

ANALISA PENGARUH PERLAKUAN PANAS SEBELUM DAN SESUDAH PENEMPERAN TERHADAP NILAI KEKERASAN PADA BAJA PERKAKAS HSS

Anjar Asmara*

Abstract

The purpose of this research is to understand the effect of heat treatment before and after tempering on hardness with temperature variation of HSS steel. Heat treatment with temperature 500- 850 °C on specimens were tested and quenched on the water. Another specimen was tempered with 100, 250, 400, 500, 600 and 700 °C temperatures with air quenching. Hardness testing of these specimens has been done with Vickers and Rockwell method. Results show that heat treatment process with water quenching increases hardness and specimens tend to decrease their hardness with increasing temperature.

Keyword: heat treatment, tempering, hardness, HSS steel

1. Pendahuluan

Dalam era industri dewasa ini logam merupakan tonggak utama dalam pengembangan industri, baik logam ferro maupun non ferro. Dari sekian banyak industri yang ada dapat dikatakan bahwa industri logam berkembang terus sejalan dengan perkembangan industri lainnya.

Industri permesinan sebahagian besar komponennya adalah logam. Baja kecepatan tinggi misalnya yang mempunyai sifat-sifat mekanik yang cukup baik dengan demikian baja ini bukan saja dipergunakan sebagai bahan perkakas pemotong yang umum tetapi juga untuk cetakan, rol bagian mesin yang harus tahan aus, dan berbagai macam perkakas lainnya.

Untuk memenuhi kebutuhan pemakai akan material logam yang semakin meluas dan menghusus, maka perlu terus berusaha untuk menghasilkan logam-logam atau paduan logam yang sesuai dengan kebutuhan dan memenuhi persyaratan yang ada. Persyaratan yang dimaksud dalam suatu proses tersebut tentunya dikaitkan dengan kebutuhan penggunaan, yaitu terutama ditinjau dari segi kekuatan dan keamanannya.

Oleh karena itu "dalam proses" pada industri pengolahan logam sangat penting adanya kontrol kualitas dan dilandasi dengan pengetahuan tentang logam tersebut. Untuk itu kiranya sangat dibutuhkan penelitian-penelitian dan pengembangan-pengembangan kearah itu.

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk mengangkat masalah yang berhubungan dengan sistem pengontrolan kualitas, yaitu

melakukan suatu penelitian penemperan pada baja perkakas HSS.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Sifat-sifat bahan

Sifat-sifat suatu bahan logam industri perlu dikenal baik karena bahan tersebut digunakan untuk berbagai macam keperluan dalam berbagai keadaan. Sifat-sifat bahan yang diinginkan sangat banyak, yakni antara lain : sifat-sifat mekanik yang meliputi kekuatan, kekerasan, kekakuan, ketahanan, keuletan dan sebagainya. Sifat-sifat fisik seperti: Ukuran, struktur, massa jenis dan sebagainya. Sifat-sifat teknologi seperti: mampu mesin, mampu keras dan sebagainya. Sifat-sifat listrik seperti : hantaran listrik dielektris dan lain-lain, serta masih banyak lagi sifat bahan yang lain.

2.1.1 Sifat-sifat mekanik bahan

Ada beberapa sifat mekanik yang menentukan penggunaan bahan untuk tujuan tertentu. Salah satu diantaranya adalah sifat monotonik, seperti perilaku bahan dibawah pengaruh tekan sederhana termasuk perilaku mulur selama deformasi pada suhu tinggi atau sifat periodik/siklik yang berkaitan dengan beban yang berubah seperti yang terjadi pada patik.

Meskipun keadaan yang dialami bahan sebenarnya merupakan kombinasi kompleks dari berbagai keadaan tegangan, sering kali dijumpai keadaan di mana salah satu tegangan menonjol, sehingga salah satu sifat mekanik yang berkaitan dengannya seakan-akan meniadakan sifat lainnya.

* Staf Pengajar Jurusan D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

Bila dibebani dengan beban yang lebih kecil dari pada tegangan putus, bahan akan mengalami deformasi elastis atau plastis. Deformasi elastis bersifat mampu balik sedang deformasi plastis bersifat permanen dan tidak akan lenyap bila beban ditiadakan.

Beberapa pengujian mekanik yang biasa dilakukan seperti : uji tarik, kekerasan, impak, creep dan fatik, digunakan bukan untuk mempelajari keadaan cacatnya akan tetapi untuk memeriksa kualitas produk yang dihasilkan berdasarkan suatu standar spesifikasi. Adapun tujuannya pengujian mekanik sangat berperan dalam metalurgi fisika dan pantas mendapat perhatian khusus.

