

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN BAJA AISI 6135 YANG MENGALAMI PERLAKUAN PANAS ANEALING**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**AKBAR RIZKY**  
**1307230116**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Akbar Rizky  
NPM : 1307230116  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja  
Aisi 6135 Yang Mengalami perlakuan panas *Annealing*  
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 17 Juli 2020

Mengetahui dan menyetujui:

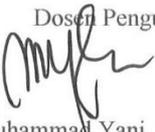
Dosen Penguji I

  
Affandi, S.T.,MT

Dosen Penguji II

  
Sudirman Lubis, S.T.,M.T

Dosen Penguji III

  
Muhammad Yani, S.T.,M.T

Dosen Penguji IV

  
Chandra A Siregar, S.T.,MT

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,

Affandi, S.T.,M.T

## LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Akbar Rizky  
Tempat /Tanggal Lahir : Desa Purwodadi 01-11-1995  
NPM : 1307230116  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja Aisi 6135 Yang Mengalami perlakuan panas *Anealing*”**,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 06 Maret 2020

Saya yang menyatakan,



Akbar Rizky

## ABSTRAK

Logam besi dan baja paling banyak dipakai sebagai bahan industri yang merupakan sumber sangat banyak, dimana sebagian ditentukan oleh nilai ekonomisnya, tetapi yang paling penting karena sifat-sifatnya yang bervariasi, yaitu bahan tersebut mempunyai berbagai sifat dari paling lunak dan mudah dibuat dan sampai yang paling keras dan dapat dibuat apa saja dengan bentuk apapun dengan cara pengecoran. Dalam perkembangan kebutuhan logam besi dan baja semakin meningkat sejalan dengan perkembangan dunia industri khususnya untuk baja yang mempunyai kelebihan-kelebihan sifat yang lebih baik dari pada besi. jenis baja yang jumlah kemungkinannya banyak itu dapat dibagi menurut penggunaannya menjadi baja konstruksi dan baja perkakas dingin dan panas. hasil pengujian kekerasan pada material baja *AISI* 6135 yang sebelum mengalami perlakuan panas lebih tinggi nilai kekerasannya dan yang setelah mengalami perlakuan panas nilainya menurun dikarenakan tujuan *annealing* adalah proses pemanasan suatu logam hingga mencapai suhu tertentu hingga temperature kamar memperoleh suhu yang diinginkan, lalu kemudian di tahan beberapa saat dan akhirnya di dinginkan perlahan di tungku pemanas, lalu kemudian di dinginkan dengan media pendingin coolant solar es batu dan udara media pendingin sangat mempengaruhi sifat baja tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan baja *AISI* 6135. baja paduan yang merupakan baja karbon kelas menengah yaitu 0,25% - 0,55% karbon bersifat lebih kuat dan keras. nilai kekerasannya menurun dikarenakan temperature pemanasan dan media pendingin sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan. Material Dikarenakan laju pendinginannya berbea-beda sehingga struktur yang terbentuk pada baja tersebut berpengaruh terhadap nilai kekerasan pendingin solar memiliki nilai HRC : 58,6, es batu memiliki nilai HRC : 58,2, udara memiliki nilai HRC : 27,0, coolant memiliki nilai HRC : 23,4.

Kata Kunci : Uji Kekerasan , Baja *AISI* 6135 , Perlakuan Panas , *annealing*

## ABSTRACT

Iron and steel metals are most widely used as industrial materials which are very numerous sources, which are partly determined by their economic value, but most importantly because of their varied properties, ie they have various properties from the softest and are easily made and up to the most hard and can be made anything in any shape by casting. In the development of iron and steel metal demand is increasing in line with the development of the industrial world, especially for steel which has advantages that are better than iron. type of steel which the number of possibilities is large it can be divided according to its use into construction steel and cold and hot tool steel. the results of hardness testing on steel material AISI 6135 which before experiencing heat treatment is higher in hardness value and which after experiencing heat treatment its value decreases due to the annealing objective is the process of heating a metal until it reaches a certain temperature until the room temperature gets the desired temperature, then it is held for a while and finally it is cooled slowly in the furnace, then then cooled with the coolant media, the coolant, solar ice cubes and the air cooling medium greatly affect the nature of the steel. This test is carried out using AISI 6135 steel. Alloy steel which is a medium grade carbon steel that is 0.25% - 0.55% carbon is stronger and harder. the hardness value decreases due to the heating temperature and the cooling medium greatly influences the hardness value. Material Due to the different cooling rates so that the structure formed in the steel has an effect on the hardness value of solar coolers having an HRC value: 58.6, ice cubes having an HRC value: 58.2, air has an HRC value: 27.0, coolant has an HRC value : 23.4.

Keywords: Hardness Test, AISI 6135 Steel, Heat Treatment, Annealing

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan baja aisi 6135 yang mengalami perlakuan panas**” sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Muhammad Yani S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Affandi S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing I, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Sudirman Lubis, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak Ade Faisal, S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu teknik permesinan kepada penulis.
8. Orang tua tercinta: Ayahanda Amiruddin dan Ibunda Sutartik, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi Biro Fakultas Teknik, yang banyak sekali membantu penulis dalam melakukan segala hal.

10. Sahabat-sahabat penulis: Kiki Ramadhani S.T, .Dicky zulfandy S.T, Dhany Fajar Lesmana S.T, Ricki Irwandi Siregar, Ade Permata Sari,S.Pd dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
11. Sahabat yang selalu Menemani Penulis Dwi Nurhayati, Igun Suprpto S.T yang selalu mendukung penulis dalam berbagai hal.
12. Seluruh rekan-rekan kelas B3 pagi dan B3 malam stanbuk 2013,dan C3 malam program studi teknik mesin fakultas teknik UMSU yang sama-sama berjuang menempuh masa depan

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia manufaktur teknik Mesin.

Medan,07 Januari 2020

Akbar Rizky

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGHANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Ruang lingkup	3
1.4 Tujuan penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian	3
1.6 Sistematika penulisan	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>3</b>
2.1 Pengertian baja	3
2.2 Macam macam jenis baja	3
2.2.1 Baja karbon	3
2.2.2 Baja paduan	5
2.2.3 Baja pegas daun	5
2.2.4 Kelebihan dan kekurangan baja pegas daun	6
2.3 Perlakuan panas	7
2.4 Maacam-Macam perlakuan panas	8
2.4.1 <i>Annealing</i>	8
2.4.2 <i>Normalizing</i>	8
2.4.3 <i>Quenching</i>	9
2.5 Media pendingin	9
2.6 Pengujian kekerasan	10
2.7 Macam macam pengujian kekerasan	10
2.7.1 Pengujian kekerasan <i>brinell</i>	10
2.2.2 Pengujian kekerasan <i>vickers</i>	11
2.2.3 Pengujian kekerasan <i>Rockwell</i>	13
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>17</b>
3.1 Tempat dan Waktu	17
3.1.1 Tempat	17
3.1.2 Waktu	17
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Aat yang digunakan	18
3.2.1 Tabung gas	18

3.2.2	<i>Thermocouple type K</i>	19
3.2.3	Thermometer digital	19
3.2.4	Mesin gerinda potong	20
3.2.5	Ragum dan penjepit	20
3.2.6	Jangka sorong	21
3.2.7	Sarung tangan	21
3.2.8	Wadah media pendingin	22
3.2.9	Alat uji kekerasann <i>rockweell</i>	22
3.2.10	Tungku perlakuan panas	23
3.2.2	Bahan yang digunakan	23
3.2.2.1	Baja karbon <i>Aisi 6135</i>	23
3.2.2.2	Media pendingin	23
3.3	Proses pemanasan	26
3.3	Proses perlakuan panas	26
3.5.1	Proses pemanasan specimen	26
3.5.2	Proses pendinginan specimen	27
3.4	Proses pengujian specimen	29
3.5	Pengujian proses pekerasan	29
3.5.1	Set Up mesin uji <i>hardness Rockwell</i>	29
3.5.2	Langkah-Langkah pengujian <i>hardness Rockwell tetst</i>	33
3.6	Diagram alir penelitian	33
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>37</b>
4.1	Pengujian <i>hardness</i>	
4.1.1	Spesimen baja <i>Aisi 6135</i> sebelum dilakukan perlakuan panas	37
4.1.2	Spesimen baja <i>Aisi 6135</i> setelah dilakukan perlakuan panas	38
4.2	Hasil pengujian <i>hardness</i>	39
4.2.1	Hasil grafik pengujian <i>hardness Rockwell</i>	39
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>45</b>
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>		
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>		

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Diagram fase kesetimbangan	10
Gambar 2.2	Diagram pendingin tak menerus	11
Gambar 2.3	Diagram <i>continius cooling transformation</i>	12
Gambar 2.4	Pengujian <i>brinell</i>	16
Gambar 2.5	pengujian kekerasan <i>vickers</i>	17
Gambar 2.6	Pengujian kekerasan <i>Rockwell</i>	19
Gambar 3.1	Gambar gas lpg	22
Gambar 3.2	Gambar mesin gerinda potong	23
Gambar 3.3	Gambar ragum dan penjepit tangan	23
Gambar 3.4	Gambar <i>thermocouple type K</i>	24
Gambar 3.5	Gambar thermometer digital	24
Gambar 3.6	Gambar jangka sorong	25
Gambar 3.7	Gambar sarung tangan	25
Gambar 3.8	wadah pendingin	26
Gambar 3.9	Alat uji kekerasan	26
Gambar 3.10	Tungku perlakuan panas	27
Gambar 3.11	Spesimen baja aisi 6135	27
Gambar 3.12	Media pendingin oli	28
Gambar 3.13	Bagan konsep penelitian pengujian	29
Gambar 3.14	Gambar sketsa specimen	31
Gambar 3.15	Gambar pemotongan specimen	31
Gambar 3.16	Gambar specimen yang telah dipotong	32
Gambar 3.17	Gambar memasukkan specimen ke dapur pemanas	32
Gambar 3.18	Gambar proses pemanasan specimen	33
Gambar 3.19	Gambar mengeluarkan specimen	33
Gambar 3.20	Gambar pendinginan specimen dengan media udara	33
Gambar 3.21	Gambar pendinginan specimen dengan media oli	34
Gambar 3.22	Gambar specimen yang akan diuji	34
Gambar 3.23	Gambar sketsa penitikan pengujian	35
Gambar 3.24	Gambar peletakan speseimen pada mesin <i>hardness</i>	35
Gambar 3.25	Gambar hasil pengujian yang terdapat pada mesin <i>hardness</i>	35
Gambar 3.26	Set up mesin uji <i>hardness Rockwell</i>	36
Gambar 4.1	Baja sebelum dilakukan perlakuan panas	39
Gambar 4.2	Baja Aisi 6135 setelah perlakuan panas	40
Gambar 4.3	Gambar hasil pengujian <i>hardness</i>	40
Gambar 4.4	Grafik pengujian kekerasan <i>hardness Rockwell</i>	42

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1 Tabel waktu dan tempat pelaksanaan	21
Tabel 4.1 Data hasil pengujian hardness perlakuan panas <i>normalizing</i>	41

## DAFTAR NOTASI

ASTM = American Society Of testing dan material

MKM = Mekanika Kekuatan Material

HRC = *Hardness Rockwell Skala C*

ISO = *International Organization For Standardization*

VHN = *Vikers Hardness*

BHN = *Brinell Hardness*

HR = *Hardness Rockwell*

Si = Silisium

Mn = Mangan

Ni =Nikel

Cr = Crom

Mo = molibdenum

V = Vanadium

Ti = Titanium

C = Celsius

$\Theta$  = Diameter

ST37 = *Structural steel 37*

SAE = *Society of automotive engineer*

W = Winter

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Baja merupakan komponen yang di gunakan untuk membuat peralatan sederhana, yang terdiri dari biji besi, material ini di buat dalam bentuk besi tempa yang di peroleh dengan memanaskan lempengan lempengan material besi yang di panaskan dalam suhu tertentu. Didalam komponen material baja mengandung kadar karbon yang dapat memuai apabila sudah mencapai titik didih/titik maksimum nya dan dapat mengeras apabila titik didih mulai menghilang.

Dalam proses pemanasan material baja di butuhkan waktu untuk mengamati proses saat material baja mengalami peningkatan suhu panas/titik didih maksimal sampai kembali menuju suhu normal nya. Untuk mempercepat proses pengerasan ulang material baja di butuhkan cairan pendingin tambahan (liquid) agar dapat membantu mempercepat proses perubahan suhu pada material baja dari panas maksimal menuju suhu normal.

