

# PENGARUH PERBEDAAN MEDIA PENDINGIN TERHADAP STRUKTURMIKRO DAN KEKERASAN PEGAS DAUN DALAM PROSES HARDENING

Rabiatul Adawiyah<sup>(1)</sup>, Murdjani<sup>(1)</sup>, Ahmad Hendrawan<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banjarmasin

## Ringkasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan media pendingin terhadap strukturmikro pegas daun dalam proses hardening. Proses penelitian adalah dengan jalan memanaskan pegas daun sampai suhu didaerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat. Bila kadar karbon diketahui, suhu pemanasannya dapat dibaca dari diagram fasa besi-carbida. Akan tetapi bila komposisi baja tidak diketahui, perlu diadakn percobaan untuk mengetahui daerah pemanasannya. Cara yang terbaik ialah memanaskan dan mencelup beberapa potongan baja berbagai suhu disusul dengan pengujian kekerasan atau pengamatan mikroskop optik. Bila suhu yang tepat telah diperoleh akan terjadi perubahan dalam kekerasan dan sifat lainnya.

*Hardening* dilakukan untuk memperoleh sifat tahan aus yang tinggi, kekuatan dan *fatigue limit/strength* yang lebih baik, dan untuk mendapatkan kekerasan yang tinggi. Setelah di lakukan hardening langkah selanjutnya yaitu melakukan uji mikrostruktur untuk mengetahui struktur yang ada didalam baja tersebut, jadi setelah didapat hasil kekerasan dan mikrostrukturnya maka dapat dibandingkan hasil kekerasan dari empat sampel dan diambil struktur yang lebih dominan atau kekerasan yang paling tinggi.

Setelah pengujian kekerasan dan mikrostruktur dilakukan maka didapatkan hasil kekerasan dari berbagai variasi media pendingin yaitu media oli HRC 97,2 kg/m<sup>m2</sup>, media air garam HRC 99,13 kg/m<sup>m2</sup>, media air biasa HRC 96,5 kg/m<sup>m2</sup>, dan pembanding HRC 94,7 kg/m<sup>m2</sup>, jadi dapat disimpulkan bahwa media air garam lebih tinggi harga kekerasannya di bandingkan dengan media lainnya. kekerasan baja tersebut akan bertambah setelah melalui proses perlakuan panas dan dengan pendinginan yang tiba – tiba (celup cepat)

**Kata Kunci** : Strukturmikro, Kekerasan, *Hardening*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri seringkali dibutuhkan bahan yang yang keras, tahan aus tetapi baja keras yang diperoleh dengan proses pengerasan (*hardening*) akan mengalami penurunan sifat keuletan atau ketangguhannya. Dalam banyak hal sering kali keuletan atau ketangguhan ini juga diperlukan disamping sifat tahan aus untuk hal tersebut diperlukan pengerasan pada permukaan yang merupakan salah satu cara untuk memperoleh bagian permukaan yang keras, tahan aus dan pada bagian (inti) yang ulet dan tangguh. Pada pengerasan permukaan (*face hardening*) juga akan mengakibatkan lapisan permukaan benda kerja menjadi tahan terhadap batas kelelahan naik (Wachid Sucherman ;1987).

Kekerasan pada proses pengerasan dipengaruhi oleh komposisi kadar karbon yang dikandung baja sebelum dikeraskan, proses

pengerasan, jenis dan bahan pendingin yang digunakan pada proses pengerasan.

*Hardenability* adalah sifat yang dimiliki oleh suatu material untuk dapat dikeraskan dengan pembentukan *martensite* yang biasanya untuk metal baja. Pembentukan *martensite* didasari pada proses pergeseran atom yang melibatkan penyusutan dari struktur Kristal. Struktur *martensite* merupakan konsekuensi langsung dari tegangan disekitar matriks yang timbul akibat mekanisme geser. Dengan mengetahui *hardenability* baja dapat diketahui sifat sifat spesimen untuk dapat menentukan penggunaannya dengan tepat. Kekerasan pada baja dapat dimodifikasi tanpa menambahkan unsur lain namun dapat dengan perlakuan panas, karena pada proses tersebut terjadi perubahan struktur didalam baja. Pada penggunaan material sering kali dibutuhkan material yang memiliki tingkat kekerasan tinggi seperti baja. Baja memiliki sifat mampu keras

