



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Alamat Prosiding: sinta.eng.unila.ac.id



Pengaruh media pendingin yang tersirkulasi pada proses *quenching* terhadap kekerasan dan ketahanan aus pada baja AISI 1045

D E Hartanto*, H Supriadi, dan S Savetlana

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima: 10 Oktober 2020

Direvisi: 11 November 2020

Kata kunci:

Keausan

Kekerasan

Quenching

Penelitian pengaruh media pendingin yang tersirkulasi pada proses *quenching* terhadap kekerasan dan ketahanan aus pada baja AISI 1045 bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan pengaruh media tersirkulasi terhadap sifat mekanis baja yaitu nilai kekerasan dan nilai keausan baja. Baja AISI 1045 dipanaskan hingga suhu 850°C dan ditahan selama 30 menit kemudian dilakukan *quenching* menggunakan media yang tersirkulasi. Variasi media yang digunakan adalah oli, air dan air garam, berikutnya baja di uji dengan uji kekerasan metode Vickers dan uji keausan metode Ogoshi. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa raw material memiliki kekerasan rata-rata sebesar 215,35 VHN dan keausan $2,16 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, baja yang didinginkan menggunakan oli tersirkulasi memiliki kekerasan rata-rata sebesar 345,47 VHN dan keausan sebesar $1,07 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, baja yang didinginkan dengan menggunakan air tersirkulasi memiliki kekerasan rata-rata sebesar 585,25 VHN dan keausan $0,31 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$ serta baja yang didinginkan dengan menggunakan air garam tersirkulasi memiliki kekerasan rata-rata sebesar 641,71 VHN dan keausan $0,16 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Baja karbon AISI 1045 adalah jenis baja yang tergolong dalam baja karbon sedang yang banyak digunakan sebagai bahan utama mesin seperti poros, *gear*, dan batang penghubung piston pada kendaraan bermotor. Baja karbon sedang merupakan salah satu material yang banyak diproduksi dan digunakan untuk membuat alat-alat atau bagian-bagian mesin, karena baja karbon sedang memiliki sifat yang dapat dimodifikasi, sedikit ulet (*ductile*) dan tangguh (*toughness*).

Dalam penggunaannya baja AISI 1045 sebagai bahan utama komponen mesin yang salah satunya yaitu *gear*, komponen tersebut mengalami tekanan serta gesekan yang terjadi pada permukaan secara terus-menerus sehingga menimbulkan keausan serta kegagalan dalam beroperasi. Terdapat berbagai cara untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik baja baik kekerasan baja dan kemampuan terhadap ketahanan aus. Hal tersebut dapat menambah umur pakai komponen mesin untuk beroperasi serta mengurangi kegagalan mesin akibat kerusakan yang ditimbulkan saat komponen mesin bergesekan, salah satu cara yang dapat digunakan adalah perlakuan panas pada baja.

Perlakuan panas atau *heat treatment* merupakan suatu proses kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan suatu

logam untuk menghasilkan sifat-sifat yang diinginkan sehingga memiliki kekuatan yang sesuai dengan kebutuhan. Salah satu metode perlakuan panas yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan aus baja AISI 1045 adalah dengan metode *quenching*. *Quenching* adalah proses memanaskan baja yang dilakukan untuk merubah fasa baja menjadi fasa austenitnya kemudian baja didinginkan dengan cepat sehingga menghasilkan kekerasan tertentu yang diinginkan dari proses tersebut.

Dengan penggunaan media tertentu pada *Quenching* seperti air, air garam dan oli serta sirkulasi media diharapkan nilai kekerasan yang didapat semakin tinggi dengan begitu pula nilai ketahanan aus juga akan semakin tinggi sehingga pemakaian baja 1045 sebagai komponen mesin dapat menjadi lebih efektif serta tidak cepat mengalami kegagalan karena keausan yang disebabkan oleh gesekan yang terjadi secara terus menerus saat komponen mesin beroperasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan pengaruh media pendingin yang tersirkulasi dan pengaruh media pendingin yang diam dalam proses *quenching* terhadap nilai kekerasan dan keausan baja AISI 1045.

