

ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT* TERHADAP KEKERASAN MATERIAL BAJA S45C UNTUK APLIKASI POROS RODA SEPEDA MOTOR

Hatta Catur Prasetyo

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : Hattaprasetyo@mhs.unesa.ac.id

Tri Hartutuk Ningsih

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: triningsih@unesa.ac.id

Abstrak

Baja S45C merupakan jenis baja "*Medium Carbon Steel*" (0.3-0.5% C). Dengan kandungan karbon medium ini memungkinkan baja ini untuk ditingkatkan lagi sifat mekaniknya. Usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara memberi perlakuan panas pada baja, hal ini memegang peran penting dalam upaya meningkatkan kekerasan serta kekuatan baja sesuai kebutuhan. Dilihat dari fungsinya, baja karbon medium ini diklasifikasikan sebagai *machinery steel* baja yang biasa dipakai dalam komponen/*sparepart* seperti: roda gigi, *coupling*, *pulley*, *axles*, piston, *rails* (rel kereta api). Dalam penelitian ini dilakukan Perlakuan panas pada baja S45C dibutuhkan guna meningkatkan sifat mekanis untuk aplikasi poros roda sepeda motor. Baja S45C di panaskan pada suhu masing-masing 700°C, 800°C, 900°C kemudian di *quenching* dengan air garam dan oli, Untuk membuktikannya, dilakukan pengujian kekerasan rockwell setelah dilakukan perlakuan panas. Hasil dari baja S45C yang telah diberi perlakuan panas kemudian dibandingkan kualitasnya dengan produk honda *genuine part*. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa nilai kekerasan material baja S45C hasil proses *heat treatment* yang memiliki nilai kekerasan yang terbaik untuk aplikasi poros roda sepeda motor yakni dengan pemanasan pada temperatur 700°C dengan pendinginan cepat atau *quenching* oli dengan kekerasan sebesar 30,46 HRC

Kata Kunci: Baja S45C, Poros, Proses Perlakuan panas, Temperatur *hardening*, Media pendingin, Uji Kekerasan

Abstract

Steel S45C is a type of steel "Medium Carbon Steel" (0.3-0.5% C). With this medium carbon content, this steel allows the mechanical properties to be improved. The effort to keep the metal more resistant to friction or pressure is by giving heat treatment to steel, this plays an important role in efforts to increase the hardness and strength of steel as needed. Judging from its function, medium carbon steel is classified as steel machinery commonly used in components / spare parts such as: gears, couplings, pulleys, axles, pistons, rails. In this study carried out heat treatment on S45C steel is needed to improve the mechanical properties for motorcycle wheel axle applications. S45C steel is heated at temperatures of 700°C, 800°C, 900°C and then quenched with salt and oil water. To prove it, rockwell hardness was tested after heat treatment. The results of S45C steel that have been given heat treatment are then compared to the quality of Honda Genuine Part products. The results showed that the value of the hardness of the steel material S45C results from the heat treatment process which has the best strength value for the application of motorcycle wheel axle by heating at a temperature of 700°C with rapid cooling or quenching oil with a hardness of 30.46 HRC,

Keywords: *S45C Steel, Shaft, Heat Treatment Process, Hardening Temperature, Cooling Media, Hardness Test and*

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman dan teknologi banyak kalangan industri yang menggunakan logam sebagai bahan utama operasional atau sebagai bahan baku produksinya. Baja karbon banyak digunakan terutama untuk membuat perkakas, komponen-komponen otomotif kebutuhan rumah tangga dan lain-lain.

Baja S45C misalnya, merupakan jenis baja "*Medium Carbon Steel*" (0.3-0.5% C). Dengan kandungan karbon medium ini memungkinkan baja ini untuk ditingkatkan lagi sifat mekaniknya. Usaha

menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara memberi perlakuan panas pada baja, hal ini memegang peran penting dalam upaya meningkatkan kekerasan serta kekuatan baja sesuai kebutuhan.

Salah satu benda yang membutuhkan kekerasan serta kekuatan yang tinggi dalam pengaplikasiannya adalah poros roda sepeda motor. poros akan mengalami pembebanan, baik itu beban terpusat atau terbagi merata.

Dengan banyaknya produk-produk industri yang beredar dipasaran membuat orang mampu

memanipulasi produk asli, produk yang palsu akan dijual lebih murah dan memiliki kualitas yang rendah tapi banyak diminati oleh pemakai produk-produk tersebut, seperti sebuah industri ruamahan di daerah sidoarjo yang bergerak di bidang pengecoran, pembubutan sampai pembuatan *sparepart* kendaraan bermotor, dalam hal ini salah satu produk-produk industri tersebut termasuk suku cadang kendaraan bermotor khususnya poros roda belakang sepeda motor.

