

# PENGARUH TEMPERATUR PEMANASAN (*AUSTENISASI*) PERLAKUAN PANAS *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA ST 60

Farhan<sup>1</sup>, Bukhari<sup>2</sup>, Hamdani<sup>2</sup>, Ilyas Yusuf<sup>2</sup>, Zuhaimi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email : farhansagay07@gmail.com

## Abstrak

Sehubungan dengan semakin meningkatnya perkembangan dunia industri dan disertai dengan kemajuan teknologi yang sangat pesat. Pada masa sekarang kebutuhan manusia tidak lepas dari suatu unsur, yaitu baja. Baja ST 60 adalah salah satu jenis baja yang memiliki standard buatan negara Jerman, yaitu Deutsches Institut fur Normung (DIN). Baja ST 60 ini dapat diberikan perlakuan panas untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur austenit terhadap kekerasan dan struktur mikro dari baja ST 60 ini. Temperatur austenit yang diambil adalah 850°C, 900°C, dan 950°C dengan waktu penahanan 90 menit dan menggunakan air sebagai media pendingin (*Quenching*). Setelah melakukan proses perlakuan panas pada baja ST 60, dilakukan pengujian kekerasan metode Rockwell dan pengamatan struktur mikro. Hasil pengujian kekerasan pada kondisi normal sebesar 55.70 HRC dan belum menghasilkan fasa martensit. Pada temperatur austenit 850°C nilai kekerasannya 71.20 HRC dan fasa martensit telah muncul. Namun pada temperatur 900°C nilai kekerasannya 75.20 HRC dengan banyaknya fasa martensit yang sudah terbentuk. Dari penelitian ini didapat temperatur austenit yang optimum pada temperatur 850°C sampai 900°C.

**Kata Kunci** : Baja ST 60, *Heat Treatment*, *Quenching*, Kekerasan, Struktur Mikro

## 1 Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Perlakuan panas (*heat treatment*) adalah proses pemanasan dan pendinginan yang dilakukan pada logam dalam keadaan padat dan berfungsi untuk dapat memperbaiki struktur mikro dan sifat mekanis yang ada pada logam. Proses perlakuan panas terdiri dari proses pemanasan sampai pada austenisasi dan diakhiri oleh proses pendinginan dengan kecepatan tertentu untuk mendapatkan sifat mekanis bahan yang diinginkan.

*Quenching* merupakan proses perlakuan panas dengan menggunakan waktu pendinginan yang sangat cepat [1]. Pada proses perlakuan panas (*heat treatment*), temperatur austenit akan dapat menentukan dan mempengaruhi nilai dari ketangguhan dan kekerasan material yang diberi perlakuan tersebut. Jika pemanasan dilakukan dengan temperatur diatas daerah kritis akan membuat bahan atau material tersebut terbentuk fasa austenit yang merupakan larutan solid dari karbon dalam baja. Saat dilakukan pemanasan, temperatur ditahan sesuai dengan waktu yang diinginkan, proses ini disebut holding time atau waktu penahanan. Temperatur austenit merupakan hal yang penting untuk diperhatikan saat melakukan proses perlakuan panas pada baja

yang ingin ditingkatkan sifat mekaniknya. Temperatur austenit ini sangat berpengaruh untuk dapat menghasilkan sifat mekanik dari bahan yang diinginkan.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Logam Besi (Fe)

Logam besi dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu besi tuang, besi tempa, dan baja. Besi tuang terdiri dari 2 % - 4 % karbon bersama-sama dengan mangan, fosfor, belerang, dan silikon. Besi tempa terdiri dari 0,05 % - 0,15 % karbon dan baja terletak antara besi tuang dan besi tempa. Besi tuang mengandung sejumlah karbon dan sedangkan untuk besi tempa memiliki kandungan karbon yang relatif sedikit. Logam besi murni mempunyai sifat yang agak lunak, oleh karena itu pada dunia industri banyak yang memadukan logam besi ini dengan baja untuk dapat membuat material tersebut lebih kuat dan sesuai dengan yang dibutuhkan. [2].