* David Hartanto.

E-mail: davidhartanto10@gmail.com.

1.3 Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja yang dapat diubah sifat mekanisnya dengan cara perlakuan panas (*heat treatment*). Baja karbon adalah paduan besi karbon di mana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, baja karbon mengandung karbon sampai maksimum 2%. (Sumiyanto, 2012)

1.4 Quenching

Perlakuan panas atau heat treatment adalah kombinasi operasi pemanasan pada logam di bawah temperatur lebur logam tersebut dan pendinginan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat dengan waktu tertentu (Widodo, 2016).

Quenching (pengerasan) adalah suatu proses pemanasan logam sehingga mencapai batas austenit yang homogen. Untuk mendapatkan kehomogenan ini maka austenit perlu waktu pemanasan yang cukup. Secara cepat baja dicelupkan ke dalam media pendingin, tergantung pada kecepatan pendingin yang kita inginkan untuk mencapai kekerasan baja. Media quenching dapat berupa oli, air, larutan garam sesuai dengan material yang di-quenching. Dimana kondisi sangat mempengaruhi tingkat kekerasan. Pada quenching, proses yang paling cepat akan menghasilkan kekerasan tertinggi. (Mu'afax, 2013)

1.5 Uji kekerasan metode Vickers

Metode Uji kekerasan vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan- permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136° . Karena bentuk penumbuknya piramida, maka pengujian ini sering dinamakan uji kekerasan piramida intan. Angka kekerasan vickers (VHN) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$HV = \frac{IP \sin \theta}{d^2} = \frac{1,854P}{d^2} \quad (1)$$

1.6 Uji keausan

Pengujian keausan menggunakan metode Ogoshi dengan Ogoshi high speed universal wear testing machine type OAT-U. Pembebanan gesek akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terlepas dari benda uji. Perhitungan keausan menggunakan rumus

$$W = \frac{B.b^3}{12.r} \quad (2)$$

2. Metodologi

2.1 Pembentukan spesimen

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja AISI 1045 yang dibentuk persegi dengan dimensi panjang 20 mm, lebar 20 mm dan tinggi 10 mm yang kemudian dihaluskan menggunakan amplas.

2.2 Perlakuan spesimen Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 yang telah diikat kemudian dipanaskan di dalam furnace hingga 850°C dengan laju pemanasan 10°C per

menit dari titik awal pemanasan sebesar 30°C . setelah suhu mencapai 850°C baja AISI 1045 ditahan selama 30 menit di dalam furnace dengan tujuan mendapatkan suhu yang homogen pada setiap bagian spesimen. Baja yang telah diberi perlakuan panas kemudian didinginkan dengan media air, air garam dan oli yang tersirkulasi dengan volume media sebanyak 8 liter dan debit 18 liter per menit.

Tabel 1. Unsur kandungan Baja AISI 1045

Unsur	Standar AISI 1045	Kandungan
C	0,43-0,50	0,54
Si	0,15-0,40	0,23
Mn	0,60,0,90	0,66
P	0,035 maks	0,013
S	0,04 maks	0,017

2.3 Pengujian Baja AISI 1045

Pengujian baja dilakukan dengan dua metode yaitu pengujian kekerasan metode Vickers dengan ASTM E92-82 Standard Test Methods for vickers Hardness of Metallic Material menggunakan alat Universal Hardness Tester dan pengujian keausan metode Ogoshi dengan standar pengujian ASTM G-99 menggunakan *Ogoshi high speed universal wear testing machine type OAT-U*.

2.4 Peralatan pendukung

2.4.1 Furnace

Furnace digunakan untuk memanaskan spesimen sampai suhu 850°C dengan waktu penahanan selama 30 menit dengan tujuan mendapatkan struktur mikro yang homogen.



