

PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PENAHANAN SUHU STABIL (*HOLDING TIME*) TERHADAP KEKERASAN LOGAM

Margono

Staf Pengajar D3 Fakultas Teknik UNDIP

ABSTRACT

Hardening was attaching to steel to get high resistance, strengthens, and better fatigue limit. This hardening was done in few steps such, pre-treatment, treatment, holding time and cooling. The reach hardness depends on material carbon content, treatment temperature, holding time and rapid cooling. The hardness of Amuntit steel depends on the holding time factor. Holding time is the time which is material needs to get homogeneities in the same temperature. The experiment shows that the hardness increase in the first ten minutes holding time, from 34,24 HRC to 60,08 HRC. And 62,693 HRC at 20 minutes later, 64,52 HRC at 30 minutes later, and reach the maximum hardness 65,146 HRC at the last 40 minutes holding. The conclusion of this experiment is holding time influences the hardness beside the treatment of temperature and cooling rapid. So, we can decide the hardness we take by the holding time factor.

Keywords: *heat treatment, hardening, holding time, homogen*

PENDAHULUAN

Bahan-bahan pada saat sekarang, khususnya logam semakin baik dan rumit, digunakan pada peralatan modern yang memerlukan bahan dengan kekuatan impact dan ketahanan fatigue yang tinggi disebabkan meningkatnya kecepatan putar dan pergerakan linier serta peningkatan frekuensi pembebanan pada komponen.

Untuk mendapatkan kekuatan dari bahan tersebut dapat dilakukan dengan proses perlakuan panas. Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butiran dapat diperbesar atau diperkecil, ketangguhan dapat ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet.

Faktor-faktor yang memengaruhi hasil kekerasan dalam

perlakuan panas antara lain: Komposisi kimia, Langkah Perlakuan Panas, Cairan Pendinginan, Temperatur Pemanasan, dan lain-lain.

Proses hardening cukup banyak dipakai di industri logam atau bengkel-bengkel logam lainnya. Alat-alat permesinan atau komponen mesin banyak yang harus dikeraskan supaya tahan terhadap tusukan atau tekanan dan gesekan dari logam lain, misalnya roda gigi, poros-poros dan lain-lain yang banyak dipakai pada benda bergerak. Dalam kegiatan produksi, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu produksi adalah merupakan masalah yang sangat sering dipertimbangkan dalam industri dan selalu dicari upaya-upaya untuk mengoptimalkannya.

Pengoptimalan ini dilakukan mengingat bahwa waktu (lamanya) menyelesaikan suatu produk adalah berpengaruh besar terhadap biaya produksi.

Sifat Mekanis Baja Amutit

Baja amutit termasuk pada baja paduan, yang mempunyai unsur-unsur sebagai berikut: Carbon (C) 0,95%; Mangan (Mn) 1,1%; Chrom (Cr) 0,5%; Vanadium (V) 0,12%, Wolfram (W) 0,55%; Silikon (Si) 0,3%. Baja amutit ini digunakan antara lain untuk: alat potong, blanking, punches, milling cutter, die part, roller die, check plug, gauge blok, angle blok plastic moulding, twist drill, tap, centre bits, pins, ejecting mandrels, dan lain-lain.

Karena termasuk baja paduan, maka sifatnya sama dengan baja paduan, secara umum yaitu:

1. keuletan yang tinggi tanpa pengurangan tarik
2. kemampuan kekerasan sewaktu pencelupan dalam minyak atau udara dan dengan demikian kemungkinan retak atau distorsinya kurang
3. tahan terhadap korosi dan kekerasan tergantung pada jenis paduan
4. tahan terhadap perubahan suhu, ini berarti sifat fisisnya tidak banyak berubah
5. memiliki kelebihan dalam sifat metalurgi seperti butirnya yang halus

Kekerasan

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan suatu benda (benda kerja) terhadap penetrasi, daya tembus dari bahan lain yang lebih keras (penetrator). Kekerasan merupakan suatu sifat dari bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya dan kekerasan suatu bahan tersebut dapat berubah bila dikerjakan dengan cold worked seperti pengerolan, penarikan, pemakanan dan lain-lain serta kekerasan dapat dicapai sesuai kebutuhan dengan perlakuan panas.

Kekerasan suatu bahan (baja) dapat diketahui dengan pengujian kekerasan memakai mesin uji kekerasan

(hardness tester) menggunakan tiga cara/metode yang telah banyak/umum dilakukan yaitu metode Brinell, Rockwell dan Vickers.

Metode Rockwell

Prinsip pengujian pada metode Rockwell adalah dengan menekan penetrator ke dalam benda kerja dengan pembebanan dan kedalaman indentasi memberikan harga kekerasan yaitu perbedaan kedalaman indentasi yang didapatkan dari beban mayor dan minor.

Pengujian dengan Rockwell C memakai penetrator Spheroidal Diamond (permata berbentuk kerucut) dengan sudut puncak permata 102° dan dengan beban minor 10 kg dan beban mayor 150 kg atau beban awal $F_0 = 10$ kg, beban tambahan $F_1 = 140$ kg, beban total $F = 10 + 140 = 150$ kg.