### 2.2 Baja

Baja merupakan besi yang dipadukan atau dicampur dengan karbon. Pemaduan antara besi dengan karbon bertujuan untuk menambah kekuatan material tersebut. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sifat baja, yaitu

kandungan karbon, kandungan bahan lain, dan pemanasan. Adapun baja dapat dibagi menjadi 3 jenis sesuai dengan kandungan unsur karbon yang dimilikinya, yaitu : Baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi. Kandungan karbon pada baja juga menentukan mutu pada baja tersebut. Makin banyak kandungan karbon yang dimiliki baja tersebut, maka baja akan semakin keras dan kuat. Tetapi jika kandungan karbon yang dimiliki baja sedikit, maka baja akan bersifat lunak.

### 2.3 Baja ST 60

Baja ST 60 adalah baja yang tergolong dalam baja karbon sedang. Kandungan karbon yang dimiliki oleh baja ST 60 ini adalah sekitar 0,4 %. Baja ST 60 adalah salah satu jenis baja yang dibuat dan diproduksi oleh Bohler, dan merupakan jenis baja yang memiliki standar buatan negara Jerman, yaitu *Deutsches Institut fur Normung* (DIN). Baja ST 60 ini banyak sekali digunakan sebagai bahan pembuatan tangki, alat – alat perkapalan, konstruksi jembatan, dan juga untuk beberapa pembuatan komponen – komponen mesin.[3].

### 2.4 Perlakuan Panas

Proses perlakuan panas pada umumnya untuk memodifikasi struktur mikro baja sehingga meningkatkan sifat mekanik, salah satunya yaitu kekerasan. Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi dari proses pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam/paduan dalam keadaan padat, sebagai upaya untuk memperoleh sifat - sifat tertentu. Proses perlakuan panas terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari proses pemanasan bahan hingga pada suhu tertentu dan selanjutnya didinginkan juga dengan cara tertentu.[4].

### 2.5 Quenching

Quenching adalah salah satu proses perlakuan panas yang pada proses pendinginannya tidak memerlukan waktu yang lama (cepat) dan menggunakan media pendingin berupa fluida cair, seperti air, air garam, oli, dan minyak. Quenching ini biasanya dilakukan untuk dapat meningkatkan nilai kekerasan pada bahan yang diberikan perlakuan tersebut.[5].

### 2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Perlakuan Panas

Adapun faktor – faktor yang mempengaruhi proses perlakuan panas atau heat treatment ini adalah :

1. Machining Stresses
2. Thermal Stresses

3. Transformasi Stresses

4. Gabungan Thermal dan Transformation Stresses

### 2.7 Temperatur Pemanasan

Temperatur austenit merupakan temperatur saat logam merubah fasa dari fasa ferrit dan pearlit menjadi fasa austenit. Proses perlakuan panas biasanya akan meningkatkan nilai kekerasan, dan nilai kekerasan tersebut dipengaruhi oleh temperatur pemanasan atau temperatur austenit.[6].

### 2.8 Holding Time

Holding time atau waktu penahanan merupakan salah satu variabel yang berpengaruh saat melakukan proses perlakuan panas. Holding time atau waktu penahanan pada proses perlakuan panas merupakan salah satu proses yang dilakukan untuk bertujuan mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi dari suatu bahan atau material yang dilakukan dengan cara menahan temperatur pemanasan atau temperatur austenit dengan waktu tertentu.[7].

### 2.9 Pengujian Kekerasan

Pada umumnya, pengujian kekerasan bertujuan untuk menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan merupakan salah satu ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen yang terjadi pada bahan atau material yang akan di uji.[7].

### 2.10 Pengujian Metallography

Metallography adalah salah satu ilmu tentang logam yang mempelajari dan menyajikan struktur mikro maupun topografi logam, fasa-fasa, ukuran butir dan distribusinya, serta sifat - sifat logam serta paduannya. Dalam metallography dikenal pengujian makroskopi (Macroscope Test) dan pengujian mikroskopi (Microscope Test).

