PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PENAHANAN SUHU STABIL TERHADAP KEKERASAN LOGAM

Sairul Effendi

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl.Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

RINGKASAN

Pada logam baja dilakukan pengerasan (hardening) untuk memperoleh sifat tahan aus yang tinggi, kekuatan dan fatigue limit/strength yang lebih baik, dengan suatu proses heattreatment (perlakuan panas), dalam beberapa tahap proses yaitu: Pemanasan awal, Pemanasan lanjut, Penahanan waktu suhu stabil, dan Pendinginan. Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam logam baja dan kekerasan yang terjadi akan tergantung pada temperatur pemanasan, waktu penahanan dan laju pendinginan yang dilakukan pada proses laku panas. Kekerasan baja amutit yang dapat dicapai pada proses perlakuan panas dengan waktu penahanan yaitu melakukan penahanan suhu supaya pemanasan homogen sehingga kekerasan dapat mencapai maksimum, menunjukkan bahwa kekerasan meningkat cukup besar yaitu pada waktu penahanan 10 menit kekerasan naik menjadi rata-rata 60,08 HRC dari 34,24 HRC sebelum dilakukan proses perlakuan panas, kemudian naik menjadi 62,693 HRC pada waktu penahanan 20 menit, 64,52 HRC pada waktu penahanan 30 menit dan mencapai maksimum pada waktu penahanan 40 menit yaitu 65,146 HRC. Dari informasi tersebut diketahui bahwa tingkat kekerasan logam baja amutit dipengaruhi oleh waktu penahanan disamping temperatur pemanasan dan laju pendinginan. sehingga dengan variasi waktu waktu penahanan tersebut telah dapat dirancang kekerasan yang ingin dicapai untuk sesuatu produk yang dibuat dengan bahan baja amutit.

Kata kunci: *Heattreatment,* Hardening, Waktu penahanan, Homogen

ABSTRACTS

Hardening to metal is getting good metal properties such as in strength. By heat treatment in 4 stage namely: preheating, post heating, holding time and cooling will be get the strength with special carbon composition. Strength of amutit steels can be reach by heat treatment with holding time and the hardness of this material will be maximum. The hardness in 10, 20, 30, 40 minute after holding time are 60,08 HRC, 62,693 HRC, 64,52 HRC, 65,146 HRC. This information is known that the hardness of amutit steel is influence by holding time and also temperature.

PENDAHULUAN

Bahan-bahan pada saat sekarang, khususnya logam semakin baik dan rumit, digunakan pada peralatan modern yang memerlukan bahan dengan kekuatan impak dan ketahanan fatige yang tinggi disebabkan meningkatnya kecepatan putar dan pergerakan linear serta peningkatan frekwensi 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 panasyang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butiran dapat diperbesar atau diperkecil, ketangguhandapat ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras disekeliling inti yang ulet. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil kekerasan dalamperlakuan 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:

1. Alat potong
2. *Blanking*
3. *Punches*
4. *Milling Cutter*
5. *Die part*
6. *Roller die*
7. *Check plug*
8. *Gauge Blok*
9. *Angle Blok Plastick Moulding*
10. *Twist drill*
11. Tap
12. Centre bits
13. Pins
14. Ejecting Mandrels

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

1. Keuletan yang tinggi tanpa pengurangan kekuatan 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 sebuah benda (benda kerja) terhadap penetrasi/daya tembus dari bahan lain yang kebih 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/metoda yang telah banyak/ umum dilakukan yaitu metoda *Brinell*, *Rockwell* dan *Vickers.*

Metoda Rockwell

Prinsip pengujian pada metoda Rockwell adalah dengan menekankan 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 *Speroconical Diamond* (permata berbentuk kerucut) dengan sudut puncak kerucut permata 120o dan dengan beban minor 10 kg dan beban mayor 150 kg atau beban awal Fo = 10 kg, beban tambahan F1 = 140 kg, beban total F = 10 + 140 = 150 kg.
Kekerasan Rockwell C dapat juga ditulis dengan:

$$HRC = 100 - e$$

dimana:

e = Pertambahan kedalaman indentasi permanen dengan beban awal, setelah beban awal dihilangkan dan pertambahan dinyatakan dengan satuan 0,002 mm.

