

PROSES Pengerasan (HARDENNING)

Proses pengerasan atau hardening adalah suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk menghasilkan suatu benda kerja yang keras, proses ini dilakukan pada temperatur tinggi yaitu pada temperatur austenisasi yang digunakan untuk melarutkan sementit dalam austenit yang kemudian di quench.

Pada tahap ini akan menghasilkan terperangkapnya karbon yang akan menyebabkan bergesernya atom-atom sehingga terbentuk struktur body center tetragonal atau struktur yang tidak setimbang yang disebut martensit yang bersifat keras dan getas.

a. Temperatur Pengerasan untuk Baja Hipoeutektoid

Temperatur yang digunakan adalah sekitar 20° - 50° C di atas garis A_3 . Misalkan sebagai contoh apabila baja dengan struktur ferit dan perlit dipanaskan sampai temperatur dibawah A_1 , maka pemanasan tersebut tidak akan mengubah struktur awal dari baja tersebut. Apabila pemanasan sampai temperatur A_1 tetapi masih di bawah garis A_3 akan mengubah perlit menjadi austenit tanpa terjadi perubahan apa-apa pada feritnya.

Jika baja dipanaskan pada temperatur sedikit di atas A_3 dan ditahan pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu agar dijamin proses difusi yang homogen, maka struktur baja akan bertransformasi menjadi austenit dengan ukuran butir yang relatif kecil. Quenching dari temperatur austenisasi akan menghasilkan martensit dengan harga kekerasan yang maksimum.

Memanaskan sampai ke temperatur E cenderung meningkatkan ukuran butir austenit. Quenching dari temperatur seperti itu akan menghasilkan struktur martensit, tetapi sifatnya, bahkan setelah ditemper sekalipun, akan memiliki harga dampak yang rendah. Disamping itu juga mungkin juga timbul retak pada saat diquench.

b. Temperatur Pengerasan untuk Baja Hipereutektoid

Temperatur yang digunakan adalah sekitar 30^0 - 50^0 C di atas temperature A_{13} yang berada pada daerah austenit dan sementit seperti terlihat pada gambar di atas tadi. Struktur hasil proses quench memiliki kekerasan yang sangat tinggi dibandingkan dengan martensit karena adanya karbida-karbida yang tidak larut yang memiliki kekerasan di atas martensit.

Jumlah karbida yang dapat larut pada austenit sebanding dengan temperatur austenisasinya. Jumlah karbida yang larut meningkat jika temperatur austenisasi dinaikkan; demikian juga dengan ukuran butir disertai dengan penurunan kekerasan austenitnya. Jika karbida yang terlarut terlalu besar, akan terjadi peningkatan ukuran butir disertai dengan penurunan kekerasan dan ketangguhan seperti pada gambar di bawah ini, jika baja dipanaskan di atas temperatur A_{cm} , struktur yang dihasilkannya hanya terdiri dari austenit saja. Dalam hal ini pertumbuhan butir akan lebih besar; akibatnya martensit yang akan dihasilkannya akan lebih kasar. Proses diatas akan menghasilkan kekerasan martensit yang rendah karena adanya austenit sisa pada struktur quench dan tidak adanya karbida yang dihasilkan.

c. Tahapan Pekerjaan yang Harus Dilakukan Sebelum Proses Pengerasan Baja

- 1) Bebas dari terak (scale), oli, dan sebagainya agar dihasilkan kekerasan yang diinginkan dengan kata lain benda kerja harus bersih.
- 2) Benda kerja yang memiliki lubang, jika perlu, terutama pada baja perkakas harus ditutup dengan tanah liat, asbes atau baja insert sehingga tidak terjadi pengerasan pada bagian lubang tersebut. Hal ini tidak perlu dilakukan jika ukuran lubang relatif besar.
- 3) Benda kerja harus ditempatkan pada fixture yang layak sebelum diletakkan di dalam tungku. Hal ini adalah dilakukan untuk mencegah timbulnya distorsi. Benda kerja-benda kerja yang kecil yang relatif kecil dapat diletakkan dalam suatu “keranjang” yang didisain khusus untuk itu agar dijamin kekerasan yang homogen.

- 4) Baja karbon dan baja paduan rendah dapat dipanaskan langsung ke temperatur pemanasannya tanpa memerlukan adanya pemanasan awal (pre-heat). Sedangkan benda kerja yang besar dan bentuknya rumit dapat dilakukan pemanasan awal untuk mencegah distorsi dan retak akibat tidak homogenya temperatur di bagian tengah dengan di bagian permukaan. Pemanasan awal biasanya dilakukan untuk baja-baja perkakas karena konduktifitas panas baja tersebut sangat rendah, temperatur pemanasan awal yang dilakukan adalah 500° - 600° C.
- 5) Benda kerja yang akan dikeraskan harus mempunyai struktur yang homogen dan halus, karena apabila dari struktur logam tersebut kasar maka akan diperoleh struktur logam yang tidak homogen, distorsi, retak pada saat dipanaskan maupun pada saat diquench. Untuk itu struktur logam yang kasar sebelum dipanaskan harus dinormalkan terlebih dahulu dengan temperatur 780° - 800° C.