2.1.2. Kekerasan

Kekerasan suatu logam didefinisikan sebagai ukuran ketahanan bahan terhadap deformasi tekan. Deformasi yang terjadi merupakan kombinasi perilaku elastis dan plastis, akan tetapi pada umumnya hanya berkaitan dengan deformasi plastis dan hanya sebagian kecil bergantung pada sifat elastis.

Pengukuran kekerasan indentasi merupakan cara pengukuran kekerasan yang paling banyak digunakan. Perbedaan pokok terletak pada bentuk indenter yang ditekan pada permukaan. Uji kekerasan Brinell menggunakan indenter bola baja yang dikeraskan, uji kekerasan vickers menggunakan indenter dimana piramida intan bersudut 136°, Sedangkan uji rockwell menggunakan kerucut intan bersudut 120° dengan ujung yang agak bulat. Meskipun indenter yang digunakan berbeda, nilai kekerasan yang didapat menggambarkan perbandingan antara beban dan luas permukaan jejak.

Nilai kekerasan didapat setelah diameter jejak diukur. Nilai kekerasan berkaitan dengan kekuatan luluh atau tarik logam, karena selama penjeakan logam mengalami deformasi plastis sehingga terjadi regangan dengan presentase tertentu. Prosedur pengujian adalah : mula-mula indenter didekatkan kepermukaan logam yang akan diukur, kemudian ditekan dengan beban tertentu untuk waktu yang tertentu pula, lalu beban ditiadakan dan indenter diangkat dan besarnya jejak diukur dengan teliti dengan bantuan mikroskop.

Nilai Kekerasan Vickers (HVN) didefinisikan sama dengan beban dibagi luas penampang jejak piramida dalam N/mm^2 dan besarnya kurang lebih 3 kali besar tegangan luluh untuk logam-logam yang tidak mengalami pengerasan pengerjaan yang cukup berarti. Nilai

kekerasan vickers ditentukan dari persamaan berikut :

$$HVN = \frac{2.P \sin(\theta/2)}{d^2} = \frac{1,854P}{d^2} (N/mm^2) \dots\dots(1)$$

dimana : P = beban (N)

d = panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = sudut indenter piramida intan (136°)

Pada pengujian kekerasan dengan metoda rockwell, nilai kekerasan langsung terbaca pada skala penunjukan jarum pada skala alat uji. Skala pada pengujian kekerasan cara rockwell dibagi dalam beberapa skala yaitu skala A, B dan C. Nilai-nilai yang diperoleh menyatakan perbandingan kekerasan pada skala yang sama, makin besar angkanya makin keras baja yang diuji. Masing-masing skala mempunyai beban awal dan indenter yang berbeda. Biasanya menggunakan indenter intan bebrbentuk kerucut dengan sudut puncak 120°.

2.2 Proses perlakuan panas

Proses perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu terhadap logam atau paduannya, dalam keadaan padat dengan maksud untuk mengubah atau mendapatkan sifat-sifat tertentu dari logam yang diinginkan. Dengan memberikan perlakuan panas, baja dapat dikeraskan atau dilunakkan, sehingga sifat-sifat bahan seperti sifat mekanis, sifat fisik dan sifat teknologinya dapat ditingkatkan.

Secara umum proses perlakuan panas dapat dilakukan dalam beberapa cara yaitu, pemanasan sampai temperatur dan kecepatan pendinginan tertentu, mempertahankan temperatur untuk waktu yang tertentu, sehingga temperturnya merata, pendinginan dengan media pendingin air, minyak, udara dan lain-lain. Ketiga hal tersebut tergantung pada sifat-sifat yang diinginkan.

Untuk pemberian proses perlakuan panas yang tepat pada baja, maka terlebih dahulu susunan kimianya harus diketahui. Hal ini bertujuan untuk mengetahui temperatur pemanasan yang sesuai dan tepat untuk diberikan. Oleh karena itu perubahan komposisi kimia khususnya unsur karbon dapat mengakibatkan perubahan fisik serta sifat-sifat lainnya dari logam tersebut.

Pada proses perlakuan panas dikenal berbagai macam cara, antara lain : Proses pelunakan (annealing), proses penormalan (normalizing), proses pengerasan (hardening), proses penemperan (tempering) dan sebagainya.

