

**EFEK *QUENCHING* DENGAN MEDIA PENDINGIN  
YANG BERBEDA TERHADAP NILAI KEKERASAN PISAU BERBAHAN  
BAJA SUP 9**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana  
Pendidikan Pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**Oleh:**

**MEIRIZA 'ASYARA  
NIM. 17067135**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI**

**EFEK *QUENCHING* DENGAN MEDIA PENDINGIN  
YANG BERBEDA TERHADAP NILAI KEKERASAN PISAU BERBAHAN  
BAJA SUP 9**

**Nama** : Meiriza 'Asyara  
**NIM/BP** : 17067135/2017  
**Jurusan** : Teknik Mesin  
**Program Studi** : Pendidikan Teknik Mesin  
**Fakultas** : Teknik

Padang, 13 Agustus 2019

Disetujui oleh:  
Dosen Pembimbing



Andril Arafat, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIDN. 0004087708

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin FT-UNP



Dr.Ir. Arwizet K, S.T., M.T.  
NIP. 19690920 199802 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

**Judul** : **Efek *Quenching* dengan Media Pendingin yang Berbeda terhadap Nilai Kekerasan Pisau Berbahan Baja SUP 9.**  
**Nama** : Meiriza 'Asyara  
**NIM/BP** : 1706135/2017  
**Program Studi** : Pendidikan Teknik Mesin  
**Jurusan** : Teknik Mesin  
**Fakultas** : Teknik

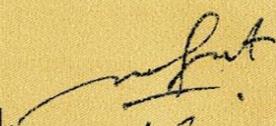
Padang, 13 Agustus 2019

Tim Penguji

Nama Dosen Penguji

Tanda Tangan

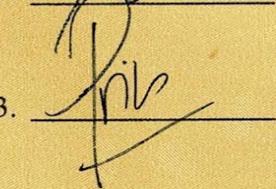
1. Ketua : Andril Arafat, S.T.,M.Eng., Ph.D.

1. 

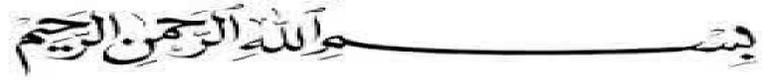
2. Anggota : Drs. Purwantono, M.Pd.

2. 

3. Anggota : Primawati, S.Si., M.Si.

3. 

## HALAMAN PERSEMBAHAN



*Bukankah telah kami lapangkan dadamu dan kami hilangkan beban yang memberati punggungmu dan kami tinggikan namamu sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila kamu telah selesai dengan suatu urusan kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain dan hanya kepada Allah hendaknya kamu berharap*

*(Qs : 94 Al-Insyirah : 1-8)*

*Aku bersyukur kepada Allah SWT, salawat dan salam bagi Nabi Muhammad SAW*

*Hidup adalah sebuah proses dan perjalanan panjang*

*Masalah menjadikan hidup bewarna*

*masalah adalah proses pendewasaan*

*dise tiap yang bemula pastikan berakhir*

*Begitulah waktuku*

*Tak terasa waktu telah berlalu, perjuangan ini membuatku sadar bahwa masalah adalah proses pendewasaan yang harus dilewati dengan penuh rasa syukur.*

*Alhamdulillah*

*kesedihan membuatku kuat, permasalahan membuatku dewasa, kegagalan membuatku bijak dan kesusahan membuatku tahu apa itu arti kehidupan*

*Ditengah perjuangan yang melelahkan, kugantungkan asa yang menenangkan jiwa*

*Membayangi setiap langkahku, wujud dari balsem dan kasih sayang mereka yang mencintaiku*

*Terima kasih yang teramat besar ku ucapkan pada Orang Tua ku. Karena mereka lah aku bisa sampai ke titik akhir perjuangan ku dalam menyelesaikan studi ku di jenjang Sarjana Pendidikan.*

*Kini ku persembahkan seenggok kemenangan ini guna membuat mereka bangga, bahwa anak mu telah bisa menyelesaikan perkuliahan nya. Dan sebagai bukti bahwa kalian adalah Orang Tua yang hebat.*

*Persembahkan sederhana untuk orang yang sangat berjasa dan kusayangi*

*Ayahanda Erizal dan Ibunda Usniati*

*Telah banyak pengorbanan dan do'a dalam setiap hari-hari mu. Guna mengantarkan anak mu menjadi orang yang sukses dan menjadi anak yang bisa kalian banggakan. Semoga ini bisa menjadi motivasi bagi diriku sendiri agar bisa lebih berbakti dan membahagiakan kalian. Mohon maaf jika selama ini anak mu seringkali membuat hati mu bersedih. Ku yakin suatu saat nanti kan ku buat kalian bangga dengan anak mu ini*

*Terimakasih Ayah. Terimakasih Ibu*

*Pengorbanan dan keringat mereka takkan mampu ku balas, tapi ku berharap dengan karya sederhana ini bisa membuat mereka tersenyum "lihatlah ini anakmu"*

*Terimakasih buat dosen-dosen tercinta, buk primawarti sebagai dosen P.A, terkadang menjadi tempat curhat. (Alm) Bapak syahrul sebagai dosen pembimbing pertama, selalu membimbing sampai akhirnya hayatnya. (alm) pak zonny Amanda putra, selalu support apapun itu. Terimakasih juga buat dosen pembimbing bayangan, pak budi and the gengs. Tak banyak kata terucap untuk terimakasih telah membantu selama skripsi. Yang terakhir buat dosen pembimbing lanjutan, bapak andril Arafat yang mau menjadi pembimbing yang sabar. Maaf banyak merepotkan selama pembuatan skripsi.*

*Buat orang terdekat khusus anak kos melati 15,  
teman seperjuangan dari D3 sampai transfer S1 (Rizka), vidya. Untuk anak  
teknik mesin dari segala Bp, Bp tuo dan Bp mudo. Terkhusus Bp 2015 Rheda,  
ami, hangga, kitiang, meri, dinda, yola ndut, iyang, mella dan yang lain tak  
dapat disebutkan terimakasih bisa menjadi teman, adik selama ini.*

*Terimakasih untuk dopen dan uni tutut aspuji, tempat mengadu saat  
printer rusak, tempat ternyaman bikin skripsi dan selalu ada.*

*Teristimewa, yang selalu ada. Selalu setia menemani dikala senang maupun  
susah. Haviz Indra, terimakasih atas waktunya sayang, motivasinya juga.  
Terimakasih atas segalanya.*

*Ya Allah berikanlah balasan yang setimpal kepada orang-orang yang  
menyayangiku, tuntunlah diriku di jalan yang benar dan masa depan yang  
engakau ridhoi.*

*Apa yang kamu pikirkan terkadang tidak sama dengan yang terjadi*

*Apa yang terlihat kadang tidak seperti yang dilihat*

*Jalani hidup dengan penuh syukur.*

*Meiriza 'Asyara*

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang tertulis di terbitkan orang lain kecuali acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 8 Agustus 2019

Yang menyatakan,



Meiriza 'Asyara

## ABSTRAK

**Meiriza ‘Asyara :**Efek *Quenching* dengan Media Pendingin yang Berbeda terhadap Nilai Kekerasan Pisau Berbahan Baja SUP 9

*Quenching* merupakan salah satu proses perlakuan panas (*heat treatment*) pada logam dengan cara memanaskannya pada suhu tertentu kemudian di celupkan kedalam media cair. Proses *quenching* ini merupakan proses pendinginan logam secara cepat dengan mencelupkan logam panas ke media pendingin seperti air, oli, air es dan air laut. Tujuan *quenching* ini adalah untuk memperoleh logam yang keras, ulet, meningkatkan mampu mesin logam dan juga untuk menghilangkan tegangan sisa.