Berdasarkan uraian diatas tersebut maka penulis mempunyai gagasan melakukan penelitian dalam bentuk pengujian dari peningkatan kualitas bahan untuk poros jenis sepeda motor Supra X 125 buatan industri di sidoarjo dengan membandingkan kualitas bahan pembentuk poros Honda Supra X 125 *Genuine Part*.

METODE

• Jenis Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian analisis eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan dan kuat tarik baja S45C hasil perlakuan panas *hardening* dan *quenching* dengan variasi suhu dan media pendingin. Baja jenis ini di gunakan untuk bahan dasar pembuatan poros roda belakang sepeda motor di CV CIPTA MODEL di daerah sidoarjo.

• Tempat dan Waktu Penelitian

➤ Tempat penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di beberapa tempat. Untuk pembuatan spesimen dilakukan di bengkel bubut di daerah Sidoarjo. Metode *hardening* dan *quenching* dilakukan di laboratorium pelapisan gedung A8 lantai 3 jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya (UNESA). Uji tarik dilakukan di PT. ISPAT INDO Sidoarjo dan uji kekerasan dilakukan di laboratorium Pengujian Bahan gedung A6 jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya (UNESA).

➤ Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah seminar dan dinyatakan lulus-selesai.

• Rancangan penelitian

➤ Prosedur Penelitian

- Proses Pembuatan Spesimen

Spesimen dalam hal ini adalah baja S45C dengan ukuran diameter 13mm lalu di potong dengan panjang 200mm dan dibubut berbentuk seperti profil uji kekerasan, seperti gambar dibawah.



Gambar 1. Spesimen Uji kekerasan

- Proses *heat treatment*
beberapa faktor yang mempengaruhi proses *heat treatment* tersebut, antara lain:

- Suhu pemanasan untuk proses *hardening* temperatur diatur dengan suhu 700 °C, 800 °C, 900 °C.
- Lama waktu pemanasan diatur dengan menggunakan *stopwach*. *Hardening* baja jenis ini menggunakan waktu 30 menit.
- Proses pendinginan *hardening* yang dilakukan adalah dengan pendinginan cepat (*quenching*). Proses pendinginan dilakukan dengan dicelup pada oli dan air garam.

Persiapan sebelum melakukan *hardening*

- ✓ Siapkan spesimen.
- ✓ Memakai peralatan *safety* seperti masker dan sarung tangan.
- ✓ Masukkan spesimen dalam dapur pemanas.
- ✓ Menyiapkan tang penjepit, *stopwach*, bak untuk media pendingin (oli dan air garam).

- *Hardening*

- ❖ Letakkan secara teratur spesimen di dalam tungku pemanas
- ❖ Hidupkan pemanas
- ❖ Atur suhu pemanas dengan suhu 700°C, 800°C, 900°C
- ❖ Pertahankan suhu dan waktu masing masing antara 30 menit
- ❖ Demikian tunggu sampai spesimen sampai suhu yang diinginkan
- ❖ Ambil spesimen dari tungku pemanas dengan menggunakan tang penjepit.



Gambar 2. Peletakkan Spesimen dalam Tungku



Gambar 3. Spesimen setelah dipanaskan

- *Quenching*

- ✓ Sediakan 2 bak yang dapat menahan panas dengan baik (aluminium)
- ✓ Tuangkan air 1,6 liter dicampur garam 16 gram dan oli sebanyak 1,6 liter kedalam masing-masing bak tersebut
- ✓ Setelah material dipanaskan dalam tungku ambil dengan penjepit langsung masukkan 3 material ke dalam bak berisi air garam dan 3 material ke dalam bak berisi oli
- ✓ Angkat kembali semua material dari bak.



Gambar 4. Media Pendingin Air Garam dan Oli

- Uji Kekerasan

Pengujian Rockwell yang dipakai pada penelitian ini adalah HRC. Sebelum pengujian dimulai, penguji harus memasang indenter terlebih dahulu sesuai dengan jenis pengujian yang diperlukan, yaitu indenter bola baja atau kerucut intan. Setelah indenter terpasang, penguji meletakkan spesimen yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia dan menyetel beban yang akan digunakan untuk proses penekanan. Untuk mengetahui nilai kekerasannya, penguji dapat melihat pada display layar yang terpasang pada alat ukur berupa dial indicator pointer. Dalam penelitian ini di lakukan pada spesimen dengan tiga titik pengujian.