Mesin uji kekerasan dengan metoda Rockwell dipakai karena:

1. Digunakan untuk mengukur benda kerja yang dikeraskan.
2. 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 (temperatur autenitising), waktu penahanan 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 austenit, karena hanya austenit yang dapat bertransformasi menjadi martensit.

Bila pada saat pemanasan masih terdapat struktur lain maka setelah di quench akan diperoleh struktur yang tidak seluruhnya terdiri dari martensit. Bila struktur lain itu bersifat lunak, misalnya ferit maka tentunya kekerasan yang tercapai juga tidak akan maksimum. Untuk menentukan temperature pemanasan yang baik untuk proses pengerasan yang dilakukan terhadap suatu baja perlu dilakukan suatu percobaan pemanasan dan quenching pada beberapa teperatur dan dianalisis struktur yang terjadi.

Pada beberapa literatur dan juga pada brosur dari pabrik pembuat baja dapat diperoleh daerah temperatur pemanasan untuk hardening dari berbagai jenis baja. Tetapi beberapakah temperatur pemanasan yang tepat untuk suatu proses hardening masih akan saling tergantung juga pada beberapa factor lain, antara lain waktu penahanan.

Waktu Penahanan

Waktu Penahanan dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses hardening dengan menahan pada temperature pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenit dan diffusi karbon dan unsur paduannya.
Pedoman untuk menentukan waktu penahanan dari berbagai jenis baja:

Baja Konstruksi dari Baja Karbon dan Baja Paduan Rendah

Yang mengandung karbida yang mudah larut, diperlukan waktu penahanan yang singkat, 5 - 15 menit setelah mencapai temperature pemanasannya dianggap sudah memadai.

Baja Konstruksi dari Baja Paduan Menengah

Dianjurkan menggunakan waktu penahanan 15 -25 menit, tidak tergantung ukuran benda kerja.

Low Alloy Tool Steel

Memerlukan waktu penahanan 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 waktu penahanan yang paling panjang di antara semua baja perkakas, juga ter-gantung pada temperatur pemanasannya. Juga diperlukan kom-binasi temperatur dan waktu penahanan yang tepat. Biasanya dianjurkan menggunakan 0,5 menit per milimeter tebal benda dengan minimum 10 menit, maksimum 1 jam.

Hot-Work Tool Steel

Mengandung karbida yang sulit larut, baru akan larut pada 10000 C. Pada temperatur ini kemungkinan terjadinya pertumbuhan butir sangat besar, karena itu waktu penahanan harus dibatasi, 15 -30 menit.

High Speed Steel

Memerlukan temperatur pemanasan yang sangat tinggi, 1200 - 13000C. Untuk mencegah terjadinya pertumbuhan butir waktu penahanan diambil hanya beberapa menit saja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan informasi ilmiah tentang ada tidaknya (kondisi) antara pengaruh perlakuan panas dengan waktu penahanan 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 (waktu penahanan) yang berbeda dari beberapa sampel yang dilakukan di laboratorium.

Dan dengan peneltian ini diharapkan bermanfaat bagi berbagai pihak yang memerlukan antara lain: Industri permesinan logam dan bengkel-bengkel mesin lainnya, yaitu dalam rangka merancang kekerasan dan waktu memproduksi sesuatu 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 caraperlakuaan panasnya dan waktu penahanan suhu stabil.

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

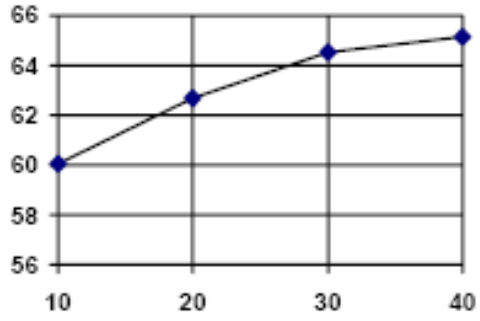
METODA PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan bahan sebagai sampel adalah baja amutit dengan ukuran φ 32 x 20 mm dengan jumlah 100 buah, dimana untuk setiap waktu penahanan 25 buah benda kerja. Waktu penahanan dilakukan dengan variasi 10 menit, 20 menit, 30 menit dan 40 menit.

