

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN  
STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON  
SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA CAIRAN GARAM BATA**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**EKO WAHYUDI**

**D 200 140 118**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUN**

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN  
STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON  
SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA CAIRAN GARAM BATA**

**PUBLIKASI ILMIAH**

**Oleh:**

**EKO WAHYUDI**

**NIM : D200140118**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen  
Pembimbing

  
**Ir. Bibit Sugito, M.T.**

**HALAMAN PENGESAHAN ARTIKEL PUBLIKASI**

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN  
STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON  
SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA CAIRAN GARAM BATA**

**OLEH**

**EKO WAHYUDI**

**D200140118**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Jumat, 14 Agustus 2020  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

1. **Ir. Bibit Sugito, M.T.**  
(ketua Dewan Penguji)
2. **Nurmuntaha AN, S.T.,MT.**  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Ir. Agus Hariyanto, MT.**  
(Anggota II Dewan Penguji)



**Dekan**



**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D**  
**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 Agustus 2020

Penulis



**Eko Wahyudi**

**D200140118**

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN  
STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON  
SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA  
CAIRAN GARAM BATA**

**Abstrak**

*Quenching* akan mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik serta mengetahui perubahan struktur mikro pada pisau perkakas dengan bahan baja karbon sedang (S35C) setelah dilakukan proses *quenching* dengan media cairan garam bata maupun pada *raw* material. Proses pengerjaan yang dilakukan untuk pengerasan logam dengan pendinginan secara cepat dari temperatur austenisasi (umumnya pada jarak temperatur 815°C-870°C).. Media yang digunakan adalah cairan garam bata. Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan nilai karbon (C) dari *quenching* material dan *raw* material dikategorikan dalam kelompok baja karbon sedang dengan kadar karbon (C= 0,343% dan 0,374%). Hasil pengujian tarik menunjukkan *quenching* material memiliki sifat yang lebih getas dibandingkan dengan *raw* material. Dari hasil pengujian kekerasan nilai kekerasan rata-rata *quenching* material sebesar 421 VHN pada bagian permukaan 578 VHN pada bagian sisi dan *raw* material 324 VHN dan 195 VHN. Hasil foto mikro fasa yang terbentuk adalah ferit dan perlit dan juga martensit.

**Kata Kunci :** Perlakuan Panas, Quenching, Baja Karbon Sedang.

**Abstract**

Quenching will prevent any processes that can occur in slow cooling such as grain growth. This research aims to increase the hardness, tensile strength and to determine changes in the microstructure of tool blades made of medium carbon steel (S35C) after the quenching process with liquid brick salt media or on raw material. The work done for metal hardening by cooling rapidly from the austenizing temperature (generally at a temperature range of 815°C-870°C). The medium used is liquid brick salt. The results of chemical composition testing showed the value of carbon (C) of quenching material and raw material categorized in medium carbon steel groups with carbon levels (C = 0.343% and 0.374%). The results of the tensile testing indicate that material quenching has more brittle properties than raw material. From the test results of the hardness of the average hardness of quenching material of 421 VHN on the surface of the 578 VHN on the sides and raw material 324 VHN and 195 VHN. The resulting phase micro photographs are ferrite and pearlite also martensite.