2.3 Penemperan

Penemperan adalah proses pemanasan ulang baja yang sebelumnya sudah dikeraskan guna merubah sebagian martensit keras menjadi struktur yang lebih lunak. Pemakaian temperatur penemperan yang lebih tinggi mengakibatkan lebih banyak martensit yang ditransformasikan, sehingga bahan akan menjadi lebih lunak dan tangguh (liat). Oleh sebab itu temperatur penemperan dipilih sesuai dengan kekuatan dan keliatan yang diinginkan.

Suatu bahan dapat ditemper melalui tungku atau oven dengan temperatur tetap yang didinginkan dengan udara. Beberapa baja perkakas harus didinginkan secara cepat setelah penemperan untuk menghindari kerapuhan. Untuk bahan yang berukuran kecil sering ditemper dalam bak cairan (oli, garam). Oli khusus yang tidak mudah terbakar dapat dipanasi sampai temperatur penemperan sedang untuk jenis timah dan garam-garam dipergunakan untuk penemperan logam yang temperatur leburnya rendah.

Apabila fasilitas pengerasan dan penemperan perkakas tidak dapat mengatur temperatur proses, maka penemperan dilakukan dengan melihat warna bara yang terjadi. Warna oksida pada permukaan baja dapat digunakan sebagai petunjuk dalam penemperan bila sebelumnya dilakukan pemolesan, bebas oli atau bebas sidik jari. Proses penemperan dapat dilakukan dengan nyala oksiasetilen, pelat panas atau pelat pemanas elektrik atau bahan sangat kecil diletakkan di atas pelat baja (seperti pahat) dapat dipanasi di atas pelat pemanas elektrik sampai warna yang diinginkan tampak, kemudian didinginkan dalam air.

Penemperan harus dilakukan secepat mungkin setelah pengerasan. Jangan dibiarkan dingin seluruhnya tanpa ditemper, ini akan mengakibatkan internal stress sangat tinggi dan mudah retak. Penemperan akan menghilangkan internal stress pada bahan. Bahan yang dikeraskan dan dibiarkan beberapa hari tanpa penemperan ada kemungkinan timbul keretakan.

2.4 Media pendingin

Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja yang telah mengalami pemanasan untuk suatu proses pengerasan secara umum dikenal beberapa media pendingin yang banyak digunakan antara lain: air, udara, oli, dan air garam.

Sifat-sifat tertentu yang diinginkan dari suatu proses perlakuan panas sangat ditentukan oleh jenis media pendingin yang digunakan, disamping faktor lain yang turut berpengaruh seperti jenis dan

keadaan material benda kerja serta temperatur pemanasan yang diberikan.

Penggunaan air sebagai media pendingin sudah banyak digunakan dalam proses perlakuan panas. Media pendingin ini sering digunakan karena dapat memberikan pengerasan murni pada logam terutama baja, yaitu tanpa pengerasan permukaan serta berupa penambahan unsur-unsur tertentu, misalnya terjadinya pengarbonan, karbonitrida (penyepuhan), nitridisasi dan sebagainya.

Jika dibandingkan dengan media pendingin lain maka kekerasan oleh media pendingin air akan lebih besar dibanding dengan media pendingin lain seperti oli, udara, amonium hidroksida (NH_4OH) dan sebagainya.

Laju pendinginan yang diberikan oleh media pendingin pada proses kuens tergantung pada karakteristik media tersebut yaitu: temperatur media pendingin, panas jenis, panas penguapan, konduktifitas media pendingin, kekentalan, dan adukan.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada laboratorium Ilmu Logam Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar. Peralatan yang digunakan adalah mesin gergaji, kikir, mistar geser, grinder paper, tungku pemanas dan mesin uji kekerasan. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja perkakas HSS dengan ukuran 10 x 10 x 10 mm. Jumlah spesimen uji tersebut divariasikan 24 buah. Dari jumlah tersebut 3 normal dan 21 variasi diberi pemanasan awal (pre heating). Dari 21 yang diberi perlakuan pengerasan, 18 spesimen yang ditemper. Bahan untuk media pendingin pemanasan awal (pre heating) adalah air.

Proses perlakuan panas yang diberikan pada spesimen, dilakukan dalam tungku (furnance) pemanas. Temperatur pemanasan awal 500 – 850 °C. Setelah temperatur pemanasan tersebut tercapai, maka suhu dipertahankan selama 30 menit untuk meratakan suhu tersebut pada spesimen uji, kemudian spesimen langsung dicelup dalam air. Setelah proses perlakuan panas diberikan, maka spesimen-spesimen tersebut ditemper dengan beberapa variasi temperatur, yaitu 100, 250, 400, 500, 600, dan 700 °C. Media pendingin yang digunakan pada proses penemperan ini adalah media udara luar .

