

## PENGARUH VARIASI *HOLDING TIME* HASIL *QUENCHING* TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA AISI 1045

Satriyo Bagas Aji Nugroho<sup>1)</sup>, Catur Pramono<sup>2)</sup>, Nani Mulyaningsih<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jalan Kaptan Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

<sup>1</sup>[bagasaji103@gmail.com](mailto:bagasaji103@gmail.com), <sup>2</sup>[caturpramono@untidar.ac.id](mailto:caturpramono@untidar.ac.id), <sup>3</sup>[nani\\_mulyaningsih@untidar.ac.id](mailto:nani_mulyaningsih@untidar.ac.id)

### ABSTRAK

AISI 1045 ialah baja karbon yang tercantum kedalam kalangan baja karbon menengah. AISI 1045 ini mempunyai kandungan karbon 0,43% hingga 0,50%. Penerapan AISI 1045 ini banyak digunakan pada bidang kendaraan *otomotif* semacam pembuatan komponen roda gigi, poros serta bantalan pada bermacam kendaraan bermotor. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan guna mengetahui pengaruh proses pemanasan dengan suhu austenisasi yaitu 900°C dengan variasi *holding time* 10 menit, 20 menit, 30 menit kemudian di *quenching* pada media larutan garam terhadap kekerasan dan laju keausan AISI 1045. Pengujian kekerasan mengacu ASTM E384. Pengujian keausan menggunakan alat *universal wear tester*. Hasil uji spesimen AISI 1045 *holding time* 30 menit didapatkan nilai kekerasan paling baik yaitu 511,43 VHN dan memiliki nilai keausan rata-rata sebesar 0,00013 mm<sup>3</sup>/kg.m. Hal ini disebabkan pengaruh semakin lama waktu penahanan panas maka struktur *martensite* lebih dominan dibandingkan struktur *pearlite* dan *bainite*. Oleh karena itu, semakin lama waktu penahanan panas yang dilanjutkan dengan *quenching* maka semakin tinggi nilai kekerasannya.

**Kata kunci** : AISI 1045, *quenching*, kekerasan, keausan

### ABSTRACT

*AISI 1045 is carbon steel listed in the class of medium carbon steels. AISI 1045 has a carbon content of 0.43% to 0.50%. The application of AISI 1045 is used in the sector automotive such as the manufacture of components, shafts and bearings in various motorized vehicles. This study aims to determine the effect of the heating process with austenization temperature of 900°C with variations in holding time 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes then quenching with salt solution media on the hardness and wear rate of AISI 1045. The hardness test refers to ASTM E384. Wear testing using a universal wear tester. Specimen AISI 30 minutes obtained the best hardness value, namely 511.43 VHN and has an average wear value of 0.00013 mm<sup>3</sup>/kg.m. This is due to the effect of the longer heat holding time, the martensite is more dominant than the pearlite and bainite. Therefore, the longer the heat holding time followed by quenching, the higher the hardness value.*

**Keyword**: AISI 1045, *quenching*, hardness, wear

### PENDAHULUAN

Dunia industri yang terus berkembang mendorong para pelaku industri untuk meningkatkan kebutuhan pemakaian unsur

logam. Baja merupakan logam paduan, dengan besi sebagai unsur dasar serta karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon pada baja berkisar 0,2%

sampai 2,1% sesuai tingkatannya (Tarkono, dkk, 2012).

Baja AISI 1045 ialah baja karbon yang termasuk kedalam baja karbon menengah. Baja AISI 1045 ini mempunyai kandungan isi karbon antara 0,43% sampai 0,50%. Penerapan baja AISI 1045 ini banyak digunakan pada bidang kendaraan *otomotif* semacam pembuatan komponen roda gigi, poros serta bantalan pada bermacam kendaraan bermotor (Pramono, 2011).

*Spur gear* pada sepeda motor adalah komponen yang banyak menggunakan bahan baja karbon menengah AISI 1045. Dalam penggunaannya, roda gigi berfungsi untuk mentransmisikan daya tinggi dan putaran yang presisi. Namun, karena roda gigi harus terus berputar, dayanya sangat bervariasi, dan selama operasi akan menanggung beban gesekan selama operasi, itu akan terus-menerus menyebabkan goresan permukaan, menyebar ke retak dan patah, dan aus. Untuk meminimalkan masalah ini, diperlukan proses perlakuan panas. Perlakuan panas dilakukan di dalam tungku listrik, menggunakan temperature tertentu sesuai dengan kondisi, spesifikasi baja, dan didinginkan dengan media pendingin (Hadi, 2016).