**Keywords:** Heat Treatment, Quenching, Medium Carbon Steel.

## 1. PENDAHULUAN

Bidang industri yang memproduksi berbagai macam kebutuhan manusia sedang berkembang sangat pesat. Permintaan pasar yang sangat tinggi mendorong bidang industri pisau atau pandai besi besar maupun kecil untuk meningkatkan kebutuhan penggunaan dari hasil pengerasan baja yang dibutuhkan konsumen. Untuk memenuhi tuntutan konsumen, dalam teknik pengerasan logam ini peneliti mencoba mengangkat permasalahan pengerasan logam pada pisau dengan bahan baja karbon sedang. Baja ini sering digunakan oleh pandai besi untuk pembuatan pisau. Pada industri pembuatan pisau atau pandai besi sendiri mengalami beberapa permasalahan, diantaranya banyak konsumen yang mengeluhkan hasil kekerasan dan kekuatan dari pisau yang diproduksi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekerasan dan kekuatan pisau, diantaranya adalah media pendinginan pada saat proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) maupun pada saat proses penempaan itu sendiri, karena penempaan dilakukan dengan metode konvensional atau masih dengan cara manual. Hal ini yang mendasari penelitian ini dilakukan adalah untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanis dari pisau perkakas. Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan perlakuan panas (*Heat Treatment*) dengan media pendingin yang berbeda. Media yang digunakan oleh rata-rata industri pisau atau pandai besi adalah menggunakan air biasa atau tanpa campuran apapun. Dengan mengubah media pendinginan (*quenching*) dengan menggunakan cairan garam diharapkan akan menambah kekerasan dan kekuatan dari pisau yang diproduksi.

Perlakuan panas mempunyai tujuan meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, meningkatkan tegangan tarik logam dan sebagainya. Tujuan ini akan tercapai seperti apa yang diinginkan jika memperhatikan faktor yang mempengaruhinya, seperti suhu pemanasan media pendingin yang digunakan.

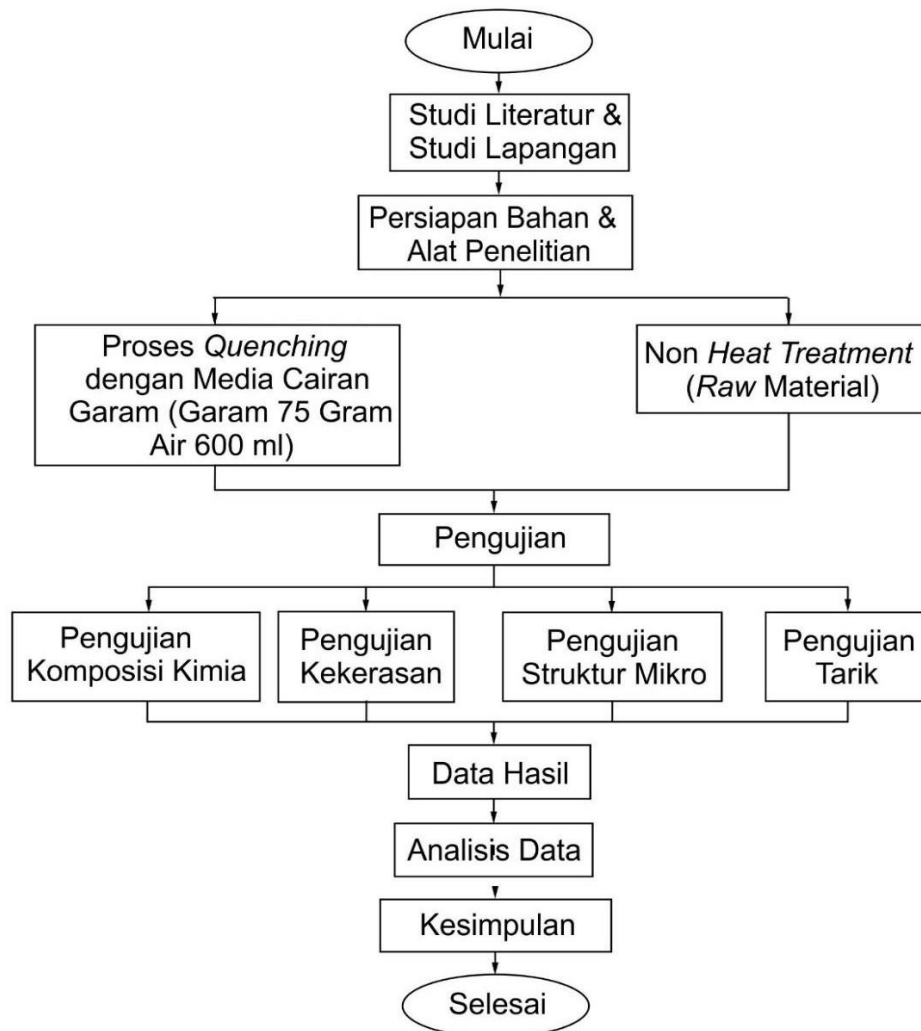
Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quenching* (Amstead, 1979). Hasil dari proses *hardening* pada baja, akan menimbulkan tegangan dalam (*internal stress*) dan