Untuk menghindari cacat yang akan terjadi dapat dilakukan upaya-upaya sebagai berikut:

- Menutupi atau menambah kekuatan bagian ramping semenjak pemanasan.
- Bahan pengejut yang tepat, sesuai dengan jenis baja dan kekerasan yang dituntut.
- Sikap pengejutan yang menguntungkan.
- Sering-sering membalikkan benda kerja dan menggerakannya di dalam medium pengejut (Quench).
- Perlengkapan pengencangan benda yang dikeraskan harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak merintangi penyejukan cepat pada tempat yang dikeraskan.

Wadah untuk melakukan proses quench sedapat mungkin harus berada didekat perlengkapan pemanasan dan harus cukup besar atau memiliki pendinginan tambahan supaya isinya tidak terpanasi pada saat pengejutan.

d. Lama Pemanasan

Waktu yang diperlukan untuk mencapai temperatur pengerasan tergantung pada beberapa faktor seperti jenis tungku dan jenis elemen pemanasnya. Laju pemanasan dari tungku garam relatif lebih cepat dibanding dengan atmosfer karena perpindahan panas dari cairan ke benda padat terjadi dengan laju yang lebih cepat.

Pemeriksaan visual dilakukan untuk mengetahui apakah benda kerja telah mencapai temperatur yang diinginkan dan bisa dilakukan dengan cara membandingkannya dengan warna dinding tungku. Setelah benda kerja telah mencapai suhu yang diinginkan kemudian diquench untuk mendapatkan struktur yang martensit.

Pada umumnya setelah proses quenching dilakukan pemanasan kembali menuju suhu tertentu dengan penyejukan lambat laun sesudahnya. Proses untuk menghindari kerapuhan dan tegangan pengejukan ini disebut penemperan. Sebelum dilakukan proses pemanasan dilakukan pemanasan pendahuluan yang ikut menentukan bagi terbentuknya hasil pengerasan yang bebas rengatan. Dan salah satu caranya adalah dengan tidak memasukkan benda kerja yang akan dipanaskan dalam keadaan dingin. Pemanasan awal biasanya dilakukan pada suhu 150°C di bawah temperatur pengerasan yang digunakan. Salah satu penyebab yang sering terbentuknya rengatan pengerasan ialah karena pemanasan tidak merata pada benda yang dikeraskan.

e. Tungku untuk Mengeraskan Baja

Tungku yang diperlukan untuk mengeraskan baja harus dilengkapi dengan peralatan pengendali temperatur yang akurat dan pengendali atmosfer tungku agar proses yang sedang dilaksanakan terjamin. Perlu diperhatikan bahwa atmosfer yang digunakan selama proses pemanasan harus netral dan tidak menimbulkan dekarburasi atau karburasi pada permukaan baja yang diproses. Adanya lapisan dekarburasi dapat menyebabkan rendahnya kekerasan sehingga dapat menimbulkan kekeliruan dalam memilih temperatur tempering. Dekarburasi juga dapat pula menjadi penyebab timbulnya retak pada jenis baja perkakas.

Jenis-jenis tungku yang digunakan pada proses perlakuan panas antara lain adalah: Tungku garam, Tungku “Muffle”, Tungku Vakum dan Tungku “Fluidized Bed”. Tungku-tungku tersebut dinamai seperti itu disesuaikan dengan jenis medium pemanas yang digunakan. Perlu diketahui bahwa kecermatan proses pengerasan sangat tergantung pada penyiapan medium pengerasan yang tepat.

f. Cara Menguench

Medium yang digunakan untuk proses quench tergantung dari komposisi kimia baja yang diproses, kekerasan yang ingin dicapai, besarnya distorsi yang diijinkan dan kompleksitas bentuk benda kerja. Medium yang umum digunakan adalah: air, oli, brine, garam cair dan larutan polimer.

Jenis baja, ketebalan penampang, distorsi yang diijinkan dan sifat yang ingin diperoleh dari benda kerja yang diproses menentukan metoda atau cara quench. Cara-cara quench adalah sebagai berikut:

1) Quench langsung (Direct quench).

Cara ini dilakukan dengan menggunakan medium air atau oli dimana benda kerja ditahan pada temperatur pengerasannya untuk jangka waktu tertentu.

2) Martempering.

Dengan cara ini, benda kerja dipanaskan sampai ke temperatur pengerasannya dengan cara yang biasa, medium yang digunakan adalah cairan garam. Temperature cairan garam tersebut dijaga konstan di atas temperature M_s dari baja yang bersangkutan. Benda kerja yang diproses didiamkan dalam cairan garam tersebut sampai temperatur diseluruh bagian benda homogen, tetapi tidak boleh terlalu lama karena bisa mengakibatkan bertransformasi menjadi fasa-fasa yang lebih lunak seperti perlit dan bainit. kerja seluruh cairan

3) Austempering.

Proses ini dilakukan dengan cara mengquench baja dari temperatur austenisasinya ke dalam garam cair yang bertemperatur sedikit di atas temperatur M_s -nya.