Material baja yang mengalami perlakuan panas akan mengalami kehilangan mutu kekuatan dari material baja itu sendiri yang di akibatkan ada nya perubahan struktur material pada saat proses pemanasan ulang, dari beberapa perilaku perilaku pada material baja maka kita dapat mengamati ada nya penurunan sifat karbon logam yang dapat berubah setelah mengalami perubahan suhu pada material itu sendiri. Dalam hal ini kita dapat mengamati ada nya transformasi bentuk kekuatan dari mutu baja yang dapat kita atur dengan metode perlakuan panas/*heat treatment* atas dasar tersebut penulis mengambil pembahasan penelitian dengan judul “ pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan baja aisi 6135 yang mengalami perlakuan panas annealing.

### 1.2 Rumusan masalah

- a. Terdapat perubahan suhu lebih cepat saat material baja berada pada media pendingin liquid, akan tetapi di analisa apakah mempengaruhi kekuatan pada material baja itu sendiri.

- b. Perbandingan lama nya waktu perubahan suhu titik didih antara material yang di biarkan kembali ke suhu normal tanpa menggunakan media pendingin liquid,dengan menganalisa mutu kekerasan pada material baja

Untuk mengetahui kualitas kekerasan material baja yang mengalami peroses perubahan suhu dalam jangka waktu tertentu maka di gunakan metode perlakuan panas *anealing*

### 1.3 Ruang Lingkup

Mengingat ada nya beberapa rumusan masalah maka perlu ada nya ruang lingkup sebagai batasan masalah dalam penelithan,ada pun ruang lingkup tersebut adalah:

Terdapat perubahan suhu lebih cepat saat material baja berada pada media pendingin liquid,akan tetapi di analisa apakah mempengaruhi kekuatan pada material baja itu sendiri.

Untuk mengetahui kualitas kekerasan material baja yang mengalami peroses perubahan suhu dalam jangka waktu tertentu maka di gunakan metode perlakuan panas *anealing*

### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengukur waktu perubahan suhu serta mutu kekuatan material yang terjadi apabila material baja menggunakan metode yang bermacam macam.
2. Untuk mengukur daya tahan kekuatan material baja terhadap pengaruh external yang mungkin terjadi.
- 3 untuk Menganalisa pengaruh perubahan material baja dengan metode perlakuan panas annealing terhadap lama nya waktu perubahan suhu yang berakibat terhadap kekerasan material dengan variasi media pendingin yang berbeda beda

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan material AISI 6135 setelah mengalami perlakuan panas dengan variasi media pendingin agar dapat diketahui kekuatan material setelah pengujian kekerasan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 pengertian baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai *grade*-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*).

Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk. ( Agus setiawan 2008 )

#### 2.2 Macam macam jenis baja

##### 2.2.1 Baja karbon

Baja karbon adalah paduan dari sistem besi karbon-karbon, kadar karbonnya lebih rendah dari pada besi cor dan biasanya kurang dari 1.0%, Sebagai unsur-unsur tambahan besi cor, dimana besi karbon biasanya disebut juga plain karbon *steel*, mengandung terutama unsur karbon dan sedikit silikon, belerang dan fosfor. Berdasarkan kandungan karbonnya, baja karbon dibagi menjadi tiga kategori tergantung dari persentase kandungan karbonnya:

Karbon rendah rendah low alloy dapat di tempah dan di panaskan untuk memperoleh tegangan leleh antara 550-760 Mpa. Baja ini dengan komposisi karbon kurang dari 2%. Fasa dan struktur mikronya adalah ferrit dan perlit. Baja ini tidak bisa dikeraskan dengan cara perlakuan panas (*martensit*) hanya bisa dengan pengerjaan dingin. Sifat mekaniknya lunak, lemah dan memiliki keuletan

dan ketangguhan yang baik. Serta mampu mesin (*machinability*) dan mampu las nya (*weldability*) baik cocok untuk bahan bangunan konstruksi gedung, jembatan, rantai, body mobil.

Baja karbon sedang memiliki komposisi karbon antara 0,2%-0,5% C (berat). Dapat dikeraskan dengan perlakuan panas dengan cara memanaskan hingga fasa austenit dan setelah ditahan beberapa saat didinginkan dengan cepat ke dalam air atau sering disebut *quenching* untuk memperoleh fasa ang keras yaitu martensit. Baja ini terdiri dari baja karbon sedang biasa (*plain*) dan baja mampu keras. Kandungan karbon yang relatif tinggi itu dapat meningkatkan kekerasannya. Namun tidak cocok untuk di las, dengan kata lain mampu las nya rendah. Dengan penambahan unsur lain seperti Cr, Ni, dan Mo lebih meningkatkan mampu kerasnya. Baja ini lebih kuat dari baja karbon rendah dan cocok untuk komponen mesin, roda kereta api, roda gigi (gear), poros engkol (*crankshaft*) serta komponen struktur yang memerlukan kekuatan tinggi, ketahanan aus, dan tangguh.

Baja karbon tinggi memiliki komposisi antara 0,6- 1,4% C (berat). Kekerasan dan kekuatannya sangat tinggi, namun keuletannya kurang. baja ini cocok untuk baja perkakas, *dies* (cetakan), pegas, kawat kekuatan tinggi dan alat potong yang dapat dikeraskan dan ditemper dengan baik. Baja ini terdiri dari baja karbon tinggi biasa dan baja perkakas. Khusus untuk baja perkakas biasanya mengandung Cr, V, W, dan Mo. Dalam pemuaduanya unsur-unsur tersebut bersenyawa dengan karbon menjadi senyawa yang sangat keras sehingga ketahanan aus sangat baik. Kadar karbon yang terdapat di dalam baja akan mempengaruhi kuat tarik, kekerasan dan keuletan baja. Semakin tinggi kadar karbonnya, maka kuat tarik dan kekerasan baja semakin meningkat tetapi keuletannya cenderung turun. Penggunaan baja di bidang teknik sipil pada umumnya berupa baja konstruksi atau baja profil, baja tulangan untuk beton dengan kadar karbon 0,10% - 0,50%. Selain itu baja karbon juga digunakan untuk baja/kawat pra tekan dengan kadar karbon s/d 0,90 %. ( Tata surdia, Kenji Chijiwa 1996 )

### 2.2.2 Baja paduan

Baja dikatakan paduan jika komposisi unsur-unsur paduannya secara khusus, bukan baja karbon biasa yang terdiri dari unsur fosfor dan mangan. Baja paduan semakin banyak di gunakan. Unsur yang paling banyak di gunakan untuk baja paduan, yaitu : Cr, Mn, Si, Ni, W, Mo, Ti, Al, Cu, Nb, Zr, maka baja paduan memiliki tiga jenis katagori antara lain

- a. Tegangan leleh dari baja paduan rendah biasanya di tentukan sebagai tegangan yang terjadi saat timbul regangan permanen sebesar 0,2% atau dapat di tentukan sebagai tegangan pada saat tegangan mencapai 0,5% misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain. Biasanya digunakan untuk membuat perkakas potong, gergaji, cetakan penarikan, pahat kayu, mata pisau, pemotong kikir, gergaji batu.
- b. Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya 2,5% - 10% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain. Biasanya digunakan untuk membuat alat pengukur, cetakan penarikan, rol derat, mata gunting untuk plat tebal.
- c. Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 10% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain. Banyak digunakan untuk cetakan penarikan kawat, cetakan pengetrim, pengukur, rol derat. Menurut secara umumnya, baja paduan memiliki sifat yang unggul daripada baja karbon biasa. ( Agus setiawan 2008)

### 2,2,3 Baja pegas daun

Baja pegas daun merupakan suatu komponen utama yang digunakan untuk meredam getaran atau guncangan yang ditimbulkan oleh eksitasi-eksitasi gaya luar saat kendaraan bergerak. Pegas daun ini pada aplikasinya digunakan untuk menahan beban kendaraan bermotor pada bagian belakang. Oleh karena itu dengan kondisi yang diterima tersebut, maka material pegas daun harus memiliki elastisitas dan diimbangi juga dengan ketangguhan yang tinggi. Sifat mekanik yang dibutuhkan pegas daun adalah kekuatan tarik, komponen ini harus diperhitungkan dengan baik efek negatifnya terhadap kenyamanan penumpangnya. Bahan pegas daun termasuk dalam golongan baja pegas, yang sebenarnya tidak memiliki

kekerasan tinggi. Baja pegas daun digunakan sebagai suspensi kendaraan darat, baik untuk kendaraan roda empat maupun roda enam. Komponen ini biasanya terdiri dari beberapa plat datar yang dijepit bersama untuk mendapatkan efisiensi dan daya lenting yang tinggi. ([www.ccsteel.com](http://www.ccsteel.com))

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 memperhalus proses pemegasan pegas daun yang berlebihan maka suspensi ini dilengkapi peredam getaran yang dipasangkan di antara penopang pegas daun dengan frame, Baja pegas daun dikenal sebagai baja plat datar yang dibuat melengkung. Baja pegas daun dirancang dengan dua cara yaitu: multi-daun dan mono-daun. Fungsi dari baja pegas daun yaitu: membawa beban, untuk meredam getaran atau guncangan yang ditimbulkan oleh eksitasi-eksitasi gaya luar pada kendaraan, melunakkan tumbukkan dengan memanfaatkan sifat elastisitas bahan, menyerap dan menyimpan energi dalam waktu yang panjang. Baja aisi 6135 ini masuk kedalam baja karbon rendah yang memiliki kadar karbon di bawah 2%, yaitu : Carbon 0,30 – 0,40% , Silicon 0.15 – 0,30% ,Mangan 0,60 – 0,90% , Fosforus 0,040% , Belerang 0,050% , Crom 0.80 – 1.10% Vanadium 0.15%. ([www.ccsteel.com](http://www.ccsteel.com))

#### 2.2.4 Kelebihan dan kekurangan baja pegas daun

Pada proses penelitian di gunakan jenis baja pegas daun, dalam hal ini jenis Baja ini memiliki dua jenis kriteria yaitu kelemahan dan kekurangan antara lain adalah.

### 1. Kelebihan baja pegas daun:

Konstruksi sederhana, gesekan antar lembaran per daun berfungsi sebagai gaya peredam, mengganti lembaran per yang patah saja dan dapat memainkan kombinasi panjang per dan jumlah per untuk mendapat ayunan yang ringan

### 2. Kelemahan baja pegas daun

Bobot berat, kurang baik menyerap getaran yang memiliki frekuensi tinggi, sering terjadi nya lengkungan tidak baik lagi, daya tahan berkurang.

#### **LEMBAR DATA TEKNIS BAHAN - AISI / SAE 6135**

---

**KATEGORI BAHAN :** SAE, AISI, baja struktural sistem paduan UNS

**SPEKIFIKASI MATERIAL:** SAE J1249 -2000

**SERTIFIKAT UJI RESMI :** dikeluarkan oleh **TUV - SGS - BV**

#### **KOMPOSISI KIMIA (BERAT%)**

C (%): 0,30 ~ 0,40

Si (%): 0,15 ~ 0,30

Mn (%): 0,60 ~ 0,90

P (%) ≤: 0,040

S (%) ≤: 0,050

Cr (%): 0.80 ~ 1.10

Ni (%): -

Mo (%): -

V (%): ≥ 0,15

#### **SIFAT MEKANIK DAN KERJA PANAS**

Properti mekanis  $\geq \sigma_b$  / MPa: 885

Properti mekanik  $\geq \sigma_s$  / MPa: 735

Properti mekanik  $\geq \delta_5$  (%): 10

Properti mekanik  $\geq \psi$  (%): -

Kekerasan / anil COND: -

Suhu kerja panas / °C: 1100 ~ 850

### 2.3 Perlakuan panas

Perlakuan panas atau Heat Treatment mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal (internal stress), menghaluskan ukuran butir kristal dan meningkatkan kekerasan atau tegangan tarik logam. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perlakuan panas, yaitu suhu pemanasan, waktu yang diperlukan pada suhu pemanasan, laju pendinginan dan lingkungan atmosfer. Perlakuan panas adalah kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari

suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. (Sefnat kagoya 2013)

## 2.4 Macam macam perlakuan panas

Sifat mekanik tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan , tetapi juga tergantung pada struktur mikronya. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki struktur mikro yang berbeda, dan sifat mekaniknya akan berbeda. Struktur mikro tergantung pada proses pengerjaan yang dialami, terutama proses perlakuan yang diterima selama proses pengerjaan . Proses Perlakuan -panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Proses laku-panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai ke temperatur tertentu.

