

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA ST 41

Ahmad Bakhtiar Romadhoni, Nely Ana Mufarida, Kosjoko

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata No. 49, Jember, 68121, Indonesia

Email : ¹⁾bakhtiarromadhoni@gmail.com, ²⁾nelyana_munfarida@yahoo.com,
³⁾kosjoko@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Pada dasarnya baja memiliki sifat mekanik seperti kekerasan, keuletan, kekakuan, kekuatan impak, atau kekuatan terhadap tarikan dan juga sifat fisik seperti struktur, ukuran dan massa jenis. Untuk merubah sifat mekanik dan sifat fisik bisa dilakukan dengan proses perlakuan panas (*heat treatment*) salah satunya yaitu proses *hardening*. Baja ST 41 termasuk baja karbon rendah sehingga memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Sehingga untuk merubah sifat fisik material tersebut maka dilakukanlah *hardening* agar bisa mendapatkan kekerasan yang diinginkan. Proses *hardening* yang digunakan yaitu dengan cara *quenching* menggunakan variasi media pendingin. Untuk pengujiannya menggunakan alat uji kekerasan *rockwell* dengan satuan HRG sedangkan untuk uji struktur mikro lensa objektif yang digunakan 20x sedangkan lensa okuler 10x, sehingga pembesaran yang digunakan bisa mencapai 200x. Hasil kekerasan raw material mencapai 74,4 HRG, setelah dilakukan proses *heat treatment* hasil terbaik mencapai 84,3 HRG dengan nilai rata-rata 83,3 HRG yang menggunakan media pendingin air garam. Sedangkan untuk uji struktur mikro nampak adanya pertumbuhan perlit baru yang bersifat keras, ulet dan kuat.

Kata Kunci : *Heat Treatment, Hardening, Quenching, Rockwell, HRG, Lensa Objektif, Lensa Okuler*

**THE EFFECT OF COOLING MEDIA VARIATIONS ON HARDNESS AND
MICROSTRUCTURE OF STEEL ST 41**

Ahmad Bakhtiar Romadhoni, Nely Ana Mufarida, Kosjoko
*Mechanical Engineering Departement, Faculty Of Engineering, University Of
Muhammadiyah Jember*

Jl. Karimata No. 49, Jember, 68121, Indonesia

Email : ¹⁾bakhtiarromadhoni@gmail.com, ²⁾nelyana_munfarida@yahoo.com,

³⁾kosjoko@unmuhjember.ac.id

Abstract

Basically steel has mechanical properties such as hardness, tenacity, stiffness, impact strength or strength to pull and also physical properties such as structure, size and density. To change the mechanical and physical properties, it can be done with the treatment process, one of which is the hardening process. ST 41 steel is including low carbon steel that also has mechanical properties, especially hardness and ductility less in accordance with existing needs. So as to change the physical properties of the material, hardening is carried out in order to get the desired violence. The hardening process used is quenching using variations in the cooling media. For the testing it uses rockwell hardness testing instruments with HRG units while for the micro structure test the lens objective is used 20x while the ocular lens is 10x, so that the magnification used can reach 200x. Hardness results of raw materials reached 74,4 HRG, after the heat treatment process the best results reached 84,3 HRG with an average value of 83,3 HRG using a salt water cooling media. While for the microstructure test, it appears that the growth of new pearlite is hard, resilient and strong.

Keywords : Heat Treatment, Hardening, Quenching, Rockwell, HRG, Objective Lens, Ocular Lens

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sains dan teknologi saat ini begitu pesat dan sangat berpengaruh terhadap kehidupan di dunia ini. Inovasi untuk menghasilkan sesuatu yang baru sangat dipelukan. Seperti halnya baja yang begitu banyak dipergunakan dalam kehidupan manusia. Pada dasarnya baja memiliki sifat-sifat mekanik seperti kekerasan, keuletan, kekakuan, kekuatan impak, atau kekuatan terhadap tarikan dan juga sifat fisik seperti struktur, ukuran dan massa jenis. Untuk merubah sifat mekanik dan sifat fisik bisa dilakukan dengan proses perlakuan panas (*heat treatment*) salah satunya yaitu *hardening*.

Baja ST 41 sering di proses pemesinan untuk dijadikan bentuk baru seperti palu, engsel gerbang, roda gerbang, dll. Baja ST 41 termasuk baja karbon rendah sehingga memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Dalam pembuatan palu menggunakan material baja ST 41 ini mudah melebar atau melar ketika digunakan karena material baja yang digunakan kurang keras. Sehingga untuk merubah sifat fisik material tersebut maka dilakukanlah *hardening* agar bisa mendapatkan kekerasan yang diinginkan.

Secara umum yang dimaksud dengan perlakuan panas atau sering disebut *heat treatment* adalah memanaskan logam pada suhu tertentu dengan kecepatan pemanasan tertentu, kemudian didiamkan dalam jangka waktu tertentu dan didinginkan kembali dengan perubahan kecepatan pendinginan tertentu dengan media udara atau cair, seperti oli dan air. (Media Novri, 2017)

Baja karbon bukan berarti baja yang sama sekali tidak mengandung unsur lain selain besi dan karbon. Baja karbon masih mengandung sejumlah unsur lain, tetapi masih dalam batas-batas tertentu yang tidak banyak berpengaruh terhadap sifatnya. Unsur-unsur ini biasanya merupakan unsur bawaan yang berasal dari proses pembuatan besi/baja, seperti mangan dan silikon dan beberapa unsur pengotor seperti belerang, phosphor, oksigen, nitrogen, dan lainnya yang biasanya

ditekan sampai kadar yang sangat kecil. (Shaifudin, Istiasih, & Mufarrih, 2018)