Langkah-langkah yang dilakukan uji kekerasan pada spesimen adalah sebagai berikut:

- ❖ Memasang indenter sesuai dengan bahan material yang diuji
- ❖ Menyeting beban untuk uji bahan
- ❖ Menentukan titik untuk pengujian dengan menempelkan indenter pada spesimen, dengan cara memutar ragum

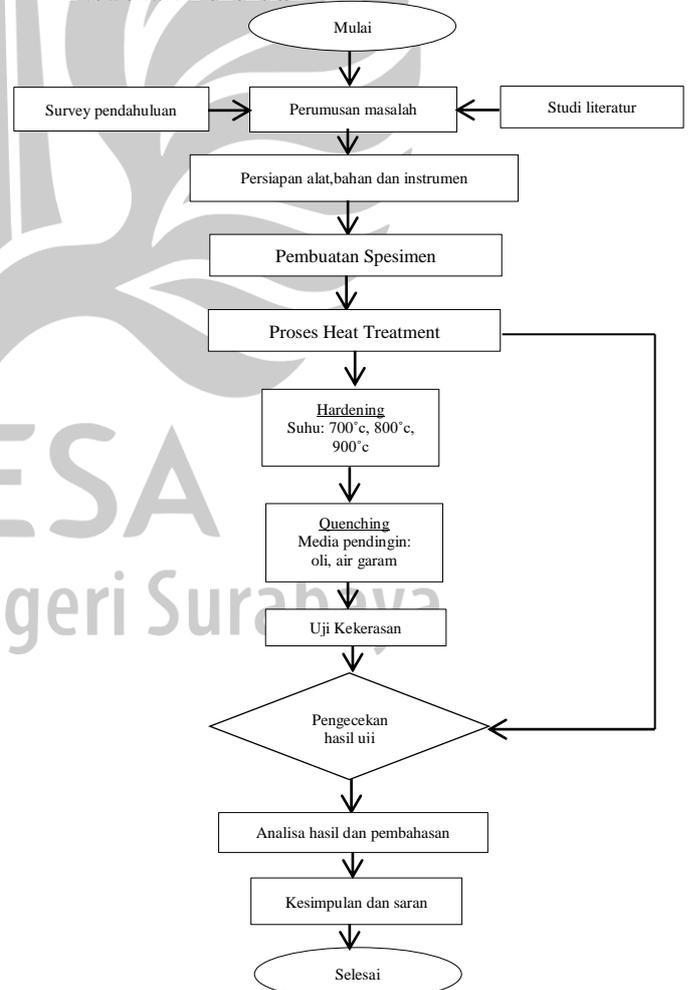
- ❖ Memulai pengujian dengan menekan tombol start
- ❖ Tunggu hasil uji keluar
- ❖ Catat hasil uji yang keluar pada layar
- ❖ Uji ketitik lain seperti pada poin ke 3 diulang sampai mewakili seluruh permukaan spesimen
- ❖ Setelah selesai lepaskan spesimen dari ragum
- ❖ Matikan mesin dan lakukan analisis



Gambar 5. Pengujian Kekerasan

Pengujian ini nantinya didasarkan pada standar uji kekerasan rockwell yaitu menggunakan standar uji ASTM E18 yang secara umum digunakan untuk standar pengujian kekerasan rockwell untuk logam.

• **Flowchart Penelitian**



Gambar 6. *Flowchart* Penelitian

• Variabel Penelitian

Menurut Sugiyono (2014), Variabel penelitian adalah suatu atribut atau suatu sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Variabel yang termasuk dalam penelitian eksperimen ini adalah :

- Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas” (Sugiyono, 2014). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

- ✓ Nilai kekerasan
- Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat” (Sugiyono, 2014). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:

- ✓ Jenis temperatur *heat treatment* yang telah ditentukan yaitu *hardening* 700°C, 800°C, 900°C.
- ✓ Media pendingin yang telah ditentukan yaitu dengan menggunakan air garam dan oli.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti” (Sugiyono, 2014).

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :

- ✓ Jenis perlakuan panas
- ✓ Waktu penahanan
- ✓ Material (*grade*, ukuran)
- ✓ Operator

• Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- ✓ Tungku Pemanas
- ✓ Mesin Bubut
- ✓ Bak Pendingin
- ✓ Gerinda
- ✓ Sarung tangan
- ✓ Penjepit

- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- ✓ Baja S45C
- ✓ Air Garam
- ✓ Oli Mesran SUPER SAE 20-50 w.

- Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

- ✓ *rockwell hardnes tester digital wolpert wilson*
- ✓ Jangka Sorong *tricle brand*

• Teknik Analisis Data

Pada penelitian eksperimen ini menggunakan metode analisis data deskriptif kuantitatif, yaitu dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama pengujian.

Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dari alat ukur, maka hasil dari pengukuran dimasukkan dalam tabel, dihitung secara

teoritis dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik sehingga hasil dari penelitian mudah dipahami. Analisis ini dipakai untuk mengetahui bagaimana pengaruh temperatur proses *hardening* dan media pendingin terhadap tingkat kekerasan dan kuat tarik baja poros.

Hal ini dilaksanakan untuk memberi informasi serta mengilmiahkan berbagai fenomena yang terjadi pada objek eksperimen ketika dilakukan pada penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Hasil Uji Komposisi Kimia

Komposisi kimia pada material ini di dapat dari sertifikat pada saat pembeliannya, jadi tidak perlu lagi untuk di uji komposisi kimia. Hasil kandungan rata-rata komposisi kimia seperti tabel 4.1 di bawah ini

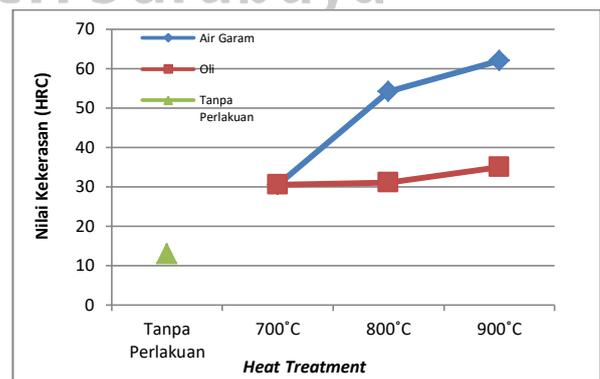
Tabel 1 Hasil Uji Komposisi kimia

No.	Unsur	Persentase Unsur (%)
1.	C	0,39-0,50
2.	Mn	0,55-0,70
3.	Si	0,15-0,35
4.	S	0,004
5.	Cr	0,34
6.	Ni	0,02

• Hasil Uji Kekerasan

Tabel 2 Hasil Uji Kekerasan

No	Heat Treatment	Media Pendingin	Sampel	HRC
1	700 °C	Air Garam	\bar{X}	30,53
2	800 °C		\bar{X}	54,1
3	900 °C		\bar{X}	61,96
1	700 °C	Oli	\bar{X}	30,46
2	800 °C		\bar{X}	31,03
3	900 °C		\bar{X}	34,93



Gambar 7. Grafik Nilai Kekerasan

Gambar 7. memperlihatkan peningkatan seiring dengan kenaikan pada temperatur *heat treatment* baja S45C. Kekerasan pada *heat treatment* baja S45C berkisar antara 30,46–61,96 HRC. Jika temperatur *heat treatment* lebih rendah maka hasil nilai kekerasannya juga rendah.

Gambar 7 akan mengetahui pengaruh variasi temperatur *heat treatment* dan media pendingin terhadap kekerasan baja S45C dalam proses *heat treatment*. Sifat mekanik dalam kekerasan dipengaruhi oleh komposisi kimia, suhu *heat treatment*, dan media pendingin. Penelitian ini menggunakan benda kerja dengan komposisi kimia yang sama juga dengan proses *heat treatment* yang sama menggunakan *furnace* namun variasi temperatur tuang yang berbeda. Pada proses pemanasan diberikan temperatur *heat treatment* sebesar 700°C, 800°C, 900°C, dan di sertai variasi pada media pendingin antara lain air garam dan oli.