Peralatan yang digunakan adalah Mesin *Hardness Tester Gnehm Horgen OM-150* untuk menguji kekerasan dan Mesin *Nabertherm Labothermn N9* untuk perlakuan panas dan waktu penahanan. serta untuk alat pendukung lainnya adalah mesin bubut untuk pembentukkan 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 normalitas data dan liniearitas data untuk memberikan gambaran hasil yang dicapai.

HASIL

Hasil penelitian dapat dilihat pada grafik di bawah yang menunjukkan hubungan kekerasan baja amutit setelah diproses heattreatment dengan waktu penahanan yang barvariasi yaitu 10, 20, 30 dan 40 menit. Pada waktu penahanan 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 sebe-lum di heattreatment rata-rata keke-rasan 34,24 HRC.



PEMBAHASAN

Dengan melihat grafik dapat diketahui bahwa kekerasan mengalami kenaikkan setelah dilakukan waktu penahanan dan mencapai puncaknya pada waktu penahanan dengan 40 menit. Jadi waktu penahanan berpengaruh/ berfungsi menaikkan kekerasan logam baja amutit sejalan dengan kelengkungan kurva yang dibentuk oleh grafik di atas. Dan dengan melakukan uji normalitas data terhadap data hasil pengujian kekerasan baja amutit yang telah di heattreatment dengan waktu penahanan menggunakan teori/ alat rockwell C diketahui bahwa data tersebut terdistribusi normal.

Kemudian dengan uji regresi linearitas diketahui bahwa data tersebut membentuk sedikit kelengkungan dan ini sesuai dengan teori pada tinjauan pustaka, bahwa tidak mungkin semakin lama waktu penahanan kekerasan akan naik terus menerus, karena ada keterbatasan lamanya waktu penahanan. Kalau hol-ding time terlalu lama maka akan terjadi pertumbuhan butiran yang menyebabkan turunnya kekerasan.

Jadi kalau diteruskan waktu penahanan (garis grafik) maka secara teori harus pada titik tertentu garis menuju ke bawah (kekerasan menurun).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dengan proses hardening pada baja amutit, kekerasan naik dari rata-rata 34,24, sebelum dihardening, menjadi rata-rata kekerasan 63,2375 setelah dihardening dengan waktu penahanan.
2. Waktu penahanan berpengaruh terhadap kekerasan baja amutit yang diperoleh setelah proses hardening di mana kekerasan naik seperti ditunjukkan pada grafik di atas.
3. Kekerasan maksimum dicapai dengan waktu penahanan di atas 40 menit ditinjau dari grafik di atas untuk baja amutit dengan ukuran ∅ 32 x 20 mm.

Saran-saran

1. Hasil penelitian ini, perlu dilanjutkan dengan waktu penahanan diatas 40 menit untuk melihat pada waktu penahanan berapa terjadi kekerasan maksimum dan pada waktu penahanan berapa terjadi penurunan kekerasan pada baja amutit dengan ukuran ∅ 32 x 20 mm.
2. Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan ukuran dan bentuk yang barvariasi 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 dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Alexander, W.O., 1991 Dasar Metalurgy Untuk Rekayasawan, Gramedia, Jakarta.

Beumer, Bj.M., 1985. Ilmu Bahan Logam, Bharata Aksara, Jakarta

Chijiwa, Kenji, 1985. Teknik Pengecoran Logam, Pradnya Paramitha, Jakarta.

High Grade Steels, 1998. Suherman,W, Prinsip-prinsip Perlakuan Panas, ITS, Surabaya.

Sujana, 1992, Metoda Statistik, Edisi ke-5, Tarsito, Bandung

Surdia, T. 1983, Teknik Pengolahan Bahan. Pradnya Paramitha, Jakarta.

Steels and Machinery Steels for Economy and Safety, ASSAB, 1997.