Kekerasan Rockwell C dapat juga ditulis dengan :

$$\text{HRC} = 100 - e$$

Dimana:

e = pertambahan kedalaman intensitasi permanent dengan beban awal, setelah beban awal dihilangkan dan pertambahan dinyatakan dengan satuan 0,02 mm

Mesin uji kekerasan dengan metode Rockwell dipakai karena: digunakan untuk mengukur benda kerja yang dikeraskan (ditreatment), mesin uji kekerasan Rockwell dapat memberikan harga kekerasan secara langsung dari benda kerja yang ditest pada penunjuk (indikator) sehingga membuat waktu pengujian relatif lebih cepat.

Hardening

Hardening dilakukan untuk memperoleh sifat tahan aus yang tinggi,

kekuatan dan fatigue limit/strength yang lebih baik.

Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam baja dan kekerasan yang terjadi akan tergantung pada temperature pemanasan (temperature austenitising), *holding time* dan laju pendinginan yang dilakukan serta seberapa tebal bagian penampang yang menjadi keras banyak tergantung pada hardenability.

Untuk memperoleh kekerasan yang baik (martensit yang keras) maka pada saat pemanasan harus dapat dicapai struktur austenite yang dapat bertransformasi menjadi martensit. Bila pada saat pemanasan masih terdapat struktur lain, maka setelah diquench akan diperoleh struktur yang tidak seluruhnya terdiri dari martensit. Bila struktur lain itu bersifat lunak, misalnya ferit maka tentunya kekerasan yang tercapai juga tidak maksimum.

Untuk menentukan temperature pemanasan yang baik untuk proses pengerasan yang dilakukan terhadap terhadap suatu baja perlu dilakukan suatu percobaan pemanasan dan quenching pada beberapa temperatur dan dianalisis struktur yang terjadi.

Pada beberapa literature dan juga pada brosur dari pabrik pembuat baja dapat diperoleh daerah temperatur pemanasan untuk hardening dari berbagai jenis baja. Tetapi berapakah temperatur pemanasan yang tepat untuk suatu proses hardening masih akan saling tergantung juga pada beberapa factor lain, antara lain *holding time*.

Holding time

Holding time dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses hardening dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga

struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenite 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 millimeter tebal benda atau 10 – 30 menit.
- High Alloy Chrome Steel; Membutuhkan *holding time* yang paling panjang diantara semua baja perkakas, juga tergantung pada temperatur pemanasannya. Juga diperlukan kombinasi temperatur dan *holding time* yang tepat. Biasanya dianjurkan menggunakan 0,5 menit per millimeter tebal benda dengan minimum 10 menit, maksimum 3 jam.
- Hot Work Tool Steel; mengandung karbida yang sulit larut, baru akan larut pada suhu 1000°C. Pada temperatur ini kemungkinan terjadinya pertumbuhan butir sangat besar, karena itu *holding time* harus dibatasi, 15 – 30 menit.
- High Speed Steel; memerlukan temperatur pemanasan yang sangat tinggi 1200°C - 1300°C. Untuk mencegah terjadinya pertumbuhan *holding time* diambil hanya beberapa menit saja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan informasi ilmiah

tentang ada tidaknya (kondisi) antara pengaruh perlakuan panas dengan *holding time* dengan kekerasan logam baja. Informasi ilmiah tersebut diharapkan terungkap melalui serangkaian analisis data yaitu terhadap data-data hasil percobaan (pengujian) kekerasan suatu perlakuan panas dengan waktu penahanan suhu stabil (*holding time*) yang berbeda dari beberapa sample yang dilakukan di laboratorium.

Diharapkan penelitian ini memberikan manfaat bagi beberapa pihak yang memerlukan antara lain: industri permesinan logam dan bengkel-bengkel mesin lainnya, yaitu dalam rangka merancang kekerasan dan waktu produksi suatu job dalam perlakuan panas (heat treatment);

Pihak pengelola bengkel pendidikan dalam merancang waktu job/praktek siswa/mahasiswa dalam percobaan atau praktikum, karena tiap logam baja tidak sama perlakuan panasnya dan penahan suhu stabil.

Pihak industri kecil atau home industri dapat menambah pengetahuan dan teknik membuat, merencanakan waktu perlakuan panas pada logam baja dan merencanakan cara perlakuan panas pada logam baja.