Terdapat dua jenis perlakuan panas yang umum nya di gunakan antara lain

### 2.4.1 Annealing

*annealing* terdiri dari *austenisasi* dari baja yang bersangkutan diikuti dengan pendinginan yang lambat di dalam dapur. Temperatur yang dipilih untuk austenisasi tergantung pada karbon dari baja yang bersangkutan. *Full annealing* untuk baja *hipoeutektoid* dilakukan pada temperatur *austenisasi* sekitar 50oC diatas garis dan untuk baja *hipereutektoid* dilaksanakan dengan cara memanaskan baja tersebut diatas. *Full Annealing* akan memperbaiki mampu mesin dan juga menaikkan kekuatan akibat butir-butirnya menjadi halus.

### 2.4.2 Normalizing

Normalizing atau menormalkan adalah jenis proses perlakuan panas yang umum diterapkan pada hampir semua produk cor, over-heated forgings dan produk-produk tempa yang besar dan lain sebagainya. Normalizing ditujukan untuk memperhalus butir, memperbaiki mampu mesin, menghilangkan tegangan sisa dan juga memperbaiki sifat mekanika baja karbon struktural dan baja-baja paduan rendah. Normalizing terdiri dari proses pemanasan baja diatas temperatur kritik dan ditahan pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu tergantung pada jenis dan ukuran baja .Agar diperoleh temperatur austenit yang homogen, baja-baja hypoetektoid dipanaskan 800-850 °C. Pemanasan pada

temperatur austenit yang terlalu tinggi akan menyebabkan timbulnya butir-butir austenit. Demikian juga untuk waktu penahanan pada temperatur austenit yang terlalu lama akan mengakibatkan timbulnya butir-butir austenit. Setelah waktu penahanan selesai benda kerja akan didinginkan di udara. Struktur metalurgi baja hypotektoid yang akan dihasilkan terdiri dari ferit dan perlit.

#### 2.4.3 Quenching

Quenching adalah proses pendinginan secara cepat pada suatu logam dari temperature austeniasi diatas temperature kritis. Quenching menghasilkan transformasi austenite menjadi martensit. Keefektifan transmormasi yang dihasilkan sebagian besar tergantung pada sifat quenching. Ada beberapa media quenching terdiri dari air, oli, larutan garam dan udara. Penambahan media seperti larutan polimer, larutan logam dan gas juga digunakan tetapi dalam jumlah yang lebih sedikit. (Sefnat kagoya 2013)

#### 2.5 Media pendingin

a) Air colant adalah media quenching yang paling populer karena harganya murah dan tersedia melimpah dan penanganannya mudah. Tidak ada masalah polusi dengan penggunaan udara dan dapat mudah diatur. air colant mempunyai nilai 24 maksimum pendinginannya umumnya diantara semua quenching. Kecuali larutan aquades. Pendinginan cepat yang diperoleh dari quenching media air sebagian besar merugikan. Hal ini disebabkan saat quenching air dilakukan permukaan logam tertutup air yang sangat stabil waktu lama.

b) solar yang digunakan pada media untuk media quenching adalah. Menghasilkan pendinginan lambat dibandingkan *quenching* air. Pendingina lambat dihasilkan selama quenching solar kemungkinan menurunkan cacat hardening pada material. Penggunaan solar menghasilkan distorasi dan patahan yang lemah.

c) Udara banyak logam yang mampu dikeraskan dengan pendingina udara atau hembusan udara. Seperti pada baja hardening udara. Baja jenis ini hampir bebas dari masalah distorasi. Menggunakan udara paksa untuk proses quenching pada besi tuang putih paduan krom tinggi telah dilakukan.

d. es batu merupakan komponen dari terbentuk nya proses pembekuan air menjadi batu es. media pendingin ini memiliki proses pendinginan cukup cepat di

bandingkan dengan media pendingin lainnya, karena es batu memiliki suhu di bawah suhu normal yang berpengaruh terhadap perubahan suhu panas menjadi normal,

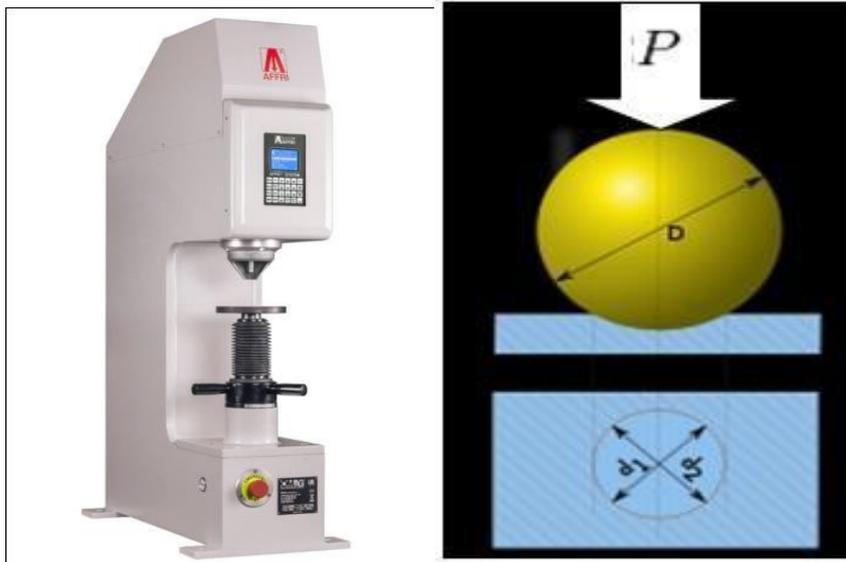
## 2.6 Pengujian kekerasan

Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen. Untuk para insinyur perancang, kekerasan sering diartikan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan sesuatu mengenai kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam. Terdapat tiga jenis ukuran kekerasan, tergantung pada cara melakukan pengujian, yaitu: (1) Kekerasan goresan (*scratch hardness*); (2) Kekerasan lekukan (*indentation hardness*); (3) Kekerasan pantulan (*rebound hardness*). Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa. Terdapat berbagai macam uji kekerasan lekukan, antara lain: Uji kekerasan Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop, dan sebagainya.

## 2.7 macam macam pengujian pengerasan

### 2.7.1 pengujian kekerasan brinell

Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan yang ditekan dengan beban tertentu. Pengujian kekerasan bahan dengan metode Brinell merupakan salah satu metode pengujian kekerasan yang banyak dipakai. Uji kekerasan Brinell dilakukan dengan cara menekankan sebuah bola baja berdiameter 10 mm pada permukaan benda uji (spesimen) dengan gaya atau beban 3000 kgf untuk besi dan baja, serta dengan periode waktu tertentu (biasanya 10 - 15 detik), beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop, setelah beban tersebut dihilangkan. Permukaan yang akan dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu atau kerak.



Gambar 2.3 Pengujian brinell ([https://Katalogeloe.Blogspot.Com/2013/03/Pengujian](https://Katalogeloe.Blogspot.Com/2013/03/Pengujian%20Pekerasan-Brinell-Vickers.html) Pekerasan-Brinell-Vickershtml)

a. Keuntungan dan kekurangan pengujian brinell

Pengujian kekerasan bahan dengan metode Brinell memiliki beberapa keuntungan dan kekurangan sebagai berikut:

*Keuntungan :*

Dapat di gunakan untuk menguji material yang tidak homogeny

Permukaan benda uji tidak perlu sehalus mungkin

Ukuran jejak terlalu besar

*Kekurangan :*

Perlu ketelitian untuk mengukur jejak

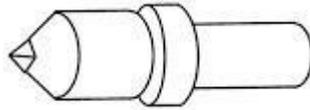
Proses pengujian lama

Tidak dapat menguji material yang tipis

2.7.2 Pengujian kekerasan Vickers

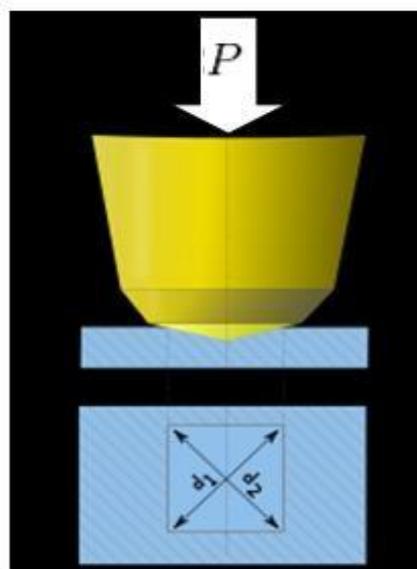
Uji kekerasan vickers menggunakan indentor piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujursangkar. Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah  $136^{\circ}$ . Nilai ini dipilih karena

mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji kekerasan brinell. Rentang beban uji yang digunakan pada pengujian kekerasan *Vickers* berkisar antara 1 kgf sampaj 120 kgf, dan beban uji yang umum digunakan adalah 5, 10, 30 dan 50 kgf. Sedangkan waktu penerapan beban uji (*dwell time*) standar biasanya dilaksanakan selama 10 -15 detik.



Gambar2.5 Indentor intan berbentuk pyramid ([https://Katalogueloe.Blogspot.Com/2013/03/Pengujian Pekarasan-Brinell-Vikershtml](https://Katalogueloe.Blogspot.Com/2013/03/Pengujian%20Pekerasan-Brinell-Vickers.html))

Di dalam pengujian kekerasan *Vickers* perlu diperhatikan mengenai jarak minimal dari titik pusat jejak ke bagian pinggir spesimen, di mana menurut standar ASTM adalah sebesar 2,5 kali diagonal jejak. Dan jarak minimal antara jejak-jejak yang berdekatan juga 2,5 kali diagonal jejak. Sedangkan menurut standar ISO, jarak minimal dari titik pusat jejak ke bagian pinggir benda uji adalah 2,5 d untuk baja dan paduan tembaga dan 3 d untuk logam-logam ringan, sementara jarak minimal antara jejak adalah 3 d untuk baja dan paduan tembaga, dan 6 d untuk logam-logam ringan.



Gambar 2.4 Pengujian kekerasan vickers <https://Katalogueloe.Blogspot.Com/2013/03/Pengujian> Pakerasan-Brinell-Vickershtml

Rentang beban uji yang digunakan pada pengujian kekerasan *Vickers* berkisar antara 1 kgf sampai 120 kgf, dan beban uji yang umum digunakan adalah 5, 10, 30 dan 50 kgf. Sedangkan waktu penerapan beban uji (*dwell time*) standar biasanya dilaksanakan selama 10 -15 detik.

Di dalam pengujian kekerasan *Vickers* perlu diperhatikan mengenai jarak minimal dari titik pusat jejak ke bagian pinggir spesimen, di mana menurut standar ASTM adalah sebesar 2,5 kali diagonal jejak. Dan jarak minimal antara jejak-jejak yang berdekatan juga 2,5 kali diagonal jejak.

Sedangkan menurut standar ISO, jarak minimal dari titik pusat jejak ke bagian pinggir benda uji adalah 2,5 d untuk baja dan paduan tembaga dan 3 d untuk logam-logam ringan, sementara jarak minimal antara jejak adalah 3 d untuk baja dan paduan tembaga, dan 6 d untuk logam-logam ringan.

### 2.7.3 pengujian kekerasan Rockwell

Pengujian rockwell mirip dengan pengujian brinell, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indenter yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian brinell, indenter dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat. Besarnya beban minor ini adalah 10 kgf sedangkan besarnya beban utamanya biasanya 50kgf, 90kgf, atau 140kgf.