Salah satu industri pandai besi di daerah Purus, kota Padang, Sumatera Barat memproduksi pisau dengan melakukan proses *quenching* dengan media air biasa. Namun penggunaan media air saja ternyata mengakibatkan beberapa produk pisau mengalami masalah seperti mudah retak dan getas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa efek *quenching* dengan media pendingin yang berbeda terhadap kekerasan pisau berbahan JIS SUP 9 hasil Pandai Besi Purus tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Bahan pisau yang digunakan adalah berbahan baja per daun mobil atau JIS SUP 9 yang diberikan pemanasan dengan temperatur 800°C dan *holding time* 30 menit. Kemudian dilakukan *quenching* dengan media pendingin air es, air laut dan oli. Pengujian kekerasan dengan menggunakan mesin uji kekerasan *microvickers*.

Dari hasil analisa data bahwa pisau yang di *quenching* dengan air es memiliki rata-rata kekerasan 698,9 VHN, sedangkan airlaut memiliki kekerasan 831,0 VHN dan oli memiliki rata-rata kekerasan 459,8 VHN serta spesimen kontrol dengan kekerasan 377,7 VHN. Jadi *quenching* dengan oli memiliki viskositas yang tinggi dan densitas yang rendah dari pendingin air es dan air laut mengakibatkan proses laju pendinginannya lambat sehingga oli pendinginan yang baik.

**Kata kunci:** *Heat treatment*, *quenching*, media pendingin, kekerasan

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul **“EFEK *QUENCHING* DENGAN MEDIA PENDINGIN YANG BERBEDA TERHADAP NILAI KEKERASAN PISAU BERBAHAN BAJA SUP 9”**. Shalawat beserta salam semoga selalu dilimpahkan Allah Subhanahu wa Ta'ala kepada junjungan Umat Islam sedunia yakni Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan cahaya ilmu pengetahuan, aqidah yang baik dan berakhlak mulia.

Dalam penulisan penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan perhatian dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Andril Arafat, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, saran-saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd. selaku Dosen Peninjau I.
3. Ibu Primawati, S.Si.,M.Si. selaku Dosen Peninjau II dan sekaligus Penasehat Akademik.
4. Bapak Dr. Ir. Arwizet K, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

5. Bapak Drs. Syahrul, M.Si. (alm) selaku Dosen Pembimbing Pertama.
6. Bapak dan Ibu Dosen beserta Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Kedua orang tua yang selalu mendorong dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala memberikan balasan yang setimpal kepada semua yang telah membantu Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terakhir penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua. Amin ya Rabbal 'Alamin.

Padang, Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. Pisau .....	5
1. Defenisi Pisau.....	5
2. Jenis Pisau .....	5
3. Kriteria Pisau .....	7
B. Baja.....	8
1. Baja Karbon.....	9
2. Baja Paduan .....	11
C. Baja Pegas ( <i>Spring Steel</i> ) .....	12
D. Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Baja.....	14
E. <i>Heat Treatment</i> .....	16
1. <i>Annealing</i> .....	17

2. <i>Normalizing</i> .....	18
3. <i>Tempering</i> .....	20
4. <i>Quenching</i> .....	21
F. Sifat Mekanik.....	22
1. <i>Brinell</i> .....	23
2. <i>Rockwell</i> .....	24
3. <i>Vickers</i> .....	26
G. Media Pendingin .....	27
H. Penelitian Relevan.....	31
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
A. Jenis Penelitian.....	35
B. Objek Penelitian .....	36
C. Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	36
D. Jenis dan Sumber Data .....	37
E. Alat dan Bahan.....	37
F. Metode Pelaksanaan.....	39
G. Instrumen Pengumpulan Data .....	43
H. Prosedur Penelitian.....	45
I. Teknik Analisis Data.....	46
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
A. Hasil .....	47
1. Spesimen Uji .....	47
2. Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	48
B. Perhitungan.....	52
C. Pembahasan.....	53
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>58</b>
A. Kesimpulan.....	58
B. Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pisau.....	5
2. Pisau Dapur.....	6
3. Pisau Daging.....	6
4. Pisau Lipat.....	6
5. Pisau Militer.....	7
6. Pisau Cukur.....	7
7. Pegas Daun.....	13
8. Perlakuan Panas.....	16
9. Suhu Pemanasan Proses Perlakuan Panas.....	18
10. <i>Iron Carbon Phase Diagram</i> .....	18
11. Teknik Pengujian Kekerasan.....	23
12. Teknik Pengujian <i>Brinell</i> .....	24
13. Teknik Pengujian <i>Rockwell</i> .....	25
14. Teknik Pengujian <i>Vickers</i> .....	27
15. Air.....	28
16. Oli.....	28
17. Air Laut.....	29
18. Mekanisme Pendinginan Dalam <i>Quenching</i> .....	30
19. Tahapan Selama Proses Pencelupan.....	30
20. Bentuk Spesimen Pisau.....	36
21. Baja Per Daun.....	38
22. Media Pendingin.....	39
23. Proses Pemanasan.....	40
24. <i>Microvickers</i> .....	41
25. Jejak Tekan <i>Microvickers</i> .....	42
26. Prosedur Penelitian.....	45

27. Spesimen Uji Setelah Proses <i>Quenching</i> .....	47
28. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Spesimen Air Es .....	49
29. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Spesimen Air Laut .....	50
30. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Spesimen Oli.....	50
31. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Semua Spesimen .....	51
32. Jejak Tekan Menggunakan <i>Mickrovickers</i> dengan Media Air Laut, Air Es dan Oli.....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kasifikasi Baja Karbon .....	11
2. Spesifikasi Pegas Daun .....	38
3. Model <i>Microvickers</i> .....	41
4. Pengujian Tingkat Kekerasan Pisau.....	44
5. Parameter Dalam Pengujian.....	44
6. Data Kekerasan Metode <i>Microvickers</i> .....	48
7. Data Media Pendinginan Air Es.....	49
8. Data Media Pendinginan Air Laut .....	49
9. Data Media Pendinginan Oli.....	50
10. Data Semua Media Pendinginan .....	51

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Pada era sekarang ini banyak pembuatan pisau dapur secara cepat dan tepat menggunakan mesin yang sudah canggih. Teristimewa, industri – industri besar yang memproduksi jumlah banyak. Untuk meningkatkan mutu produk pisau yang dihasilkan dengan cara memperbaiki sifat-sifat fisik dan mekanik dari bahan pisau tersebut serta proses *heat treatment* yang tepat pada logam bermanfaat untuk memperbaiki sifat-sifat dari pisau dapur.

Selain industri-industri besar yang sudah menggunakan alat secara modern, ada juga industri rumahan yang membuat pisau dapur dengan alat yang sederhana. Pada setiap daerah juga mempunyai tempat pembuatan pisau sederhana atau rumahan, contohnya di provinsi Sumatera Barat pada Kota Padang. Metode yang dilakukan secara pada pandai besi rumahan merupakan metode yang secara turun temurun.

Proses dalam pembuatan pisau industri rumahan menggunakan cara *quenching* dengan pendinginan benda kerja hanya menggunakan air saja, yang mengakibatkan hasilnya murah getas. Kegetasan dan keretakan yang terdapat pada pisau yang dihasilkan karena hanya air sebagai media pendingin setelah dilakukannya proses pemanasan. Padahal tidak hanya air saja untuk media pendingin proses *quenching* pada pisau, banyak variasi media pendingin yang dapat menghasilkan produk unggul sesuai yang diinginkan.

Proses *hardening* adalah proses yang memberikan perlakuan panas terhadap suatu benda dengan temperatur austenisasi untuk menghasilkan suatu benda yang keras yang kemudian di *quenching*. Tujuan dari perlakuan panas memperoleh logam yang keras, ulet, meningkatkan mampu mesin, serta menghilangkan tegangan sisa dengan media pendingin oli, air garam atau air laut dan air es mempunyai kecepatan pendinginan berbeda (Prihanto, 2015).

Pendinginan dengan media air biasanya dilakukan pada bahan baja karbon rendah dan menengah, sedangkan baja karbon tinggi menggunakan media pendingin oli. Perpindahan panas pada pendinginan yang sangat cepat dari fasa austenite yang biasanya pada suhu  $815^{\circ}\text{C}$  -  $870^{\circ}\text{C}$  merupakan proses *quenching*. Media pendingin yang umumnya digunakan dalam proses *quenching* yaitu air, oli, larutan garam dan udara (Bahtiar, 2014). Dilakukan penahanan pada pemanasan (*hold time*) antara 30 menit sampai 1 jam (Rajender Singh, 2006).