### 2.11 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro pada material atau bahan uji merupakan salah satu cara untuk dapat mengetahui sifat fisik yang ada pada material atau bahan yang di uji tersebut. Sedangkan struktur mikro adalah sifat fisik pada material yang bertujuan untuk dapat mengetahui susunan fasa yang terjadi pada material tersebut. Beberapa fasa yang sering ditemukan dalam baja karbon adalah :

1. Austenit ( $\gamma$ )
2. Ferit ( $\alpha$ )
3. Sementit ( $Fe_3C$ )

4. Perlit
5. Martensit
6. Bainit

### 3 Metodologi

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pada Laboratorium Proses Produksi dan Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, sedangkan waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2020.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Bahan dan alat untuk penelitian ini dapat di lihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

No	Alat	No	Bahan
1	Gergaji Potong	1	Baja ST 60
2	Jangka Sorong	2	Air (media quenching)
3	Penggaris		
4	Dapur pemanas		
5	Alat uji kekerasan		
6	Alat uji metallography		

#### 3.3 Prosedur Penelitian

##### 3.3.1 Pemotongan material spesimen uji

Pemotongan spesimen atau bahan uji dilakukan dengan menggunakan alat gergaji potong dilaboratorium produksi teknik mesin. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon ST 60.



Gambar 3.6 Pemotongan spesimen uji ST 60

##### 3.3.2 Pembentukan spesimen uji dan proses perlakuan panas baja ST 60

Pembentukan spesimen atau bahan uji baja ST 60 juga dilakukan dengan menggunakan alat

gergaji potong. Pemotongan dilakukan dengan dimensi panjang 30 mm, lebar 20 mm, dan tebal 5 mm. Jumlah semua spesimen pada penelitian ini yaitu tujuh spesimen namun satu diantaranya tanpa perlakuan panas. Keenam spesimen tersebut akan dilakukan proses heat treatment didalam dapur pemanas sesuai dengan temperatur yang telah ditetapkan.

##### 3.3.3 Proses Uji Kekerasan Baja ST 60 Hasil Perlakuan Panas

- Pengujian Kekerasan Rockwell

Digunakan sebagai alat penelitian untuk pengujian kekerasan setelah dilakukan proses perlakuan panas. Titik pengujian kekerasan diambil di 5 bagian permukaan. Pengujian kekerasan bahan uji baja ST 60 mengacu pada standart ASTM E18.

- Pengamatan Struktur Mikro

Metallography adalah suatu metode analisis mengenai struktur logam melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metallography sehingga dapat mengidentifikasi fasa-fasa logam dan atau paduannya setelah mengalami proses perlakuan sebelumnya. Pengujian metallography bahan uji baja ST 60 mengacu pada standart ASTM E3.

##### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel bebas : variasi temperature autenisasi (850°C, 900°C dan 950°C).

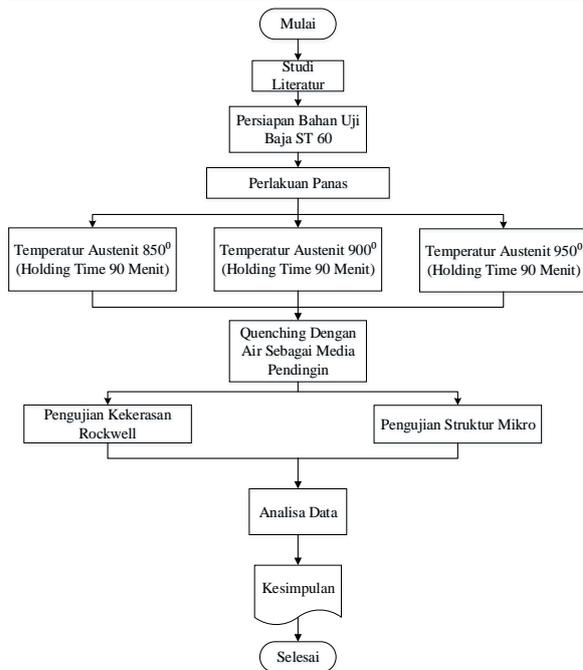
Variabel terikat : pengujian kekerasan dan pengujian struktur mikro pada baja ST 60.

##### 3.5 Analisa Data

Setelah data diperoleh akan dilakukan analisa kekerasan dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul untuk mendapatkan nilai kekerasan Rockwell. Data hasil pengujian berupa angka-angka. Setelah itu dilakukan perbandingan nilai dari setiap pengujian material baja ST 60, sehingga dapat diketahui pengaruh variasi temperatur terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro pada logam.

##### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini direncanakan melalui tahapan yang dijelaskan pada diagram *flowchart* gambar 3.8 berikut :



Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4.1 Material uji kondisi normal

Tabel 4.1 Hasil Uji Kekerasan Kondisi Normal

Material	Titik	Nilai (HRC)
Baja Karbon ST 60	1	55.50
	2	58.50
	3	52.00
	4	56.00
	5	56.50
Rata – rata Nilai (HRC)		55.70

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dua pengujian, yaitu pengujian kekerasan untuk mengetahui nilai kekerasan baja ST 60 dan pengujian metallography untuk mengetahui struktur mikro dari baja ST 60. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik baja ST 60. Hasil dari pengujian ini yaitu data berupa angka serta grafik analisis.

##### 4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah baja karbon ST 60. Pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell C dengan penetrator intan 120° dan beban sebesar 150 kgf. Pengujian dilakukan sebanyak 5 titik pada permukaan benda uji. Jumlah semua spesimen sebanyak 7 buah dengan menggunakan air sebagai media pendingin. Pengujian kekerasan bertujuan untuk membandingkan nilai kekerasan pada material baja ST 60 sebelum dipanaskan dan setelah dipanaskan pada suhu 850°C, 900°C, dan 950°C selama 90 menit.

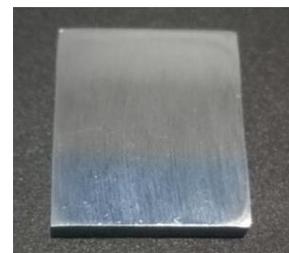
##### 4.2.1 Hasil Uji Kekerasan Kondisi Awal

Pada pengujian kekerasan ini menggunakan mesin uji kekerasan konvensional tipe HRC. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 titik. Data yang didapat dapat dilihat pada table 4.1

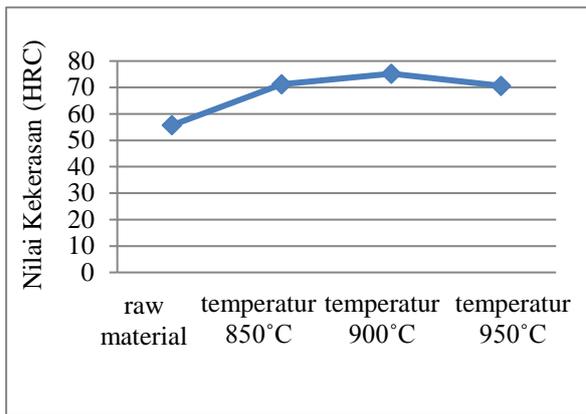
Dari hasil pengujian kekerasan kondisi normal benda uji didapat nilai kekerasan rata-rata sebesar 55,70 HRC. Pengujian dilakukan sebanyak 5 titik dipermukaan benda uji untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

##### 4.2.2 Hasil Uji Kekerasan Setelah Proses Heat Treatment

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji kekerasan tipe HRC. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali dari spesimen uji yang berbeda temperatur pemanasannya, yaitu 850°C, 900°C, dan 950°C. Tujuannya untuk membandingkan nilai kekerasan yang berbeda antar spesimen uji yang telah mengalami proses perlakuan panas.



Gambar 4.2 Spesimen uji kekerasan setelah proses heat treatment



Gambar 4.3 Grafik Hasil Uji Kekerasan Rata-Rata Baja Karbon ST 60

Data yang didapat setelah dilakukan pengujian kekerasan dapat dilihat pada table 4.1 dan 4.2. Dengan melakukan proses perlakuan panas dengan temperatur yang bervariasi yaitu 850°C, 900°C, dan 950°C, media pendingin yang digunakan air dan waktu penahan (holding time) 90 menit. Untuk material dalam kondisi normal didapat nilai kekerasan sebesar 55.70 HRC. Untuk material dengan temperatur pemanasan 850°C didapat nilai sebesar 71.20 HRC, untuk temperatur 900°C didapat nilai 75.20 HRC, dan untuk temperatur 950°C didapat nilai 70.60 HRC.

Dari grafik 4.3 dapat dilihat bahwa pada saat benda uji dipanaskan pada temperatur 850°C nilai kekerasan yang didapat yaitu 71,20 HRC dan mengalami peningkatan pada saat dipanaskan pada temperatur 900°C sebesar 75,20 HRC. Hal ini membuktikan bahwa proses pemanasan diatas temperatur austenite dan diikuti dengan laju pendinginan cepat (quenching) dapat mempengaruhi nilai kekerasan dan merubah struktur mikro sehingga menghasilkan martensit.