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil yang terbaik dari proses *hardening* dengan variasi media *quenching*. Pengujian yang digunakan yaitu uji kekerasan dan uji struktur mikro, sehingga dapat mengetahui pengaplikasian dan penggunaan yang tepat agar menghemat waktu dan biaya produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses *hardening* dengan variasi media *quenching* pada baja ST 41 dengan media pendingin oli SAE 20W-50, air garam dan dromus?
2. Berapa nilai kekerasan dan bagaimana struktur mikro baja ST 41 setelah proses *hardening* dengan variasi media *quenching* pendingin oli SAE 20W-50, air garam dan dromus?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka didapat batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan proses *hardening* dengan variasi 3 media pendingin yaitu: oli SAE 20W-50, air garam dengan kadar garam 1:10 dan campuran air dengan dromus 1:10.
2. Suhu proses pemanasan yaitu 750°C.
3. Jangka waktu pemanasan atau waktu penahan (*holding time*) selama 15 menit.
4. Spesimen baja yang digunakan adalah baja ST 41.
5. Penelitian ini memfokuskan pada uji kekerasan dan struktur mikro.
6. Uji kekerasan yang digunakan yaitu metode *rockwell* dengan menggunakan indentor bola.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

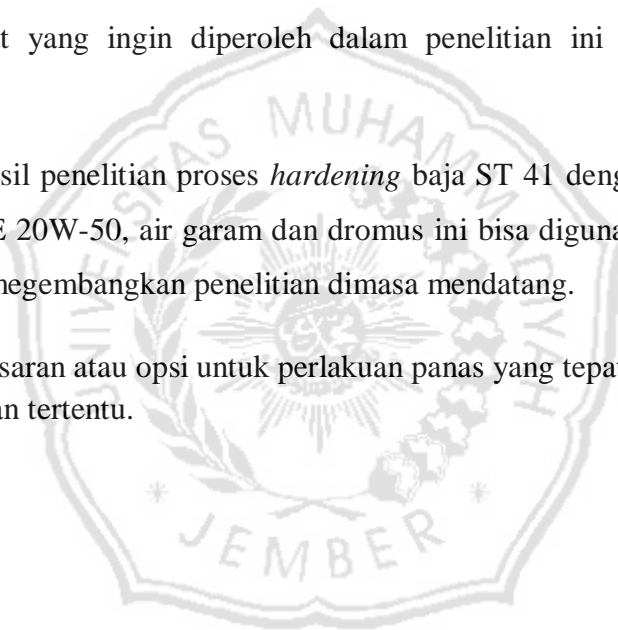
1. Mengetahui proses *hardening* dengan variasi media pendingin oli SAE 20W-50, air garam dan dromus.
2. Mengetahui nilai kekerasan dan struktur mikro dari spesimen baja ST 41 setelah *hardening* dengan variasi media pendingin oli SAE 20W-50, air garam dan dromus.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian proses *hardening* baja ST 41 dengan media pendingin oli SAE 20W-50, air garam dan dromus ini bisa digunakan sebagai referensi untuk mengembangkan penelitian dimasa mendatang.

Memberikan saran atau opsi untuk perlakuan panas yang tepat untuk mendapatkan nilai kekerasan tertentu.