yang berbeda – beda tergantung dari kadar karbon, laju pendinginan dan lain- lain. Hal ini tergantung dari jenis baja yang akan ditingkatkan kekerasannya. Untuk itu perlu dilakukan pengujian agar dapat diketahui sifat mampu keras dari baja tersebut. Hal ini dilakukan agar dapat dilakukan tindakan yang tepat dalam pengolahannya sehingga dapat menurunkan biaya dalam proses produksi tapi tetap mempertahankan kualitas yang diinginkan. Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui hasil mikrostruktur pada baja yang telah dilakukan proses hardening dengan variasi media pendingin.

## 2. LANDASAN TEORI

### Pegas Daun

Pegas adalah suatu komponen yang berfungsi untuk menerima beban dinamis dan memberikan kenyamanan dalam berkendara. Dengan kondisi pembebanan yang diterima tersebut, material pegas daun harus memiliki kekuatan *elastic* tinggi dan diimbangi juga dengan ketangguhan yang tinggi. Salah satu pegas yang umum digunakan pada kendaraan bermotor roda empat adalah pegas daun. Pada aplikasinya pegas daun umumnya digunakan pada bagian roda belakang.

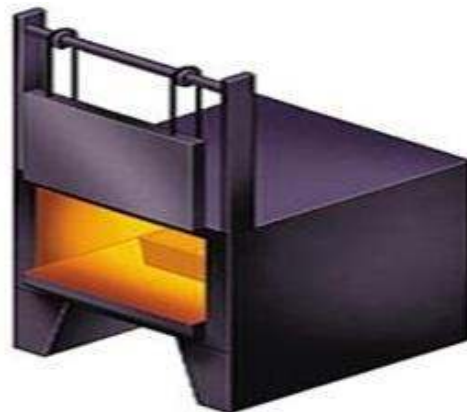
Jenis model pegas yang ada sangatlah bermacam-macam, diantaranya pegas daun, pegas helix, pegas torsi, pegas cakram dan lain-lain. Jenis-jenis pegas tersebut memiliki karakteristik yang berbeda satu dan lainnya. Disamping itu juga memiliki perbedaan pada material yang digunakan dan sifat mekaniknya. Hal ini disesuaikan dengan standar proses pembuatan pegas yang ada. Salah satu material dasar yang digunakan untuk pegas daun adalah JIS SUP 9A. Material JIS SUP 9A mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, kekuatan *elastic* yang baik dan ketahanan terhadap korosi yang lebih baik dari baja karbon lainnya.

Gambar 1. Pegas Daun

### Heat Treatment

*Heat Treatment* (perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan

specimen pada *elektrik furnace* (tungku pemanasan) pada *temperature* rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam yang terutama sifat mekanik yang sangat dipengaruhi oleh struktur mikro logam disamping posisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya diubah. Dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya. Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendaratkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas *temperature* sangat menentukan.



Gambar 2.. Proses pemanasan

Kekerasan suatu bahan pada umumnya, menyatakan terhadap deformasi dan untuk logam dengan sifat tersebut merupakan ukuran ketahanan terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen. apabila yang menyatakan kekerasan sebagai ukuran terhadap lekukan dan ada pula yang mengartikan kekerasan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan sesuatu mengenai perlakuan dan perlakuan panas dari suatu logam

### Hardenability

*Hardenability* adalah ukuran kemampuan suatu material untuk membentuk fasa *martensite*. *Harden-ability* dapat diukur dengan beberapa metode diantaranya metode *jominy* dan metode *grossman*. Dari metode ini akan mendapatkan kurva antara

harga kekerasan dengan jarak *quenching* dari pusat *quench*.

Ada perbedaan pengertian antara kekerasan dengan kemampukerasan dapat diasumsikan :

- Laju pendinginan sangat lambat.
- Laju pemanasan lambat.
- Terjadi mekanisme difusi ( perpindahan atom secara individual dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah ).