Pendinginan dengan kecepatan tinggi menggunakan air menyebabkan proses dekomposisi Austenit berlangsung sangat cepat sehingga proses pengaturan kembali atom-atom Fe dan C dari struktur Austenit terjadi melalui mekanisme geser bukan difusi (diffusionless). Karena atom-atom tidak mempunyai masa inkubasi untuk bertransformasi secara ideal membentuk fasa lain. Transformasi austenit menjadi martensit berlangsung dengan sangat cepat dan secara bersamaan dalam jangka waktu mendekati kecepatan suara.

Terbentuknya struktur mikro martensit menyebabkan terganggunya koherensi pada batas butir antara martensit dengan ferrit, sehingga struktur keduanya menjadi tidak rapi (inkoheren) yang digolongkan sebagai cacat struktur dengan jumlah yang sangat banyak. Sehingga pergerakan

dislokasi sangat sulit terjadi dan menghasilkan bahan yang sangat kuat, keras, dan getas.

Dari grafik 4.3 dapat dilihat juga bahwa terjadinya penurunan nilai kekerasan pada material uji saat dipanaskan pada temperatur 950°C. Hal ini terjadi karena adanya fenomena dekarburisasi dan oksidasi. Pemanasan didalam dapur pemanas yang tidak vakum menyebabkan permukaan benda uji rentan terhadap reaksi dengan gas-gas seperti : oksigen maupun karbon dioksida. Dua hal inilah yang menyebabkan permukaan benda uji tersebut mengalami dekarburisasi dan oksidasi.

Kedua fenomena ini juga dapat menyebabkan sebagian atom karbon dipermukaan baja terlepas yang mengakibatkan kekerasan permukaan lebih rendah setelah di quenching. Dekarburisasi adalah menghilangkannya karbon pada permukaan baja sehingga kekerasannya menurun. Penyebab terjadinya dekarburisasi pada saat proses hardening ialah adanya oksigen didalam dapur pemanas (furnace).

#### 4.2.3 Pembahasan Hasil Uji Kekerasan

Dalam uji kekerasan yang dilakukan pada baja karbon ST 60 dengan variasi temperatur pemanasan 850°C, 900°C, dan 950°C dapat dilihat bahwa nilai kekerasan yang paling tinggi jatuh pada temperatur pemanasan 900°C sebesar 75,20 HRC. Selanjutnya diikuti temperatur pemanasan 850°C sebesar 71,20 HRC lalu yang ketiga temperatur pemanasan 950°C sebesar 70,60 HRC dan yang terendah adalah kondisi normal sebesar 55,70 HRC. Apabila nilai kekerasan suatu benda semakin besar maka sifat yang dimiliki oleh benda tersebut semakin keras dan getas. Sifat tersebut yang diinginkan dalam pengujian kali ini.

Hal ini juga dapat dikaitkan dengan hasil uji metallography yang menunjukkan jumlah martensit terbanyak dimiliki oleh baja ST 60 yang dilakukan perlakuan panas pada temperatur 900°C dengan media pendingin air dan waktu penahanan selama 90 menit. Dari hasil uji kekerasan dan metallography didapatkan data yang sesuai dengan teori yang ada. Dan juga semakin memperkuat bahwa proses pendingin cepat (quenching) menjadi salah satu faktor untuk menghasilkan struktur mikro martensit.

#### 4.3 Pengaruh Heat Treatment Terhadap Nilai Kekerasan

Meskipun kekuatan yang ada dapat dilipatgandakan dalam jangkauan kadar karbon pada kondisi stabil, perubahan drastis dalam sifat dapat dicapai melalui perlakuan panas yang

menghambat atau mempercepat terjadinya keseimbangan tersebut. Dengan pendinginan cepat (quenching) tidak ada waktu yang cukup bagi austenite untuk berubah menjadi pearlite, ferrit, dan sementit, sebaliknya menyebabkan austenite berubah menjadi martensit.

