

## BAB 1. PERLAKUAN PANAS

---

**Kompetensi** : Menguasai prosedur dan trampil dalam proses perlakuan panas pada material logam.

**Sub Kompetensi** : Menguasai cara proses pengerasan, dan pelunakan material baja karbon.

**DASAR TEORI** :

### 1. Heat treatment

Dari sebuah rangkuman yang ditulis oleh Avner (1974: 676) menyatakan bahwa perlakuan panas (*heat treatment*) adalah: "*Heating and cooling a solid metal or alloy in such away as to obtain desired conditions or properties. Heating for the sole purpose of hot-working is excluded from the meaning of this definition*".

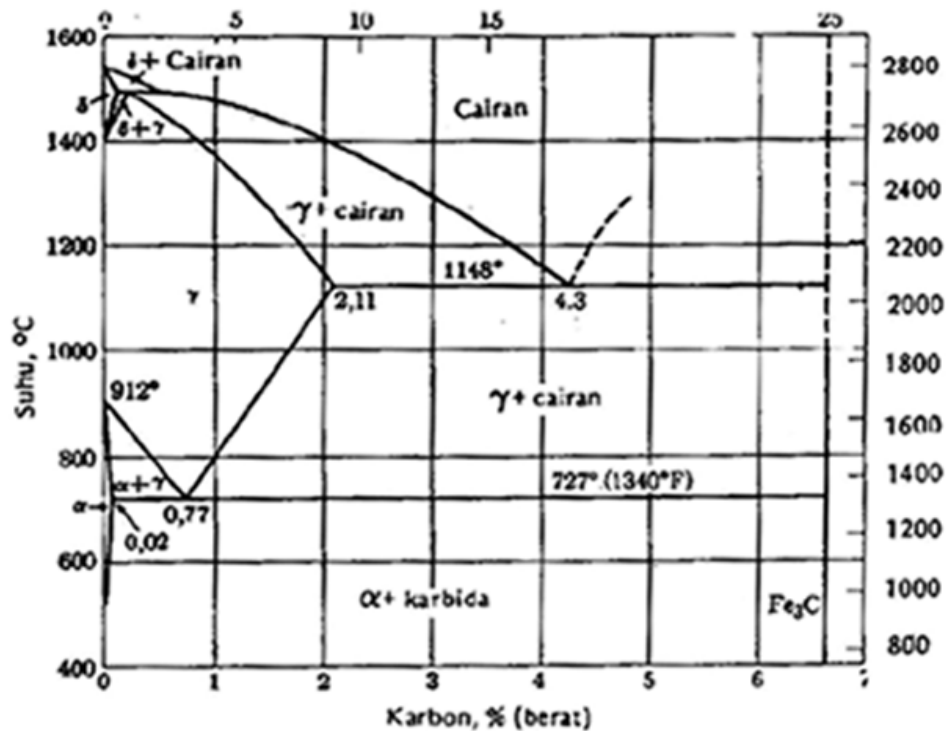
Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat mekaniknya. Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan kemampuan memotong meningkat atau dapat dilunakan untuk memudahkan proses pemesinan lanjut. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, ukuran butir dapat diperbesar atau diperkecil. Selain itu ketangguhan ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras disekeliling inti yang ulet. Untuk memungkinkan perlakuan panas tepat, komposisi kimia baja harus diketahui karena perubahan komposisi kimia, khususnya karbon dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat fisis.

### 2. Diagram Keseimbangan Besi Karbon (*Fe-C*)

Menurut George Krauss (1995: 1-4), diagram keseimbangan besi karbon dapat digunakan sebagai dasar untuk melaksanakan perlakuan panas. Penggunaan diagram ini relatif terbatas karena beberapa metode perlakuan panas digunakan untuk menghasilkan struktur yang *non-equilibrium*. Akan tetapi pengetahuan mengenai perubahan fasa pada kondisi seimbang memberikan ilmu pengetahuan dasar untuk melakukan perlakuan panas. Bagian diagram Fe-C yang mengandung karbon dibawah 2 % menjadi perhatian utama untuk perlakuan panas baja.

Metode perlakuan panas baja didasarkan pada perubahan fasa austenit pada sistem Fe-C. Transformasi austenit selama perlakuan panas ke fasa lain akan menentukan struktur mikro dan sifat yang didapatkan pada baja.