Proses *quenching* adalah proses pendinginan secara cepat dengan pencelupan pada baja yang telah dilakukan proses pemanasan dengan media pendingin oli, air es dan air laut (Erizal, 2017). Meningkatkan kekerasan pada logam adalah tujuan utama pada *quenching* sedangkan pengaturan laju pendinginan pada logam adalah factor utama pada proses *quenching* (Yunaidi, 2016). Faktor-faktor penting dalam proses *quenching* antara lain, disain peralatan, media pendingin, konsentrasi pendingin, temperatur bak, dan laju gerakan pendinginan (Yunaidi, 2016).

Dari faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi sifat akhir dari proses bahan logam tersebut oleh karena itu harus diatur pada proses pelaksanaan *quenching* berlangsung. Oleh karena itu, memilih dalam media pendingin serta melakukan tahapan proses yang dilakukan akan meminimalisirkan berbagai tegangan yang timbul yang dapat mengurangi retak dan distorsi, serta menyediakan laju pendinginan saat bersamaan agar mendapatkan hasil kekerasan yaitu sifat akhir *quenching* (Chaves, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa efek *quenching* dengan media pendingin yang berbeda terhadap nilai kekerasan pisau berbahan baja JIS SUP 9, agar mendapatkan pisau yang tidak getas dan kekerasan yang cukup.

## **B. Identifikasi Masalah**

Bertitik tolak pada latar belakang di atas, terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Media pendingin yang dilakukan oleh industri rumahan hanya menggunakan air.
2. Masih rendahnya kualitas pisau hasil *quenching* yang dihasilkan sehingga menghasilkan kegetasan dan keretakan.

## **C. Batasan Masalah**

Untuk lebih terarahnya penelitian ini maka permasalahan akan dibatasi pada efek *quenching* dengan media pendingin air es, air laut dan oli terhadap nilai kekerasan pisau berbahan baja JIS SUP 9.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah di atas, masalah dalam penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana efek *quenching* dengan media pendingin yang berbeda terhadap nilai kekerasan pisau berbahan JIS SUP 9?
2. Apa pengaruh media pendingin yang di pakai dalam nilai kekerasan pada pisau berbahan JIS SUP 9 hasil proses *quenching*?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Menganalisa kekerasan pada pisau berbahan JIS SUP 9 proses *quenching* dengan media pendingin yang berbeda.
2. Menganalisa efek *quenching* dengan media pendingin yang digunakan terhadap tingkat kekerasan yang di capai dan kualitas pisau.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan masukan untuk Pandai Besi Purus agar menghasilkan produk yang keras dan tidak getas.
2. Sebagai bahan masukan pada proses *quenching* dengan media pendingin yang berbeda.
3. Menambah pengetahuan wawasan dan pengalaman bagi penulis dalam karya ilmiah.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Pisau**

##### **1. Defenisi Pisau**



Gambar 1. Pisau  
(Sumber : Fimela.com)

Pisau merupakan jenis senjata tajam yang berukuran panjang seukuran telapak tangan dengan fungsi mengiris, memotong dan menusuk. Penggunaan pisau telah dilakukan sejak 2,5 juta tahun silam.

##### **2. Jenis Pisau**

Menurut Karju (2018), jenis-jenis pisau saat ini beragam sesuai dengan kebutuhan dan kegunaannya seperti :

- a. Pisau dapur : digunakan untuk memotong dan mengiris sayuran



Gambar 2. Pisau Dapur  
(Sumber : Omkepo.com)

- b. Pisau daging : digunakan untuk mengerat, mengiris, maupun mencacah daging



Gambar 3. Pisau Daging  
(Sumber : Tahupedia.com)

- c. Pisau lipat : digunakan untuk berbagai keperluan sederhana



Gambar 4. Pisau Lipat  
(Sumber : Kaskus.com)

- d. Pisau militer : digunakan untuk perlengkapan militer



Gambar 5. Pisau Militer  
(Sumber : [google.com/pisau-militer](https://www.google.com/pisau-militer))

- e. Pisau cukur : digunakan untuk mencukur rambut halus/ kumis/ cambang dan sebagainya.



Gambar 6. Pisau Cukur  
(Sumber : [google.com/pisau-cukur](https://www.google.com/pisau-cukur))

### 3. Kriteria Pisau

Menurut Gina Garmina 2014, pisau dapur ternyata banyak macamnya. Beda jenis, beda pula fungsinya. Untuk penggunaan di rumah, perlu memiliki beraneka ragam pisau dapur layaknya seorang *chef*.

Kriteria pisau yang baik sebagai berikut :

**a. Tajam**

Pisau yang akan membantu saat memotong sayur, daging, dan buah. Tak hanya mempercepat proses pemotongan, hasil pun biasanya terlihat lebih rapi.

**b. Bobotnya Pas**

Pilih pisau yang beratnya sesuai dengan ukuran tangan dan jari. Dengan berat yang pas, dapat memegangnya dengan nyaman.

**c. Awet**

Cari pisau yang tidak cepat tumpul. Pisau dari merek ternama biasanya lebih awet dan tidak tumpul walaupun telah digunakan lebih dari tiga tahun.

**d. Mudah Dirawat**

Lambat laun, pisau yang dimiliki akan tumpul. Agar tidak repot, pilih pisau yang dapat diasah sendiri dirumah. Pengasah konvensional yang terbuat dari aluminium.

**B. Baja**

Baja merupakan logam paduan dengan komposisi besi (Fe) sebagai unsure dasar dan karbon (C) sebagai paduan unsur utamanya. Kisaran 0,03% sampai 2% berat karbon yang terkandung dalam baja sesuai pada gradenya. Karbon yang terdapat dalam baja mempunyai fungsi sebagai unsure pengerasan kisi kristal atom besi (Jaenal arifin. 2017).

## 1. Baja karbon

Kandungan karbon pada baja karbon lebih kecil 2,0%, sedangkan kandungan karbon pada besi cor lebih dari 2,0%.

### a. Jenis – jenis Baja Karbon (*Carbon Steel*)

Baja karbon digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan banyaknya karbon yang terkandung dalam baja yaitu :

#### 1) Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon antara 0,03% – 0,3% C. setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 0,3 – 3 kg karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil.

Amanto dan Daryanto (2003:33), mengemukakan baja *mild steel* atau baja ringan bukanlah baja yang keras melainkan kandungan karbon yang dimilikinya kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit (Amanto, 1999).

#### 2) Baja Karbon Menengah

Karbon yang terkandung di dalam baja karbon menengah sekitar 0,3% - 0,83% C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon 2 – 8 kg. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin.

Baja karbon menengah biasanya digunakan untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya. Daswarman (2012:51), “Baja karbon sedang memiliki konsentrasi karbon antara 0,3% karbon sampai dengan 0,83% karbon”.

### 3) Baja Karbon Tinggi

Karbon yang terkandung di dalam baja karbon tinggi sekitar 0,8% - 2,0% C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon 8 – 20 kg. Kekuatan yang terdapat pada baja karbon tinggi sangatlah tinggi dan banyak digunakan untuk pembuatan material tools serta sering digunakan dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja.

Berdasarkan banyak kandungan karbon di dalam baja karbon tinggi, sering digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat pekakas seperti palu, gergaji atau pun pahat potong. Baja karbon tinggi biasanya digunakan untuk keperluan industri seperti pembuatan kikir, mata gergaji, dan sebagainya.

Daswarman (2012:52) mengemukakan, “Baja karbon tinggi memiliki karbon antara 0,83% sampai dengan 2,0% karbon, dimana setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 7 – 20 kg”.