Gambar 1. Furnace

2.4.2 Alat Uji Keausan

Mesin uji keausan (*Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine type OAT-U*) adalah alat untuk menentukan laju keausan suatu material dimana benda uji memperoleh beban gesek dari *disc* yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan ini akan menghasilkan kontak yang pada akhirnya akan mengambil sedikit bagian dari material dari benda uji, besarnya jejak material yang tergesek itulah yang dijadikan dasar pengukuran keausan material.



Gambar 2. Alat uji keausan

2.4.3 Universal Hardness Tester

Alat ini adalah untuk menguji kekerasan, pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *Vickers*



Gambar 3. Universal Hardness Tester

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Hasil Uji Kekerasan

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan yang dengan metode *Vickers* dilakukan dengan mata indentor berbentuk piramida serta beban penekanan sebesar 100 Kgf dan waktu penahanan 10 s

Tabel 2. Tabel hasil pengujian kekerasan dengan metode *Vickers*

Variabel	Hasil Kekerasan (VHN)
Raw Material	215,35
Oli	345,57
Air	585,25
Air Garam	641,71

3.2 Hasil Uji Keausan

Berdasarkan hasil pengujian keausan yang dilakukan dengan menggunakan tebal cincin (B) sebesar 3 mm, diameter cincin (d) sebesar 30 mm, beban (p) yang digunakan adalah 3.16 Kg dan jarak luncur (x) sepanjang 100 m serta kecepatan cincin adalah 1.97 m/s. Maka di peroleh hasil keausan baja seperti pada tabel 3

Tabel 3. Tabel hasil pengujian keausan dengan metode Ogoshi

Variabel	Hasil Keausan (mm ³ /mm)
Raw Material	2,16x10 ⁻⁶
Oli	1,07x10 ⁻⁶
Air	0,31x10 ⁻⁶
Air Garam	0,16x10 ⁻⁶

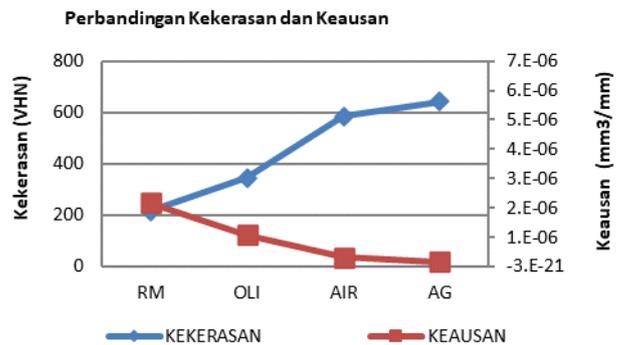
3.3 Pembahasan

Dari tabel 2 dapat dijelaskan bahwa. media yang digunakan pada proses *Quenching* baik itu oli, air maupun air garam masing-masing memberikan perubahan yang cukup signifikan terhadap nilai kekerasan baja AISI 1045. Pada penelitian kali ini proses pendinginan cepat menggunakan media oli yang tersirkulasi memberikan perubahan nilai kekerasan sebesar 60,47% dari kekerasan awal baja sebelum diberi perlakuan yang berarti kekerasan baja awal adalah 215,35 VHN berubah menjadi 345,57 VHN. Perubahan nilai kekerasan baja AISI 1045 yang di *quenching* dengan menggunakan oli sangat dipengaruhi viskositas atau kekentalan, seperti yang di terangkan oleh Soedjono (1978) dimana viskositas oli dan bahan dasar oli sangat berpengaruh dalam proses pendinginan sampel. Oli yang mempunyai viskositas lebih rendah memiliki kemampuan

penyerapan panas lebih baik dibandingkan dengan oli yang mempunyai viskositas lebih tinggi karena penyerapan panas akan lebih lambat. Maka jika dibandingkan dari kekentalannya oli memiliki kekentalan yang lebih tinggi dibandingkan air dan air garam, sehingga nilai perubahan dari ketiga media oli lah yang memberikan perubahan terkecil.