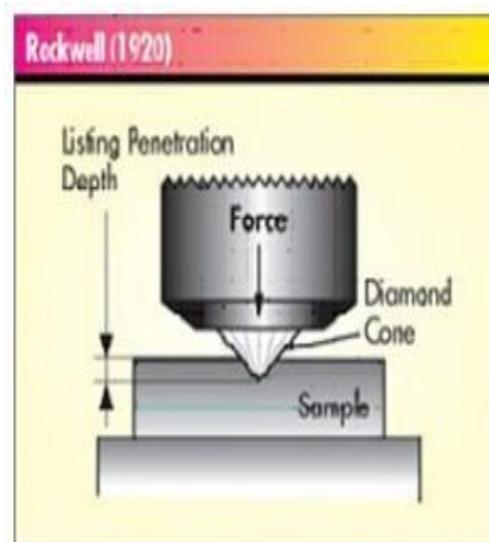
Penerapan beban minor pada hakekatnya dimaksudkan untuk membantu mendudukan indenter di dalam benda uji (spesimen) dan menghilangkan pengaruh dari penyimpangan permukaan sehingga menciptakan permukaan spesimen yang siap untuk menerima beban utama. Dengan demikian permukaan benda uji tidak perlu dibuat dengan sehalus dan selicin mungkin.

Indenter atau “penetrator” dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan ujung yang agak membulat (biasa disebut “*brale*”). Diameter bola baja umumnya  $\frac{1}{16}$  inchi, tetapi terdapat juga indenter dengan diameter lebih besar, yaitu  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,

atau  $\frac{1}{2}$  inchi untuk bahan-bahan yang lunak. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan beban minor 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan. Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indenter bola baja dan 150 kg untuk indenter brale. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indenter sesuai kondisi pengujian.

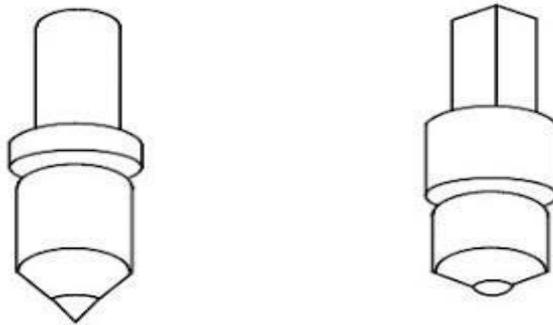
Karena pada pengujian rockwell, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indenter yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

Dial pada mesin terdiri atas warna merah dan hitam yang didesain untuk mengakomodir pengujian skala B dan C yang seringkali dipakai. Skala kekerasan B digunakan untuk pengujian dengan kekerasan medium seperti baja karbon rendah dan baja karbon medium dalam kondisi telah dianil (dilunakkan). *Range* kekerasannya dari 0–100. Bila indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang kekerasannya melebihi B 100, indenter dapat terdefomasi dan berubah bentuk. Selain itu, karena bentuknya, bola baja tidak sesensitif brale untuk membedakan kekerasan bahan-bahan yang keras. Tetapi jika indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang lebih lunak dari B 0, dapat mengakibatkan pemegang indenter mengenai benda uji, sehingga hasil pengujian tidak benar dan pemegang indenter dapat rusak.



Gambar 2.5 Pengujian kekerasan Rockwell (Pusat-Lingkar-Blogspot.com)

Ada dua jenis *indenter* yang digunakan pada pengujian kekerasan *Rockwell*, yaitu intan berbentuk kerucut yang memiliki sudut puncak  $120^\circ$  di mana bagian ujungnya sedikit dibulatkan dengan jari-jari 0,2 mm dan *indenter* bola yang terbuat dari baja yang dikeraskan atau dari tungsten karbida yang memiliki diameter 1/16", 1/8", 1/4", dan diameter 1/2". *Indenter* kerucut intan sering disebut juga sebagai '*Brale*'.

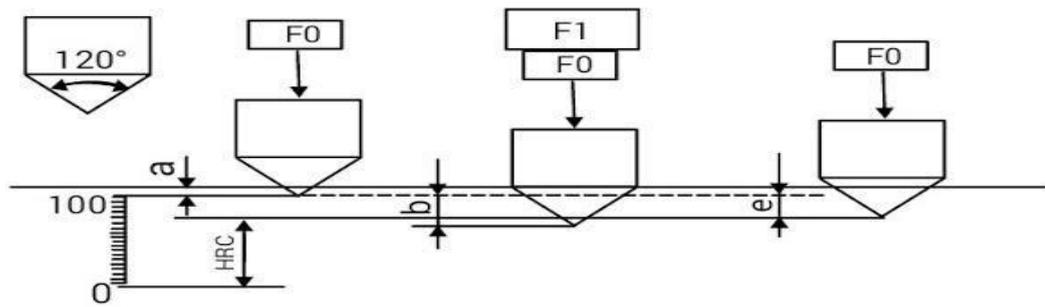


Gambar 2.6 *Indenter* intan dan *indenter* bola (Pusat-Lingkar-Blogspot.com)

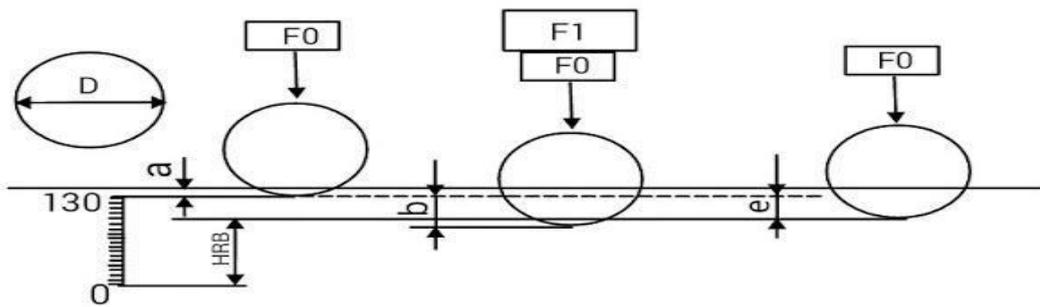
*Indenter* kerucut intan pada umumnya digunakan untuk menguji material-material yang keras. Sementara *indenter* bola baja sering digunakan untuk menguji kekerasan material-material yang lebih lunak.

Berbeda dengan pengujian kekerasan *Brinell* dan *Vickers* yang mengukur luas dari jejak, pada pengujian kekerasan *Rockwell* yang diukur adalah kedalaman jejak hasil penetrasi *indenter*. Dalam hal ini, seberapa jauh *indenter* bergerak turun secara *vertikal* ketika melakukan penetrasi.

Skala pada jam ukur (*dial gage*) mesin *Rockwell* terdiri dari 100 pembagian, masing-masing pembagian sama dengan kedalaman penetrasi sejauh 0,002 mm. Pada pengujian kekerasan bahan dengan metode *Rockwell*, kedalaman penetrasi permanen yang dihasilkan dari penerapan dan pelepasan beban utama dipakai untuk menentukan angka kekerasan *Rockwell*. (Pusat-Lingkar-Blogspot.com)



Pengujian kekerasan Rockwell dengan indenter kerucut intan



Pengujian kekerasan Rockwell dengan indenter bola

Gambar 2.7 Pengujian kekerasan *Rockwell* memakai *indenter* intan dan *indenter* bola

Keterangan :

F0 = beban pendahuluan (beban *minor*).

F1 = beban utama (beban *mayor*)

a = kedalaman penetrasi oleh beban *minor*

b = kedalaman penetrasi oleh beban total (F0 + F1)

e = kedalaman penetrasi setelah beban utama dilepaskan

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

Perlakuan *heat treatment* dan pengujian kekerasan ini dilaksanakan di *laboratorium* MKM (Mekanika Kekuatan Material) Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

#### 3.1.2 waktu

Waktu pelaksanaan *heat treatment* ini dimulai dari persetujuan yang diberikan pembimbing, pembuatan dapur , pengujian bahan hingga pengambilan data sampai dinyatakan selesai

Adapun kegiatan yang dilakukan pada penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 waktu dan tempat pelaksanaan

NO	Kegiatan	Lokasi penelitian	Bulan 2019-2020					
			9	10	11	12	1	2
1	Studi literatur	Lab. MKM	■					
2	penyelesaian alat dan bahan	Lab. MKM		■				
3	Pembuatan spesimen	Lab. MKM			■			
4	Pengujian spesimen	Lab. MKM				■		
5	Analisa data pengujian	Lab. MKM					■	
6	Pengumpulan sekripsi	UNIV.UMSU						■

### 3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang digunakan antara lain :

1. Gas lpg
2. *Thermocouple*
3. *Thermometer Digital*
4. Mesin Gerinda Potong
5. Ragum
6. Jangka Sorong
7. Sarung Tangan
8. Wadah Media Pendingin
9. Alat Uji Kekerasan
10. Tungku *Heat Treatment*
- 11 Penjepit Tangan

3.2.1.1 Gas Elpiji

Gas elpiji berfungsi sebagai bahan bakar dapur pemanas pada saat proses pemanasan berlangsung.



Gambar 3.1 Gas Elpiji

### 3.2.1.2 *Thermocouple Type k*

Berfungsi untuk menentukan besaran suhu yang terjadi pada dapur pemanas atau sebagai sensor suhu.



Gambar 3.2 *Thermocouple*

### 3.2.1.3 *Thermometer Digital*

Berfungsi sebagai *parameter* untuk melihat suhu yang ada pada dapur pemanas.



Gambar 3.3 *Thermometer Digital*

#### 3.2.1.4 Mesin *Gerinda Potong*

Mesin ini berfungsi sebagai alat untuk membersihkan benda kerja sesudah pemanasan selesai.



Gambar 3.4 Mesin *Gerinda Potong*

#### 3.2.1.5 Ragum Dan Penjepit Tangan

Ragum dan penjepit tangan berfungsi sebagai alat penjepit benda kerja agar lebih memudahkan dalam proses pengerjaan lanjutan.



Gambar 3.5 Ragum

### 3.2.1.6 Jangka Sorong

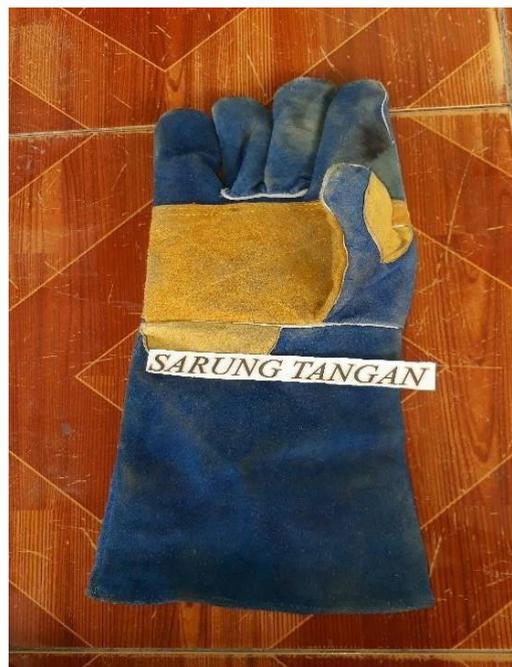
Jangka sorong berfungsi untuk mengukur panjang ,tinggi,lebar,dan kedalaman pada *specimen*.



Gambar 3.6 Jangka Sorong

### 3.2.1.7 Sarung Tangan

Sarung tangan berfungsi untuk melindungi tangan dari benda benda yang tajam dan panas pada saat proses pengerjaan.



Gambar 3.7 Sarung Tangan

### 3.2.1.8 Wadah Media Pendingin

Berfungsi sebagai wadah/tempat pendinginan specimen sesudah dipanaskan.



Gambar 3.8 Wadah media Pendingin

### 3.2.1.9 Alat kekerasan ( *Hardness Test* )

Berfungsi untuk menguji *specimen* yang akan di uji .



Gambar 3.9 Alat Uji Kekerasan

#### 3.2.1.10 Tungku *Heat Treatment*

Berfungsi sebagai alat untuk memanaskan *specimen* yang akan diuji.



Gambar 3.10 Tungku pemanas

#### 3.2 .2 Bahan Yang Digunakan Antara Lain :

##### 3.2.2.1 Baja karbon aisi 6135

Benda uji yang digunakan lalu dipanaskan kemudian didinginkan dengan media Solar coolant Es batu dan Dan Udara untuk diuji kekerasan.



Gambar 3.11 *Specimen* Baja aisi 6135

1. Media pendingin bio solar

Bahan bakar diesel B20 itu merupakan penggabungan antara Solar (B0) sebanyak 80% dengan minyak kelapa sawit (B100) sebanyak 20%.



Gambar 3.12 Media pendingin bio solar

2. Media pendingin air coolant

Radiator coolant yang mengandung 20% ethylene glycol. Hal ini tentunya akan mencegah air radiator mendidih yang bisa berakibat radiator jebol karena perubahan fasa air menjadi gas.