Salah satu cara untuk meningkatkan kekerasan dan meningkatkan ketahanan aus dari logam ialah dengan *quenching*. *Quenching* adalah pencelupan baja pada suhu pengerasanya, dengan laju pendinginan yang sangat tinggi menggunakan media pendingin seperti air, oli, dan larutan garam guna mendapatkan hasil kekerasan yang baik. Saat perlakuan *quenching* terjadi percepatan pendinginan yaitu sejak temperatur akhir saat perlakuan serta mengalami perubahan mulai pada saat austenite menjadi bainite serta martensite supaya mendapatkan kekuatan dan juga kekerasan yang baik. Kekerasan paling baik yang bisa dituju baja yang di*quench* hampir semuanya bergantung dengan konsentrasi karbon serta kecepatan pendinginan yang sama juga atau bahkan lebih tinggi oleh

kecepatan pendinginan kritis guna paduan tersebut. (Pratowo, dkk 2018).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk memperbaiki serta meningkatkan nilai kekerasan serta ketahanan aus baja AISI 1045 serta mengetahui pengaruh *heat treatment* 900°C dengan variasi *holding time* 10 menit, 20 menit, 30 menit kemudian di *quenching* dengan media larutan garam terhadap kekerasan, laju keausan, dan struktur mikro baja AISI 1045.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Baja Karbon

Baja adalah paduan besi serta karbon yang bisa berisi konsentrasi terhadap elemen campuran yang lain, ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai perlakuan bahan dan komposisi yang berbeda. Sifat mekanis dari baja ini sangat berpengaruh pada kandungan karbon, yaitu kurang dari 1,5%. Beberapa bagian dari baja dipilah sesuai konsentrasi karbon, yaitu ke dalam baja karbon rendah, baja karbon medium dan baja karbon tinggi Napitupulu, dkk (2019).

AISI 1045 merupakan baja karbon yang kandungan karbonnya sekitar 0,43% - 0,50%, baja ini termasuk dalam golongan baja menengah (Pramono, 2011). AISI 1045 menunjukkan bahwa 45 adalah kandungan atau kadar karbon pada baja tersebut yaitu 0,45%. Sifat mekanik dari baja AISI 1045 sangat baik dimana baja tersebut memiliki sifat mekanik dan kemampuan pengelasan mesin, serta tingkat kekerasan dan ketahanan aus yang baik (Yusman, 2018).

### Quenching

*Quenching* merupakan sebuah proses untuk meningkatkan nilai kekerasan logam dengan cara memanaskan logam hingga mencapai pada suhu austenitisasi, lalu setelah itu ditahan selama beberapa saat agar austenit yang terbentuk bisa lebih homogen lalu didinginkan dengan cepat akibatnya akan terbentuk struktur martensit yang mempunyai

nilai kekerasan yang lebih tinggi apabila dibandingkan oleh struktur ferit serta perlit. Proses *quenching* dilakukan terhadap baja untuk mendapatkan sifat ketahanan aus yang lebih tinggi serta juga kekuatan kekerasan yang lebih baik juga. Tingkat kekerasan yang dihasilkan terhadap proses *quenching* bergantung pada beberapa faktor, diantaranya kandungan karbon, suhu pemanasan, waktu penahanan (*holding time*), kecepatan pendinginan dari pengujian yang dilakukan serta juga ketebalan ukuran sampel. Guna mendapatkan nilai kekerasan yang baik (struktur martensit yang keras) oleh karenanya ketika waktu proses pemanasan perlu bisa dicapai suhu austenisasi agar terbentuk struktur austenit, sebab hanya austenit yang bisa berubah menjadi martensit ketika didinginkan secara cepat.

#### Air Garam

Larutan garam atau istilah kimia dikenal dengan NaCl (natrium klorida) memiliki senyawa *ionic* terdiri dari ion positif (*kation*) dan ion negatif (*anion*). Bahan utama dari larutan NaCl adalah garam dapur, jika terlarut dalam air dapat menghantarkan arus listrik dan juga dapat digunakan sebagai media pendingin pada proses perlakuan panas untuk meningkatkan kekerasan benda, karena larutan garam mempunyai laju pendinginan yang baik dan cepat, suhunya merata pada air garam, proses pendinginan merata pada semua bagian logam, tidak terdapat bahaya oksidasi, karburisasi, serta dekarburisasi sewaktu proses pendinginan.

#### Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan maksud guna mengukur ketahanan material logam terhadap deformasi plastis. Prinsip saat pengukuran pada kekerasan yaitu menggunakan cara memberikan beban tekan lewat sebuah indenter di permukaan logam kemudian melakukan pengukuran diameter dari bekas indentasi. Biasanya indenter yang digunakan pada pengujian kekerasan adalah berbentuk bola, piramida ataupun kerucut. Cara saat pengukuran kekerasan yang sering digun

adalah dengan metode *rockwell*, *brinell*, serta *vickers* (Dieter, 1996).