Media berikutnya yaitu air yang tersirkulasi memberikan perubahan yang lebih tinggi yaitu sebesar 171,77% atau dengan kata lain kekerasan yang awalnya adalah 215,35 VHN menjadi 585,25 VHN. Perubahan nilai kekerasan yang lebih besar pada baja AISI 1045 dibandingkan dengan hasil *quenching* media oli karena air dapat dengan mudah menyerap panas yang dilewatinya dan panas yang terserap akan cepat menjadi dingin. Perubahan ini juga adalah hasil dari perubahan fasa yang lebih banyak dari *Pearlite and Ferrite* menjadi *Austenite* kemudian diubah menjadi martensit dengan metode pendinginan cepat. Di ketahui dari penelitian yang di lakukan oleh Surdia (1999) menyatakan kekerasan dari martensit lebih dari 500 VHN.

Namun media yang paling baik dalam hal meningkatkan kekerasan baja AISI 1045 setelah diberi perlakuan *Quenching* adalah media air garam tersirkulasi, hal ini dibuktikan dari pengujian yang menunjukkan perubahan nilai kekerasan sebesar 197,99% hal itu berarti nilai kekerasan yang awalnya sebesar 215,35 VHN berubah menjadi 641,71 VHN. Pendinginan menggunakan air garam dapat memberikan kekerasan yang lebih baik karena air garam memiliki sifat mendinginkan yang teratur dan cepat, bahan yang didinginkan di dalam cairan garam akan mengakibatkan ikatnya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda kerja tersebut akan mengikat zat arang. Perubahan nilai kekerasan ini adalah pengaruh perubahan struktur mikro baja dimana hal tersebut adalah hasil dari pemanasan yang merubah struktur mikro baja dari *Pearlite and Ferrite* menjadi *Austenite*. Teori ini dapat dilihat dari diagram fasa (gambar 1.) dalam diagram tersebut ditunjukkan bahwa kandungan karbon sebesar 0,54 % dapat berubah fasa menjadi *Austenite* pada minimal suhu 760°C. selain itu hal yang sangat mempengaruhi nilai kekerasan dari baja AISI 1045 adalah pada proses pendinginan, dimana semakin cepat proses pendinginan maka semakin besar pula nilai kekerasannya hal ini karena terjadinya proses perubahan fasa dari *Austenite* menjadi *martensite*.



Gambar 4. Grafik perbandingan kekerasan dan keausan Baja AISI 1045

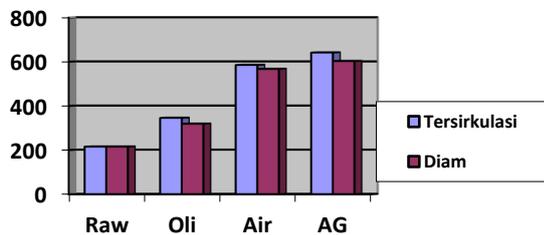
Kemudian dari Tabel 3. Ditunjukkan bahwa nilai keausan pada baja AISI 1045 menurun setelah diberi perlakuan, dimana nilai keausan pada *raw material* sebesar 2,16x10⁻⁶ mm³/mm. Nilai keausan terkecil adalah baja yang telah diberi perlakuan *quenching* dengan menggunakan media air garam yaitu sebesar 0,16x10⁻⁶ mm³/mm atau dengan kata lain nilai keausannya turun sebesar 92,61% dari keausan semula. Namun media air dan oli yang tersirkulasi pada proses pendinginan juga memberikan

perubahan nilai keausan pada baja, dimana media air menurunkan nilai keausan sebesar 85,40% atau keausannya menjadi $0,31 \times 10^{-6}$ mm³/mm dan media oli menjadi $1,07 \times 10^{-6}$ mm³/mm dimana itu memberikan perubahan sebesar 50,26%.

Dilihat dari gambar 4. maka dapat diketahui bahwa nilai kekerasan baja semakin bertambah setelah dilakukan *quenching* dan perubahan nilai kekerasan tersebut berbanding terbalik dengan perubahan nilai keausan dimana jika kekerasannya tinggi maka nilai keausannya kecil. Hal ini terjadi karena kemampuan ketahanan aus pada baja semakin besar dengan bertambahnya nilai kekerasan pada baja tersebut.

