

ANALISA PERBEDAAN KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK BAJA S45C DENGAN PERLAKUAN QUENCHING DAN TEMPERING PADA MEDIA UDARA, AIR, DAN OLI UNTUK APLIKASI POROS MOTOR RODA TIGA

Mohammad Rizal Ainur Rachman

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: mohammadrachman@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: aryamahendra@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. Baja karbon ini memiliki nilai kekuatan dan keuletan yang rendah, Untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis tersebut dengan cara memberikan perlakuan panas, hal ini memegang peran penting dalam upaya meningkatkan kekerasan serta keuletan baja sesuai dengan kebutuhannya. Baja karbon medium ini diklasifikasikan sebagai machinery steel baja yang biasa dipakai dalam komponen/sparepart seperti: roda gigi, coupling, pulley, axles, piston, rails.

Perlakuan panas pada baja S45C dibutuhkan untuk meningkatkan sifat mekanis untuk aplikasi poros motor roda tiga. Baja S45C diberi perlakuan panas quenching dibutuhkan untuk meningkatkan sifat kekerasan dan keuletan material. Untuk membuktikannya, dilakukan pengujian kekerasan rockwell dan pengujian kuat tarik setelah dilakukan perlakuan panas.

Kata Kunci: Baja S45C, Poros, Proses Perlakuan panas, Temperatur Media pendingin, Uji Kekerasan dan Uji Tarik.

Abstract

Steel S45C is a type of steel "Medium Carbon Steel" (0.3-0.5% C). With this medium carbon content allows this steel to have improved mechanical properties. This carbon steel has low strength and ductility values. To improve these mechanical properties by providing heat treatment, this plays an important role in increasing the hardness and ductility of the steel according to its needs. This medium carbon steel is classified as machinery steel which is commonly used in components / spare parts such as: gears, couplings, pulleys, axles, pistons, rails.

The heat treatment of S45C steel is required to improve the mechanical properties for three-wheel motor shaft applications. S45C steel given the required quenching heat treatment is required to improve the hardness and ductility of the material. To prove this, rockwell hardness testing and tensile strength testing were carried out after heat treatment

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

PENDAHULUAN

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen elemen seperti bearing, puli, roda gigi, roda gila, engkol, sprocket, dan elemen

pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lentur, beban tekan, dan beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

Seiring dengan perkembangan teknologi material dengan berbagai bentuk kekuatan dan keuletan, maka bermunculan pula ilmu-ilmu yang

dapat menjawab tantangan yang muncul. Banyak kalangan industri yang menggunakan logam sebagai bahan baku utama operasional atau sebagai bahan baku produksinya. Sebagai contoh pembuatan komponen kendaraan yang membutuhkan tingkat kekuatan dan keuletan yang maksimal.

Dalam pengaplikasian baja poros sering di jumpai beberapa kendala, misalnya patah akibat beban berlebih atau beban kejut terus-menerus yang menghasilkan terbatasnya umur pakaian dalam waktu yang lebih singkat. Seringnya terjadi kerusakan ini akan sangat menghambat pemakaian kendaraan tersebut memakan waktu, biaya, dan kerugian-kerugian lainnya.

Baja S45C misalnya, merupakan jenis baja "Medium Carbon Steel" yang memiliki kadar karbon (0.3-0.5%C). Dengan kandungan karbon yang medium ini memungkinkan baja ini untuk ditingkatkan lagi sifat mekaniknya. Untuk menjaga agar baja tetap kuat dan keras dengan cara memberikan perlakuan panas. Dilihat dari fungsinya, baja karbon medim ini biasa dipakai untuk komponen atau *sparepart* seperti : roda gigi, *coupling*, *pully*, *axles*, *rails*.

Baja karbon atau Material S45C sangat sering digunakan selain harganya yang lebih murah dan mudah didapat dibandingkan dengan bahan atau material yang lainnya. Baja karbon ini memiliki nilai kekuatan dan keuletan yang rendah. Untuk memperbaiki atau meningkatkan sifat-sifat mekanik, dapat pula diberikan dengan perlakuan panas seperti: *annealing*, *tempering*, *normalizing*, dan *quenching*.