Kekerasan martensit adalah keadaan maksimal untuk kadar karbon tertentu. Tingkat kekerasan struktur austenite setelah dicelupkan akan sebanding dengan regangan kisi, semakin rendah kadar karbon maka semakin kecil regangan. Baja dengan kadar karbon yang terlalu rendah sangat memberikan efek pengerasan yang sangat berarti, maka baja dipanaskan dengan proses hardening. Untuk menghasilkan struktur martensit hal yang harus dilakukan yaitu melakukan pemanasan sampai temperature austenite lalu diikuti dengan laju pendinginan cepat (quenching). Dari proses perlakuan panas yang sudah dilakukan pada penelitian ini, terbukti memang pemanasan diatas temperatur austenisasi mempengaruhi nilai kekerasan spesimen uji. Nilai kekerasan raw material (tanpa perlakuan panas) didapat sebesar 55,70 HRC. Kemudian setelah dipanaskan pada temperatur 850°C nilai kekerasan yang didapat yaitu 71,20 HRC, pada temperatur 900°C sebesar 75,20 HRC, dan pada temperatur 950°C sebesar 70,60 HRC. Dari ketiga temperatur pemanasan yang sudah dilakukan, nilai kekerasan spesimen uji semuanya mengalami peningkatan dari kekerasan awal (raw material).

#### 4.4 Hasil Pengujian Metallography

Pengujian metallography dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dari material uji yang dapat mempengaruhi nilai kekerasan material.

##### 4.4.1 Hasil Uji Metallography Kondisi Awal

Pada pengujian metallography baja karbon ST 60 kondisi awal diambil gambar dengan pembesaran 200x. Hasil pengujian seperti pada gambar 4.4 di bawah ini :



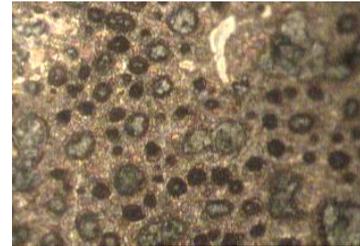
Gambar 4.4 Struktur mikro baja ST 60 kondisi awal  
(Pembesaran 200x)

Baja karbon ST 60 kondisi normal memiliki struktur mikro berupa Spheroidite.

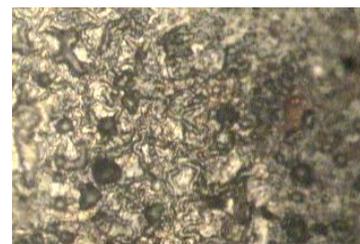
Komposisi fasa penyusun spheroidite adalah Ferrit dan Cementit. Baja dengan mikro struktur spheroidite, partikel yang berwarna abu-abu adalah fasa cementit, dan fasa yang dominan adalah ferrit warna hitam.

#### 4.4.2 Hasil Uji Metallography Setelah Proses Heat Treatment

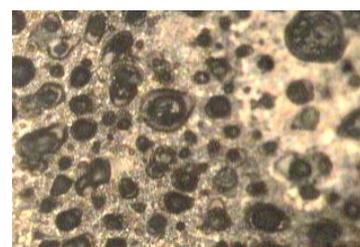
Pada pengujian metallography baja ST 60 yang telah dilakukan perlakuan panas dengan variasi temperatur 850°C, 900°C, dan 950°C, dengan holding time 90 menit dan media pendingin air seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.5 Struktur mikro baja ST 60 temperatur 850°C  
(Pembesaran 200x)



Gambar 4.6 Struktur mikro baja ST 60 temperatur 900°C  
(Pembesaran 200x)



Gambar 4.7 Struktur mikro baja ST 60 temperatur 950°C  
(Pembesaran 200x)

#### 4.5 Pembahasan Hasil Pengujian Metallografi

Dari hasil pengujian struktur mikro yang dilakukan dapat dilihat bahwa pada gambar 4.4 spesimen uji yang belum mengalami proses perlakuan panas (raw material) struktur mikronya berupa spheroidite. Spheroidite bersifat lebih lunak dan lemah dibandingkan pearlite. Hal ini dapat dijelaskan penyebabnya bahwa bentuk dan fasa martensit yang menyerupai bulatan menyebabkan kemampuannya untuk memperkuat

fasa ferrit berkurang, karena luas batas butir berkurang, sehingga perubahan bentuk (deformasi) fasa ferrit menjadi lebih mudah yang mengakibatkan bahan baja tersebut menjadi lebih lunak dan lemah namun memiliki keuletan yang tinggi.