*Hardenability* adalah kemampuan untuk mengeras sampai kekerasan tertentu pada suatu bahan. Bila bahan tersebut dikenakan suatu perlakuan panas. Sedangkan kekerasan adalah kemampuan bahan untuk menahan penetrasi dari luar. Besarnya kekerasan dipengaruhi beberapa faktor antara lain:

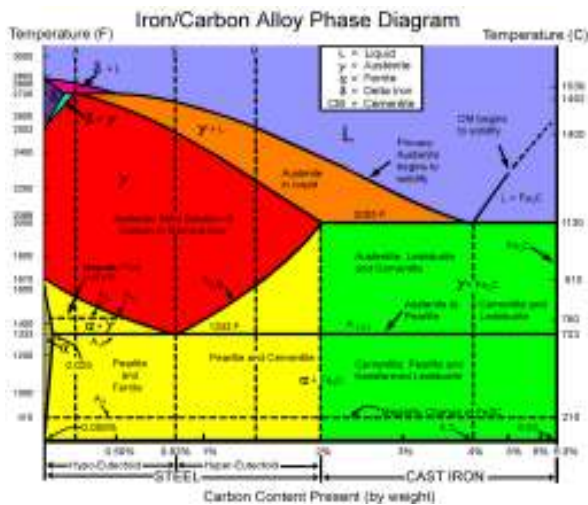
1. Kandungan karbon  
Semakin besar kandungan karbon semakin tinggi kekerasannya sehingga menjadi getas.
2. Jarak pendinginan  
Jarak pendinginan pada *speciment* setelah mengalami perlakuan panas pada tiap titik akan berbeda-beda, semakin jauh jarak pendinginan maka kekerasannya akan semakin kecil

**Prinsip Pengerjaan Hardening**

Proses hardening atau pengerasan baja adalah suatu proses pemanasan logam dengan cara dipanaskan kemudian didinginkan secara cepat. Tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur *martensite*, semakin banyak unsur karbon, maka struktur *martensiet* yang terbentuk juga akan semakin banyak. Karena *martensite* terbentuk dari fase *austenit* yang didinginkan secara cepat.

Langkah-langkah proses *hardening* adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemanasan (*heating*)  
Lakukan pemanasan diatas Ac-1 pada diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C, misalnya pemanasan sampai suhu 850, tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur *Austenite*, yang salah sifat *Austenite* tidak stabil pada suhu di bawah Ac-1, sehingga dapat ditentukan struktur yang diinginkan. Dibawah ini diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C
2. Penahanan suhu (*holding*)  
*Holding time* dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses hardening dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk mempe-roleh pemanasan yang homo-gen sehingga struktur *austenitnya* homo-gen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam *austenit* dan difusi karbon dan unsur paduannya. Pedoman untuk menentukan *holding time* dari berbagai jenis baja:
  - Baja Konstruksi dari Baja Karbon dan Baja Paduan Rendah Yang mengandung karbida yang mudah larut, diperlukan *holding time* yang singkat, 5 - 15 menit setelah mencapai temperatur pemanasannya dianggap sudah memadai.
  - Baja Konstruksi dari Baja Paduan Menengah Dianjurkan menggunakan *holding time* 15 -25 menit, tidak tergantung ukuran benda kerja.
  - *Low Alloy Tool Steel* Memerlukan *holding time* yang tepat, agar kekerasan yang diinginkan dapat tercapai. Dianjurkan menggunakan 0,5 menit per milimeter tebal benda, atau 10 sampai 30 menit.
  - *High Alloy Chrome Steel* Membutuhkan *holding time* yang paling panjang di antara semua baja perkakas, juga tergantung pada temperatur pemanasannya. Juga diperlukan kombinasi temperatur dan *holding time* yang tepat. Biasanya dianjurkan menggunakan 0,5 menit permilimeter tebal benda dengan minimum 10 menit, maksimum 1 jam.
  - *Hot-Work Tool Steel* Mengandung karbida yang sulit larut, baru akan larut pada 1000 °C. Pada temperatur ini kemungkinan terjadinya pertumbahan butir sangat besar, karena itu *holding time* harus dibatasi, 15-30 menit. *High Speed Steel* memerlukan temperatur pemanasan yang sangat tinggi, 1200-1300 °C. Untuk mencegah terjadinya pertumbahan butir *holding time* diambil



Gambar. 3 Diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C

hanya beberapa menit saja. Misalkan kita ambil waktu *holding* adalah selama 15 menit pada suhu 8500 .