rapuh (*Britles*), sehingga baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan. Oleh karena itu pada baja tersebut perlu dilakukan proses lanjut yaitu proses temper. Proses *tempering* akan menurunkan kegetasan, kekuatan tarik dan kekerasan sampai memenuhi syarat penggunaan, sedangkan keuletan dan ketangguhan meningkat. Kekerasan merupakan sifat ketahanan dari bahan terhadap penekanan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini, telah disusun beberapa tahapan yang dijelaskan melalui diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

## 2.2 Tempat Penelitian

Proses penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pengujian spesimen dilakukan di Politeknik Manufaktur Ceper dan Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gajah Mada.

## 2.3 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan - bahan yang digunakan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut:

### Bahan Penelitian

#### 1. Spesimen Baja Karbon

Spesimen baja karbon ini di ambil dari pisau perkakas yang di potong dengan dimensi ukuran 30 mm x 10 mm x 1,5 mm sebanyak 4 spesimen.

#### 2. Cairan Garam

Cairan garam yang digunakan adalah campuran atau perpaduan antara serbuk garam bata dengan air. Cairan garam ini yang akan digunakan sebagai media untuk proses *quenching*.

### Alat Penelitian

#### 1. Mesin *Furnace*

Mesin *furnace* berfungsi untuk memanaskan spesimen hal ini bertujuan untuk pemanasan awal, dan juga berfungsi untuk proses *quenching*.

#### 2. Alat Uji Komposisi Kimia

Alat uji komposisi kimia digunakan adalah *Spektrometer*. Uji komposisi bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur kimia yang terdapat pada baja karbon sebelum dan sesudah di lakukan proses *quenching*.

#### 3. Alat Uji Kekerasan *Vickers*



Alat uji kekerasan *vickers* berfungsi untuk mengetahui nilai kekerasan mikro pada permukaan spesimen yang diuji. Alat uji kekerasan yang di pakai merk *Shimadzu* dengan tipe *HMV – M3*.

4. Alat Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan menggunakan mikroskop merk *Olympus PME-3*.

5. Alat Uji Tarik

Alat yang digunakan untuk uji tarik spesimen adalah merk Sanz, dengan kapasitas 200 KN.

6. *Grinding and Polishing Machine*

*Grinding and polishing machine* berfungsi untuk membantu menghaluskan permukaan spesimen yang akan difoto struktur mikronya.

7. Cairan Etsa

Cairan ini bertujuan untuk mengkorosi batas butir spesimen yang akan di uji agar terlihat saat foto mikro.

**3. DATA HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Hasil Uji Komposisi dan Pembahasan**

Data hasil pengujian komposisi material dapat dilihat pada table 1 berikut ini:

Tabel 1 Hasil Pengujian Komposisi *Raw Material*

<b>SAMPEL UJI</b>		
<b>UNSUR</b>	<b>KANDUNGAN</b>	<b>STANDAR</b>
	<b>(%)</b>	<b>DEVIASI</b>
<b>Fe</b>	97,6	0,152
<b>C</b>	0,374	0,0138
<b>Si</b>	0,115	0,0607
<b>Mn</b>	1,46	0,100
<b>P</b>	0,0696	0,0085