Pada uji kekerasan ini digunakan metode uji kekerasan vickers dan rockwell skala C dengan indentor piramida intan. Beban yang digunakan

untuk pengujian kekerasan vickers adalah 1225 Newton dengan lama pembebanan tekan yaitu 30 detik. Pengujian kekerasan untuk setiap spesimen dilakukan pada tiga tempat yang berbeda. Dari ketiga hasil tersebut kemudian dirata-ratakan.

4. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian kekerasan spesimen dihitung kemudian ditabelkan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Tabel hasil perhitungan kekerasan spesimen normal / standar (tanpa perlakuan panas)

Benda Uji	Panjang diagonal penekanan (mm)	Kekerasan	
		Vickers (HVN) N/mm ²	Rockwell (HRC)
1	1,725	763,37	62
2	1,727	761,83	62
3	1,727	761,50	62
Rata - rata		762,233	62

Tabel 2. Tabel hasil perhitungan kekerasan spesimen preheating 500 – 850 °C pendinginan air tanpa penemperan

Benda Uji	Panjang diagonal penekanan (mm)	Kekerasan	
		Vickers (HVN) N/mm ²	Rockwell (HRC)
1	1,573	913,22	70
2	1,590	898,53	70
3	1,577	761,50	70
Rata - rata		909,83	70

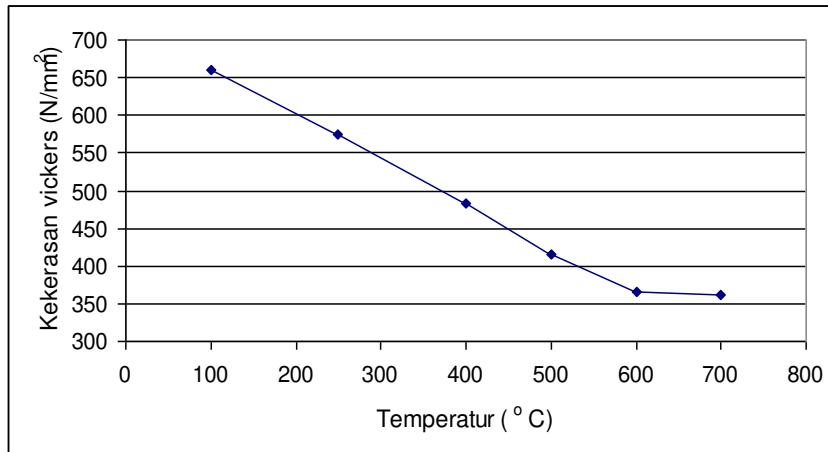
Tabel 3. Tabel hasil perhitungan kekerasan spesimen preheating 500 – 850 °C dengan perlakuan penemperan pada pendinginan udara.

Benda Uji	Temperatur Penemperan (°C)	Panjang diagonal penekanan (mm)	Kekerasan	
			Vickers (HVN) N/mm ²	Rockwell (HRC)
1	100	1,849	664,55	58
2	100	1,859	657,43	58
3	100	1,855	659,79	58
Rata - rata			660,59	58
1	250	1,972	583,75	52
2	250	2,053	583,92	52
3	250	2,019	557,05	52
Rata - rata			574,91	52
1	400	2,118	506,34	45
2	400	2,053	477,81	45
3	400	2,214	463,13	45
Rata - rata			482,43	45
1	500	2,250	448,57	42
2	500	2,389	397,86	42
3	500	2,382	400,25	42
Rata - rata			415,56	42
1	600	2,355	409,61	39
2	600	2,577	342,07	39
3	600	2,563	345,76	39
Rata - rata			365,81	39
1	700	2,431	384,23	36
2	700	2,581	340,99	36
3	700	2,507	361,35	36
Rata - rata			362,19	36