Tabel 1. Klasifikasi Baja Karbon

Jenis dan Kelas		Kadar Karbon (%)	Kekuatan Luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan Tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Penggunaan
Baja Karbon rendah	Baja lunak khusus	0,0 – 0,8	18 – 28	32 – 36	40 -30	95 – 100	Pelat Tipis
	Baja sangat lunak	0,008 -0,12	20 – 29	36 - 42	40 – 30	80 – 120	Batang Kawat
	Baja Lunak	0,12- 0,2	22 - 30	38 – 48	36 – 24	100 – 130	
Baja Karbon sedang	Baja setengah lunak	0,2 – 0,3	24 – 36	44 – 55	32 – 22	112 – 145	Konstruksi umum
	Baja setengah keras	0,3 – 0,4	30 – 40	50 – 60	30 – 17	140 – 170	Komponen Mesin
Baja Karbon tinggi	Baja keras	0,4 – 0,5	34 – 46	58 – 70	26 – 14	160 – 200	Perkakas rel, pegas
	Baja sangat keras	0,5 – 0,8	36 – 47	65 - 100	20 - 11	180 – 235	Kawat piano

(Sumber: Harsono Wirsyosumarto, 2008:90)

## 2. Baja Paduan

Baja paduan terdiri dari:

### a. Baja Paduan Rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 8% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

### b. Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya 8% -12% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

c. Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 12% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain - lain (Amanto, 1999)

**C. Baja Pegas (*Spring Steel*)**

Baja pegas sebenarnya tidak mempunyai kekerasan yang tinggi sebagai sifat umum. Sifat umum dari baja pegas adalah modulus elastis dan batas elastis yang tinggi. Oleh karena itu dalam penggunaannya harus disesuaikan dengan sifat-sifat tersebut. Maka baja perlu memiliki batas elastis yang tinggi setelah mengalami proses perlakuan panas. Baja pegas adalah baja karbon yang mengandung 0,5-0,6% karbon atau baja karbon sedang dengan kandungan unsur lain Si, Mn dan Cr sampai 1%, selanjutnya dengan Mo, V sampai 0,25% (Bukhari, 2011).

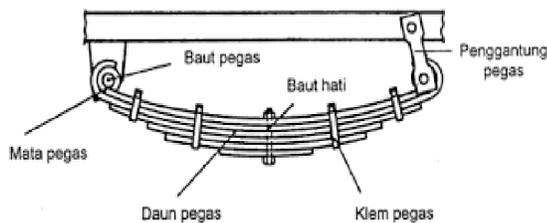
Baja SUP 9 adalah jenis baja yang digunakan khusus untuk membuat pegas daun (*leaf/leafminate spring*), pegas koil (*coil spring*), pegas torsi (*torsion bar spring*) menurut JIS G 4801. Pegas berfungsi sebagai pelunak tumbukan atau kejutan seperti pegas daun pada kendaraan, kondisi pegas daun menerima beban statis atau beban yang dikenakan pelan-pelan (Bukhari, 2011).

Dengan sifat pegas yang elastis, pegas berfungsi untuk menerima getaran atau guncangan roda akibat dari kondisi jalan yang dilalui dengan tujuan agar getaran atau guncangan dari roda tidak menyalur ke bodi atau rangka kendaraan. Biasanya *shock absorber* hanya memiliki seal dan

membutuhkan oli untuk bekerjanya, dan rangka asli dari pegas ialah besi elastis.

Beberapa menurut Dwi Risyandi, 2015 tipe pegas yang digunakan pada sistem suspensi :

1. Pegas ulir (*coil spring*) dikenal juga dengan nama “per keong”, jenis yang digunakan adalah pegas ulir tekan atau pegas ulir untuk menerima beban tekan.
2. Pegas daun (*leaf spring*) umumnya digunakan pada kendaraan berat atau niaga dengan sistem suspensi dependen.
3. Pegas puntir atau dikenal dengan nama pegas batang torsi (*torsion bar spring*) umumnya digunakan pada kendaraan dengan beban tidak terlalu berat.



Gambar 7. Pegas Daun  
(Sumber : Dwi Risyandi, 2015)

Pegas daun adalah komponen yang berfungsi untuk meredam kejutan yang ditimbulkan permukaan jalan. Pegas jenis ini mampu menerima beban yang lebih besar bila dibandingkan dengan pegas lainnya seperti pegas koil dan pegas torsi. Oleh karena itu, pegas daun banyak digunakan pada sistem suspensi belakang pada kendaraan. Kerjanya: bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan maka diteruskan ke rumah poros

belakang yang mengakibatkan pegas daun terjadi pemanjangan atau pegas berubah bentuk dari elips mendekati lurus (pemegasan pegas daun yang konstruksinya dilengkapi dengan ayunan pegas).

Untuk pengujian ini, penguji memilih pegas daun sebagai bahan pembuatan pisau karena mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, kekuatan elastis yang baik dan ketahanan terhadap korosi yang lebih baik dari pada baja karbon lainnya.

#### **D. Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Baja**

Menurut Arif Hidayat, 2014 ada pengaruh unsur paduan terhadap baja:

1. Carbon (C)
  - a. Meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik baja
  - b. Menurunkan kekuatan impak dan keuletan
2. Mangan (Mn)
  - a. Meningkatkan kekuatan dan kekerasan
  - b. Meningkatkan mampu keras baja
  - c. Meningkatkan ketahanan terhadap abrasi
  - d. Memperbaiki kualitas permukaan karena Mn dapat mengikat S
3. Silicon (Si)
  - a. Menaikkan kekerasan dan elastisitas
  - b. Menurunkan kekuatan tarik dan keuletan
  - c. Si dan Mn unsur yang selalu ada pada baja.

#### 4. Chrom (Cr)

- a. Membentuk karbida khrom – keras & kuat
- b. Meningkatkan ketahanan korosi
- c. Meningkatkan mampu keras, kekuatan tarik, ketangguhan, dan ketahanan abrasi

#### 5. Nikel (Ni)

- a. Meningkatkan kekuatan dan ketangguhan
- b. Menurunkan temperatur eutektoid baja bahkan sampai ke temperatur yang efektif untuk proses quench
- c. Memperbaiki ketahanan korosi
- d. Tidak membentuk karbida dan tidak berpengaruh terhadap kekerasan

#### 6. Molybdenum (Mo)

- a. Meningkatkan mampu keras
- b. Meningkatkan ketangguhan dan ketahanan mulur
- c. Meningkatkan ketahanan baja pada temperatur tinggi
- d. Menurunkan kerentanan terhadap temper *embrittlement* pada baja

#### 7. Wolfram

- a. Membentuk karbida kompleks ( $M_23C_6$ ,  $M_7C_3$ );  $M = (Fe, Cr, W, Mo, V)$
- b. Meningkatkan kekerasan, ketahanan abrasi, ketahanan panas, kekuatan meskipun pada temperatur tinggi.

8. Vanadium (V)
  - a. Pembentuk karbida kuat & stabil
  - b. Dengan penambahan 0,04-0,05% V mampu keras karbon medium naik
  - c. Pada baja perkakas, V menaikkan kekuatan tarik dan batas mulur.

### ***E. Heat Treatment***



Gambar 8. Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)  
(Sumber : [www.bannermetalsgroup.com/heat\\_treatment](http://www.bannermetalsgroup.com/heat_treatment))

*Heat treatment* (perlakuan panas) adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut. (B.H Amstead, 1993). *Heat Treatment* (perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada *elektrik furnace* (tungku pemanasan) pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti air es, air garam dan oli yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda.

Perlakuan panas merupakan proses pemanasan atau pendinginan sebuah logam atau logam paduan untuk mengubah sifat mekanik yang diinginkan dari

baja tersebut. Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan kemampuan potong meningkat atau dapat dilunakkan untuk dapat mempermudah proses pemesinan lanjut. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, ukuran butiran dapat diperbesar atau diperkecil. Selain ketangguhan ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras disekeliling inti yang ulet. Untuk memungkinkan perlakuan panas tepat, komposisi kimi baja harus diketahui karena perubahan komposisi kimia, khususnya karbon dapat meningkatkan perubahan sifat-sifat fisis (Anrinal, 2013).

Menurut Erizal, 2011 proses perlakuan panas atau *heat treatment* merupakan kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan pada kecepatan tertentu terhadap logam dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Proses yang dilakukan terdiri dari tahapan memanaskan sampai temperatur tertentu selama beberapa waktu dan menahan selama beberapa saat, kemudian pendinginan cepat. Kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan.