Tabel 2 Hasil Uji Komposisi Kimia Material *Quenching*

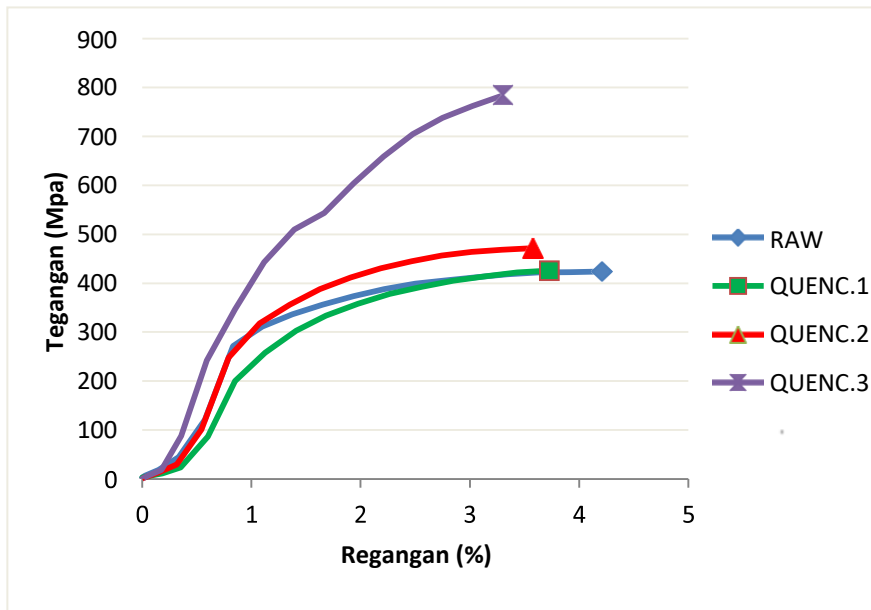
UNSUR	SAMPEL UJI	
	KANDUNGAN	STANDAR
	(%)	DEVIASI
<b>Fe</b>	97,2	0,100
<b>C</b>	0,343	0,0212
<b>Si</b>	0,195	0,0397
<b>Mn</b>	1,49	0,0709
<b>P</b>	0,0738	0,0030

### Data Hasil Uji Tarik dan Pembahasan

Pengujian menggunakan standar ASTM E8. Berikut adalah hasil dari pengujian tarik yang dilakukan

Tabel 3 Nilai Tegangan Regangan Hasil Uji Tarik

Spesimen Uji	P max (kN)	Tegangan, $\sigma$ (Mpa)	Tegangan Rata-rata, $\sigma$ (Mpa)	Regangan Maksimal, (%)	Regangan Rata-rata, (%)
	4.47	460		3.73	
Quenching	4.6	440	561.67	3.58	3.38
	8.23	785		2.83	
Raw	4.45	425	425	4.21	4.21



Gambar 2 Grafik Tegangan (MPa) dan Regangan (%) Masing-masing Spesimen

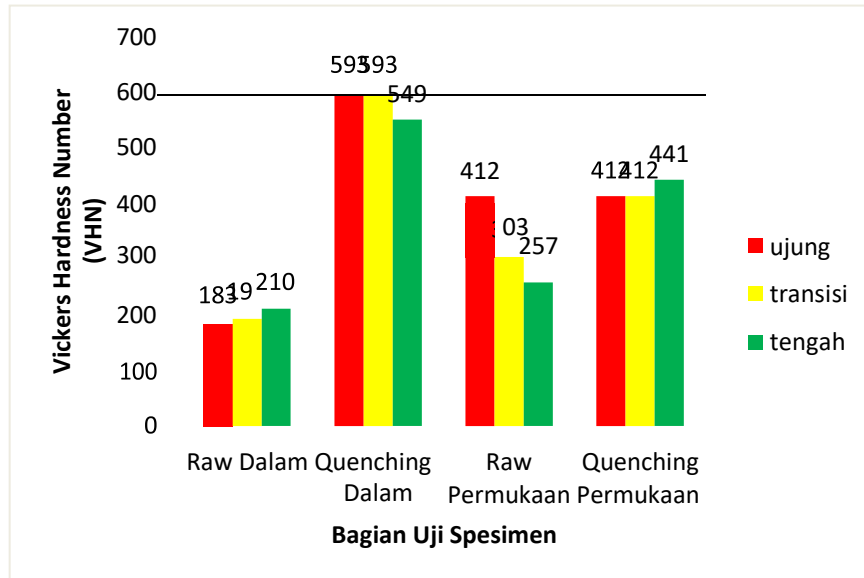
### Data Hasil Uji Kekerasan dan Pembahasan

Berikut adalah data hasil pengujian kekerasan mikro *vickers* pada tiap bagian spesimen :