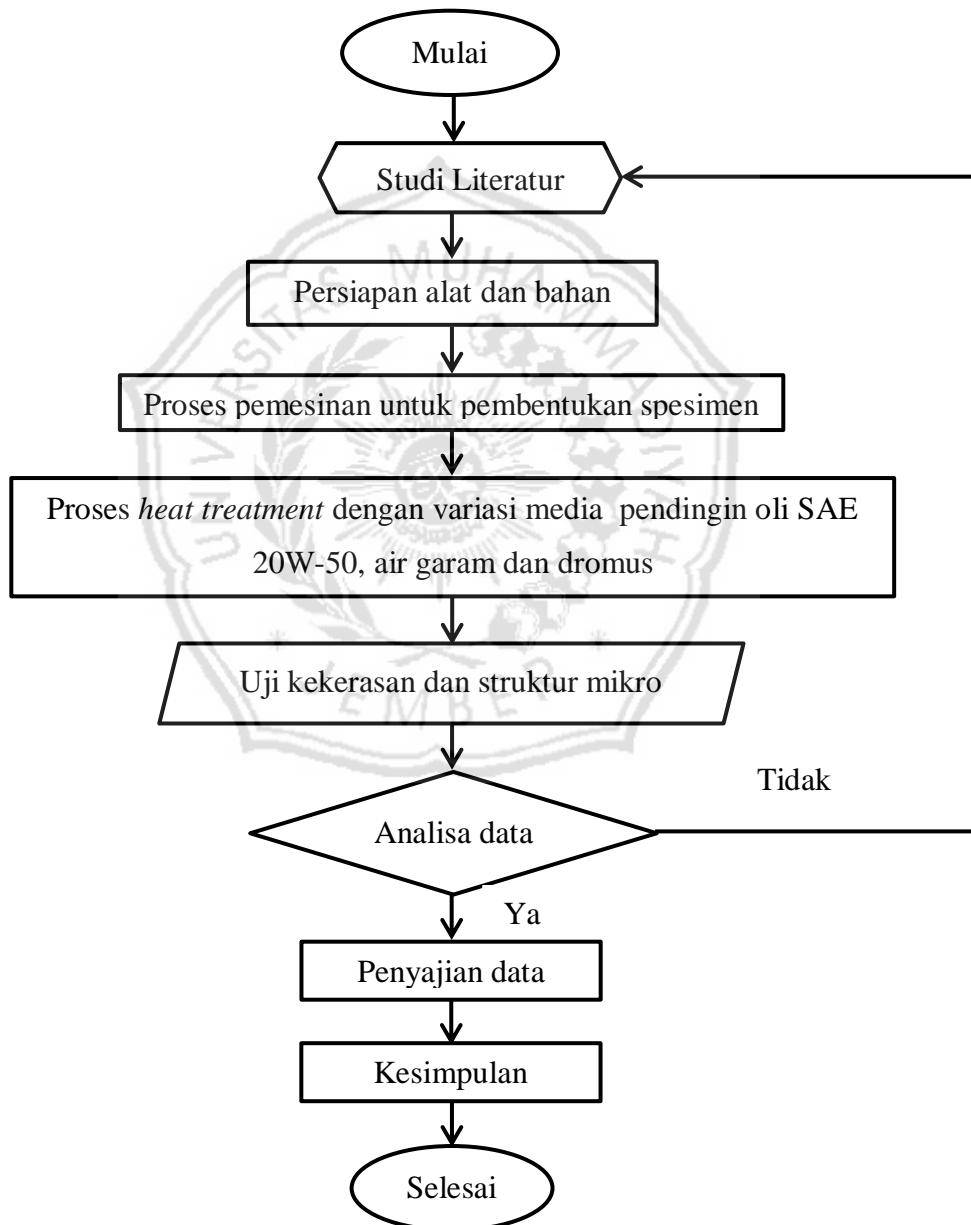


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Diagram alir Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St 41 adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.1 Metode Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini penulis menggunakan penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dan struktur mikro baja ST 41 yang telah melalui proses *hardening* dengan variasi media *quenching* pendingin oli SAE 20W-50, air garam dan dromus yang kemudian akan di uji kekerasan metode *rockwell* dan uji struktur mikro.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini meliputi tiga pokok yang proses pengerjaan yang dilakukan selama dua bulan. Adapun tempat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan dan pembentukan spesimen dilakukan di laboratorium SMK PGRI 3 Tanggul
2. Proses *hardening* dilakukan di laboratorium Universitas Negeri Malang
3. Pengujian kekerasan dan uji struktur mikro dilakukan di laboratorium uji bahan Uneversitas Negeri Jember.

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan

No.	Kegiatan	Bulan					
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1	Penyusunan dan pengajuan proposal penelitian						
2	Ujian seminar proposal						
3	Pelaksanaan penelitian						
4	Seminar hasil penelitian						
5	Sidang ujian penelitian						

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang kelancaran dalam penelitian ini diantaranya adalah:

3.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin bubut
2. Mesin skrap
3. Mesin gerinda
4. Mesin bor
5. Furnace
6. Kaca mata
7. Jangka sorong
8. Sarung tangan
9. Tang penjepit
10. Kertas ampelas 100, 200, 400, 800, 1000, 1500, 2000
11. Kikir
12. Alat uji kekerasan
13. Alat uji struktur mikro

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Baja ST 41
2. Ethanol dan HNO₃ untuk etsa uji struktur mikro

3.4 Prosedur Penelitian

Ada beberapa prosedur yang dilakukan dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

3.4.1 Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai tahap awal dan juga sebagai dasar untuk memulai proses pembuatan spesimen dan juga analisis. Beberapa kegiatan dalam studi literatur ini meliputi, pengumpulan data tentang proses pengujian, jurnal

ilmiah tentang *heat treatment* dan juga buku-buku yang berkaitan tentang penelitian ini. Pengumpulan data dan studi literatur ini diharapkan dapat menunjang kelancaran dan keberhasilan dalam pelaksanaan penelitian ini nantinya.

3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan sebelum melakukan penelitian ini harus menyiapkan bahan utama yang akan di uji yaitu baja ST 41 dan beberapa alat yang akan digunakan untuk menunjang keberhasilan dan kelancaran dalam penelitian ini.

3.4.3 Persiapan Spesimen Uji

Persiapan spesimen uji dalam penelitian ini dimulai dengan pemotongan baja ST 41 menggunakan mesin gerinda dan pembentukan spesimen sesuai dengan desain. Spesimen yang dibutuhkan untuk penelitian ini berjumlah 9 dan 3 variasi media pendingin yang mana masing-masing media pendingin menggunakan 3 spesimen.

3.4.4 Proses Pemesinan

Proses pemesinan ini dilakukan untuk membuat atau membentuk baja ST 41 yang sebelumnya berbentuk silindris menjadi bentuk palu kaca sesuai dengan ukuran yang sudah di desain. Proses pemesinan ini meliputi proses pembubutan untuk menyesuaikan ukuran dengan desain dan meratakan permukaan bekas pemotongan, mesin sekrap untuk membentuk spesimen menjadi persegi panjang, menggrinda untuk menghaluskan spesimen, pengeboran untuk membuat lubang.

3.4.5 Proses *Hardening*

Proses *hardening* dimulai dengan pemanasan material menggunakan tungku pembakaran (*furnace*) sampai temperatur 750°C dengan waktu penahan (*holding time*) 15 menit. Kemudian dilakukan *quenching* pada masing-masing spesimen dengan media oli SAE 20W-50, air garam dan dromus.

3.4.6 Pengujian Spesimen

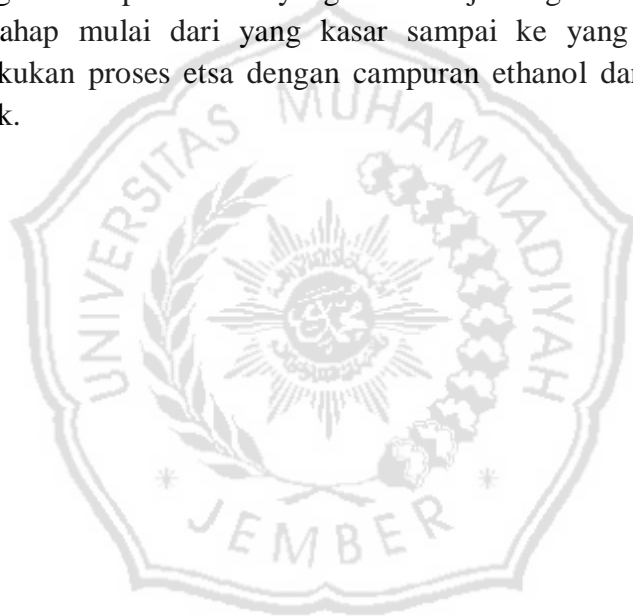
Dalam penelitian ini meliputi 2 pengujian, yaitu:

1. Uji kekerasan

Setelah proses *hardening* spesimen di uji kekerasan. Hal yang pertama dilakukan untuk uji kekerasan yaitu mengampelas permukaan baja ST 41 sampai permukaan halus dan rata sehingga selama proses pengujian akan maksimal.