Besi merupakan logam *allotropik*, artinya besi akan berada pada lebih dari bentuk kristal tergantung dari temperaturnya. Pada suhu kurang dari 912 °C (1674 °F) berupa besi alfa ( $\alpha$ ). Besi *gamma* ( $\gamma$ ) pada suhu antara 912-1394 °C (1674-2541 °F). Besi delta ( $\delta$ ) berada pada suhu 1394 °C – 1538 °C (2541 °F-1538 °F). Penambahan unsur karbon ke besi memberikan perubahan yang besar pada fasa-fasa yang ditunjukkan oleh diagram keseimbangan besi karbon. Selain Karbon pada baja terkandung juga unsur-unsur lain seperti Si, Mn dan unsur pengotor lain seperti P, S dan sebagainya. Unsur-unsur ini tidak memberikan pengaruh utama kepada diagram fasa sehingga diagram tersebut dapat digunakan tanpa menghiraukan adanya unsur-unsur tersebut. (Surdia dan Saito, 1999: 69).



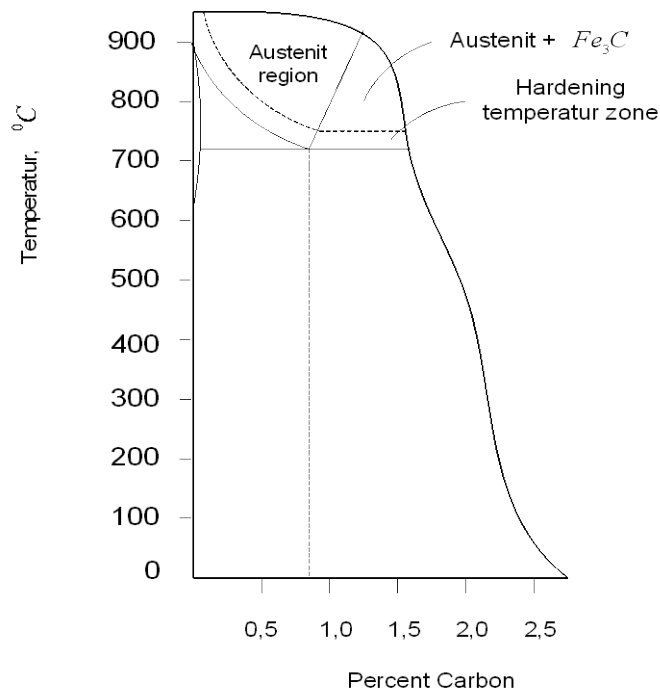
Gambar 1. Diagram keseimbangan besi karbon (Japrie, 1991: 380)

### 3. Pengerasan (*Hardening*)

*Hardening* atau pengerasan dan disebut juga penyepuhan merupakan salah satu proses perlakuan panas yang sangat penting dalam produksi komponen-komponen mesin. Untuk mendapatkan struktur baja yang halus, keuletan, kekerasan yang diinginkan, dapat diperoleh melalui proses ini.

Menurut Kenneth Budinski (1999: 167), pengerasan baja membutuhkan perubahan struktur kristal dari *body-centered cubic (BCC)* pada suhu ruangan ke struktur kristal *face-centered cubic (FCC)*. Dari diagram keseimbangan besi karbon dapat diketahui besarnya suhu pemanasan logam yang mengandung karbon untuk mendapatkan struktur *FCC*. Logam tersebut harus dipanaskan dengan sempurna sampai daerah austenit. Gambar 2 menunjukkan daerah temperatur pengerasan untuk baja karbon.

Pengerasan meliputi pekerjaan pendinginan yang menyebabkan karbon terbentuk dalam struktur kristal. Pendinginan dilakukan dengan mengeluarkan dengan cepat logam dari dapur pemanas (setelah direndam selama waktu yang cukup untuk mendapatkan temperatur yang dibutuhkan) dan mencelupkan kedalam media pendingin air atau oli.