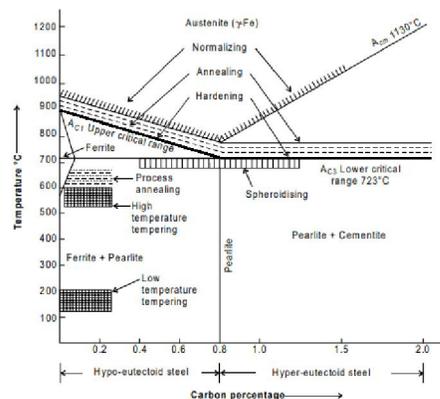
Dari penjelasan di atas maka dapat didefinisikan perlakuan panas adalah proses pemanasan atau pendinginan sebuah logam paduan untuk mengubah sifat mekaniknya dalam keadaan padat. Berikut ini adalah beberapa jenis perlakuan panas (*heat treatment*) pada baja yaitu:

### **1. *Anealing* (Pelunakan)**

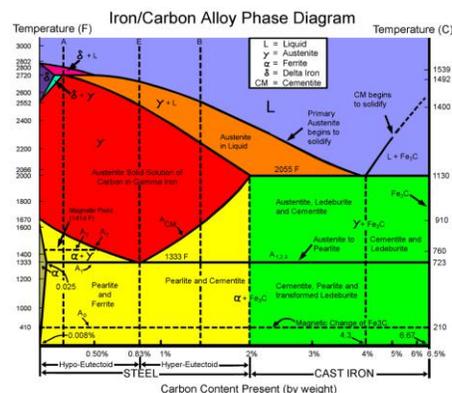
Proses pemanasan material sampai temperature *autenite* lalu ditahan beberapa waktu kemudian pendinginannya dilakukan perlahan-

lahan di dalam tungku disebut proses *annealing* (Zamrey, 2011). Selain untuk tujuan pengerasan perlakuan panas dapat dilakukan untuk pelunakan. Hal ini diperlakukan untuk perlakuan baja-baja keras, sehingga dapat dikerjakan dengan mesin. Disamping itu juga pelunakan dilakukan untuk meningkatkan keuletan dan mengurangi tegangan dalam yang menyebabkan material berperilaku getas (Anrinal, 2013).

Temperatur yang digunakan untuk proses *annealing* sekitar  $900^{\circ}\text{C}$  -  $950^{\circ}\text{C}$  (lihat Diagram Proses Perlakuan Panas).



Gambar 9. Suhu Pemanasan untuk Berbagai Proses Perlakuan Panas (Sumber : Rajender Singh, 2006)



Gambar 10. Iron Carbon Phase Diagram (Sumber : Budi Syahri, 2017)

Pelunakan logam bertujuan :

- a) Melunakan bahan untuk bisa dibengkokkan atau dibentuk dalam keadaan dingin.
- b) Supaya bahan dapat dengan mudah dikerjakan dengan mesin.

Pelunakan hampir sama dengan penormalan tapi proses pendinginan lebih lambat. Dengan pendinginan yang lambat akan menghasilkan ukuran butiran lebih besar dan lebih lunak dibandingkan dengan bahan yang telah dinormalkan.

Langkah kerja pelunakan :

- a) Panaskan bahan sampai diatas temperatur kritis.
- b) Biarkan beberapa saat supaya pemanasan merata
- c) Dinginkan dalam dapur secara perlahan

## 2. *Normalizing* (Penormalan)

*Normalizing* adalah proses pelunakan dimana paduan dasar besi di panaskan  $40^{\circ}$  -  $50^{\circ}\text{C}$  di atas batas kritis untuk baja *hypo* dan *hyper eutectoid* dan di tahan selama periode tertentu dan diikuti dengan pendinginan udara sampai suhu kamar (Rajender Singh, 2006). Temperatur untuk *normalizing* adalah  $950^{\circ}\text{C}$  –  $980^{\circ}\text{C}$  (lihat Diagram Perlakuan Panas) Seluruh baja terdiri dan butiran-butiran halus. Bentuk dan ukuran dan butiran-butiran tergantung pada proses pendinginan dan pengerjaan bahan tersebut. Bentuk ukuran dan butiran sering mempengaruhi sifat

bahan logam, maka proses perlakuan panaslah yang mengontrolnya (Zamrey, 2011).

### 3. *Tempering* (Penyepuhan)

*Temper* adalah proses perlakuan panas lanjutan setelah proses pengerasan, bertujuan untuk mengurangi kekerasan yang terlalu tinggi akibat pendinginan yang cepat dan temperatur yang tinggi (karena proses penyepuhan). Suhu yang digunakan untuk *tempering* adalah 220°C – 390°C (perhatikan Diagram Perlakuan Panas).

Menurut Zamrey, 2011 tujuannya proses tempering dibedakan sebagai berikut:

a) *Tempering* pada suhu rendah (150° – 300°C)

*Tempering* ini hanya untuk mengurangi tegangan-tegangan kerut dan kerapuhan dari baja, biasanya untuk alat-alat potong, mata bor dan sebagainya.

b) *Tempering* pada suhu menengah (300° - 550°C)

*Tempering* pada suhu sedang bertujuan untuk menambah keuletan dan kekerasannya sedikit berkurang. Proses ini digunakan pada alat-alat kerja yang mengalami beban berat, misalnya palu, pahat, pegas. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 500°C pada proses *tempering*.

c) *Tempering* pada suhu tinggi ( $550^{\circ}$  -  $650^{\circ}\text{C}$ )

*Tempering* suhu tinggi bertujuan memberikan daya keuletan yang besar dan sekaligus kekerasannya menjadi agak rendah misalnya pada roda gigi, poros batang penggerak dan sebagainya.

#### 4. *Quenching*

Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam baja, dan kekerasan yang terjadi akan tergantung pada temperatur pemanasan (temperatur *austenitising*), *holding time*, laju pendinginan, kondisi permukaan, komposisi kimia, dan berat benda kerja (Mubarok, Fahmi. 2008).

Proses *hardening* yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di atas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat disebut *quenching* (Djafrie, 1983). Proses *quenching* adalah proses pendinginan secara cepat dengan pencelupan pada baja yang telah dilakukan proses pemanasan dengan media pendingin oli, air es dan air laut (Erizal, 2017). Meningkatkan kekerasan pada logam adalah tujuan utama pada *quenching* sedangkan pengaturan laju pendinginan pada logam adalah factor utama pada proses *quenching* (Yunaidi, 2016).

Pada baja karbon rendah atau baja karbon sedang biasanya menggunakan air, sedangkan baja karbon tinggi menggunakan oli. *Quenching* merupakan proses perpindahan panas pendinginan dengan

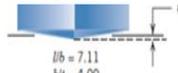
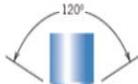
sangat cepat dari fasa austenit pada umumnya suhu antara 815°C - 870°C untuk material baja. Media pendingin yang biasa digunakan untuk proses *quenching* yaitu air oli, larutan garam dan udara. (Bahtiar, 2014). Dilakukan penahanan pada pemanasan (*hold time*) antara 30 menit sampai 1 jam (Rajender Singh, 2006).

Untuk tahap pengujian ini, penguji memilih *quenching* dalam proses pembuatan pisau berbahan baja JIS SUP 9 agar memperoleh dengan tingkat kekerasan tinggi serta diberikan perlakuan panas pada temperatur 800 °C sesuai dengan gambar 9 dan *hold time* selama 30 menit.

#### **F. Sifat Mekanik**

Sifat mekanik adalah satu sifat yang terpenting, karena sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan (seperti komponen yang terbuat dari bahan tersebut) untuk menerima beban atau gaya atau energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan / komponen tersebut. Seringkali bila suatu bahan mempunyai sifat mekanik yang baik tetapi kurang baik pada sifat yang lainnya, maka diambil langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan cara yang diperlukan. Ada beberapa sifat mekanik yang perlu diketahui yaitu, kekuatan (*strenght*), elastisitas (*elasticity*), kekakuan (*stiffness*), plastisitas (*plasticity*), ketangguhan (*toughness*), kelelahan (*fatigue*), dan kekerasan (*hardness*).