Gambar 3.13 Media pendingin air coolant

### 3. Media pendingin batu es.



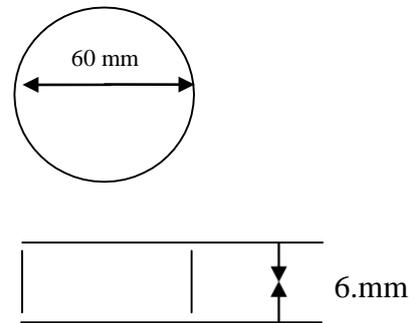
Gambar 3.14 Media pendingin batu Es

### 4. Media pendingin udara

Specimen di dinginkan di udara bebas dan didiamkan sampai panas berkurang



Gambar 3.15 Media pendingin udara



Gambar 3.16 *Specimen Uji Kekerasan*

### 3.3 Proses Pemanasan (Pengerasan)

#### 3.3.1 Proses Pemanasan

Pada proses pemanasan untuk baja aisi 6135 dilakkuan dengan cara memasukkan specimen pada dapur pemanas



Gambar 3.17 Gambar memasukkan specimen pada tungku pemanas

Memasukkan specimen pada dapur pemanas dengan mengatur posisi specimen tepat ditengah-tengah tungku agar pada saat pemanasan dapat terpanaskan dengan sempurna, setelah specimen dimasukkan langkah berikutnya ialah memanaskan specimen pada temperatur  $800^{\circ}\text{C}$ , untuk mendapatkan suhu  $0-800$  Drajat Memerlukan waktu 15 menit ,dan diikuti dengan proses penahanan dengan waktu masin-masing 60 menit



Gambar 3.18 Proses Pemanasan Specimen

Setelah specimen dipanaskan ditemperatur  $800^{\circ}\text{C}$  dan ditahan selama 60 menit specimen dapat didinginkan di dalam tungku kemudian di keluarkan.



Gambar 3.19 Gambar Mengeluarkan Specimen Dari tungku pemanas

### 3.3.2 Proses Pendinginan

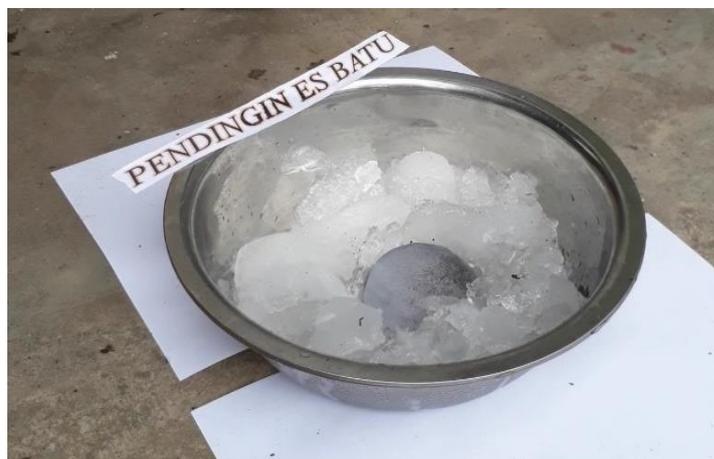
Setelah proses perlakuan panas dan *heattreatment* dilakukan, proses selanjutnya adalah proses pendinginan dengan cara mengeluarkan spesimen dari dalam dapur pemanas kemudian baja didinginkan perlahan-lahan dengan media pendingin Solar coolant es batu dan udara, dengan cara mencelupkan baja AISI 6135 kedalam wadah media pendingin.



Gambar 3.20 Gaambar pendinginan specimen dengan coolant



Gambar 3.21 Gambar Pendinginan Media bio solar



Gambar 3.22 Gambar Pendinginan Media es batu



Gambar 3.23 Gambar Pendinginan Media udara

#### 3.4 Proses Pengujian Spesimen

Langkah selanjutnya setelah semua proses dilakukan adalah proses pengujian untuk mendapatkan data. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian pengujian kekerasan dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Menyiapkan specimen yang telah didinginkan dengan media coolant solar es batu dan udara



Gambar 3.24 Gambar Spesimen Yang Akan Diuji

### 3.5 Pengujian Proses Pengerasan

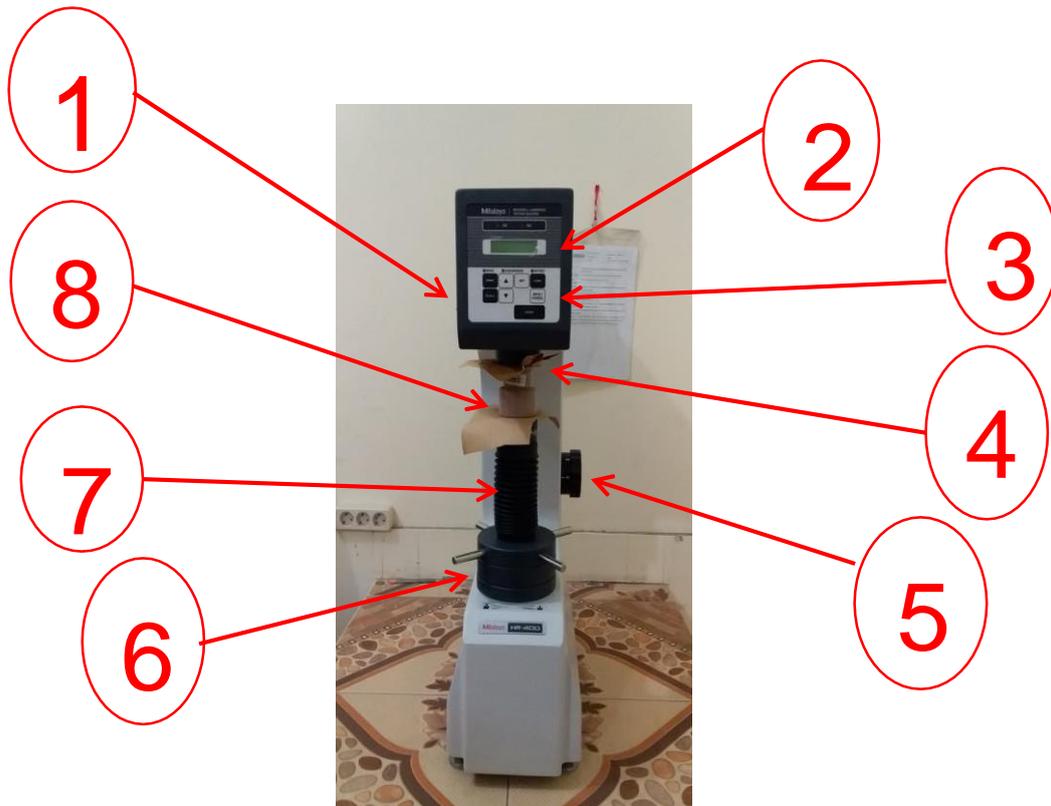
#### a. Metode *Hardnes Test Rockwell*

Uji ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Hal ini akan memperkecil jumlah preparasi permukaan yang dibutuhkan dan juga diperkecil kecenderungan untuk terjadi permukaan keatas atau penurunan yang disebabkan oleh penumbuk. Kemudian diterapkan beban besar dan secara otomatis kedalaman lekukan akan tekanan pada gage penumbuk yang menyatakan angka kekerasan penunjuk tersebut terdiri atas 0,00008 inci.

Petunjuk kebalikannya sedemikian hingga kekerasan yang tinggi yang berkaitan dengan penembusan yang kecil menghasilkan penunjukkan angka kekerasan yang tinggi. Hal ini sesuai dengan angka kekerasan lain yang dijelaskan sebelumnya.

#### 3.5.1. *Set up* pengujian

Berikut ini adalah gambar bagian-bagian dari mesin *hardness rockwell*.



Gambar 3.25 Mesin *Hardness Rockwell*

Alat yang dipergunakan untuk melakukan uji kekerasan suatu benda yang dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan *Rockwell* digunakan alat bernama *Rockwell hardness test*.

Nama alat : *rockweel hardnes test*

Merk : *Multitoyo Rockwell hardness scales*

Loading : 98.07 N (10kgf)

Indektor : *Diamond*

HR C load : 1471 N (150kgf)

Indektor : *Steel ball 3,175mm (Ø 1/8)*

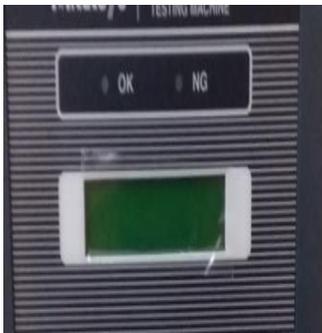
HR H : 588.4 N (60kgf)

1. Tombol Power Mesin *Hardness Rockwell*



Tombol *power* berfungsi untuk menghidupkan mesin uji *Rockwell*.

## 2. Layar *Manometer*



Layar berfungsi untuk melihat hasil pengujian dan untuk menyetel skala-skala yang akan digunakan pada saat pengujian.

## 3. Tombol *Instrument*



Tombol *instrument* berfungsi untuk menyetel skala-skala yang akan digunakan pada saat pengujian serta untuk memulai pengujian.

## 4. *Indentor*



*Indentor* berfungsi untuk menguji material.

5. Pengatur Beban Pada Saat Pengujian



Pengatur beban berfungsi untuk mengatur beban yang akan digunakan pada saat pengujian.

6. Roda Tangan



Roda tangan berfungsi sebagai pengendali untuk menaikkan dan menurunkan anvil.



Batang ulir pengangkat berfungsi untuk mengangkat dudukan benda kerja keatas dan kebawah.

8. *Anvil* ( landasan Benda Kerja)

*Anvil* berfungsi sebagai dudukan (landasan benda kerja) yang akan diuji.

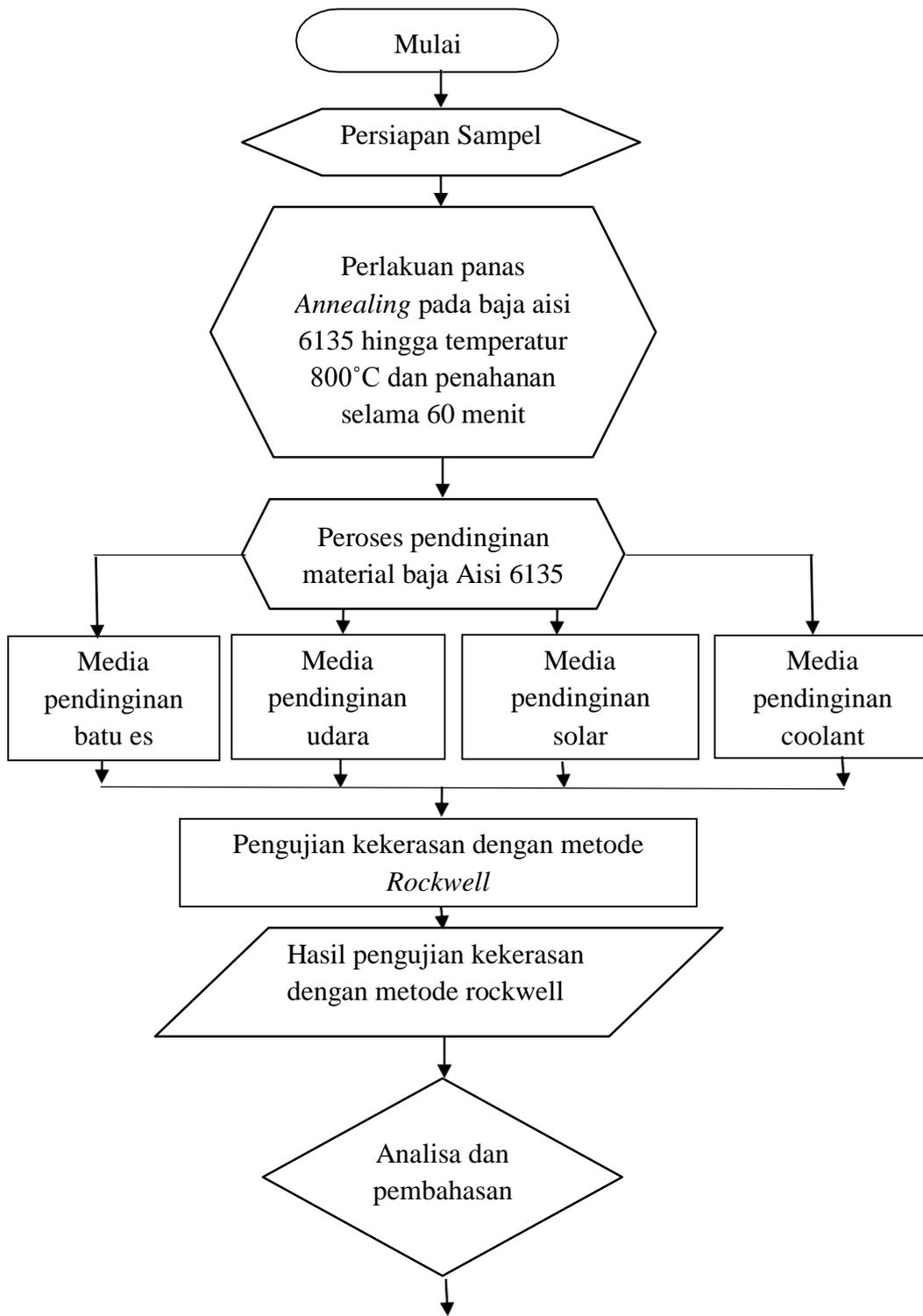
### 3.5.2 Langkah-langkah pengujian kekerasan *hardnes test rockwell*