2. Uji Struktur Mikro

Proses yang dilakukan sebelum uji struktur mikro yaitu penghalusan permukaan yang akan diuji dengan kertas ampelas secara bertahap mulai dari yang kasar sampai ke yang paling halus lalu dilakukan proses etsa dengan campuran ethanol dan HNO₃ selama 50 detik.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Hasil Data Penelitian

Penelitian ini “Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St 41” menggunakan pengujian kekerasan *rockwell* dengan satuan HRG yang menggunakan indentor bola 1/16” dengan beban yang diberikan 150 dan struktur mikro dengan pembesaran 200x. Proses perlakuan spesimen baja ST 42 dengan cara di panaskan pada suhu 750°C dengan *holding time* 15 menit kemudian di *quenching* pada media pendingin campuran garam dan air 1:10, oli SAE 20W-50, campuran dromus dan air 1:10. Data hasil kekerasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

1.2 Hasil Uji Kekerasan

Hasil uji kekerasan dari baja ST 41 yang merupakan baja karbon rendah setelah dilakukan proses *heat treatment* kemudian di *quenching* dengan variasi media pendingin dapat dilihat dibawah ini:

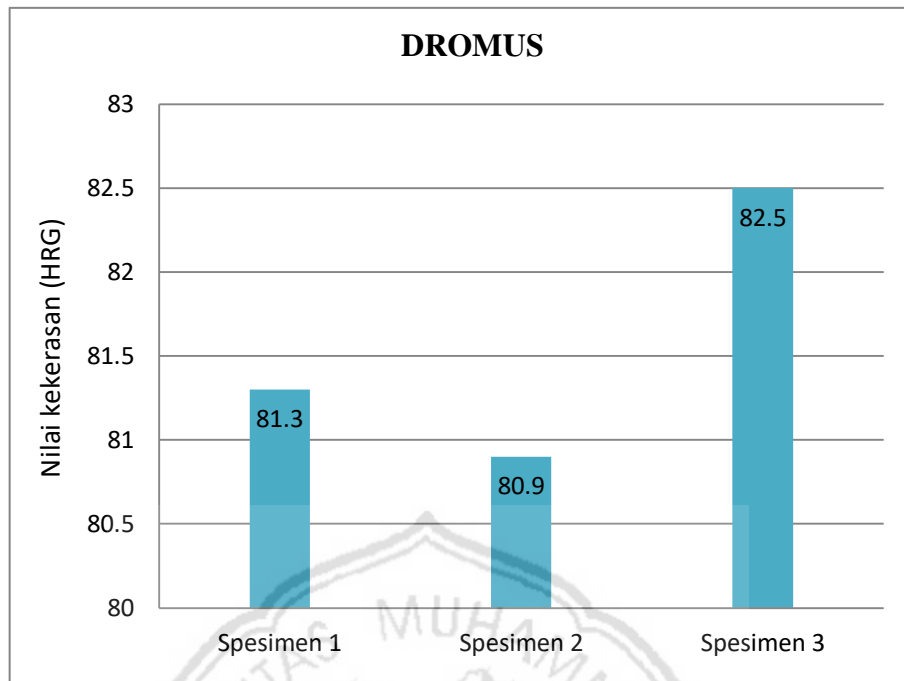
1.2.1 Hasil Uji Kekerasan Pendingin Dromus

Hasil dari uji kekerasan dengan media pendingin dromus dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Hasil rata-rata uji kekerasan dromus

DROMUS			
Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Rata-Rata
81,3 HRG	80,9 HRG	82,5 HRG	81,5 HRG

Pada tabel 4.1 dapat dilihat hasil data pengujian kekerasan *rockwell* baja ST 41 setelah di *heat treatment* dengan suhu 750°C dan waktu *holding time* selama 15 menit dengan media pendingin dromus nilai kekerasan tertinggi mencapai 82,5 HRG, sedangkan spesimen nilai kekerasan terendah mencapai 80,9 HRG dengan nilai rata-rata mencapai 81,5 HRG.