Proses pengerjaan baja sangat tergantung pada proses perlakuan panas yang dapat digunakan untuk mendapatkan kualitas produk yang baik. Produk yang di hasilkan akan memiliki sifat mekanis, seperti sifat kekerasan. Oleh karena itu baja yang sudah di bentuk memerlukan proses pemanasan dan pendinginan yang tepat terlebih dahulu, guna mendapatkan sifat mekanis yang diinginkan. Begitu juga untuk memperoleh kelenturan dan keuletan yang diinginkan, maka diperlukan proses pemanasan, waktu penahanan media pendinginan, dan juga suhu pemanasan yang tepat, serta melihat perbandingan antara sebelum dan sesudah pemanasan terhadap sifat mekanis dan struktur mikro akibat pengaruh perbedaan temperatur pemanasan.

Kualitas kekerasan dan ketangguhan dapat dilihat dari pengaruh temperatur perlakuannya. Pada metode *hardening* dengan variasi suhu diatas 700°C yang merupakan batas temperatur kritis yang akan

merubah struktur baja sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur *martensit* yang keras, sehingga meningkatkan tingkat kekerasannya. Begitu pula dengan metode *tempering* dimana dengan variasi suhu antara 300⁰ - 500⁰C, hasil perlakuan yang di dapatkan menambah ketangguhan dan sedikit mengurangi kekerasannya maka dalam pemilihan temperatur perlu diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan kualitas kekuatan dan keuletan yang optimal. Oleh karena itu, kekerasan dan ketangguhan baja menjadi tolak ukur kualitas suatu produk industri manufaktur.

Rumusan Masalah

- Material yang digunakan merupakan baja karbon S45C.
- Perlakuan panas menggunakan proses *tempering* lalu di dinginkan secara cepat (*quenching*) dengan media pendingin udara, air dan oli.
- Proses laku panas *tempering* dengan variasi suhu 750°C, 800°C, 850°C

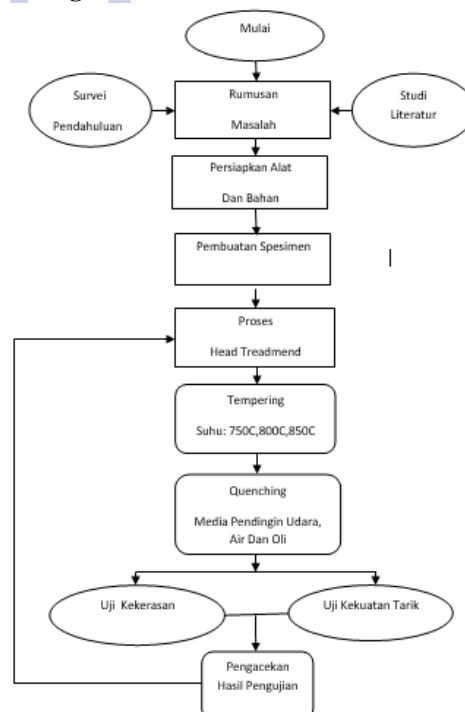
Tujuan Penelitian

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah :

- Mengetahui pengaruh variasi temperatur dan media pendinginan terhadap kekerasan dan kekuatan tarik baja S45C untuk poros motor roda tiga.
- Mengetahui pengaruh variasi temperatur dan media pendinginan terhadap kekerasan dan kekuatan tarik baja S45C untuk poros motor roda tiga.

METODE

Rancangan Penelitian





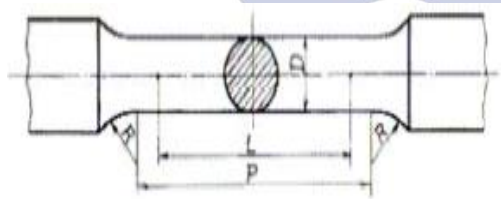
Gambar 1. Proses Penelitian

Variabel Penelitian

- Variabel bebas
 - Udara
 - Air
 - **Oli Prima xp**
- Variabel Kontrol
 - Bahan materil S45C dengan dimensi yang sama
 - Temperatur pada proses *tempering*
 - Media pendingin yang digunakan udara, air, dan oli
- Variabel Terikat

Nilai kekerasan dan kekeuatan tarik baja S45C pada proses *quenching* dan *tempering*

Adapun bahan yang digunakan pada penilitan ini adalah menggunakan baja S45C .