3. Pendinginan.

Untuk proses *Hardening* kita melakukan pendinginan secara cepat dengan menggunakan media air. Tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur *martensite*, semakin banyak unsur karbon, maka struktur *martensite* yang terbentuk juga akan semakin banyak. Karena *martensite* terbentuk dari fase *Austenite* yang didinginkan secara cepat. Hal ini disebabkan karena atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong antar atomnya kecil, sehingga kekerasannya meningkat.

1. Air  
Pendinginan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Biasanya ke dalam air tersebut dilarutkan garam dapur sebagai usaha mempercepat turunya temperatur benda kerja dan mengakibatkan benda kerja menjadi keras.
2. Minyak  
Minyak yang digunakan sebagai fluida pendinginan dalam perlakuan panas adalah yang dapat memberikan lapisan karbon pada kulit (permukaan) benda kerja yang diolah. Selain minyak yang khusus digunakan sebagai bahan pendingin pada proses perlakuan panas dapat juga digunakan minyak bakar atau solar.
3. Udara  
Pendinginan udara dilakukan untuk perlakuan panas yang membutuhkan pendinginan lambat. Untuk keperluan tersebut udara yang disirkulasikan ke dalam ruangan pendingin dibuat dengan kecepatan yang rendah. Udara sebagai pendingin akan memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur lain dari udara

Gambar 4. Kurva Pendinginan Pada Diagram TTT

Dari diagram pendinginan diatas dapat dilihat bahwa dengan pendinginan cepat (kurva 6) akan menghasilkan struktur *martensite* karena garis pendinginan lebih cepat daripada kurva 7 yang merupakan laju pendinginan kritis (*critical cooling rate*) yang nantinya akan tetap terbentuk fase *austenite* (*unstable*). Sedangkan pada kurva 6 lebih cepat daripada kurva 7, sehingga terbentuk struktur *martensite* yang kekerasannya berkisar antara 600 BHN-750 BHN, tetapi bersifat rapuh karena tegangan dalam yang besar.

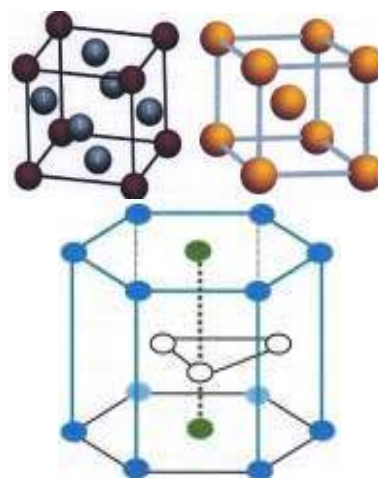
**Media Pendingin**

Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam macam. Berbagai bahan pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain :

**Struktur Mikro Logam Besi**

Dalam Prosesnya pertumbuhan Kristal yaitu Bila suatu logam murni membeku, atom-atom menyusun diri dalam bentuk ruang tertentu yang disebut unit *cell*. Dimana unit cell ini menyusun dari dalam susunan yang teratur dan berulang-ulang membentuk Kristal atau kisi Kristal. Umumnya logam membentuk Kristal dengan 3 macam bentuk utama yaitu :

1. *Body centered cubic ( BCC )*
2. *Face centered cubic ( FCC )*
3. *Close packed hexagonal ( CPH )*



Gambar 5. kisi Kristal BCC,FCC,CPH

Dalam pembentukannya, ketika logam cair mulai membeku maka Kristal mulai terbentuk, ini dimaksudkan bahwa atom-atomnya mengatur diri secara teratur dan berulang-ulang dalam pola tiga dimensi. Pembentukan Kristal diawali dari terjadinya inti Kristal, proses ini disebut juga kristalisasi. Misalnya logam dengan Kristal *face centered cubic* ( FCC ), 14 atom menyusun diri membentuk inti dan selanjutnya berkembang membentuk cabang-cabang yang disebut dendrit.