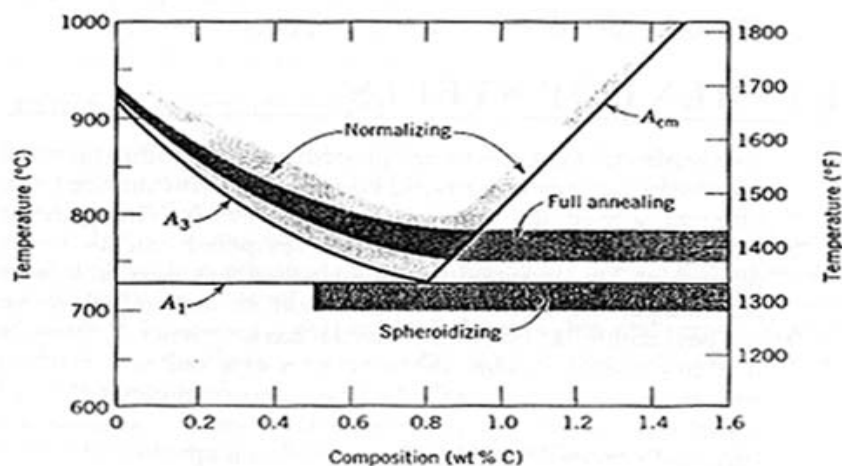
Gambar 2. Temperatur pengerasan pada diagram besi karbon (Budinski, 1999: 167)

#### 4. Pelunakan (Annealing)

Selain untuk tujuan pengerasan perlakuan panas dapat dilakukan untuk tujuan pelunakan. Hal ini diperlukan untuk perlakuan baja-baja yang keras, sehingga dapat dikerjakan dengan mesin. Disamping itu juga pelunakan dilakukan untuk tujuan meningkatkan keuletan dan mengurangi tegangan dalam yang menyebabkan material berperilaku getas. Secara umum proses pelunakan dapat berupa proses normalizing, full annealing dan spheroidizing.

##### a. Normalizing.

Normalizing merupakan proses perlakuan panas yang bertujuan untuk memperhalus dan, menyerasamakan ukuran serta distribusi ukuran butir logam. Proses ini diperlukan untuk komponen atau material yang mengalami proses pembentukan seperti pengerolan dingin, tempa dingin dan pengelasan.



Gambar 3. Diagram Fasa Fe-Fe<sub>3</sub>C pada daerah eutektoid

Proses normalizing yaitu dengan cara memanaskan material pada temperatur 55 sampai 85 °C diatas temperatur kritis. Kemudian ditahan untuk beberapa lama hingga fasa secara penuh bertransformasi ke fasa austenit. Selanjutnya material didinginkan pada udara terbuka hingga mencapai suhu kamar.

**b. Full annealing.**

Full annealing merupakan proses perlakuan panas yang bertujuan untuk melunakkan logam yang keras sehingga mampu dikerjakan dengan mesin. Proses ini banyak dilakukan pada baja medium. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan material baja pada temperatur 15 hingga 40 °C di atas temperatur  $A_3$  atau  $A_1$  tergantung kadar karbonnya. Pada temperatur tersebut pemanasan ditahan untuk beberapa lama hingga mencapai kesetimbangan. Selanjutnya material didinginkan dalam dapur pemanas secara perlahan-lahan hingga mencapai temperatur kamar. Struktur mikro hasil full annealing berupa pearlit kasar yang relatif lunak dan ulet.

**c. Spheroidizing.**

Baja karbon medium dan tinggi memiliki kekerasan yang tinggi dan sulit untuk dikerjakan dengan mesin dan dideformasi. Untuk melunakkan baja ini dilakukan proses spheroidizing.

Proses spheroidizing dilakukan dengan cara memanaskan baja pada temperatur sedikit dibawah temperatur eutectoid, yaitu sekitar 700 °C. Pada temperatur tersebut ditahan selama 15 hingga 25 jam. Kemudian didinginkan secara perlahan-lahan di dalam tungku pemanas hingga mencapai temperatur kamar.

**TUGAS :**

- a. Lakukan percobaan proses perlakuan panas pada baja karbon yang meliputi pengerasan, dan annealing.
- b. Uji kekerasannya
- c. Periksa struktur mikronya.

**A. Topik Praktikum** : Proses Pengerasan, Normalizing dan Anealing pada Baja karbon Medium.

**B. Tujuan** :

Setelah melakukan praktikum ini mahasiswa dapat:

1. Mempersiapkan bahan dan perlengkapan proses perlakuan panas.
2. Melakukan proses Hardening pada baja karbon medium.
3. Melakukan proses Normalizing pada baja karbon medium.
4. Melakukan proses Anealing pada baja karbon medium.
5. Menguji kekerasan sebelum dan setelah perlakuan panas.
6. Menguji struktur mikro sebelum dan setelah perlakuan panas.
7. Menganalisa hasil perlakuan panas.