Pada pengujian kekerasan semua spesimen menunjukkan adanya peningkatan yang fluktuatif dengan peningkatan terjadi pada variasi temperatur *heat treatment* 900°C dengan media pendingin air garam yaitu sebesar 61,96 HRC dan menurun sampai temperatur 700°C dengan media pendingin oli. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur *heat treatment* maka nilai kekerasan dari material baja S45C semakin tinggi pula, hal tersebut dibuktikan dengan semakin tinggi temperatur pemanasan maka semakin banyak pula struktur martensit yang terbentuk. Selain itu jika dilihat dari struktur kristalnya pada fasa martensit terbentuk struktur kristal *Body Centered Tetragonal* (BCT), dimana struktur kristal ini memiliki sifat yang lebih keras bandingkan yang lain dikarenakan struktur kristal ini memiliki jumlah satu atom penuh di pusat dan juga memiliki panjang rusuk yang lebih panjang, ketika ada tiga buah struktur kristal BCT bergabung maka akan membentuk struktur kristal baru yang bernama *Hexagonal Close Packed* (HCP) struktur kristal ini memiliki sifat yang lebih keras lagi karena jika di perhatikan struktur kristal ini memiliki batas butir yang rapat-rapat.

PENUTUP

• Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian tarik dan kekerasan serta pembahasan pengaruh temperatur *heat treatment* dan media pendingin terhadap kekuatan tarik dan kekerasan material baja, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- ✓ Semakin tinggi proses pemanasan maka nilai kekerasan semakin meningkat dan media pendingin yang memiliki viskositas yang rendah memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi. Nilai kekerasan tertinggi pada proses *heat treatment* temperatur 900°C pendinginan air garam menghasilkan Nilai kekerasan rata-rata 61,96HRC, sedangkan nilai kekerasan rata-rata 30,46 HRC

- ✓ Proses *heat treatment* untuk menghasilkan nilai kekerasan terbaik pada aplikasi poros roda sepeda motor adalah dengan pemanasan 700°C dan pendinginan oli.
- ✓ Nilai kekerasan hasil proses *heat treatment* baja S45C terbaik hasilnya hampir sama dengan nilai kuat dan kekerasan poros roda honda *geniune part* yakni sebesar 585,64Mpa dan 30,46 HRC.

• Saran

Dari penelitian yang dilakukan, peneliti dapat memeberikan saran yaitu:

- ✓ Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, agar lebih dapat melihat secara detail angka dan nilai dari pengujian untuk digunakan uji pembanding.
- ✓ Melakukan pengujian mekanik yang lain seperti struktur mikro dan SEM, untuk mengetahui pengaruh temperatur *heat treatment* dan media pendingin terhadap kekuatan tarik dan kekerasan..

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Arianti, Myrna. 2011. Slide Thermal Analysis, Karakterisasi Material 2. Departemen Metalurgi UI.
- ASTM Handbook E18. 2007. *Standard Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials*. West Conshohocken: ASTM International, www.astm.org
- Hadi, Syamsul. 2016. *Teknologi Bahan*. Yogyakarta: CV.Andi Offset
- http://www.eaglabs.com/techniques/analytical_techniques/tga_dta.php
- Mohomed, Kadine. Thermogravimetric Analysis Theory, Operation, Calibration, and Data Interpretation. Thermal Application Chemist, TA Instrument.
- Murtiono, Arief. 2012. Pengaruh quenching dan tempering terhadap kekerasan dan kekuatan tarik serta struktur mikro baja karbon sedang untuk mata pisau permanen sawit. *Jurnal e-Dinamis*. Volume II.
- PerkinElmer. 2010. Thermogravimetric Analysis (TGA). USA: Perkin Elmer, Inc.
- S, Hendro. 2010. Perlakuan Panas Pada Baja, (Online), (<http://teknikmesinindustri.wordpress.com/perlakuan-panas-pada-baja/>). Diakses pada tanggal 23 November 2017)
- Sefnathkogoyoga. 2013. *Ilmu Teknik Mesin (Perlakuan*

Panas),(Online),(<http://sefnath.blogspot.com/2013/09/perlakuan-panas-heattreatment.html>, diakses tanggal 23 November 2017)

Shigley, Joseph Edwards. 1983. *Perencanaan Poros*. Jakarta: Erlangga

Soares, Hostiliano. 2012. Analisis Pengaruh Proses Heatterament Terhadap Variasi Beban dan Waktu pada Poros Roda Belakang Sepeda Motor Honda Supra Fit. Skripsi. Surabaya : UNTAG

Suga, Kiyokatsu. 1997. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Paradnyas Paramitha

Supriadi dan Soemono. 2000. *Dasar Pengujian Bahan*. Bandung : Bhatarya Karya Aksara

Syahril, M. 2013. Analisa kegagalan poros roda belakang kendaraan. Skripsi.Tangerang : Puspipetek

Tim Penyusun. 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata 1 Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya

Vlack, Lawrench Van. 1981. *Ilmu Teknologi Bahan (Ilmu Logam Dan Non Logam)*. Jakarta: Erlangga