Gambar 4.1 Grafik hasil uji kekerasan media pendingin dromus

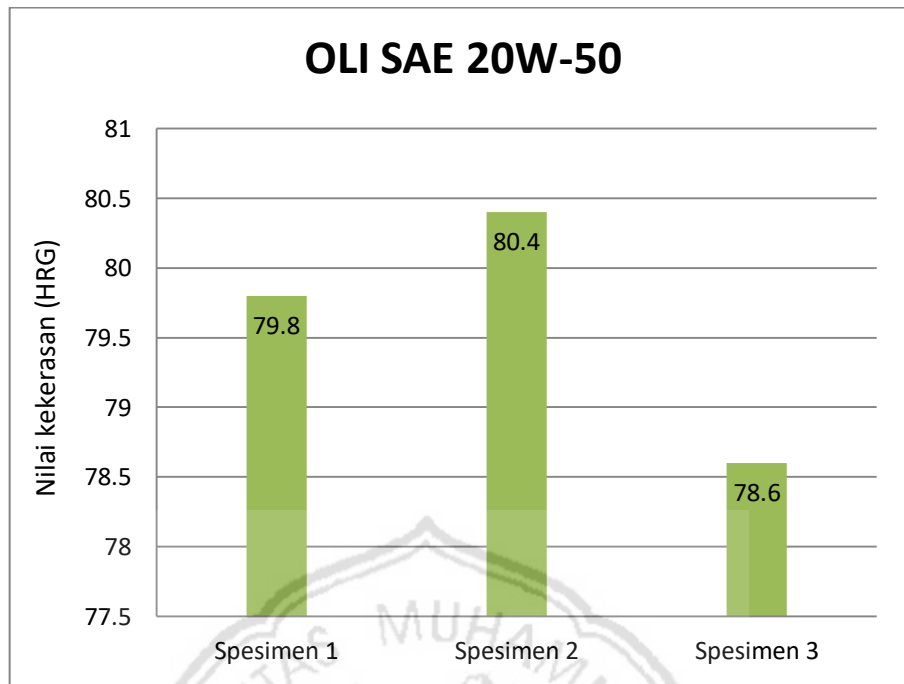
1.2.2 Hasil Uji Kekerasan Pendingin Oli 20W-50

Hasil dari uji kekerasan dengan media pendingin oli SAE 20W-50 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil rata-rata uji kekerasan Oli SAE 20W-50

OLI SAE 20W-50			
Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Rata-Rata
79,8 HRG	80,4 HRG	78,6 HRG	78,9 HRG

Pada tabel 4.2 dapat dilihat hasil data pengujian kekerasan *rockwell* baja ST 41 setelah di *heat treatmen* dengan suhu 750°C dan waktu *holding time* selama 15 menit dengan media pendingin oli SAE 20W-50 nilai kekerasan tertinggi 80,4 HRG, sedangkan spesimen nilai kekerasan terendah mencapai 78,6 HRG dengan nilai rata-rata mencapai 78,9 HRG.



Gambar 4.2 Grafik hasil uji kekerasan media pendingin oli SAE 20W-50

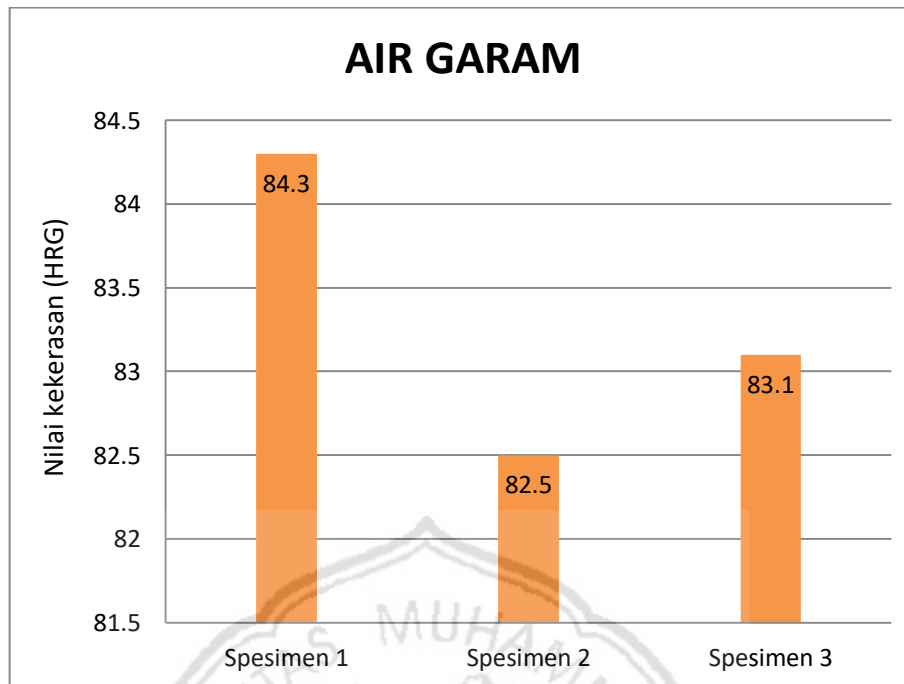
1.2.3 Hasil Uji Kekerasan Pendingin Air Garam

Hasil dari uji kekerasan dengan media pendingin air garam dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil rata-rata uji kekerasan air garam

AIR GARAM			
Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Rata-Rata
84,3 HRG	82,5 HRG	83,1 HRG	83,3 HRG

Pada tabel 4.3 dapat dilihat hasil data pengujian kekerasan *rockwell* baja ST 41 setelah di *heat treatmen* dengan suhu 750°C dan waktu *holding time* selama 15 menit dengan media pendingin air garam nilai kekerasan tertinggi 84,3 HRG, sedangkan spesimen nilai kekerasan terendah mencapai 82,5 HRG dengan nilai rata-rata mencapai 83,3 HRG.



Gambar 4.3 Grafik hasil uji kekerasan media pendingin air garam

1.2.4 Hasil Rata-Rata Uji Kekerasan

Hasil dari rata-rata uji kekerasan dengan variasi media pendingin dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.4 Hasil data uji kekerasan *rockwell*

Variasi	Spesimen Ke-	E	H	Rockwell	e	Nilai Kekerasan (HRG)
Raw Material		130	0,1112	0,002	55,6	74,4
Dromus	1	130	0,1394	0,002	48,7	81,3
	2	130	0,1132	0,002	49,1	80,9
	3	130	0,1482	0,002	49,5	82,5
Oli	1	130	0,1124	0,002	50,2	79,8
	2	130	0,1432	0,002	49,6	80,4
	3	130	0,1532	0,002	51,4	78,6
Air Garam	1	130	0,0914	0,002	45,7	84,3
	2	130	0,1222	0,002	47,5	82,5
	3	130	0,1138	0,002	46,9	83,1

Pada tabel 4.4 dapat dilihat hasil dari spesimen setelah melalui proses *heat treatment* dengan variasi media pendingin terdapat kenaikan kekerasan pada

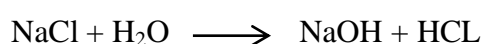
material baja ST 41. Nilai kekerasan pada uji kekerasan *rockwell* yang terbaik yaitu 84,3 HRG yang menggunakan media pendingin air garam sedangkan yang terendah mencapai 78,6 yang menggunakan media pendingin oli SAE 20W-50 .