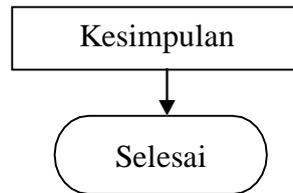
- Mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan dilakukan untuk pengujian *hardness*.
- Membagi benda kerja menjadi 5 titik pada setiap *specimen* dimulai dari tengah benda kerja sampai ke ujung benda kerja.
- Menghidupkan alat *uji hardness*.
- Menyetel benda kerja tepat ditengah titik yang pertama dari *specimen* dengan alat uji *hardness*.
- Mengunci benda kerja,dan memutar batang ulir pengangkat hingga *specimen* mengenai *indentor*,kemudian dilepaskan sehingga terlihat nilai HRCnya.
- Mencatat nilai HRC dan melepaskan benda kerja,dan menjepit benda kerja ditengah titik selanjutnya,kemudian mereset nilai HRC pada *monitor hardness test* menjadi 0 dan mengembalikan ke HRC.
- Setelah titik 2 selesai,melakukan hal yang sama pada titik 3 dan *specimen* lainnya.
- Setelah selesai matikan alat uji *harness* dan membersihkan peralatan dan ruang sekitarnya.

Menganalisa data hasil percobaan uji kekerasan *hardnes test rockwell*.

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Dibawah ini adalah diagram alir penelitian yang diawali dari mulai hingga selesai seperti yang terlihat pada gambar 3.26 berikut ini.





Gambar 3.26 Diagram Alir Penelitian

Keterangan Dari Diagram Alir Penelitian :

➤ Mulai

Mempersiapkan alat yang digunakan

➤ Mempersiapkan *specimen* yang akan diuji .

➤ *Specimen* dipanaskan dengan *temperature* 800°C dan melakukan penahanan temperatur selama 15 menit menggunakan tungku pemanas *heattretment*.

Melakukan pemanasan pada baja aisi 6135 sampai temperatur 800°C lalu menahan suhu pada temperatur 600°C selama 60 menit.

➤ Pendinginan dengan media coolant, solar, es batu, dan udara

Setelah melakukan pemanasan sampai temperatur 800°C baja aisi 6135 langsung didinginkan secara cepat dengan media pendingin es batu udara solar dan coolant.

➤ Pengujian *specimen* sesudah didinginkan

Sesudah melakukan pendinginan maka dapat melakukan pengujian kekerasan pada baja aisi 6135 dan mencatat hasil yang didapat dari pengujian tersebut.

➤ Hasil diperoleh setelah pengujian

Setelah melakukan pengujian kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai-nilai kekerasan (HRC).

➤ Analisa dan pembahasan

Setelah dilakukannya pengujian pada material baja aisi 6135 dan mendapatkan hasil kemudian dilakukan analisa dan pembahasan untuk mengetahui nilai-nilai kekerasan sebagai bahan perbandingan.

➤ Kesimpulan

Setelah melakukan pengolahan data dari hasil pengujian maka dapat disimpulkan pengujian yang telah dilakukan.

➤ Selesai

Proses pengujian baja aisi 6135 dinyatakan selesai.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian *Hardness*

Pengujian ini dilakukan di labolatorium program studi teknik mesin fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara. menggunakan baja AISI 6135 setelah mengalami perlakuan panas *ennealing*, dan menggunakan media pendinginan coolant solar es batu dan udara.

#### 4.1.1 Spesimen baja AISI 6135 Sebelum Dilakukan Pengujian Kekerasan

Berikut ini adalah gambar specimen yang digunakan untuk pengujian *hardness* sebanyak 14 spesimen dengan ketebalan 6mm dan diameter 60mm. 2 spesimen tanpa perlakuan panas dan 12 speismen dilakukan perlakuan panas dan dengan media pendingin yang berdeda yaitu dengan media pendingin coolant,solar,es batu,dan udara



Gambar 4.1 Baja aisi sebelum melakukan pengujian kekerasan



Gambar 4.1 Baja AISI Sebelum Dilakukan Pengujian Kekerasan

#### 4.1.2 Spesimen baja AISI 6135 Setelah Mengalami Pengujian Kekerasan

Untuk mengambil data pada pengujian *hardnes tess* perlu melakukan pengujian 1 kali disetiap specimen. Pada pengujian ini dilakukan 5 pengujian disetiap specimen dengan 5 titik pengujian. Setiap sepecimen di lakukan titik pengujian dengan bentuk horizontal.



Gambar 4.2 Baja AISI Setelah Dilakukan Pengujian Kekerasan

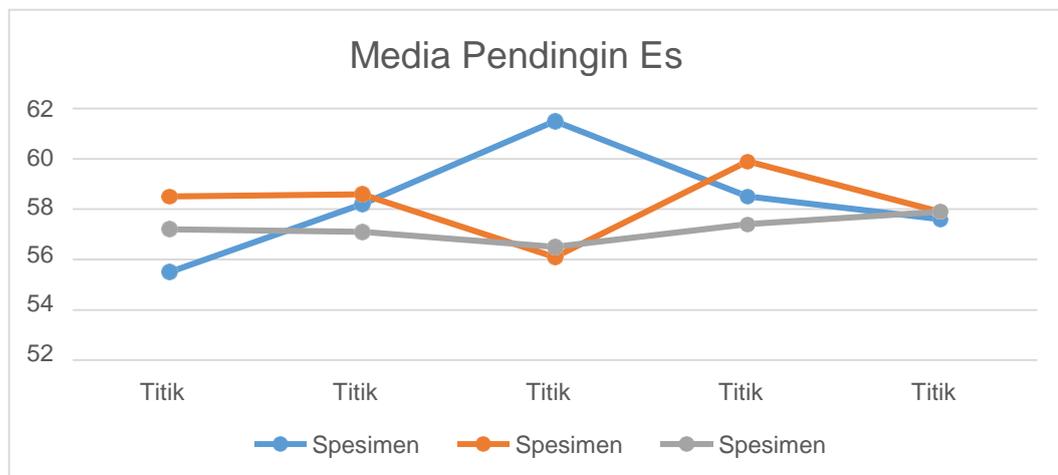


Gambar 4.2 Baja AISI Setelah Dilakukan Pengujian Kekerasan

#### 4.2 Hasil Dan Grafik Pengujian Hardnes

Tabel 4.1 hasil pengujian *hardness* perlakuan panas *Ennealing* dengan media Pendinginan Es Batu

No	Bahan	Temperatur Pemanasan	Media Pendingin	Uji <i>Hardness Rockwel</i>					Rata-rata
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
1	AISI 6135	800°C	Es Batu	55.5	58.2	61.5	58.5	57.6	58.6
2	AISI 6135	800°C	Es Batu	58.5	58.6	56.1	59.9	57.9	58.2
3	AISI 6135	800°C	Es Batu	57.2	57.1	56.5	57.4	56.6	57.9

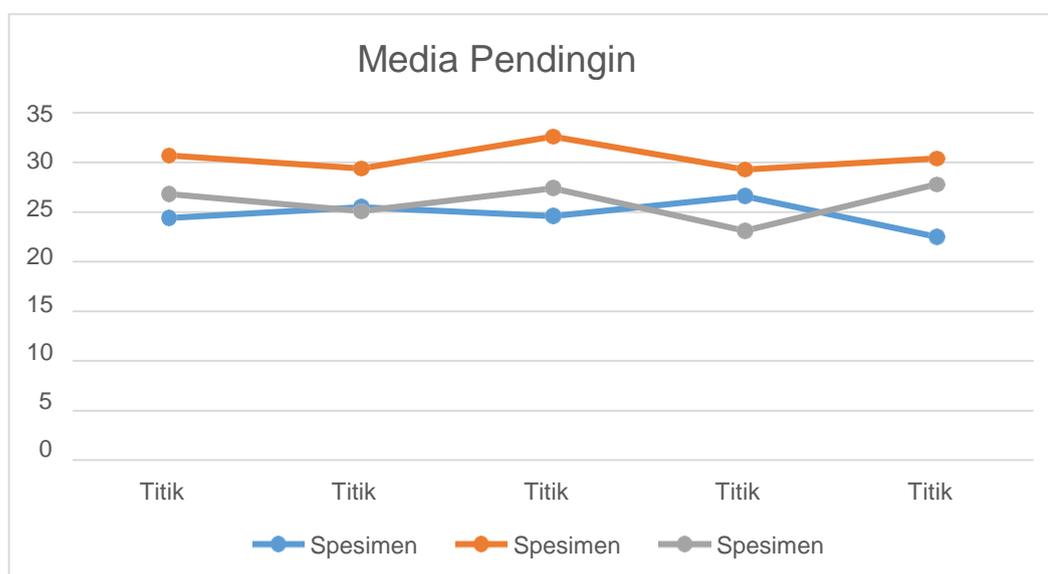


Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Media Pendingin Es Batu

Grafik dan table diatas menjelaskan bahwa nilai dari pengujian kekerasan benda uji dengan media Es Batu dengan kekerasam HRC 58,5 lebih besar dibandingkan dengan tidak menggunakan perlakuan panas dan pendinginan yaitu HRC 41.0,dikarenakan memiliki viskositas yang rendah sehingga nilai kekentalan cairan kurang, sehingga laju pendinginan cepat dan massa jenisnya lebih besar dibandingkan dengan media pendingin lainnya seperti air,solar,oli,udara, sehingga kecepatan media pndingin besar dan makin cepat laju pendinginannya.

Tabel 4.2 Hasil pengujian *hardness* perlakuan panas *Ennealing* dengan media Pendinginan Udara

No	Bahan	Temperatur Pemanasan	Media Pendingin	Uji <i>Hardness</i> Rockwel					Rata-rata
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
1	AISI 6135	800°C	Udara	24,4	25.5	24.6	26.6	22.5	24.7
2	AISI 6135	800°C	Udara	30.7	29.4	32.6	29.3	30.2	30.4
3	AISI 6135	800°C	Udara	26.8	25.1	27.4	23.1	27.8	26.0



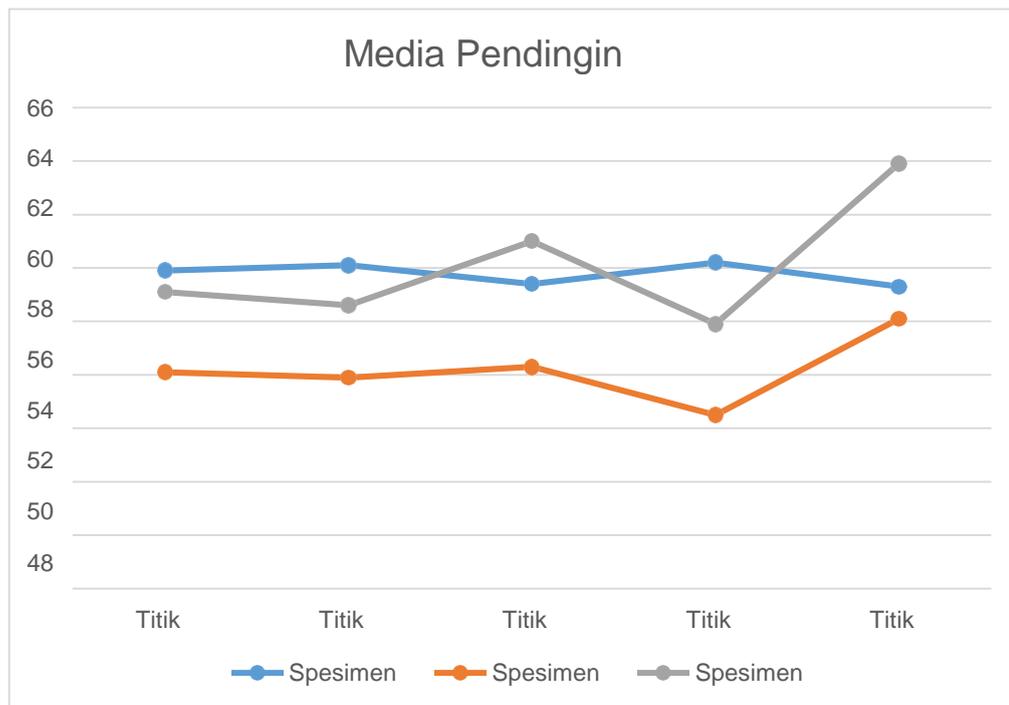
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Media Pendingin Udara

Grafik diatas menjelaskan bahwa nilai dari pengujian kekerasan benda uji dengan media udara dengan kekerasam HRC 27.0 lebih kecil dibandingkan dengan tidak menggunakan perlakuan panas dan pendinginan yaitu HRC 41.0dikarenakan

Udara tidak memiliki viskositas tetapi hanya memiliki massa jenis sehingga laju pendinginannya sangat lambat.