BAHAN DAN METODE

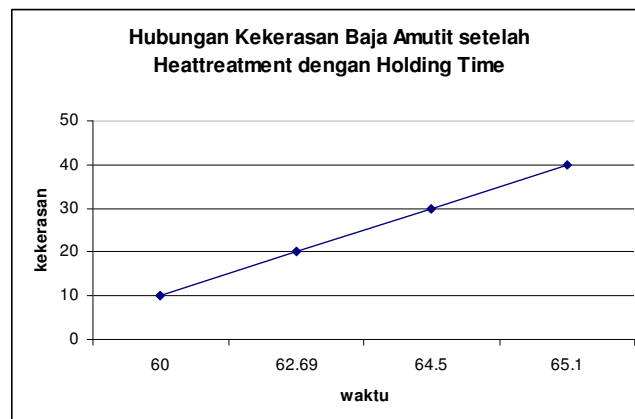
Pada penelitian ini menggunakan bahan sebagai sampel adalah baja amutif dengan ukuran 32 x 20 mm, 30 menit dan 40 menit.

Peralatan yang digunakan adalah mesin Hardness Tester Gnehm Horgen OM-15 untuk menguji kekerasan dan mesin Naberthem Labortherm N9 untuk perlakuan panas dan *holding time* serta untuk alat pendukung lainnya adalah mesin bubut untuk pembentukan benda kerja, mesin *metallography* untuk penghalusan permukaan benda kerja tempat pengetesan, *crusting* panjang untuk pengambilan benda kerja, oli sebagai media pendingin dan lain sebagainya.

Data hasil pengetesan diuji kebenarannya dengan uji normalis dan linieritas data untuk memberikan gambaran hasil tercapai.

HASIL

Hasil penelitian dapat dilihat pada grafik di bawah yang menunjukkan hubungan kekerasan baja amutif setelah diproses *heattreatment* dengan *holding time* yang bervariasi yaitu 10,20,30 dan 40 menit. Pada *holding time* dengan 10 menit diperoleh kekerasan rata-rata 60,08 HRC, 20 menit 62,6932 HRC, 30 menit 64,52 HRC dan 40 menit 65,146 HRC sementara sebelum diheattreatment rata-rata kekerasan 32,42 HRC



PEMBAHASAN

Dengan melihat grafik dapat diketahui bahwa kekerasan mengalami kenaikan setelah dilakukan *holding time* dan mencapai puncaknya pada *holding time* dengan 40 menit. Jadi *holding time* berpengaruh/berfungsi menaikkan kekerasan logam baja amutit sejalan dengan kelengkungan kurva yang dibentuk oleh grafik diatas.

Dan dengan melakukan uji normalitas data terhadap data hasil pengujian kekerasan baja amutit yang telah di-*heattreatment* dengan *holding time* menggunakan teori/alat Rockwell C diketahui bahwa data tersebut terdistribusi normal. Kemudian dengan uji regresi linieritas diketahui bahwa data tersebut membentuk sedikit kelengkungan dan ini sesuai dengan teori pada tinjauan pustaka, bahwa tidak mungkin semakin *holding time* kekerasan akan naik terus menerus, karena ada keterbatasan lamanya *holding time*. Kalau *holding time* terlalu lama maka akan terjadi pertumbuhan butiran yang menyebabkan turunnya kekerasan. Jadi kalau diteruskan *holding time* (garis grafik) maka secara teori harus pada titik tertentu garis menuju ke bawah (kekerasan menurun).

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, W.O. 1991. *Dasar Metalurgy Untuk Rekayasawan*, Gramedia; Jakarta
- Beumer, B.J. M. 1985. *Ilmu Bahan Logam*, Bharata Aksara: Jakarta
- Chijiwa, Kenji. 1985. *Teknik Pengecoran Logam*. Pradnya Paramitha; Jakarta.
- High Grade Steels. 1988. *Suherman, W, Prinsip-prinsip Perlakuan Panas*, ITS; Surabaya

SIMPULAN

Dengan proses hardening pada baja amutit, kekerasan naik dari rata-rata 34,24 sebelum dihardening, menjadi rata-rata kekerasan 63,3275 setelah hardening dengan *holding time*; *Holding time* berpengaruh terhadap kekerasan baja amutif yang diperoleh setelah proses hardening dimana kekerasan naik seperti ditunjukkan pada grafik di atas; serta diketahui bahwa kekerasan maksimum dicapai dengan *holding time* diatas 40 menit ditinjau dari grafik diatas untuk baja amutit dengan ukuran 32x20 mm. Adapun saran dari penelitian ini adalah: Hasil penelitian ini perlu dilanjutkan dengan *holding time* diatas 40 menit untuk melihat pada *holding time* berapa terjadi kekerasan maksimum dan pada *holding time* berapa terjadi penurunan kekerasan pada baja amutif 32x20 mm; Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan ukuran dan bentuk bervariasi dari specimen/sample sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan dalam bidang yang lebih luas di masyarakat dan memudahkan pengguna atau yang memanfaatkan hasil penelitian ini untuk aplikasi di lapangan.

- Sujana, T.1992. *Metode Statistik, Edisi ke 5*, Tarsito; Bandung

- Surdia, T.1983. *Teknik Pengelolaan Bahan*, Pradnya Paramitha; Jakarta

- Steels an Machinery Steels For Economy and Safety, ASSAB, 1997

- _____, *Manual Mesin Precision Hardness Tester*, Gnehm OM-150