Sifat logam sangat erat kaitannya dengan strukturnya, logam dengan struktur HTP/CPH umumnya kurang kenyal dan rapuh bila ditekuk atau mengalami proses permesinan, sedangkan logam KPS/FCC biasanya lebih kenyal. Pada umumnya campuran/paduan logam akan menghasilkan susunan atom yang berlainan dengan logam induknya. Tambahan atau campuran tertentu dapat menghasilkan larutan padat substitusi sebagai contoh dapat dikemukakan kuningan yaitu paduan tembaga dan seng disini atom seng dapat menggantikan atom-atom tembaga dalam kisi. Karbon dalam besi membentuk larutan padan interspsi. Karena ukuran atom kecil ukuran atom besi, atom karbon akan dapat menempati ruang kosong disela atom kisi dalam kisi. Ikatan seperti ini akan mencair pada suhu tertentu dan mempunyai konduktivitas dan keuletan yang lebih rendah akan tetapi memiliki kekerasan dan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan paduan yang mempunyai struktur kisi kubik pemusatan kisi, kubik pemusatan ruang atau hexagonal. Contoh paduan ikatan antar logam adalah system aluminium tembaga, tembaga-magnesium dan timah putih antimon.

**Struktur Logam**

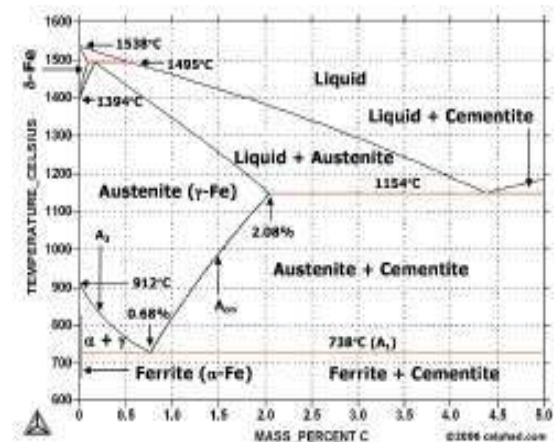
1. Besi ( $\delta$ ):  
Merupakan larutan karbon didalam besi yang berada diantara *temperature* 1394 s/d 1538°C dengan sifat struktur BCC dan daya larut karbon maksimal 0,1% pada *temperature* 1495°C.
2. *Austenite* ( $\gamma$ ):  
Merupakan larutan padat dari karbon didalam besi dengan struktur FCC, dengan komposisi karbon mulai 0,17% pada *temperature* 1495°C dan maksimum 2,11% pada *temperature* 1148°C terjadi pada pemanasan diatas *temperature* kritis ( $A_1$ ) 727°C sifat lunak, non magnetis.
3. *Ferrite* ( $\alpha$ )  
Merupakan larutan padat dari karbon didalam besi murni. Fase ini terjadi dibawah *temperature* 912°C dengan

struktur BCC, dengan komposisi karbon maksimum 0,02% pada *temperature* 727°C memiliki sifat magnetis, lunak.