Tabel 4 Hasil Pengujian Kekerasan Mikro *Vickers*

Spesimen	Daerah Uji	D1 (mm)	D2 (mm)	Kekerasan (VHN)	kekerasan rata-rata (VHN)
<i>Raw</i> Bagian Dalam	Ujung	45	45	183	195
	Transisi	44	44	192	
	Tengah	42	42	210	
<i>Quenching</i> Bagian Dalam	Ujung	25	25	593	578
	Transisi	25	25	593	
	Tengah	26	26	549	
<i>Raw</i> Permukaan	Ujung	30	30	412	324
	Transisi	35	35	303	
	Tengah	38	38	257	

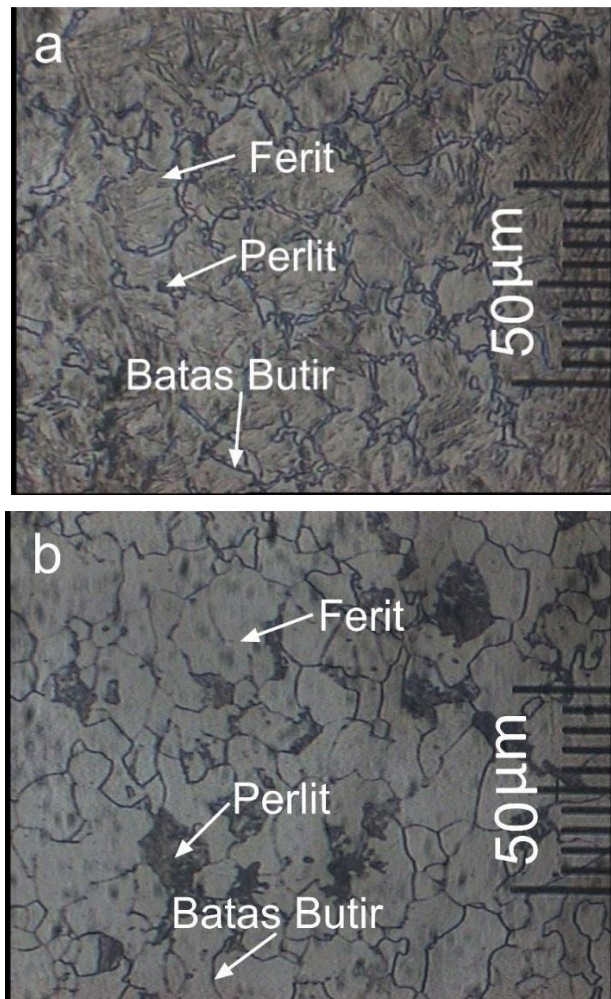
<i>Quenching</i> Permukaan	Ujung	30	30	412	421
	Tengah	30	30	412	
	Transisi	29	29	441	