Pada penelitian yang saat ini peneliti inginkan yaitu sifat mekanik baja tentang kekerasan (*hardness*). Kekerasan suatu bahan (baja) dapat diketahui dengan pengujian kekerasan memakai mesin uji kekerasan (*hardness tester*) menggunakan tiga metoda atau teknik yang umum dilakukan yaitu metoda *Brinell*, *Rockwell* dan *Vickers* (Callister, 2000 ; Dieter, 1996)

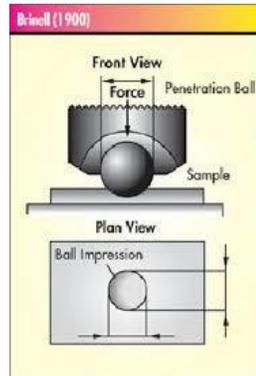
Test	Indenter	Shape of Indentation		Load	Formula for Hardness Number <sup>a</sup>
		Side View	Top View		
Brinell	10-mm sphere of steel or tungsten carbide			P	$HB = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$
Vickers microhardness	Diamond pyramid			P	$HV = 1.854P/d^2$
Knoop microhardness	Diamond pyramid			P	$HK = 14.2P/l^2$
Rockwell and Superficial Rockwell	Diamond cone; $\frac{1}{16}, \frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$ in. diameter steel spheres		  	60 kg 100 kg 150 kg 15 kg 30 kg 45 kg	Rockwell Superficial Rockwell

**Gambar 11.** Teknik Pengujian Kekerasan  
(Sumber : Callister, 2000)

### 1. *Brinell*

Uji *brinell* dilakukan dengan penekanan sebuah bola baja yang terbuat dari baja *chrom* yang telah dikeraskan dengan diameter tertentu, oleh gaya tekan secara statis kedalam permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih. Setelah gaya tekan ditiadakan dan bola baja dikeluarkan dari bekas lekukan, maka diameter paling atas dari lekukan

tadi diukur secara teliti untuk kemudian dipakai untuk penentuan kekerasan logam.



Gambar 12. Teknik Pengujian Kekerasan *Brinell*  
(Sumber: Zonny, 2013)

Nilai kekerasan *brinell* (BHN) dinyatakan sebagai beban  $P$  dibagi luas permukaan lekukan. Rumus yang digunakan yaitu :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D [(D - \sqrt{D^2 - d^2})]}$$

dimana :

BHN = nilai kekerasan *brinell*

$P$  = beban yang diterapkan (kg)

$D$  = diameter bola (mm)

$d$  = diameter lekukan / jejak tekan (mm)

## 2. *Rockwell*

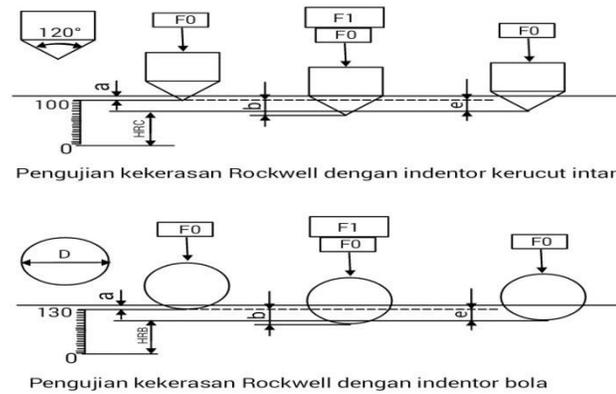
Uji kekerasan *rockwell* ini juga didasarkan kepada penekanan sebuah *indenter* dengan suatu gaya tekan tertentu ke permukaan yang rata dan bersih dari suatu logam yang diuji kekerasannya. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya *minor* maka yang dijadikan dasar perhitungan

nilai kekerasan *rockwell* bukanlah hasil pengukuran diameter ataupun diagonal bekas lekukan tetapi justru “dalamnya bekas lekukan yang terjadi”. Inilah kelainan cara *rockwell* dibandingkan dengan cara pengujian kekerasan lainnya.

Pengujian *rockwell* yang umumnya biasa dipakai ada ke jenis yaitu  $HR_A$ ,  $HR_B$ , dan  $HR_C$ . HR itu sendiri merupakan suatu singkatan dari kekerasan *rockwell* atau *rockwell hardness number* dan kadang-kadang disingkat dengan huruf R saja.

Pengujian kekerasan dengan metode *rockwell* ini diatur berdasarkan standar DIN50103. Tingkat skala kekerasan menurut metode *rockwell* adalah berdasarkan pada jenis *indenter* yang digunakan pada masing-masing skala. Dalam metode *rockwell* ini terdapat dua macam *indenter* yang ukurannya bervariasi, kedua jenis *indenter* itu adalah :

- 1) Kerucut intan dengan besar sudut  $120^0$ , dikenal pula dengan “*Rockwell cone*”.
- 2) Bola baja dengan berbagai ukuran, dikenal pula dengan “*Rockwell*”



Gambar 13. Teknik Pengujian Kekerasan *Rockwell*  
(Sumber : Zonny, 2013)

### 3. *Vickers*

Uji *vickers* ini didasarkan kepada penekanan oleh suatu gaya tekan tertentu oleh sebuah *indenter* berupa *pyramid diamond* terbalik yang memiliki sudut puncak permukaan logam yang diuji kekerasannya, dimana permukaan logam yang diuji ini harus rata dan bersih.

Setelah gaya tekan secara statis ini kemudian ditiadakan dan *pyramid diamond* dikeluarkan dari bekas yang terjadi (permukaan bekas merupakan segi empat karena piramid merupakan piramid sama sisi), maka diagonal segi empat bekas teratas diukur secara teliti untuk kemudian digunakan sebagai kekerasan logam yang diuji.

Nilai kekerasan yang diperoleh sedemikian itu disebut kekerasan *vickers* yang biasa disingkat dengan HV atau HVN (*Vicker Hardness Number*).

Untuk memperoleh nilai kekerasan *vickers* maka hasil penekanan yang diperoleh dimasukkan kedalam rumus:

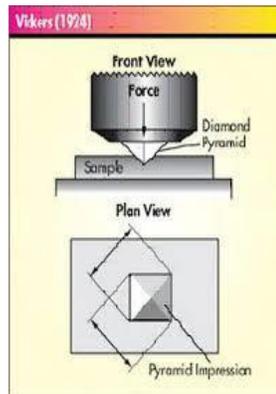
$$HVN = \frac{2P \sin \frac{\theta}{2}}{d^2} = \frac{1,854 P}{d^2}$$

Dengan :

P = beban yang digunakan (kg)

D = panjang diagonal rata-rata (mm)

$\Theta$  = sudut antara permukaan intan yang berhadapan =  $136^\circ$



Gambar 14. Teknik Pengujian Kekerasan *Vickers*  
(Sumber : Zonny, 2013)

Pada penelitian ini, pengujian menggunakan pada teknik pengujian kekerasan *vickers* atau *vickers hardness tester* dengan acuan standar ASTM E 92.

### G. Media Pendingin

Media pendingin merupakan suatu media yang digunakan untuk mendinginkan spesimen uji setelah mengalami proses perlakuan panas. Untuk mendinginkan bahan dikenal berbagai macam bahan untuk memperoleh

pendinginan yang merata maka bahan pendingin tersebut hampir semuanya disirkulasi.

Menurut Budi Syahri, 2017 ada beberapa media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan spesimen uji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Air



Gambar 15. Air  
(Sumber : [www.google.com/air](http://www.google.com/air))

Air adalah media yang sangat banyak digunakan untuk *quenching*, karena biayanya yang murah, dan mudah digunakan serta pendinginan yang cepat. Menurut Budi Syahri, 2017 air khususnya digunakan pada baja karbon menengah yang memerlukan penurunan temperatur dengan cepat dengan tujuan untuk memperoleh kekerasan dan kekuatan yang baik.

### 2. Minyak atau Oli



Gambar 16. Oli  
(Sumber : [www.google.com/oli](http://www.google.com/oli))

Oli sebagai media pendingin yang lebih lunak jika dibandingkan dengan air. Digunakan pada material yang kritis, antara lain material yang mempunyai bagian tipis atau ujung yang tajam (Budi Syahri, 2017).