Tabel 4.5 Hasil rata-rata uji kekerasan dengan variasi media pendingin

Spesimen	Dromus	Oli SAE 20W-50	Air Garam
1	81,3 HRG	79,8 HRG	84,3 HRG
2	80,9 HRG	80,4 HRG	82,5 HRG
3	82,5 HRG	78,6 HRG	83,1 HRG
Rata-Rata	81,5 HRG	78,9 HRG	83,3 HRG

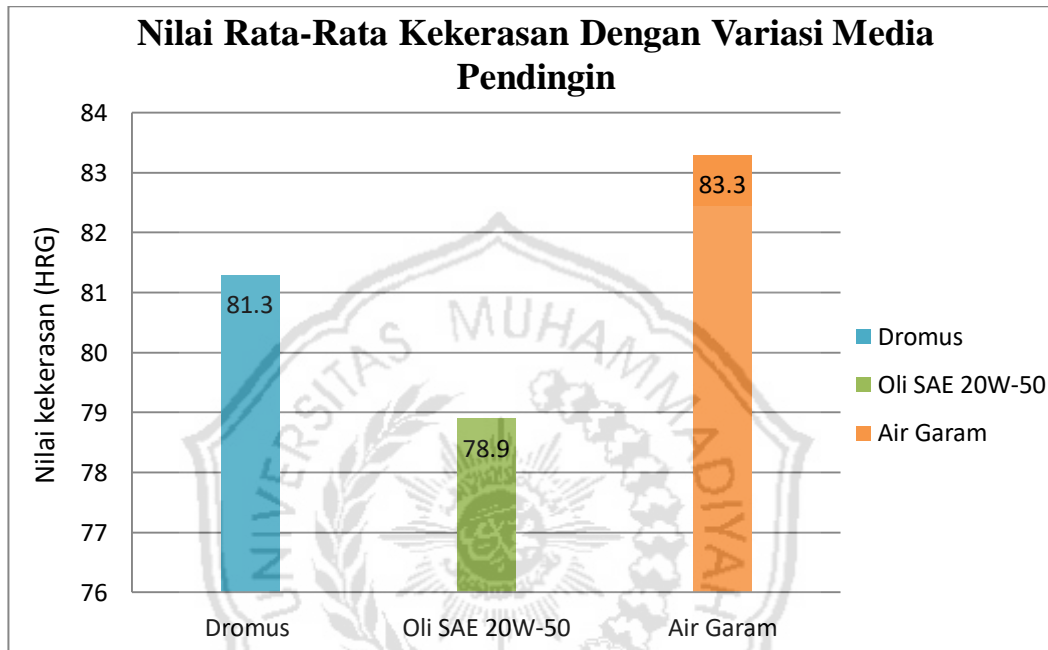
Dari hasil rata-rata tabel 4.5 menunjukkan hasil dari proses *heat treatment* baja ST 41 menggunakan variasi media pendingin. Dari semua media pendingin hasil rata-rata tertinggi terdapat pada media pendingin air garam dengan nilai kekerasan mencapai 83,3 HRG, sedangkan nilai kekerasan terkecil mencapai 78,9 HRG yang menggunakan media pendingin SAE 20W-50. Media pendingin air garam mendapatkan nilai kekerasan lebih tinggi karena garam dapur merupakan senyawa yang tersusun dari asam kuat HCl dan basa kuat NaOH. Apabila unsur ini direaksikan, maka akan terbentuk NaCl dan H₂O. Hasil dari bahan tadi bisa disatukan akan membentuk suatu larutan yang disebut larutan garam.

Apabila NaCl dilarutkan dalam air, maka ikatan ion positif dan negatif terputus dan ion-ion tersebut berinteraksi dengan molekul air. Ion-ion ini dikelilingi oleh molekul air dan peristiwa ini disebut hidrasi. Ion-ion Na⁺ dan Cl⁻ yang dikelilingi oleh molekul air ditulis Na⁺_(aq) dan Cl⁻_(aq). Penguraian senyawa elektrolit ini dalam air dinyatakan dengan persamaan reaksi yang disebut reaksi ionisasi. Kristal NaCl yang dilarutkan dalam air dapat dituliskan dengan persamaan reaksi ionisasi sebagai berikut:



Sehingga apabila baja (Fe₃C) dicelupkan dalam medium pendingin larutan air garam akan terjadi pendinginan yang cepat karena apabila airnya telah

menguap akan terjadi selubung uap air tetapi ada bintik-bintik ion $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ pada seluruh permukaan benda kerja, maka selubung uap air tersebut diceraikan oleh bintik-bintik ion Na^+ dan ion Cl^- . Keadaan yang demikian itu berlangsung terus menerus dan mengakibatkan pendinginan tidak terhambat, sehingga benda kerja akan cepat dingin dan hasil kekerasan akan tinggi. (Rizal, M. Taufan 2005).