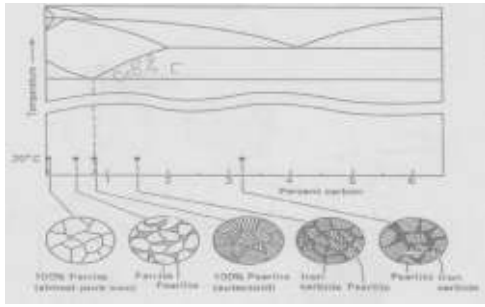
4. *Cementite* ( $Fe_3C$ )  
Merupakan larutan padat, kombinasi kimia antara karbin besi ( $Fe_3C$ ) yang mengandung 6,67%C dengan sifat keras dan rapuh, magnetis sampai 210°C, pada pemanasan diatas 210°C menjadi non magnetis. Besi dan karbon bersenyawa membentuk  $Fe_3C$  sewaktu masih cair disebut karbit besi dan setelah padat disebut *cementite*.
5. *Pearlite* ( $\alpha+Fe_3C$ )  
Merupakan campuran *eutectoid* dari *ferrite* dan *cementite* yang mengandung 0,8%C, fase ini terjadi dibawah *temperature* kritis ( $A_1$ ) 727°C. Sifat lebih keras dan lebih kuat dari pada *ferrite* tetapi kurang ulet, magnetis.
6. *Ledeburite* ( $\gamma+Fe_3C$ )  
Merupakan campuran *eutectic*, *austenite* dan *cementite* yang mengandung 4,3%C, fase ini terjadi dibawah *temperature* 1148oC mempunyai sifat rapuh dank eras.
7. *Martensite*  
Merupakan larutan padat karbon didalam besi yang terbentuk dengan pendinginan cepat dari *austenite* dari atas *temperature* kritis, stabil pada tempeatur 150°C, sifat rapuh dan keras, kekerasan tergantung komposisi karbon

**Diagram fasa ( *equilibrium* ) Fe-C**

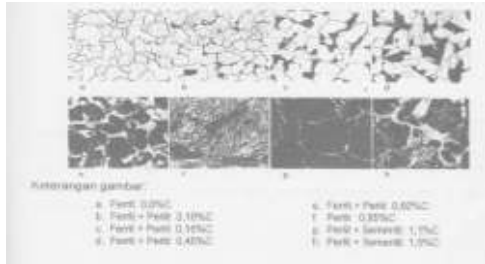
untuk menunjukan jenis fasa yang terdapat dalam keadaan setimbang pada berbagai komposisi dan *temperature*. Penggambaran kurva batas daya larut karbon dalam besi.



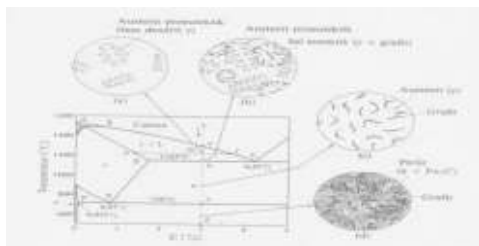
Gambar 8. diagram fasa besi karbon (Fe-C)



Gambar 9. Struktur mikro besi karbon

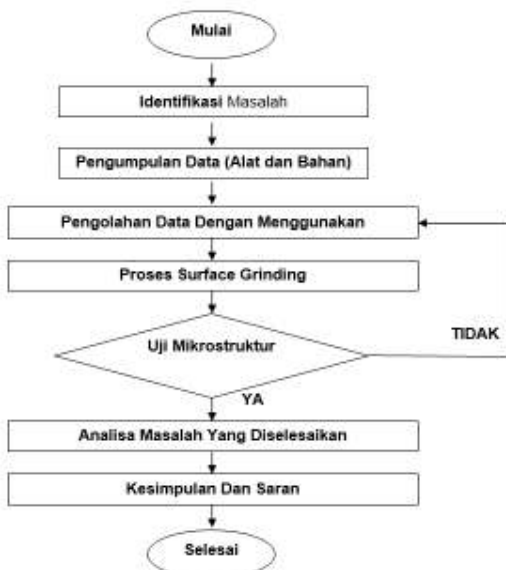


Gambar 10. Struktur mikro baja karbon



Gambar 11. diagram keseimbangan Fe-Fe<sub>3</sub>C (besi tuang)

### 3. DIAGRAM ALUR PENELITIAN



Gambar 12. Diagram Alir Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Data Uji Mikrostruktur

##### 1. Pendinginan dengan air biasa

Tabel 1 Hasil data media pendingin air biasa

No	Uraian	$\sum x = 383$	$\sum y = 617$
1.	Harga rata-rata (x,y)	38,3	61,7
2.	Standart Deviasi(Sd)	71,899	71,899
3.	SD rata-rata	7,1899	7,1899
4.	Kesalahan Realtif (KR)	10,27%	10,27%
5.	Keseksamaan (K)	89,73%	89,73%
6.	Hasil Perhitungan (HP)	+ 393,27	+ 627,27
		372,73	- 606,73

Ket.