4) Quench yang ditunda (Delay quenching).

Proses ini dilakukan sesuai dengan nama metodenya yaitu benda kerja yang sudah dipanaskan dan dikeluarkan dari tungku pada temperatur pengerasannya dibiarkan beberapa saat sebelum diquench. Cara ini dilakukan agar proses quench terjadi pada temperatur benda kerja yang lebih rendah sehingga memperkecil kemungkinan timbulnya distorsi. Cara ini lazim digunakan pada HSS, baja hot-worked dan baja-baja yang dikeraskan permukaannya.

5) Time quench.

Metode ini dilakukan pada baja-baja yang memiliki mampu keras yang rendah yang memerlukan quenching ke dalam air atau pada baja-baja yang memiliki mampu keras yang tinggi tetapi ukuran benda kerjanya besar.

6) Die quench.

Metode ini dilakukan dengan menggunakan medium yang mampu menyerap panas. Atas dasar hal tersebut, selama proses quench benda kerja dapat “dipress” sehingga secara mekanik kemungkinan distorsi dapat diperkecil.

g. Medium quenching

Tujuan utama dari proses pengerasan adalah agar diperoleh struktur martensit yang keras; sekurang-kurangnya dipermukaan baja. Hal ini hanya dapat dicapai jika menggunakan medium yang efektif sehingga baja didinginkan pada suatu laju yang dapat mencegah terbentuknya struktur yang lebih lunak seperti perlit dan bainit.

Untuk baja karbon, medium quenching yang digunakan adalah air, sedangkan untuk baja paduan medium yang disarankan adalah oli, cairan polimer atau garam. Untuk baja-baja paduan tinggi disarankan agar menggunakan medium cairan garam.

Medium yang digunakan pada proses quenching diantaranya, adalah:

- 1) Air.
- 2) Oli.
- 3) Garam netral.
- 4) Gas quenching.
- 5) Quenchant polimer.

6) Fluidized bed.

h. Penemperan

Proses tempering adalah proses pemanasan kembali baja yang dikeraskan. Dengan proses ini, duktilitas dapat ditingkatkan namun kekerasan dan kekuatannya menurun. Pada sebagian baja struktur, proses temper dimaksudkan untuk memperoleh kombinasi antara kekuatan, duktilitas dan ketangguhan yang tinggi. Dengan demikian baja yang telah mengalami proses pengerasan kemudian dilanjutkan dengan proses temper akan menjadikan baja lebih bermanfaat karena adanya struktur yang lebih stabil.

Menurut tujuannya penemperan dibedakan, yaitu;

- 1) Penemperan membebaskan tegangan antara 100° sampai 200°C untuk memperlunak tegangan tanpa mengurangi kekerasan.
- 2) Penemperan antara 200° sampai 380°C untuk memperlunak kekerasan yang berlebihan dan meningkatkan keuletan, sedangkan perubahan ukuran yang juga terjadi pada pengejutuan diperkecil (penting pada perkakas sayat) penerapannya pada baja paduan rendah dan bukan baja paduan.
- 3) Penemperan antara 500° sampai 650°C untuk meningkatkan kekerasan dengan penguraian karbid. Penerapannya hanya pada baja perkakas paduan tinggi. Penemperan baja bukan paduan berlangsung pada suhu penemperan yang berpedoman pada kandungan karbon dan kekerasan yang dikehendaki (180° sampai 340°).

Semakin tinggi suhu penemperan dan semakin lama didiamkan pada suhu ini (lama penemperan) semakin banyak terbentuk martensit: kekerasan akan lebih rendah, keuletan akan bertambah dan tegangan berkurang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada saat temperatur dinaikkan, baja yang dikeraskan akan mengalami 4 tahapan sebagai berikut:

- Pada temperature antara 80° dan 200°C , suatu produk transisi yang kaya karbon yang dikenal sebagai karbida, berpresipitasi dari martensit tetragonal sehingga menurunkan tetragonalitas martensit atau bahkan mengubah martensit tetragonal menjadi ferit kubik. Pada saat ini, akibat

keluarnya karbon, volume martensit berkontraksi. Karbida yang terbentuk pada periode ini disebut sebagai karbida epsilon.

- Pada temperatur antara 200° dan 300° C, austenit sisa mengurai menjadi suatu produk seperti bainit. Penampilannya mirip martensit temper periode ini mirip martensit temper. Pada tahap ini volume baja meningkat.
- Pada temperatur antara 300° dan 400° C terjadi pembentukan dan pertumbuhan sementit dari karbida yang berpresipitasi pada tahap pertama dan kedua. Periode ini ditandai dengan adanya penurunan volume dan melampaui efek yang ditimbulkan dari penguraian austenit pada tahap yang kedua.
- Pada temperatur antara 400° dan 700° C pertumbuhan terus berlangsung dan disertai dengan proses sperodisasi dari sementit. Pada temperatur yang lebih tinggi lagi, terjadi pembentukan karbida kompleks pada baja-baja yang mengandung unsur-unsur pembentuk karbida yang kuat.