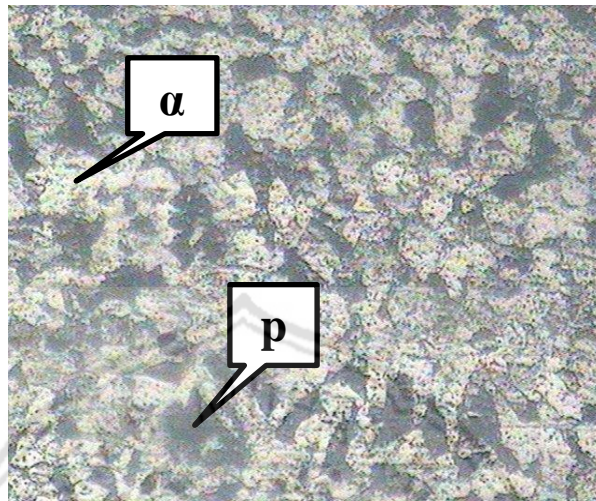
Gambar 4.4 Grafik nilai rata-rata dengan variasi media pendingin

1.3 Hasil Uji Struktur mikro

Hasil pengujian struktur mikro baja ST 41 setelah proses *heat treatment* dengan variasi media pendingin ini menggunakan pembesaran foto yang diperoleh dari lensa objektif dan okuler. Lensa objektif yang digunakan 20x sedangkan lensa okuler 10x, sehingga pembesaran yang digunakan bisa mencapai 200x. Sebelum melakukan pengujian struktur mikro ini dilakukan proses etsa agar struktur baja yang akan diuji akan nampak terlihat. Untuk proses etsa ini menggunakan campuran cairan ethanol 98 ml dan HNO_3 2 ml kemudian dicelupkan pada cairan tersebut selama 50 detik.

1.3.1 Uji Struktur Mikro Spesimen Raw Material

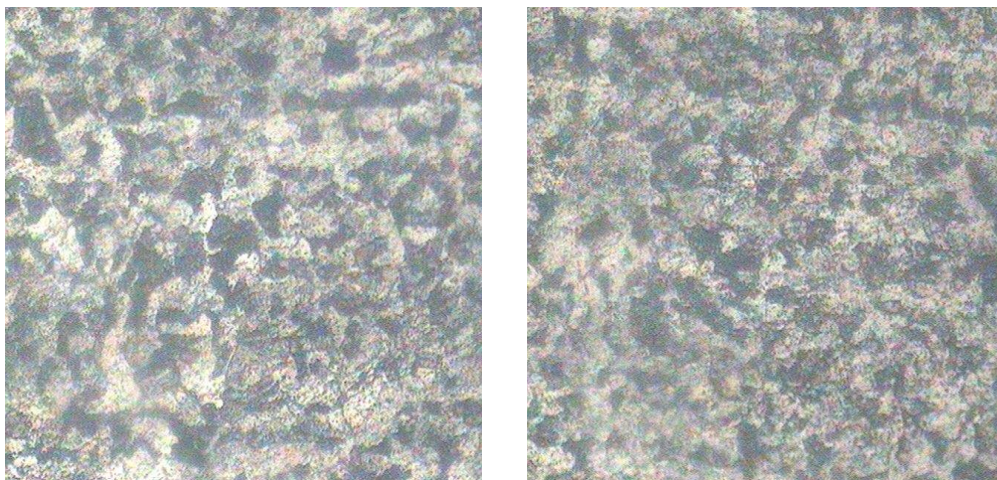
Pengujian raw material untuk membandingkan antara spesimen yang belum di proses heat treatment dengan spesimen yang sudah diproses untuk mengetahui bentuk visual dari mikro tersebut.

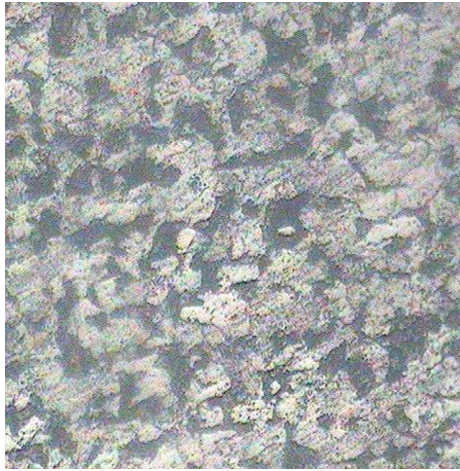


Gambar 4.5 Struktur mikro raw material

Pada gambar 4.5 dapat dilihat hasil pengujian raw material yang menggunakan alat uji struktur mikro pembesaran 200x. Struktur baja ST 41 termasuk baja karbon rendah sehingga struktur mikronya didominasi oleh ferit (α) yang berwarna terang bersifat lunak dan ulet sedangkan perlite (p) hanya sekitar 30%. Ini dikarenakan semakin banyak kadar besi dan semakin sedikit kadar karbon maka ferit akan semakin nampak.

1.3.2 Uji Struktur Mikro Spesimen Media Pendingin Dromus





(c)

Gambar 4.6 (a) Struktur mikro spesimen dengan media pendingin dromus, (b) media pendingin oli SAE 20W-50, (c) media pendingin air garam

Hasil dari uji struktur mikro baja ST 41 setelah di heat treatment selama 15 menit dengan suhu pemansan 750°C yang telah melebihi suhu temperatur kritis sehingga membentuk struktur perlit. Struktur perlit ini muncul diakibatkan dari pertumbuhan sementit lalu diikuti pertumbuhan ferit pada suhu 727°C kemudian di *quenching* atau didinginkan secara mendadak sehingga berubah menjadi perlit. Sifat mekanis dari perlit sendiri yaitu keras, ulet dan kuat sehingga mampu mengubah sifat sebuah material ketika melalui proses *heat treatment*.

Dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwa hasil uji struktur mikro yang menggunakan media pendingin air garam yang memiliki nilai kekerasan tertinggi nampak struktur perlit baru dan lebih besar dibandingkan dengan media pendingin yang lainnya. Sedangkan media pendingin oli SAE 20W-50 struktur mikronya lebih menyebar dan nampak kecil-kecil, itu disebabkan karena laju pendinginan yang lambat.