Berikut ini merupakan persamaan untuk menghitung nilai kekerasan menggunakan metode pengujian *vickers*:

$$VHN = 1,854 \times \frac{P}{d^2}$$
$$d^2 = \left( \frac{d1 + d2}{2} \right)^2$$

Dimana:

VHN = *Vickers hardness number* atau nilai kekerasan (Kgf/mm<sup>2</sup>)

P = Beban penekanan (Kgf)

d = Panjang diagonal rata-rata (mm<sup>2</sup>)

d1 = Panjang diagonal injakan (mm<sup>2</sup>)

d2 = Panjang diagonal injakan (mm<sup>2</sup>)

#### Uji Keausan

Pengujian keausan dilakukan untuk mengetahui nilai ketahanan aus pada spesimen baja AISI 1045 menggunakan mesin *Ogoshi high speed universal wear testing machine* (Type OAT-U). Pengujian keausan bisa dilaksanakan melalui beberapa cara metode serta teknik, yang seluruhnya bertujuan guna mensimulasikan keadaan keausan aktual. Salah satunya ialah metode *ogoshi* yaitu benda uji mendapat beban gesek oleh cincin yang berputar (*revolving disc*).

Berikut ini merupakan persamaan untuk menghitung nilai keausan spesifik:

$$Ws = \frac{B \cdot b^3}{8r \cdot p_o \cdot l} = mm^2/kg$$

Dengan keterangan:

Ws = harga keausan spesifik (mm<sup>2</sup>/kg)

B = lebar piringan pengaus (mm)

b = lebar keausan saat benda uji (mm)

r = jari-jari piringan pengaus (mm)

p<sub>o</sub> = gaya tekan saat proses keausan berlangsung (kg)

l<sub>o</sub> = jarak tempuh saat proses pengausan (mm)

#### METODE

Alat dan Bahan yang digunakan:

- Amplas

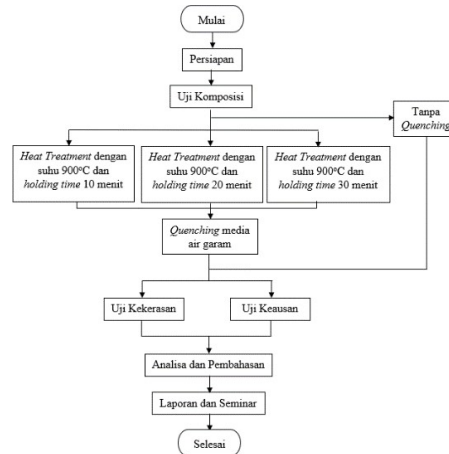
- Gerinda tangan
- Jangka sorong
- Timer
- Tempat garam pendingin
- Dapur pemanas
- Alat uji kekerasan *vickers*
- Alat uji keausan
- Baja AISI 1045
- Garam dapur 250 gram
- Air sumur 1,5 liter

Pada penelitian ini material yang diuji adalah baja AISI 1045. Dimensi spesimen disesuaikan dengan standar ASTM E3 yaitu berukuran diameter 30 mm dan tebal 10 mm. Spesimen baja AISI 1045 dipanaskan pada suhu 900°C melalui variasi waktu penahanan dengan waktu 10, 20, dan 30 menit, lalu di dinginkan secara cepat menggunakan media pendingin berupa larutan air garam.

Tahap berikutnya spesimen dipreparasi dengan diberikan resin agar memudahkan nantinya saat pengujian dan diampelas sampai tingkat kehalusan 1500. Lalu dilakukan pengujian kekerasan dengan metode *vickers* dan uji keausan menggunakan metode *ogoshi*.

Proses pembuatan spesimen sesuai dimensi yang ditentukan dilaksanakan di bengkel mesin Universitas Tidar Magelang. Proses uji komposisi material dilaksanakan di PT. Itokoh Ceperindo Klaten. Proses uji kekerasan dan keausan dilaksanakan di laboratorium mesin UGM.

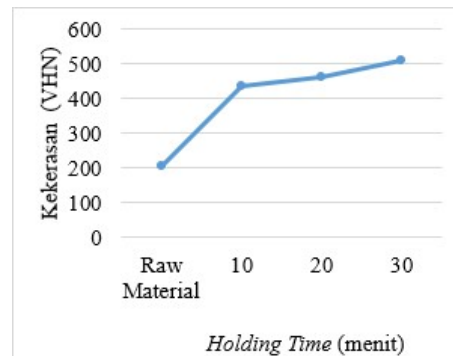
Diagram alir penelitian dapat dilihat melalui gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Kekerasan