Gambar 3 Grafik Hasil Uji Kekerasan Tiap Titik

### Data Hasil Uji Foto Mikro dan Pembahasan

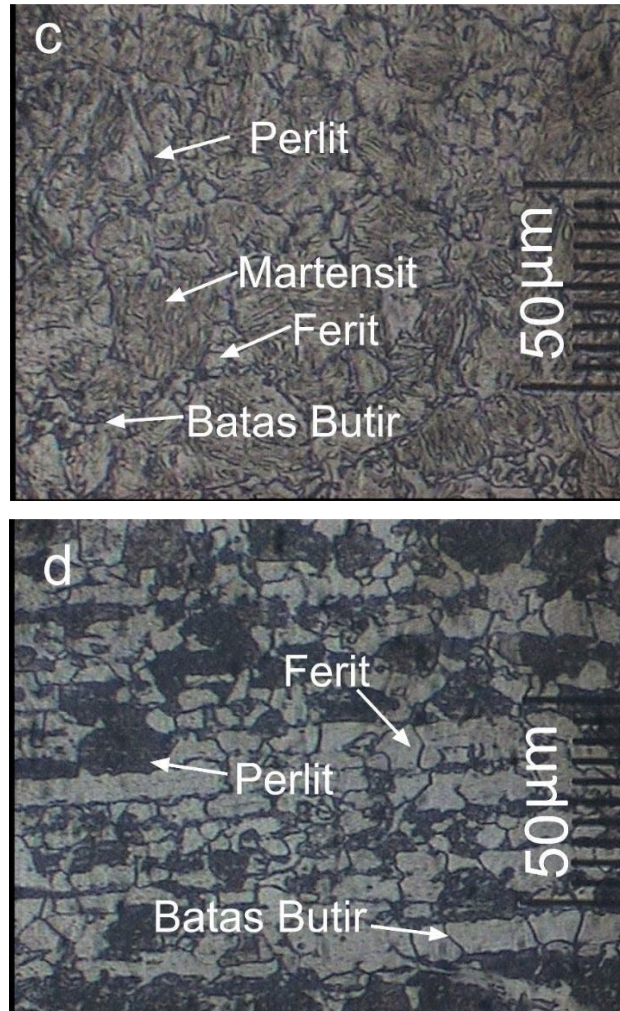
Pada penelitian ini, hasil pengamatan foto struktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi akibat adanya proses perlakuan panas terhadap logam dalam hal ini *quenching*, yaitu di daerah permukaan dan bagian dalam spesimen pisau. Pengujian struktur mikro dilakukan dengan cara pengambilan foto dengan perbesaran 200x untuk mengetahui perubahan struktur yang terjadi akibat perlakuan panas. Analisa struktur mikro pada tiap bagian spesimen akan diterangkan lebih lanjut.



Gambar 4 Struktur Mikro Bagian Permukaan Spesimen (a) *Quenching* Material , (b) *Raw* Material Dengan Perbesaran 200 Kali

Gambar 4 menunjukkan struktur mikro pada bagian permukaan *raw* material dan *quenching* material. Struktur mikro pada kedua material masing-masing terdapat ferit (berwarna putih) dan perlit (berwarna hitam) dan batas butir dari kedua spesimen juga terlihat sangat jelas. Tetapi pada bagian permukaan material *quenching*, perlit memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan *raw* material. Ferit yang memiliki sifat lunak dan perlit memiliki sifat yang lebih keras, pada *raw* material fasa didominasi oleh ferit sehingga menyebabkan spesimen *raw* material nilai kekerasannya lebih kecil dari material *quenching*. Selain jumlah perlit, faktor yang mempengaruhi besarnya nilai kekerasan material adalah ukuran atom dari material

*quenching* lebih kecil dan jumlah butiran-butirannya lebih banyak dari *raw* material.



Gambar 5 Struktur Mikro Bagian Dalam Spesimen (c). *Quenching* Material, (d) *Raw* Material Dengan Perbesaran 200 Kali

Gambar 5 menunjukkan hasil foto struktur mikro pada bagian dalam spesimen *quenching* dan *raw*. Sama seperti pada bagian permukaan, fasa yang terbentuk adalah perlit (berwarna hitam) dan ferit (berwarna putih). Tetapi, jumlah perlit lebih banyak dibandingkan pada bagian permukaan baik pada *quenching* material maupun *raw* material. Perlit pada bagian dalam juga terlihat lebih jelas dibandingkan dengan bagian permukaan spesimen.

Dalam fasa ini martensit sudah terbentuk terlihat pada bagian dalam spesimen setelah dilakukan *quenching* dikarenakan media pendinginan yang digunakan adalah cairan garam, sehingga fasa yang terbentuk adalah martensit karena proses pendinginan yang sangat cepat yang menghasilkan spesimen menjadi sangat keras.