BAB V

PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Hasil kesimpulan dari proses *heat treatment* suhu 750°C menggunakan media pendingin dromus, oli SAE 20W-50, dan air garam dengan *holding time* selama 15 menit yang menggunakan pengujian kekerasan rockwell dan struktur mikro adalah sebagai berikut:

1. Dari data uji kekerasan nampak adanya perubahan sifat mekanis dari baja ST 41 setelah di *heat treatment* sehingga kekerasan material bertambah. Terdapat adanya perbedaan antara raw material baja ST 41 dengan nilai kekerasan 74,4 HRG dibandingkan baja yang sudah di *heat treatment*, terutama material yang di *quenching* menggunakan air garam mendapatkan nilai kekerasan tertinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya. Nilai kekerasan tertinggi mencapai 84,3 HRG dengan nilai rata-rata mencapai 83,3 HRG, sedangkan media pendingin oli SAE 20W-50 mendapatkan nilai terendah dengan nilai 78,6 HRG dengan nilai rata-rata mencapai 78,9 HRG. Ini diakibatkan karena laju pendinginan yang lebih cepat atau lambat akan mempengaruhi kekerasan baja tersebut.
2. Dari uji struktur mikro dapat dilihat perbedaan antara raw material dan material yang sudah di *heat treatment*. Setelah dilakukan uji struktur mikro dengan pembesaran 200x dapat dilihat bahwa raw material lebih dominan nampak ferit dari pada perlit. Sedangkan material yang telah di *heat treatment* lalu di *quenching* nampak perbedaannya. Terutama pada material yang menggunakan media pendingin air garam nampak pertumbuhan perlit setelah melebihi suhu 727°C.

1.2 Saran

Penelitian ini hanya memfokuskan pada proses *heat treatment* dengan variasi media pendingin lalu dilakukan uji kekerasan dan uji struktur mikro. Oleh

karena itu penulis memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Saat memasukkan benda kerja ke dalam *furnace* atau tungku pemanas, usahakan agar menyesuaikan suhu terlebih dahulu antara suhu material dengan suhu *furnace*. Beri senggang waktu agar material menyesuaikan dengan suhu *furnace*.
2. Pada saat pendinginan usahakan untuk menyediakan wadah untuk media pendingin yang berbeda untuk bertujuan mendapatkan sifat material yang maksimal saat pengujian.
3. Saat proses *quenching* usahakan material dicelupkan bersamaan untuk bertujuan mendapatkan kesetaraan sifat material tersebut.
4. Sebelum uji kekerasan perlu diperhatikan saat proses pengampelasan karena akan mempengaruhi dari hasil pengujian tersebut.
5. Untuk uji struktur mikro perlu diperhatikan saat proses penghalusan agar mengurutkan kertas amplas yang digunakan, dari mulai yang kasar sampai yang paling halus. Sehingga permukaan yang akan diuji akan nampak jelas pada lensa okuler. Serta perlu di perhatikan pula saat proses pengetsaan, seperti lama proses pengetsaan dan perbandingan kandungan yang akan dicampur antara ethanol dan HNO₃.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari. 1999. Ilmu Bahan. Jakarta: Bumi Angkasa
- Anrinal, 2013. Metalurgi Fisik. Yogyakarta: Andi Offset
- ASM Handbook. 1991. *Heat Treating*. ASM Handbook Committee. Volume 4. Page 17.
- Budinski, G., dan Budinski., K., 1999, Engineering Materials-properties and selection, 6th edition, Prentice Hall International, Inc., New Jersey, USA.
- Callister, Wiliam D. 2007. *Material Science and Engineering 7th*. John Wiley & Sons, Inc. Kanada.
- Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, The Testing and Inspection of Engineering Materias, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Dieter, G., terjemahan oleh Sriati Djaprie, 1987, Metalurgi Mekanik, Jilid 1, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Nofri, M., Taryana, A., Studi, P., Mesin, T., & Selatan, J. (2017). *Analisis sifat mekanik baja skd 61 dengan baja st 41 dilakukan hardening dengan variasi temperatur*. 13, 189–199.
- Rizal, A., Samantha, Y., & Rachmat, A. (2016). Pembuatan tungku pemanas (muffle furnace) kapasitas 1200 0 c. *Jurnal J-Ensatec*, 02(02), 13–16.
- Rizal, M. Taufan (2005). *Pengaruh kadar garam dapur (NaCl) dalam media pendingin terhadap tingkat kekerasan pada proses pengerasan baja V-155*.
- Shaifudin, A., Istiasih, H., & Mufarrih, A. (2018). *Optimalisasi difusi karbon dengan metode pack carburizing pada baja ST 42*. 1(1), 27–34.
- Suratman, Rochim, Panduan Proses Perlakuan Panas, Lembaga Penelitian ITB, Bandung, 1994

Surdia, T., dan Saito, S., 1995, Pengetahuan Bahan Teknik, cetakan ke-4, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.

Teknik Pengelasan PPNS (2015). *Perlakuan Panas (Heat Treatment)*. Diakses 4 April 2019, dari <http://hima-tl.ppns.ac.id/perlakuan-panas-heat-treatment/>

Teknik Pengelasan PPNS (2015). *Proses Hardening pada Baja Carbon Tinggi*. Diakses 10 April 2019, dari <http://hima-tl.ppns.ac.id/proses-hardening-pada-baja-carbon-tinggi/>

Teknik Pengelasan PPNS (2015). *Tes Metalografi*. Diakses 10 April 2019, dari <http://hima-tl.ppns.ac.id/tes-metalografi/>

Yogantoro A. 2010. Tugas Akhir: *Penelitian Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Low Tempering, Medium Tempering dan High Tempering pada Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketangguhan*. UMS. Surabaya.