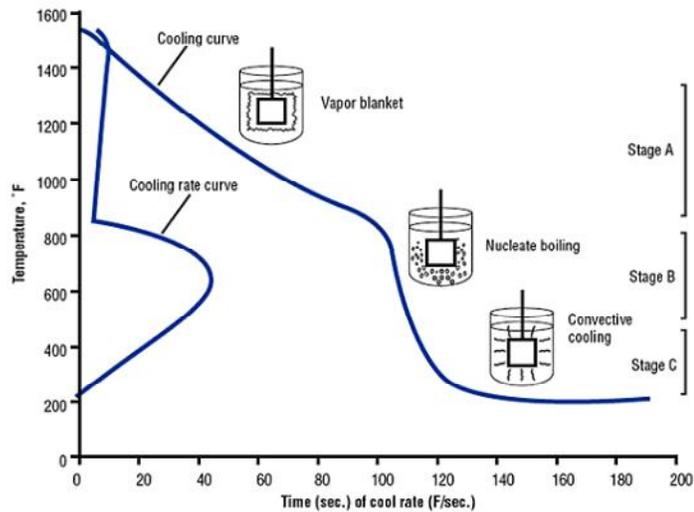
### 3. Air Laut



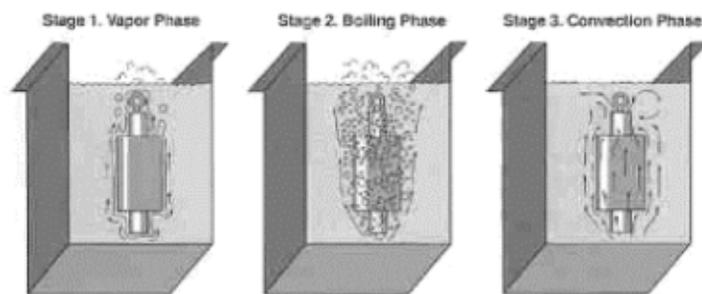
Gambar 17. Air Laut  
(Sumber : [www.google.com/air-laut](http://www.google.com/air-laut))

Air laut adalah media yang sering digunakan pada proses *quenching* dan ada juga. Menurut Budi Syahri, 2017 keuntungan menggunakan laut sebagai media adalah :

- a. Suhunya merata pada air laut karena mengandung garam
- b. Proses pendinginan merata pada semua bagian logam
- c. Tidak ada bahaya oksidasi, karburasi atau dekarburisasi selama proses pendinginan.



Gambar 18. Mekanisme pendinginan dalam proses *quenching* (Yunaidi, 2016)



Gambar 19. Tahapan selama proses pencelupan (Yunaidi, 2016)

Menurut Prihanto, 2015 dalam media pendingin ada hal yang sangat mempengaruhi dalam hasil kekerasan yaitu viskositas (kekentalan) dan densitas (massa jenis) dari media pendingin itu sendiri.

#### 1. Viskositas (Kekentalan)

Viskositas merupakan tingkat kekentalan yang dimiliki suatu fluida. Semakin tinggi angka viskositasnya, maka semakin lambat laju pendinginannya.

## 2. Densitas (Massa Jenis)

Merupakan massa jenis yang dimiliki media pendingin (fluida). Semakin tinggi densitas yang dimiliki suatu pendingin maka semakin cepat laju pendinginnya.

Menurut Streeter, 1992 nilai densitas dan viskositas dari media pendingin yang digunakan sebagai berikut tetapi pada penelitian ini peneliti menganggap air garam sebagai air laut :

1. Air Garam ( $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 1,01 \text{ Pa.s}$ )
2. Air ( $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 1,01 \text{ Pa.s}$ )
3. Oli ( $\rho = 981 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 4,01 \text{ Pa.s}$ )

Dari pernyataan di atas proses *quenching* yang akan dilakukan dalam pengujian ini dengan pendinginan air es, air laut dan oli selama 10 – 15 detik menit sesuai gambar 19.

## H. Penelitian Relevan

Adapun penelitian yang relevan dengan penelitian ini yakni :

1. Basori, 2018 dalam penelitian yang berjudul Pengaruh Media *Quenching* Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Paska *Hardfacing* yang menyimpulkan *quenching* yang cepat setelah dipanaskan dengan suhu tinggi dan *hold time* akan menghasilkan struktur martensit yang dapat membuat sifat keras dari baja meningkat. Hasil kekerasan *quenching* menggunakan air lebih tinggi dibandingkan menggunakan udara, oli dan *non treatment* karena *quenching* menggunakan air lebih cepat proses

pendinginannya sehingga menghasilkan nilai kekerasan lebih tinggi dan baja lebih keras.

2. Prihanto Trihutomo, 2015 dalam penelitian yang berjudul Analisa Kekerasan pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses *Hardening* dengan Media Pendinginan yang Berbeda menyimpulkan bahwa media pendinginan yang baik saat proses *quenching* yaitu oli karena dari pernyataan pendinginan air, semakin cepat proses pendinginan maksimal kekerasan semakin meningkat tetapi cenderung terjadi kerusakan yang berlebihan. Sedangkan pendinginan oli berlangsung lebih lambat melihat viskositas dan massa jenis dari oli tersebut.
3. Erizal, 2011 dalam penelitian yang berjudul Kajian Eksperimen Pengujian Kekerasan Baja Karbon Medium yang di Sambung dengan *SMAW* dan *Quenching* dengan Air Laut menyimpulkan pengujian kekerasan tanpa spesimen las, baja karbon sedang non perlakuan 144,82 VHN, sedangkan baja karbon sedang yang di *quenching* pada suhu 850°C dengan *hold time* 30 menit didinginkan dengan air laut mendapatkan hasil kekerasan 213,03 VHN. Jadi tingkat kekerasan baja karbon sedang akan lebih tinggi setelah perlakuan *quenching* di bandingkan tanpa perlakuan sama sekali.
4. Azizah, Y. 2012 dalam penelitian yang berjudul Pengaruh Kadar Air Garam Dapur (NaCl) dalam Media Pendingin terhadap Kekerasan pada Proses Pengerasan ST.60 menyimpulkan semakin banyak kandungan garam pada media pendingin maka semakin tinggi nilai kekerasan baja.

Semakin cepat proses pendinginan maksimal, kekerasan semakin meningkat tetapi cenderung terjadi kerusakan. Pendinginan minyak berlangsung lambat sehingga kecenderungan kerusakan lebih minimum.

5. Zulkarnain Fatoni, 2016 dalam penelitian yang berjudul Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Baja Paduan Rendah untuk Bahan Pisau Penyayat Batang Karet menyimpulkan hasil pengujian kekerasan akibat didinginkan laju pendinginan air lebih cepat, karbon yang terjebak dari struktur austenite (FCC) menjadi martensit (BCC) lebih banyak dan austenite sisa pada temperatur kamar yang tidak sempat bertransformasi menjadi martensit lebih sedikit.
6. Am. Mufarrih, dkk. 2018 dalam penelitian berjudul Analisa Kekerasan Hasil UKM Pandai Besi pada Proses Perlakuan Panas menyimpulkan semakin tinggi temperatur suhu yang digunakan maka semakin tinggi nilai kekerasannya. Peningkatan temperatur panas mengakibatkan ukuran butiran semakin halus sehingga benda kerja akan semakin keras. Media pendinginan oli dapat menghasilkan nilai kekerasan yang relatif stabil disemua level temperatur yang berbeda, dibandingkan media pendinginan air yang cenderung nilai kekerasan tiap temperatur berbeda-beda.
7. Arief Murtion, 2012 dalam penelitian yang berjudul Pengaruh *Quenching* dan *Tempering* terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Struktur Mikro Baja Karbon Sedang untuk Mata Pisau Pemanen Sawit menyimpulkan hasil kekerasan maksimum pada *quenching* air lebih tinggi dibandingkan udara.

Hubungan antara ukuran butiran dengan kekerasan, semakin kecil butiran berarti semakin keras.