Namun setelah dipanaskan pada temperature austenisasi yaitu 900°C (lihat gambar 4.6) struktur mikro yang terbentuk yaitu martensit. Salah satu ciri struktur martensit ialah bentuk strukturnya yang kacau dan tidak beraturan. Martensit adalah struktur mikro paling kuat, keras, dan paling getas. Martensit memiliki struktur kristal lattice BCT (Body Center Tetragonal) menyebabkan pergerakan dislokasi bidang kristal sangat sulit terjadi, karena jalur pergerakan dislokasi (slip plane) sangat sedikit. Akibat dislokasi bidang kristal sangat sulit terjadi yang mengakibatkan struktur mikro martensit sangat keras, kuat, dan getas. Mikrostruktur martensit terbentuk melalui proses pendinginan cepat disebut quenching dari baja yang telah dirubah mikro strukturnya austenite melalui proses pemanasan diatas temperature austenite.

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro spesimen uji setelah mengalami proses pemanasan austenisasi, didapatkan nilai kekerasan maksimum sebesar 75.20 HRC dengan struktur mikronya yaitu martensit pada temperature 900°C. Hasil mikro struktur martensit yang didapat pada spesimen uji dapat dikaitkan dengan hasil pengujian kekerasan spesimen uji temperature 900°C. Dimana pada temperature 900°C nilai kekerasan yang didapat merupakan yang tertinggi. Hal ini membuktikan bahwa nilai kekerasan berpengaruh terhadap struktur mikro dan begitupun sebaliknya.

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Temperatur austenisasi baja karbon ST 60 berada pada range 850°C keatas (lihat diagram fasa pada lampiran).
2. Kesimpulan tentang hasil uji kekerasan yaitu nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada temperature 900°C dengan waktu tahan 90 menit dan air sebagai media pendingin dengan nilai kekerasan sebesar 75.20 HRC.
3. Nilai kekerasan terendah didapatkan pada temperature 950°C dengan waktu tahan 90 menit dan air sebagai media pendingin dengan nilai kekerasan sebesar 70.60 HRC.
4. Nilai kekerasan awal spesimen uji tanpa perlakuan panas sebesar 55.70 HRC dan semuanya mengalami kenaikan setelah proses perlakuan panas dilakukan.

5. Hasil pengamatan metallography menunjukkan bahwa struktur mikro martensit didapatkan pada temperature pemanasan 900°C, dengan nilai kekerasan maksimum sebesar 75.20 HRC.

### 5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, penulis menyarankan:

1. Untuk dapat menghasilkan nilai kekerasan yang optimum dapat menggunakan media air yang merupakan media pendingin terbaik untuk proses quenching.
2. Lakukan proses pemanasan dengan menggunakan perbandingan interval yang lebih besar, untuk dapat melihat secara optimum pengaruh temperature austenite tersebut pada baja yang diberikan perlakuan.
3. Lakukan pembesaran pada uji struktur mikro yang lebih besar agar fasa-fasa yang terbentuk pada baja yang diberikan perlakuan dapat dilihat dengan jelas.
4. Pada saat melakukan pengujian pastikan semuanya sudah sesuai dengan standard dan prosedur yang ada.

### Daftar Pustaka

- [1] M. Ichsan Fahreza, Fakhriza, Hamdani. 2017. Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Nilai Kekerasan Baja Aisi 1050 Dengan Metode Pack Carburizing. Jurnal Mesin Sains Terapan, Vol. 1 No. 1. Hal 52 – 56, P3M Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [2] Didiek dan Suryadi. 1998. “Bahan Konstruksi Teknik”. Gunadarma : Jakarta.
- [3] Hidayat, Taufik dkk. 2016. Jurnal Sains Dan Teknologi Mesin UNISMA. Vol 6. No 02. Hal 33 – 35. Jawa Timur.
- [4] ASM Handbook, 1991. “Heat Treating of steel. Tenth Edition”. Metal Handbook. Vol 4. PP 14-367.
- [5] Purwanto, Edi. 2016. Perlakuan Bahan. Polinema Press. Malang.
- [6] Bangsawan, Ihsan dkk. 2012. NOSSEL Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Mesin. Vol 1. No 2. Surakarta.
- [7] Widodo dan Miftahul. 2016. REM Jurnal. Vol 1. No 1. Hal 1 – 6. Surabaya.
- [8] Wijaya, Anton. 2015. Pengaruh Holding Time Pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan Bahan Dan Struktur Mikro Baja AISI 1045. Universitas Lampung.