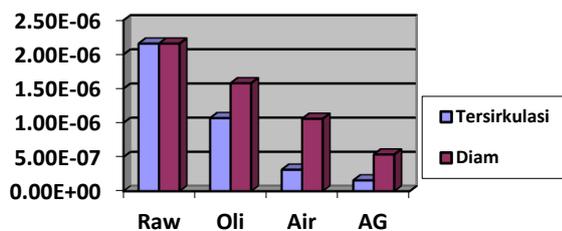
Merujuk dari penelitian yang dilakukan oleh Shoberi Aswarra (2020) tentang pengaruh media pendingin yang diam terhadap kekerasan dan keausan baja AISI 1045 saat proses *quenching* maka dapat dibandingkan dengan penelitian ini.

Grafik perbandingan media tersirkulasi dan media diam pada proses *quenching* terhadap nilai kekerasan



Gambar 5. Grafik perbandingan media tersirkulasi dan media diam pada proses *quenching* terhadap nilai kekerasan

Grafik perbandingan media tersirkulasi dan media diam pada proses *quenching* terhadap nilai keausan



Gambar 6. Grafik perbandingan media tersirkulasi dan media diam pada proses *quenching* terhadap nilai keausan

Dari perbandingan grafik di atas dapat diketahui pendinginan tersirkulasi memberikan efek yang lebih besar baik dalam kekerasan dan keausan hal ini dikarenakan pada proses pendinginan menggunakan cara sirkulasi waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan spesimen semakin cepat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa media yang digunakan pada proses *quenching* baik itu oli, air maupun air garam masing-masing memberikan perubahan yang cukup signifikan terhadap nilai kekerasan dan keausan baja AISI 1045. Dalam nilai kekerasan oli meningkatkan kekerasan sebesar 60,47% dan menurunkan nilai keausan sebesar 50,26%, sedangkan air meningkatkan nilai kekerasan sebesar 171,77% dan menurunkan nilai keausan sebesar 85,40%, kemudian air

garam memberikan perubahan nilai kekerasan sebesar 197,99% dan menurunkan nilai keausan sebesar 92,61%. Dari data pengujian tersebut menunjukkan bahwa semakin besar nilai kekerasan maka semakin kecil pula nilai keausannya. Dan pendinginan menggunakan media yang tersirkulasi dapat memberikan pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan dengan media pendingin yang diam pada saat proses *quenching*, Kemudian media pendingin yang paling banyak memberikan perubahan nilai kekerasan dan keausan yaitu air garam kemudian diikuti dengan air. dan kesimpulan yang terakhir adalah semakin besar nilai kekerasan maka semakin kecil nilai keausannya.

Ucapan terima kasih

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Bapak Harnowo Supriadi, S.T.,M.T. dan Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T.,M.Met selaku Dosen Pembimbing, disela-sela rutinitasnya namun tetap meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk, dorongan, saran dan arahan sejak rencana penelitian hingga selesainya penulisan makalah ini.

Daftar pustaka

- ASTM E 92-82 *Standard Test Methods for Vickers Hardness of Metallic Materials.*
- ASTM G99-95a *Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus I.*
- Aswarra, Shoberi. 2020. *Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Proses Quenching Terhadap Nilai Kekerasan Dan Keausan Baja Aisi 1045.* Skripsi Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Lampung..
- Mu'afax, Ferdiaz, D. 2013 *Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Remelting Al-Si Berbasis Limbah Piston Bekas Dengan Perlakuan Degassing.* Pendidikan Teknik Mesin, jurusan pendidikan teknik dan kejuruan, fkip, uns
- Sumiyanto. Saputra, R. 2012. Analisis Sifat Mekanis Baja Dua Fasa Akibat Variasi Temperatur Austenisasi. *Jurnal FT Institut Sains dan Teknologi Nasional.*
- Widodo Edi dan Miftahul Huda. 2016. Optimasi *Holding time* untuk mendapatkan kekerasan baja S 45 C. *Jurnal Vol. 1. No. 1. Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.*