X : warna putih

Y : warna hitam

##### 2. Pendinginan dengan oli mesran sae 40

Tabel 2 Hasil data media pendingin oli mesran sae 40

No	Uraian	$\sum x = 370$	$\sum y = 630$
1.	Harga rata-rata (x,y)	37	63
2.	Standart Deviasi(Sd)	49,05	49,05
3.	SD rata-rata	490,5	490,5
4.	Kesalahan Realtif (KR)	0,07%	0,07%
5.	Keseksamaan (K)	99,93%	99,93%
6.	Hasil Perhitungan (HP)	+ 370,07	+ 630,07
		- 369,93	- 629,99

##### 3. Pendinginan dengan air garam

Tabel 3. Hasil data media pendingin air garam

No	Uraian	$\sum x = 370$	$\sum y = 630$
1.	Harga rata-rata (x,y)	29,8	70,2
2.	Standart Deviasi(Sd)	20,48	20,48
3.	SD rata-rata	2,048	2,048
4.	Kesalahan Realtif (KR)	2,92%	2,92%
5.	Keseksamaan (K)	97,08%	97,08%
6.	Hasil Perhitungan (HP)	+ 300,92	+ 704,92
		- 295,08	- 699,08

Berdasarkan hasil tabel perbandingan variasi media pendingin terhadap struktur mikro menunjukkan bahwa hasil nilai x rata-rata pada media air garam variasi struktur mikro lebih kontras yaitu dengan harga nilai x berwarna putih (terang) 29,8 struktur mikronya adalah ferrit dan nilai y berwarna hitam (gelap) 70,2 struktur mikronya adalah martensit dibandingkan dengan media pendingin oli dan air hal ini menunjukkan bahwa untuk semakin banyak unsur karbon, maka struktur *martensite* yang terbentuk juga akan semakin banyak. Karena *martensite* terbentuk dari fase *Austenite* yang didinginkan secara cepat. Hal ini disebabkan karena atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong antar atomnya kecil, sehingga nilai kekerasannya meningkat

**Hasil Data kekerasan**

1. Media oli

Tabel 4. Hasil perhitungan media oli

No	HR	HR	HR - HR	(HR - HR) <sup>2</sup>
1	96,27	97,2	-0,93	0,8649
2	96,84	97,2	-0,36	0,1296
3	98,5	97,2	1,3	1,69
Σ	291,61			2,69

- Hasil pengukuran =  $\overline{HR} \pm S_x$   
 $= 97,2 \pm 1,16$   
 $= 96,04 \text{ s.d } 98,36 \text{ kg/mm}^2$

2. Media air garam

Tabel 5. Hasil perhitungan media air garam

No	HR	HR	HR - HR	(HR - HR) <sup>2</sup>
1	99,24	99,13	0,11	0,0121
2	98,9	99,13	-0,23	0,0529
3	99,24	99,13	0,11	0,0121
Σ	297,38			0,0771

- Hasil pengukuran =  $\overline{HR} \pm S_x$   
 $= 99,13 \pm 0,19$   
 $= 98,94 \text{ s.d } 99,32 \text{ kg/mm}^2$

3. Air biasa

Tabel 6. Hasil perhitungan media air biasa

No	HR	HR	HR - HR	(HR - HR) <sup>2</sup>
1	98	96,5	1,5	2,25
2	98,8	96,5	2,3	5,29
3	92,7	96,5	-3,8	14,44
Σ	289,5			21,98

- Hasil pengukuran =  $\overline{HR} \pm S_x$   
 $= 96,5 \pm 3,32$   
 $= 93,18 \text{ s.d } 99,82 \text{ kg/mm}^2$

4. Pembeding

Tabel 7. Hasil perhitungan pembeding

No	HR	HR	HR - HR	(HR - HR) <sup>2</sup>
1	98,1	94,7	3,4	11,56
2	99	94,7	4,3	18,49
3	87,1	94,7	-7,6	57,76
Σ	289,5			87,81