Tabel 4.3 hasil pengujian *hardness* perlakuan panas *Ennealing* dengan media Pendinginan Solar

No	Bahan	Temperatur Pemanasan	Media Pendingin	Uji <i>Hardness Rockwel</i>					Rata-rata
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
1	AISI 6135	800°C	Solar	59.9	60.1	59.4	60.2	59.3	59.6
2	AISI 6135	800°C	Solar	56.1	55.9	56.3	54.5	58.1	56,5
3	AISI 6135	800°C	Solar	59.1	58.6	61.0	57.9	63.9	60.1

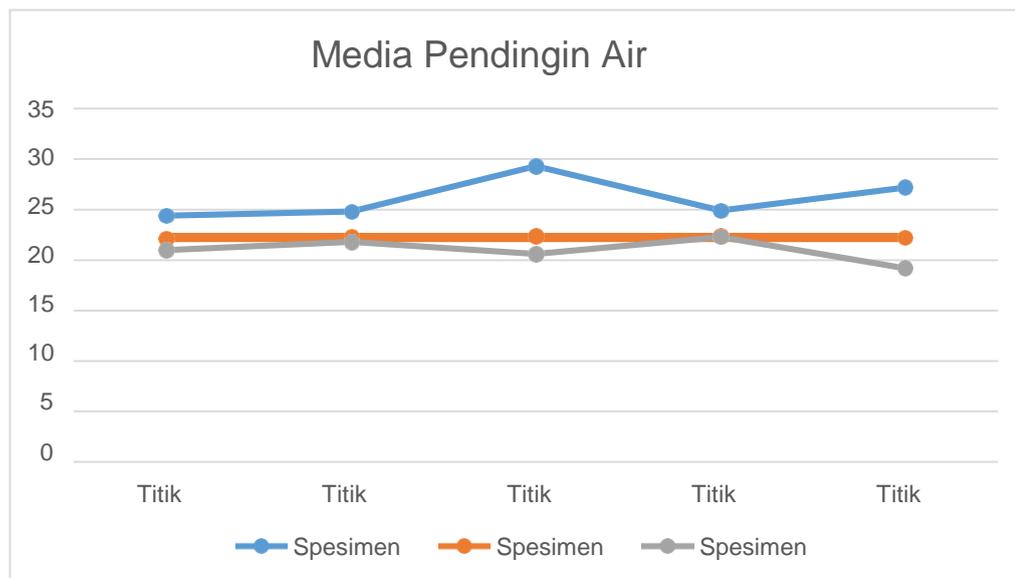


Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Media Pendingin Solar

Grafik diatas menjelaskan bahwa nilai dari pengujian kekerasan benda uji dengan media solar dengan kekerasam HRC 58.2 lebih besar dibandingkan dengan tidak mrnggunakan perlakuan panas dan pendinginan yaitu HRC 41.0 dikarenakan Solar memiliki viskositas yang tinggi dibandingkan dengan air dan massa jenisnya lebih rendah dibandingkan air sehingga laju pendinginannya lebih lambat, dan membuat pengerasan lebih bagus dari pendingin yang Coolant dan Udara

Tabel 4.4 hasil pengujian *hardness* perlakuan panas *Ennealing* dengan media Pendinginan coolant

No	Bahan	Temperatur Pemanasan	Media Pendingin	Uji <i>Hardness Rockwel</i>					Rata-rata
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
1	AISI 6135	800°C	Coolant	24.4	24.8	29.3	24.9	27.2	26.9
2	AISI 6135	800°C	Coolant	22.1	22.3	22.4	22.4	22.2	22,8
3	AISI 6135	800°C	Coolant	21.0	21.8	20.6	22.3	19.2	20.9



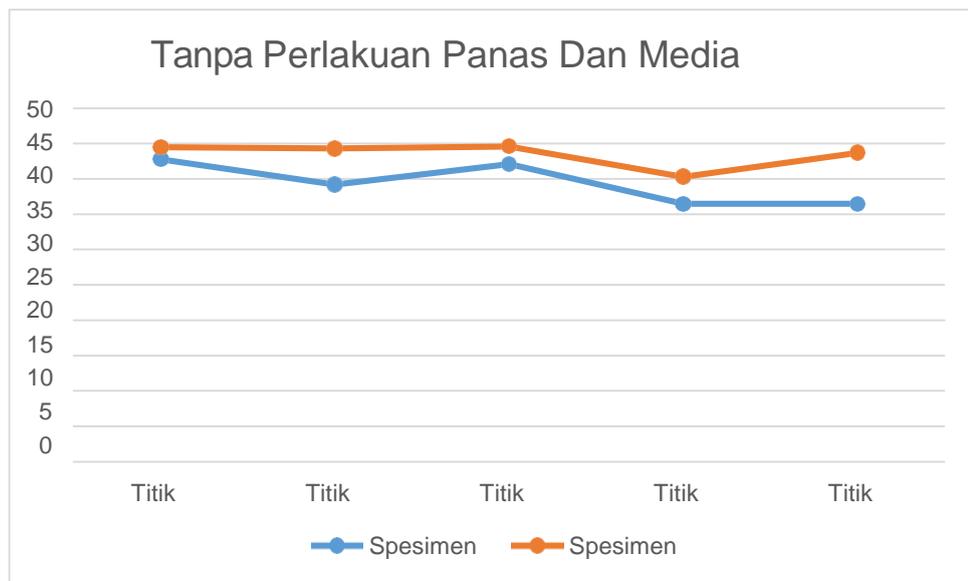
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Media Pendingin Air Colant

Grafik diatas menjelaskan bahwa nilai dari pengujian kekerasan benda uji dengan media coolant dengan kekerasam HRC 23.4 lebih besar dibandingkan dengan tidak mrnggunakan perlakuan panas dan pendinginan yaitu HRC 41.0 dikarenakan Air Coolant memiliki massa jenis yang besar tapi lebih kecil dari solar,kekentalannya rendah. Laju pendinginannya lebih lambat dari es batu.

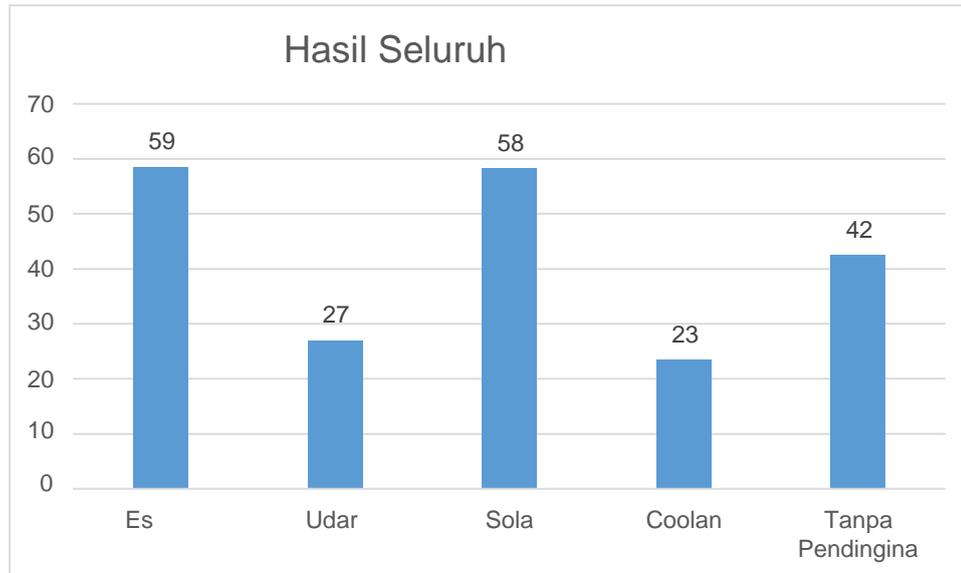
(<https://media.neliti.com/>)

Tabel 4.5 Hasil pengujian *hardness* Tanpa perlakuan panas dan pendinginan

No	Bahan	Temperatur Pemanasan	Media Pendingin	Uji <i>Hardness Rockwel</i>					Rata-rata
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
1	AISI 6135 40.4	Tanpa Perlakuan Panas		42.8	39.2	42.1	36.5	37.7	
			Dan Pendinginan						
2	AISI 613 43.7	Tanpa Perlakuan Panas		44.5	44.3	44.6	40.8	44.3	
			Dan Pendinginan						



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Tanpa Perlakuan Panas Dan Media Pendingin



Gambar 4.8 Hasil keseluruhan perlakuan panas

Tabel dan grafik diatas merupakan hasil perbandingan nilai pengujian material yang mengalami perlakuan panas dan tanpa perlakuan panas *Anealing*, dimana pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji *hardness Rockwell* dengan menggunakan media pendinginan es batu di dapatkan hasil uji kekerasan 59 HRC, dengan pendingin udara di dapatkan 27 HRC, dengan pendinginan solar di dapatkan uji kekerasan 58HRC, dengan pendingin coolant di dapatkan uji kekerasan 23HRC, dan tanpa pendinginan dan perlakuan panas 42HRC. Pengujian *Rockwell* menggunakan mata indektor intan dengan total pengujian hingga 60 kgf atau 588,4N. metode pengujian yang terdapat pada mesin uji ini ialah dalam sekali penumbukan atau pembebanan pengujian terdapat 5 kali proses penekanan (penumbukan) setiap satu specimen dimana satu specimen terdapat jarak antara titik 1 ke titik yang lain adalah 4mm.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Hasil kesimpulan yang di dapat yaitu Nilai kekerasan pada baja AISI 6135 sesudah diperlakukan panas nilai kekerasannya menurun dikarenakan temperature pemanasan dan media pendingin sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan. Material Dikarenakan laju pendinginan nya berbea-beda sehingga struktur yang terbentuk pada baja tersebut berpengaruh terhadap nilai kekerasan pendingin solar memiliki nilai HRC : 58,6, es batu memiliki nilai HRC : 58,2,udara memiliki nilai HRC : 27.0, coolant memiliki nilai HRC : 23,4.

Kemudian Evaluasi hasil pengujian kekerasan *Rockwell* tes didapatkan hasil yaitu media pendinginan solar merupakan pendingin material yang sangat baik dari pendinginan yang lain.