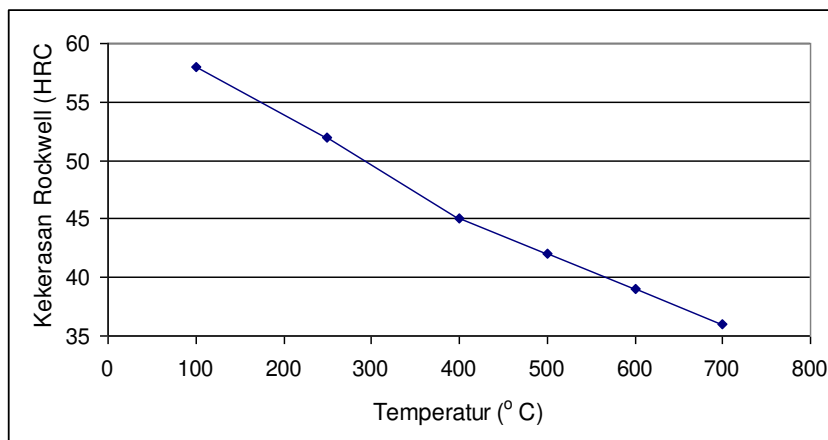
Kemudian hasil perhitungan tabel 3 dibuat ke dalam bentuk grafik hubungan temperatur tempering terhadap kekerasan vickers dan rockwell seperti terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Berdasarkan hasil pengujian pada baja perkakas HSS dengan proses perlakuan panas sebelum dan sesudah tempering didapatkan hasil berupa perubahan sifat mekanis, yaitu sifat kekerasan terhadap baja perkakas. Spesimen dengan perlakuan panas kemudian didinginkan dengan media pendingin air kekerasannya meningkat dibanding tanpa perlakuan panas. Perubahan sifat kekerasan juga dipengaruhi oleh temperatur tempering.

Hasil pengujian didapatkan bahwa nilai kekerasan pada spesimen yang telah mengalami penemperan mengalami penurunan. Hal ini dapat dibandingkan dengan spesimen normal yang mempunyai nilai kekerasan vickers (HVN) 762,23 N/mm². Spesimen yang mengalami proses perlakuan panas dengan media pendingin air tetapi tidak melalui proses tempering, kekerasannya meningkat dengan nilai 909,83 N/mm². Setelah penemperan kekerasannya mengalami penurunan, dimana makin tinggi temperturnya makin menurun kekerasannya.



Gambar 1. Grafik hubungan antara temperature dengan kekerasan Vickers



Gambar 2. Grafik hubungan antara temperature dengan Kekerasan Rockwell

Nilai-nilai kekerasan hasil penemperan tersebut adalah sebagai berikut : temperatur 100 °C kekerasannya 660,57 N/mm²; temperatur 250 °C

kekerasannya 574,91 N/mm²; temperatur 400 °C kekerasannya 482,43 N/mm²; temperatur 500 °C kekerasannya 415,56 N/mm²; temperatur 600 °C

kekerasannya 365,81 N/mm²; dan temperatur 700 °C kekerasannya 362,19 N/mm². Penurunan kekerasan akibat penemperan disebabkan struktur martensit cenderung untuk berubah menjadi martensit temper (martemper), dan juga cenderung untuk bertransformasi menjadi bainit atau membentuk endapan karbida.

Martensit yang didefinisikan sebagai larutan padat lewat jenuh dari karbon yang terjebak di dalam struktur tetragonal pemusatan ruang, merupakan fasa yang tidak stabil yakni ketika diberi energi berupa penemperan, karbon akan mengendap sebagai karbida dan besi akan menuju ke bentuk kubus pemusatan sisi. Jadi dapat dikatakan bahwa menurunnya kekerasan bahan disebabkan oleh menurunnya sifat tetragonal martensit dan mulai terbentuknya pengendapan karbida dan pembentukan ferit dengan meningkatnya temperatur penemperan.

5. Kesimpulan

Hasil pengujian diperoleh bahwa nilai kekerasan vickers spesimen standar/normal 762,23 N/mm² dan spesimen perlakuan panas dengan media pendingin air tanpa penemperan 909,83 N/mm². Nilai kekerasan spesimen dengan proses penemperan mengalami penurunan seiring dengan naiknya temperatur penemperan dan tetinggi 660,57 N/mm² pada temperatur temper 100 °C. Penemperan pada temperatur 600 °C sampai dengan 700 °C tidak terlalu banyak mempengaruhi perubahan nilai kekerasan

6. Daftar Pustaka

- Avner, S.H. 1984. *Introduction to Physical Metallurgy*. Tokyo. Mc. Graw-Hill. Kogakusha L.D.
- Djaprie, Sriati. 1985. *Teknologi Mekanik*. Jilid I. Jakarta. Erlangga
- Djaprie, Sriati. 1991. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta. Erlangga
- D.N. Adyana. 1992. *Logam dan Paduan*. Jakarta. Universitas Indonesia
- Schonmetz, Alois. 1985. *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam*. Bandung. Angkasa
- Suardi, Tata. 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta. Pradnya Paramita.