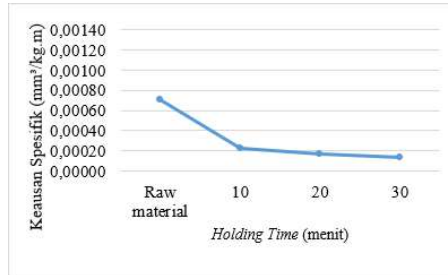


Gambar 2. Grafik hasil uji kekerasan

Grafik oleh gambar 2 memperlihatkan nilai kekerasan *vickers* baja AISI 1045 dari mulai terendah ke paling tinggi secara berurutan adalah *raw material* (tanpa perlakuan) sebesar 207,16 VHN, *quenching* pada *holding time* 10 menit sebesar 436,22 VHN, *quenching* pada *holding time* 20 menit sebesar 463,64 VHN, dan *quenching* pada *holding time* 30 menit sebesar 511,43. Merujuk hasil tersebut didapatkan bahwa dengan adanya *heat treatment* variasi *holding time* akan berpengaruh terhadap nilai kekerasan baja AISI 1045. Semakin lama *holding time* akan menyebabkan naiknya nilai kekerasan logam tersebut. Hal ini selaras melalui hasil dari penelitian Panggih, dkk

(2016) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu *holding time* maka semakin tinggi nilai kekerasan baja tersebut karena unsur martensit yang terbentuk jauh lebih banyak.

#### Uji Keausan *Ogoshi*



Gambar 3. Grafik hasil uji keausan *ogoshi*

Gambar 3. menunjukkan nilai keausan spesifik baja AISI 1045 dari yang tertinggi ke paling rendah secara berurutan adalah *raw material* atau (tanpa perlakuan) yaitu sebesar 0,00071mm<sup>3</sup>/kg.m, *quenching* melalui *holding time* 10 menit sebesar 0,00023mm<sup>3</sup>/kg.m, *quenching* melalui *holding time* 20 menit sebesar 0,00017mm<sup>3</sup>/kg.m, serta *quenching* melalui *holding time* 30 menit sebesar 0,00013mm<sup>3</sup>/kg.m.

Hal ini dipengaruhi oleh proses penahanan pemanasan pada perlakuan *quenching* dimana semakin lama penahan pemanasan maka semakin baik untuk nilai keausannya (nilai keausan semakin rendah).

#### KESIMPULAN

1. Hasil kekerasan baja AISI 1045 sesudah di *heat treatment* 900°C melalui variasi *holding time* 10 menit, 20 menit serta 30 menit kemudian di *quenching* pada media air garam memperlihatkan nilai kekerasan paling tinggi oleh material yang sudah di *holding time* 30 menit yaitu 511,43 VHN.
2. Keausan baja AISI 1045 setelah di *heat treatment* 900°C melalui variasi *holding time* 10 menit, 20 menit dan 30 menit kemudian di *quenching* pada media air garam menunjukkan bahwa keausan terendah dicapai oleh spesimen yang telah

di *holding time* pada 30 menit yaitu 0,00013 mm<sup>3</sup>/kg.m.

#### SARAN

1. Preparasi spesimen sebelum di *heat treatment* harus bersih agar tidak tercampur dengan kotoran yang menempel.
2. Pastikan permukaan spesimen rata dan bersih sebelum pengujian agar hasil ujinya akurat

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dieter, George E. 1988. *Metalurgi Mekanik*. Edisi ke 3 jilid 2. Erlangga. Jakarta
- Hadi, S. (2016). *Teknologi Bahan*. Yogyakarta: Andi.
- Napitupulu, R. A., Sihombing, S., & Togatorop, J. (2019). Pengaruh Waktu Tahan dan Penambahan Kadar Garam Dapur (NaCl) dalam Media Pendingin Air pada Proses Hardening terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah. 24-33.
- Panggih D., Budi I., Lega P. 2016, Pengaruh  *Holding Time*  Terhadap Baja Karbon Menengah AISI 4140 Dan 1045 Pada Pengujian  *Hardenability* . Riau: LP2M-UMRI
- Pramono, A. (2011). Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Karbon AISI 1045 Media Quenching untuk Aplikasi Sprocket Rantai.  *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M* , 5(1).
- Pratowo, B., & HR, A. F. (2018). Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan  *Quenching* .  *Jurnal Teknik Mesin* , 5(2), 9-13.
- Tarkono, Siahaan, G. P., & Zulhanif. (2012). Studi Penggunaan Jenis Elektroda Las yang Berbeda terhadap Sifat Mekanik Pengelasan SMAW Baja AISI 1045.  *Jurnal Mechanical* , 3(2).
- Yusman, F. (2018).  *Pengaruh Media Pendingin pada Proses Quenching terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro*

*Baja AISI 1045.* Bandar Lampung:  
Fakultas Teknik,