Nilai hasil pengujian specimen dengan menggunakan media pendingin Solar

Specimen pertama HRC : 59.6

Specimen ke dua HRC : 56,5

Specimen ke tiga HRC : 60.1

Nilai hasil pengujian specimen dengan menggunakan media pendingin es batu

Specimen pertama HRC : 58.6

Specimen ke dua HRC : 58.2

Specimen ke tiga HRC : 57.9

Nilai hasil pengujian specimen dengan menggunakan media pendingin coolant

Specimen pertama HRC : 26.9

Specimen ke dua HRC : 22,8

Specimen ke tiga HRC : 20.9

Nilai hasil pengujian specimen dengan menggunakan media pendingin udara

Specimen pertama HRC : 24.7

Specimen ke dua HRC : 30.4

Specimen ke tiga HRC : 26.0

Nilai hasil pengujian specimen tanpa perlakuan panas

Specimen pertama HRC : 40.4

Specimen ke dua HRC : 43.7.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan analisa uji kekerasan pada material baja setelah mengalami perlakuan panas *annealing* adalah sebagai berikut

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan melihat struktur mikro yang terjadi sesudah dan sebelum perlakuan panas.
- Perlu disempurnakan lagi tungku pemanas, agar pemanasan material bisa merata sempurna
- Selalu berhati-hati dalam proses pengerjaan dikarenakan proses pemanasan menggunakan gas LPG dengan temperature yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Mujahid, M. (2017). Pengaruh Jenis Coolant Dan Variasi Side Cutting Angle Terhadap Kekerasan Permukaan Bubut Tirus ENS 45. 52-53.
- Riadi, S. (2014). Variasi Media pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikrohasil realmiting Al Si Berbasis Limbah Piston bekas Dan perlakuan Degesing. Mechanical Engeenering .
- ristyanto, A. (2014). The Effect Of The Normalizing Process TOn The Value of heardness And Microstructur At The UIC\_54 Steel Thermomite. Mechanical Engineering Journal, 6-7.
- Trihutomo, P. (2014). Pengaruh proses Annealing padaHasil Pengelasan terhadap Sifat Mekanik Baja karbon rendah. 82-86.
- wahyudi. (2006). Pengaruh struktur Baja Terhadap Proses Heat Tretment Dengan Baja ST-40. Jurnal Mechanical Engineering, 15-19.
- Agus, S. (2008). Perencanaan struktur baja Dengan metode LRFD. Erlangga J Jakarta
- Kogoya,Sefnath.(2013).IlmuTeknikMesinPerlakuanPanas; <https://sefnath.blogspot.com>
- Rida sulistio, (2007). Pengaruh Proses Normalizing Terhadap Sifat Mekanis Baja S.34c. Jurnal Mechanical Engineering (2) : 2-3
- Wahyudi, 2006. Pengaruh Struktur Baja Terhadap Proses Heattreatment Dengan Baja ST40, Jurnal Mechanical Rngineering (3) : 15-19
- <https://Katalogueloe.Blogspot.Com/2013/03/PengujianPekerasan-Brinell-Vikershtml>
- <Http://www.ptli.com/testlopedia/test/rockwel-d785.asp>

# **LAMPIRAN**

LABOLATORIUM MEKANIKA KEKUATAN MATERIAL  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FT-UMSU

LEMBAR DATA SHEET

Percobaan : Hardness test/ kekuatan *Rockwell*  
Material : Baja AISI 6135 Pendinginan Dengan Menggunakan udara  
Nama : Akbar Rizky  
Hari/tanggal : 28 november 2019

Bahan spesimen	Pengukuran No	HRC	keterangan
BAJA AISI 6135 spesimen NO.1	1. Titik1	24,9	
	2. Titik 2	25,6	
	3. Titik 3	24,6	
	4. Titik 4	26,6	
	5. Titik 5	22,5	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.2	1. Ttitik1	30,7	
	2. Titik 2	29,4	
	3. Titik 3	32,6	
	4. Titik 4	29,3	
	5. Titik 5	30,2	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.3	1. Ttitik1	26,8	
	2. Titik 2	25,1	
	3. Titik 3	27,4	
	4. Titik 4	23,1	
	5. Titik 5	27,8	

MEDAN 28 NOVEMBER 2019

Asisten pelaksana  
/ Laboratorium

Arya Rudi nasution S.T,MT

LABOLATORIUM MEKANIKA KEKUATAN MATERIAL  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FT-UMSU

LEMBAR DATA SHEET

Percobaan : Hardness test/ kekuatan *Rockwell*  
Material : Baja AISI 6135 Pendinginan Dengan Menggunakan Solar  
Nama : Akbar Rizky  
Hari/tanggal : 28 november 2019

Bahan spesimen	Pengukuran No	HRC	keterangan
BAJA AISI 6135 spesimen NO.1	1. Titik1	59,9	
	2. Titik 2	60,1	
	3. Titik 3	59,4	
	4. Titik 4	60,2	
	5. Titik 5	59,3	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.2	1. Ttitik1	56,1	
	2. Titik 2	55,9	
	3. Titik 3	56,3	
	4. Titik 4	54,5	
	5. Titik 5	58,1	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.3	1. Ttitik1	59,1	
	2. Titik 2	58,6	
	3. Titik 3	61	
	4. Titik 4	57,9	
	5. Titik 5	63,9	

MEDAN 28 NOVEMBER 2019

Asisten pelaksana  
Labolatorium



Arya Rudi nasution S.T,M.T

LABOLATORIUM MEKANIKA KEKUATAN MATERIAL  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FT-UMSU

LEMBAR DATA SHEET

Percobaan : Hardness test/ kekuatan *Rockwell*  
Material : Baja AISI 6135 Pendinginan Dengan Menggunakan Es Batu  
Nama : Akbar Rizky  
Hari/tanggal : 28 november 2019

Bahan spesimen	Pengukuran No	HRC	keterangan
BAJA AISI 6135 spesimen NO.1	1. Titik1	55,5	
	2. Titik 2	58,2	
	3. Titik 3	61,5	
	4. Titik 4	58,5	
	5. Titik 5	57,6	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.2	1. Ttitik1	58,5	
	2. Titik 2	58,6	
	3. Titik 3	56,1	
	4. Titik 4	59,9	
	5. Titik 5	57,9	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.3	1. Ttitik1	57,2	
	2. Titik 2	57,1	
	3. Titik 3	56,5	
	4. Titik 4	57,4	
	5. Titik 5	56,6	

MEDAN 28 NOVEMBER 2019

Asisten pelaksana  
Laboratorium

Arya Rudi nasution S.T,M.T

LABOLATORIUM MEKANIKA KEKUATAN MATERIAL  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FT-UMSU

LEMBAR DATA SHEET

Percobaan : Hardness test/ kekuatan *Rockwell*  
Material : Baja AISI 6135 Pendinginan Dengan Menggunakan Air Coolant  
Nama : Akbar Rizky  
Hari/tanggal : 28 november 2019

Bahan spesimen	Pengukuran No	HRC	keterangan
BAJA AISI 6135 spesimen NO.1	1. Ttitik1	24,4	
	2. Titik 2	24,8	
	3. Titik 3	29,3	
	4. Titik 4	24,9	
	5. Titik 5	47,2	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.2	1. Ttitik1	22,1	
	2. Titik 2	22,3	
	3. Titik 3	22,4	
	4. Titik 4	22,4	
	5. Titik 5	22,2	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.3	1. Ttitik1	21	
	2. Titik 2	21,8	
	3. Titik 3	20,6	
	4. Titik 4	22,3	
	5. Titik 5	19,2	

MEDAN 28 NOVEMBER 2019

Asisten pelaksana  
/ Laboratorium



Arya Rudi nasution S.T,M.T

LABOLATORIUM MEKANIKA KEKUATAN MATERIAL  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FT-UMSU

LEMBAR DATA SHEET

Percobaan : Hardness test/ kekuatan *Rockwell*  
Material : Baja AISI 6135 Tanpa di heat treatment dan tanpa Menggunakan pendinginan  
Nama : Akbar Rizky  
Hari/tanggal : 28 november 2019

Bahan spesimen	Pengukuran No	HRC	keterangan
BAJA AISI 6135 spesimen NO.1	1. Ttitik1	42,8	
	2. Titik 2	39,2	
	3. Titik 3	42,1	
	4. Titik 4	36,5	
	5. Titik 5	37,7	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.2	1. Ttitik1	44,5	
	2. Titik 2	44,3	
	3. Titik 3	44,6	
	4. Titik 4	40,8	
	5. Titik 5	44,3	
BAJA AISI 6135 spesimen NO.3	1. Ttitik1		
	2. Titik 2		
	3. Titik 3		
	4. Titik 4		
	5. Titik 5		

MEDAN 28 NOVEMBER 2019

Asisten pelaksana

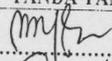
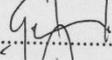
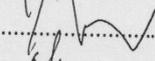
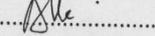
Labolatorium



Arya Rudi nasution S.T,M.T

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta Seminar  
 Nama : Akbar Rizky  
 NPM : 1307230116  
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja AISI 6135 yang Mengalami Heat Treatment Anne Aling.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 
Pembanding – I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	: 
Pembanding – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230084	HOSEM EFENDI	
2	1507230065	ROBY MAULANA RANGKUTI	
3	1407230066	RAHMA DANI	
4	1307230271	DEDE DENI	
5	1307230262	ASRIL	
6	1407230057	EDI SUSANTO	
7	1507230011	DICKY JULIANTO	
8	1507270007	Nirman Syahputra	
9	1507230017	Rizki Wibowo	
10			

Medan, 27 Jum.Akhir 1441 H  
 21 Februari 2020 M

Ketua Prodi



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Akbar Rizky  
NPM : 1307230116  
Judul T.Akhir : Pengaruh variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja AISI 6135 Yang mengalami Heat Treatmean Annealing.

Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng  
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....  
.....  
.....

Medan 26 Jum.Akhir 1441 H  
21 Februari 2020 M

Diketahui  
Ketua Prodi : M. Sidiq

Affandi S.T.M.T



Dosen Pemanding- I

DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng

M

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Akbar Rizky  
NPM : 1307230116  
Judul T.Akhir : Pengaruh variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja  
AISI 6135 Yang mengalami Heat Treatment Annealing.

Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng  
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :  
..... Perbaiki .... pada .... mengikuti ....  
.....  
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan 26 Jum.Akhir 1441 H  
21 Februari 2020 M

Diketahui  
Ketua Prodi Mesin

Affandi S.T.M.T



Dosen Pembanding- II

Sudirman Lubis.S.T.M.T



Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor 1008/0AU//11.3/UMSU-07/P/2019**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Mesin tgl 19 Agustus 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : AKBAR RIZKY  
Npm : 1307230116  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : XII ( Dua Belas )  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP  
KEKERASAN BAJA AISI 6135 YANG MENGALAMI HEAT  
TREATMENT ANEALING .  
Pembimbing 1 : M YANI ST. MT  
Pembimbing 11 : CHANDRA A. SIREGAR ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul tugas akhir kurang sesuai dapat diganti oleh dosen pembimbing setelah mendapat Persetujuan dari program studi teknik Mesin
2. penulisan tugas akhir dinyatakan batal setelah 1 ( satu ) tahun dan tanggal yang telah ditetapkan

Demikian surat penunjukan dosen pembimbing dan menetapkan judul tugas akhir ini  
Dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 18 Zulhijah 1440 H  
19 Agustus 2019 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
NIDN: 010101720

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN BAJA AISI 6135 YANG MENGALAMI HEAT TREATMENT ANNEALING**

NAMA : Akbar Rizky

NPM : 1307230116

PEMBIMBING I : M Yani, ST.,MT

PEMBIMBING II : Chandra A Siregar, S.T.,M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	23/8 2019.	Pembertan spesifikasi tugas skripsi	myr
2.		partikelis latar belakang bab I	myr
3.	1/10 2019.	Tambahan pengujian kekerasan di bab II, lanjut bab III.	myr
4.		Bab III, partikelis jadwal pelaksanaan	myr
5.	21/11 2019	Bab III, Aec	myr
	17/12 2019	Bab IV & V Aec, lanjut ke pembimbing II	myr
	23/12 - 2019	Partikelis	↑
	7/1 - 2019	Aec. kembali ke pembimbing I	↓
		lengkap semua, lembar cover sampai lampiran	myr
	9/1 2020	Aec, selesai	myr

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

1. Nama : AKBAR RIZKY
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 01 NOVEMBER 1995
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Dusun I JL. Kebun Baru, Purwodadi
8. No. Hp : 082370817945
9. Email : Akbarrizky930@gmail.com
10. Orang tua : AMIRUDDIN, SUTARTIK

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	SD BINAKARYA	2001 – 2007
2	MTS AMALIYAH SUNGGAL	2007 – 2010
3	SMK NEGRI 1 KUTALIMBARU	2010 – 2013
4	UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA	2013 - 2020