8. Rizal, Taufan. 2005 dalam penelitian yang berjudul Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) dalam Media pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan pada Proses Pengecoran Baja V-155 menyimpulkan bahwa tingkat kekerasan hasil perlakuan tertinggi dicapai pada media pendinginan larutan garam dibandingkan menggunakan air, tergantung banyak kadar garam yang sudah dilarutkan. Semakin banyak kadar garam yang digunakan maka tingkat kekerasannya semakin tinggi pula. Dapat disimpulkan bahwa pendingin air laut menghasilkan kekerasan yang paling tinggi dari pada media pendingin lainnya.
9. Perinyanto, 2016 dalam penelitiannya yang berjudul Analisa Pengaruh Media Perlakuan Panas *Quenching* terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Baja Karbon Sedang menyimpulkan bahawa oli merupakan media pendingin yang bagus dibandingkan media pendingin lainnya, karena oli memiliki viskositas yang tinggi dan densitas rendah dibandingkan pendingin lain yang menghasilkan tingkat kekerasan tinggi namun tingkat kegetasan rendah.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Proses perlakuan panas dan *quenching* dengan media pendingin yang berbeda dapat meningkatkan kekerasan material menjadi lebih tinggi. Nilai kekerasan rata-rata pada spesimen pertama media pendingin air es adalah 698,9 HVN. Nilai kekerasan rata-rata pada spesimen kedua media pendinginan air laut adalah 831,0 HVN. Nilai kekerasan rata-rata pada spesimen ketiga media pendinginan oli adalah 459,8 HVN dan spesimen kontrol adalah 377,7 HVN. Jadi kenaikan nilai kekerasan spesimen kontrol terhadap pendinginan air es adalah 321,2 HVN, kenaikan nilai kekerasan spesimen kontrol dengan pendinginan air laut adalah 453,3 HVN sedangkan kenaikan nilai kekerasan spesimen kontrol terhadap pendinginan oli adalah 82,1 HVN.
2. Efek *quenching* dari pendinginan air es dan air laut, laju pendinginannya cepat yang menghasilkan kekerasan tinggi namun getas disebabkan viskositas yang rendah dan densitas yang tinggi. Dibandingkan efek *quenching* dengan media pendinginan oli yang menghasilkan nilai kekerasan tinggi namun tingkat kegetasannya rendah disebabkan oleh viskositas yang tinggi dan densitas yang rendah.

## **B. Saran**

Perlu dilaksanakan pengujian dengan parameter yang bervariasi pada proses *quenching* seperti uji tarik, uji *impack*, uji puntir dan uji *mikro struktur* agar didapatkan data-data yang lebih detail untuk mendapatkan sifat mekanis pisau yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anrinal. 2013. *Metalurgi Fisik*. Yogyakarta: Andi
- Amanto. 1999. Analisa Sifat Kekasaran Baja ST-42 dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi ( $\text{CaCO}_3$ ) Melalui Proses Pengarbonan Padat (*PackCarburizing*).
- Am. Mufarrih, dkk. 2018 . *Analisa Kekerasan Hasil UKM Pandai Besi*.
- Arif Hidayat. 2014. *Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Baja*. (<https://arifh80.wordpress.com/2014/10/28/pengaruh-unsur-paduan-terhadap-baja/>) Diakses pada 01 desember 2018.
- Arief Murtion, 2012 . *Pengaruh Quenching dan Tempering terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Struktur Mikro Baja Karbon Sedang untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*
- Aziza, Y. 2012. *Pengaruh Kadar Air Garam Dapur (NaCl) dalam Media Pendingin terhadap Kekerasan pada Proses Pengerasan ST.60*
- Bahtiar.2006. Pengaruh Media Pendingin Minyak Pelumas Sae 40 Pada Proses *Quenching Dan Tempering Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah*. Jurnal: Mekanikal. Vol. 5, No.1
- Basori B. 2018. *Pengaruh Media Quenching terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Paska Hardfacing*. Jurnal Kajian Teknik Mesin
- B.H Amstead. 1993. *Teknologi Mekanik Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Bukhari, dkk. 2011. *Analisa Pengaruh Proses Normalizing Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Pegas Daun*. Jurnal Teknik Mesin. Vol: 8 No:1. Padang: Politeknik Negeri Padang
- Budi Syahri, Zonny Amanda Putra , dan Nofri Helmi. 2017. *Analisis Kekerasan Baja Assab 705 Yang Diberi Perlakuan Panas Hardening Dan Media Pendingin*. Padang: Vol. 17, No. 1.
- Chaves, J.C. 2001(*The Effect of Surface Condition and High Temperature Oxidation on Quenching Performance of 4140 Steel in Mineral Oil, in Manufacturing Engineering*), Worcester Polytechnic Institute.
- Daswarman. 2012. *Material Teknik*. Padang : Universitas Negeri Padang
- Dieter. 1996. *Metalurgi Mekanik*. Jakarta: Erlangga

- Djafri, Sriati. 1983. *Metalurgi Mekanik Jilid I*. Terjemahan dari *Manufacturing Processes*. Jakarta: Erlangga
- Dwipayana, dkk. 2018. *Kekerasan Baja Karbon Sedang dengan Variasi Suhu Permukaan Material*. Jurnal METTEK. Vol: 4 No: 2. Bali: Universitas Udayana
- Dwi Ristyandi. 2015. *Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Perlakuan (Hardening) Baja Pegas Daun dengan Pendinginan Sistem Pancaran pada Tekanan Berbeda*
- Erizal, 2011. *Kajian Eksperimen Pengujian Kekerasan Baja Karbon Medium yang Disambung dengan SMAW dan Quenching dengan Air Laut*
- Fraenkel, Jack R. 2012. *How to Design and Evaluate Research In Education*.
- Gina Garmina. 2014, Pemilihan Pisau Dapur yang Baik (<https://www.blibli.com/friends/articles/pilih-pilih-pisau/>) diakses tanggal 22 Juni 2019
- Hari, Amanto dan Daryanto. (1999). *Ilmu Bahan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hari Amanto dan Daryanto. 2003. *Ilmu Bahan*. PT. Bumi Aksara
- Harsono Wirsyosumanto. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*. Paradnya Paramita
- Jaenal Arifin. 2017. *Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan SMAW Baja ASTM A36*. Semarang: Momentum. Vol:13. No.1
- Karju, Ari Wijiki, Suryono. 2018. *Membuat Pisau Pamor Betuah*: Dwi Quantum.
- Mubarok, Fahmi. 2008. *Metallurgy I*. Laboratorium Metalurgi Institut Teknik Sepuluh November Surabaya.
- Periyanto. 2016. *Analisa Pengaruh Media Perlakuan Panas Quenching terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang*.
- Prihanto Trihutomo. 2015. *Analisa Kekerasan pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses Hardening dengan Media Pendingin yang Berbeda*. Malang :Jurnal Tenik Mesin. No.1
- Rizal, Taufan. 2005. *Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) dalam Media pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan pada Proses Pengecoran Baja V-155*

- Sigh, Rajender. (2006). *Introduction Basic Manufacturing Process and Workshop Technology*. New Delhi: New Age Internasional
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suherman. 1988. *Ilmu Logam III*. Surabaya: Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
- Totten, G.E., Bates, C.E., Clinton, N.A. (1993) *Handbook of Quenchants and Quenching Technology*, ASM International, p 62, 140-144.
- Universitas Negeri Padang. 2014. *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: Universitas Negeri Padang
- Yunaidi, 2016. *Pengaruh Jumlah Konsentrasi Larutan Garam pada Proses Quenching Baja Karbon Sedang S45C*. Jurnal Mekanik dan Sistem Thermal. Vol:1(3). Yogyakarta: Politeknik LPP.Yogyakarta
- Zamrey.2011. "Tujuan dan Jenis Perlakuan Panas". (<http://zamrey.blog.uns.ac.id>) Diakses tanggal 10 januari 2019
- Zonny Amanda P. 2013 . *Pengetahuan Bahan Teknik*. Padang: Teknik Mesin Universitas Negeri Padang
- Zulkarnain Fatoni, 2016 *Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Baja Paduan Rendah untuk Bahan Pisau Penyayat Batang Karet*.