- Hasil pengukuran =  $\overline{HR} \pm S_x$   
 $= 94,7 \pm 6,63$   
 $= 88,07 \text{ s.d } 101,33 \text{ kg/mm}^2$



Gambar 13. Grafik perbandingan kekerasan

Berdasarkan grafik perbandingan kekerasan menunjukkan bahwa harga kekerasan pada media air garam lebih tinggi yaitu dengan harga kekerasan (HRC) sebesar 99,13 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan urutan kedua yaitu pada media oli dengan harga kekerasan sebesar 97,2 kg/mm<sup>2</sup> dan di lanjutkan dengan media air biasa dengan harga kekerasan sebesar 96,5 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk pembeding yaitu harga kekerasannya hanya 94,7 kg/mm<sup>2</sup>

**5. PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa dari pengujian dan evaluasi data serta pembahasan pada proses hardening dan uji mikrostruktur maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengerasan adalah proses pemanasan baja sampai suhu didaerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat. Setelah pegas daun di potong sebanyak 10 potongan maka langkah selanjutnya yaitu proses hardening dengan memasukan potongan pegas daun dalam tungku pemanas dan selanjutnya diukur dengan suhu 800°C-850°C. Apabila potongan pegas daun sudah mencapai suhu yang diinginkan maka potongan pegas daun tersebut dicelupkan kedalam media pendingin seperti oli, air garam, air biasa dan diberi selang waktu sekitar 5 menit setelah itu di angkat dan di dinginkan total. Sebelum dilakukan proses uji mikrostruktur potongan pegas daun di *surface grinding* untuk menghaluskan permukaan benda kerja. Kemudian melakukan uji mikrostruktur dengan pembesaran 10 lalu foto struktur tersebut.
2. variasi media pendingin terhadap struktur mikro menunjukkan bahwa hasil nilai x rata-rata pada media air garam variasi struktur mikro lebih kontras yaitu dengan harga nilai x berwarna putih (terang) 29,8 struktur mikronya adalah ferrit dan nilai y berwarna hitam (gelap) 70,2 struktur mikronya adalah martensit dibandingkan dengan media pendingin oli dan air hal ini menunjukkan bahwa untuk semakin banyak unsur karbon, maka struktur *martensite* yang terbentuk juga akan semakin banyak. Karena *martensite* terbentuk dari fase *Austenite* yang didinginkan secara cepat. Hal ini disebabkan karena atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong antar

atomnya kecil, sehingga nilai kekerasannya meningkat.

3. Setelah pengujian kekerasan dan mikrostruktur dilakukan maka didapatkan hasil kekerasan dari berbagai variasi media pendingin yaitu media oli HRC 97,2 kg/m<sup>m2</sup>, media air garam HRC 99,13 kg/m<sup>m2</sup>, media air biasa HRC 96,5 kg/m<sup>m2</sup>, dan pembanding HRC 94,7 kg/m<sup>m2</sup>, jadi dapat disimpulkan bahwa media air garam lebih tinggi harga kekerasannya di bandingkan dengan media lainnya. Jadi dapat disimpulkan kekerasan baja tersebut bertambah setelah melalui proses perlakuan panas.

## 6. PUSTAKA

1. Arsyad Muhammad. 2012. *Pengetahuan Bahan Teknik 1*

2. Askeland., D. R., 1985, "The Science and Engineering of Material", Alternate Edition, PWS Engineering, Boston, USA
3. Dieter, E. George, 1993, "*Metalurgi Mekanik*", Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
2. *Heat Treatment*. Tersedia: [http://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_Treatment](http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_Treatment) [10Maret 2014]
3. <http://fariedpradhana.wordpress.com/2012/04/22/uji-kekerasan-logam/>
4. [http://ilzam-notebook.blogspot.com/2013/04/artikel-hardening\\_heatreatment.html](http://ilzam-notebook.blogspot.com/2013/04/artikel-hardening_heatreatment.html)
5. Surdia, Tata dan Shinroku Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Cetakan Ke-4. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
6. Tim Laboratorium metalurgi, 2009, "*Panduan Praktikum Laboratorium Metalurgi II*", Cilegon: FT. Untirta.

@portek 2014@