekerasan alami bahan.
- 6) *Tempering*: Perawatan menghilangkan tegangan dalam dan membentengi baja dari kerapuhan disebut pelonggaran.
- 7) *Anaeling*: Perlakuan panas logam dengan pendinginan lambat secara efektif menghilangkan beban interior atau mengurangi dan menyempurnakan struktur kristal (termasuk pemanasan pada suhu dasar atas).
- 8) *Fase recovery*: adalah akibat dari melunaknya logam melalui munculnya ketidaksempurnaan tembus Cahaya (jenis utamanya adalah deformasi/pemisahan langsung) dan beban interior.
- 9) *Fase rekristalisasi*: adalah fase di mana butiran nukleat baru tumbuh dan mengisi lubang-lubang yang disebabkan oleh tekanan internal yang merusaknya.
- 10) *Fase grain growth*: adalah tahap di mana struktur mikro mulai menjadi kasar dan menghasilkan logam yang tidak cocok untuk pemesinan.
- 11)  *Holding time*: dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan.
- 12) *Quenching*: Faktor-faktor yang saling berhubungan Yang pertama adalah jenis media pendingin dan kondisi prosesnya, dan yang kedua adalah komposisi kimia logam dan kemampuannya untuk mengeras.
- 13) *Cold working*: adalah metode pembentukan logam pada atau sedikit di atas suhu kamar.
- 14) *hot working*: merupakan proses deformasi plastis yang terjadi ketika suatu logam atau paduan terbentuk pada suhu tertentu, dimana pengerasan regangan dan pemulihan terjadi secara bersamaan.
- 15) Media pendingin: substansi yang berfungsi dalam menentukan kecepatan pendinginan yang dilakukan terhadap material yang telah diuji dalam perlakuan panas.
- 16) Baja karbon: adalah logam yang merupakan paduan beberapa unsur berbeda, termasuk karbon, dengan besi sebagai komponen utamanya.
- 17) karbon rendah: Baja dengan kandungan karbon kurang dari 0,25% memiliki keuletan yang baik tetapi kekerasannya buruk, dan tidak dapat diberi

perlakuan panas karena terbentuknya martensit selama proses perlakuan panas karena jumlah karbon yang sedikit.

- 18) karbon sedang: mengandung unsur karbon antara 0,25 sampai dengan 0,6 %. dapat dinaikkan sifat mekaniknya dengan melalui perlakuan panas austenitizing, quenching, dan tempering, biasanya baja ini banyak dipakai dalam kondisi hasil tempering sehingga struktur mikronya martensit.
- 19) karbon tinggi: merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,60 hingga 1,4%. Sulit tetapi tidak terlalu ulet.
- 20) *Ferit*: merupakan suatu larutan padat karbon dalam struktur besi murni yang memiliki struktur BCC dengan sifat lunak dan ulet.
- 21) *Fase austenite*: merupakan larutan padat intertisi antara karbon dan besi yang memiliki struktur FCC. *Fasa austenite* terbentuk antara temperature 912 °C sampai dengan temperatur 1394 °C.
- 22) Karbida besi: adalah paduan besi karbon dimana pada kondisi ini karbon melebihi batas larutan sehingga membentuk fasa kedua atau karbida besi yang memiliki komposisi  $Fe_3C$  dan memiliki struktur kristal BCT.
- 23) *Perlit*: merupakan campuran antara *ferit* dan *sementit* yang berbentuk seperti pelat-pelat yang disusun secara bergantian antara *sementit* dan *ferit*.
- 24) *Martensit*: adalah suatu fasa yang terjadi karena pendinginan yang sangat cepat sekali. Jenis fasa martensit tergolong kedalam bentuk struktur kristal BCT.
- 25) *Spektrometri*: adalah tehnik yang digunakan untuk mengukur jumlah (konsentrasi) suatu zat berdasarkan spektroskopi. Spektroskopi merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara radiasi dan benda sebagai fungsi panjang gelombang.
- 26) Rockwell Hardness tester: adalah salah satu pengujian kekerasan yang banyak digunakan karena pengujian ini terbilang sederhana, cepat, tidak memakai mikroskop atau mengukur jejak perubahan, dan tidak merusak atau pengujian *Non Destructive Test* (NDT).
- 27) *Handwheel*: adalah pemutar pada tabung yang berfungsi sebagai pembuka dan penutup *valve*.