#### 4. PENUTUP

##### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan karbon (C) untuk *raw* material adalah sebesar 0,374 % sedangkan untuk *quenching* material kandungan karbon (C) sebesar 0,343 % dan termasuk kedalam kategori baja karbon sedang.
2. Nilai tegangan maksimum rata-rata dan nilai regangan maksimum rata-rata untuk *quenching* material sebesar 561.67 MPa dan 1.24%. Sedangkan nilai tegangan maksimum rata-rata dan regangan maksimum rata-rata untuk *raw* material sebesar 425 MPa dan 4.21%.
3. Nilai kekerasan rata-rata material *quenching* pada bagian dalam sebesar 578 VHN dan nilai kekerasan rata-rata *raw* material pada bagian dalam sebesar 195 VHN. Nilai kekerasan rata-rata *quenching* material pada bagian permukaan sebesar 421 VHN dan nilai kekerasan rata-rata *raw* material pada bagian permukaan sebesar 324 VHN.
4. Hasil pengamatan struktur mikro pada *raw* material dan *quenching* masing-masing terdapat tiga fasa yaitu ferit (berwarna putih) dan perlit (berwarna hitam) dan fasa martensit sudah terbentuk.



## DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook, 1997. “*Structure/Property Relationships in Iron and Steel. Second Edition*”. Metal Handbook. Vol 20. PP 156-173.
- Dalil, M prayitno, A dan Inonu, I. 1999. “*Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil (Holding Time) Terhadap Kekerasan Logam*”. Jurnal Natural Indonesia. Vol. 2. No. 1. Hal 12-17.
- Dieter, GE, Djaprie, S. 1990, “*Metalurgi Mekanik Jilid 1. Edisi ke-3*”. PT. Erlangga. Jakarta. Hal 35-50.
- Djafrie, S. 1986. “*Metalurgi Mekanik*”. Terjemahan dari *Mechanical Metallurgy*. Jakarta: Erlangga
- Gary, M. 2011. “*Heat Treatment*”. Makalah Proses Produksi. Universitas Sriwijaya.
- Geels, K, 2006. “*Mettallographic and Materialographic Specimen Preparatio, Light Microscopy, Image Analysis, and Hardness Testing*”. ASTM Internasional PP. 10-13.
- Higgins, R. A. 1999. “*Engineering Metallugry, Part I, Apllied Physical Metallurgy*”. Six Edition, Arnold. London.
- Kareem, B. 2006. “*Quality Verification of Made in Nigeria Steel Bars*”. Nigera. Vol 5. PP 33-36.
- Karmin dan Ginting, M. 2012. “*Analisis Peningkatan Kekerasan Baja Amutit Menggunakan Media Pendingin Dromus*”. Jurnal Austenite Jurusan Teknik Mesin. Vol. 4. No. Hal 1-7.
- Kurniawan P., I. 2007. “*Perbedaan Nilai Kekerasan pada Proses Double Hardening dengan Media Pendingin Air dan Oli SAE 20 pada Baja Karbon*”. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Mulyadi dan Sunitra, E. 2010. “*Kajian perubahan Kekerasan dan Difusi Karboon Sebagai Akibat dari Proses karburisasi dan Proses Quenching pada Material Gigi Perontok Power Thresher*”. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 7. No.1. Hal 33-49.

- Noviani. 2010. "*Pembuatan dan Karakterisasi Paduan Zr dengan Kadar Timah Putih Rendah*". Tugas Akhir. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir. Yogyakarta. Hal 31-32.
- Nur, I. Junaidi dan Hanwar, O. 2005. "*Analisis Pengaruh Media Pendingin dari Proses Perlakuan Panas terhadap Kekuatan Sambungan Pegas Daun dengan Las Smaw*". Jurnal Teknik Mesin. Vol. 2 No. 1. Hal 18-23.
- Sidney. 1992. "*Introduction for physics Metallurgy*". Prentice-Hall inc. USA.
- Smallman. R. E. and Bishop. R. J. 1999. "*Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering*". Oxford, Butterworth-Heinemann. Hal 298.
- Surdia, T., dan Shinroku, S., 1999. "*Pengetahuan Logam*". Cetakan ke-6, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Syaefudin. 2001. "*Pengerasan Baja Karbon Rendah dengan Metode Nitridasi dan Quenching*". Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wardoyo, J.T. 2005. "*Metode Peningkatan Tegangan Tarik dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah Melalui Baja Fasa Ganda*". Jurnal Teknik Mesin. Vol. 10. No. 3. Hal 237-248.
- Zaenal, H., George, B. E., 1997. "*Aplikasi Metalurgical Spectrometer*". Balai Besar Industri Logam dan Mesin. Bandung.