**C. Bahan** : Baja karbon medium ( )

**D. Alat dan Perlengkapan** :

1. Seperangkat dapur pemanas.
2. Media pendingin (air, oli, udara).
3. Seperangkat mesin polishing.
4. Kertas amplas (nomor: 120, 240, 400, 600, 800, 1000).
5. Gergaji tangan dan kikir
6. Jangka sorong.
7. Seperangkat mesin uji kekerasan (Universal Hardness Tester).
8. Seperangkat mikroskop metalurgi.

**E. Gambaran Proses.**

**F. Langkah Kerja**

1. Menyiapkan benda uji: (a) Meratakan permukaan dengan kikir; (b) Menghaluskan dengan kertas amplas berturut-turut dari nomor 120, 240, 400, 600, 800, dan 1000; (c) Memberi nomor kode pada benda uji; (d) Memoles permukaan dengan batu langsol atau pasta autosol.
2. Menyiapkan perangkat alat uji kekerasan dan mikroskop optik.
3. Melakukan pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro awal.
4. Menyiapkan perangkat dapur pemanas
5. Melakukan proses pemanasan pada dapur dengan temperatur ..... °C, selama ..... menit.

6. Melakukan proses pendinginan pada media tertentu dengan ketentuan ;
  - a. Benda uji A dengan perlakuan **Hardening**
  - b. Benda uji B dengan perlakuan **Hardening**
  - c. Benda uji C dengan perlakuan **Normalizing**
  - d. Benda uji D dengan perlakuan **Annealing**
7. Membersihkan (dengan pemolesan) permukaan benda uji hasil perlakuan panas hingga bersih dan halus.
8. Menguji dan mencatat kekerasan permukaan setelah diberikan perlakuan panas.
9. Mengamati struktur mikro permukaan setelah mendapat perlakuan panas.
10. Membuat bahasan hasil praktikum perlakuan panas.

**G. Data-Data Pengamatan.**

Material benda uji = .....

Jumlah benda uji = .....

Ukuran benda uji: A = Ø ..... mm x ..... mm

B = Ø ..... mm x ..... mm

C = Ø ..... mm x ..... mm

D = Ø ..... mm x ..... mm

Dapur yang digunakan = Merk : ..... dan Kapasitas : ..... °C.

Temperatur pemanasan = .....°C

Lama pemanasan = ..... menit

Media pendingin benda uji: A = .....

B = .....

C = .....

D = .....

**Data hasil pengujian kekerasan**

Alat uji kekerasan dan sistem uji = .....

Indentor = .....

Beban penekanan = .....

Benda uji	Kekerasan sebelum perlakuan panas		Kekerasan setelah perlakuan panas	
	Nilai kekerasan ( )	Rata-rata ( )	Nilai kekerasan ( )	Rata-rata ( )
A	1. 2. 3.		1. 2. 3.	
B	1. 2. 3.		1. 2. 3.	
C	1. 2. 3.		1. 2. 3.	
D	1. 2. 3.		1. 2. 3.	

**Data hasil pengamatan struktur mikro**

1. Gambar struktur mikro sebelum perlakuan panas:

Alat uji struktur mikro = .....

Perbesaran = .....

Benda uji A	Benda uji B
Benda uji C	Benda uji D

Macam struktur yang tampak pada:

Benda uji A: .....

Benda uji B: .....

Benda uji C: .....

Benda uji D: .....

2. Gambar struktur mikro sesudah perlakuan panas:

Alat uji struktur mikro = .....

Perbesaran = .....

Benda uji A	Benda uji B
Benda uji C	Benda uji D

Macam struktur yang tampak pada:

Benda uji A: .....

Benda uji B: .....

Benda uji C: .....

Benda uji D: .....

## H. Pembahasan



**I. Kesimpulan**

**J. Saran.**

**K. Jadwal Kegiatan.**

No.	Kegiatan Praktikum	Tanggal Kegiatan	Tanda Tangan Mahasiswa	Tanda Tangan Dosen/asisten
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

**L. Keterangan.**