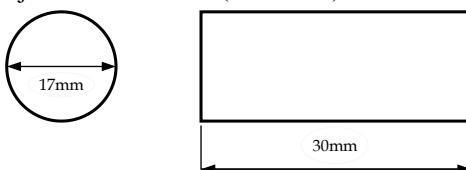


Gambar 2. Profil spesimen uji tarik

Keterangan:

- D = 10 mm
- L = 30 mm
- P = 45 mm
- R = > 15

- Baja Rendah Karbon (*mild steel*)



- Gambar 2. Profil spesimen uji kekerasan

Alat Penelitian

- Kain Majun

- Kertas Amplas
- Gerinda
- Bak Pendingin
- Sarung Tangan
- Tang Penjepit
- Jangka Sorong

Bahan Penelitian

- baja S45C berbentuk silinder pejal memanjang dengan diameter 17 mm dan dipotong untuk digunakan sebagai sampel uji kekerasan dan uji tarik. Baja di potong sesuai profil uji tarik dan sesuai profil uji kekerasan. jumlah sampel yang digunakan dalam ini adalah sebanyak 9 sampel untuk pengujian kekerasan dan 9 sampel untuk uji tarik.
- Oli
- Air

Instrumen Penelitian

- Mesin Uji kekerasan
- Mesin Pemanas atau Tungku pemanas
- Mesin Uji Tarik

Prosedur Penelitian

- Pembuatan Spesimen
- Proses Heat Treatment
- Uji Kekerasan
- Uji Kekuatan Tarik

Teknik Analisa Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode dekrisptif kuantitatif. Metode kuantitatif sendiri dilakukan dengan cara menelaah data yang telah diperoleh dari eksperimen tersebut dimana hasilnya berupa data kuantitatif dalam bentuk tabel dan disajikan dalam bentuk grafik. Setelah itu langkah berikutnya adalah mendeskripsikan data yang telah diperoleh tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah dalam upaya menjawab permasalahan yang telah diteliti..

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Unsur	(%)
-------	-----

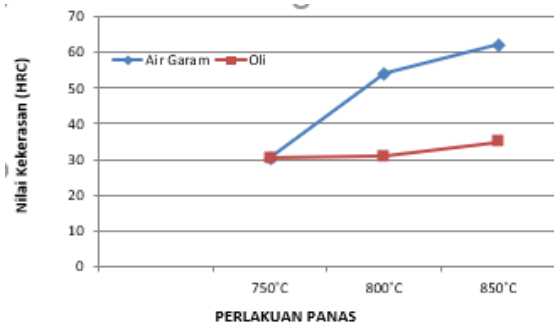
C	0,39-0,50
Mn	0,55-0,70
Si	0,15-0,35
S	0,004
Cr	0,34
Ni	0,02

Tabel 2 Hasil Uji kekerasan

No	Perlakuan Panas	Media Pendingin	Sampel	HRC
1	750°C	Air Garam	1	26,4
			2	29,8
			3	31
			\bar{X}	29,07
2	800°C	Air Garam	1	52,3
			2	55,4
			3	54,6
			\bar{X}	54,1
3	850°C	Air Garam	1	57,3
			2	61,2
			3	60,6
			\bar{X}	59,7
4	750°C	Oli	1	29,2
			2	31,8
			3	29,5
			\bar{X}	30,17
5	800°C	Oli	1	29,2
			2	31,3
			3	32,6
			\bar{X}	31,03
6	850°C	Oli	1	36,6
			2	34,1
			3	31,9
			\bar{X}	34,2

Tabel 2 Hasil Uji Tarik

No	Perlakuan Panas	Media Pendingin	Sample	Peak Load (kN)	Ultimate Tensile (kN/mm ²)	Ultimate Tensile (Mpa)	Elongation (%)	Modulus Elastisitas (kN/mm ²)
1	750°C	Air Garam	1	23,63	0,61	614,32	3	19,69
			2	24,37	0,63	633,56	2,7	22,44
			3	24,57	0,64	638,76	2,78	21,85
			\bar{X}	24,27	0,63	628,88	2,82	21,33
2	800°C	Air Garam	1	38,73	1,01	1006,89	0	0
			2	43,50	1,13	1130,90	0	0
			3	42,61	1,11	1107,76	0	0
			\bar{X}	41,61	1,08	1081,85	0	0
3	850°C	Air Garam	1	32,32	1,36	1360,20	0	0
			2	31,17	1,33	1330,30	0	0
			3	30,35	1,31	1308,98	0	0
			\bar{X}	31,38	1,33	1333,16	0	0
4	750°C	Oli	1	23,04	0,60	598,99	2,82	20,31
			2	22,31	0,58	580,01	2,96	19,59
			3	23,23	0,60	603,93	3,04	19,86
			\bar{X}	22,82	0,59	594,31	2,94	19,92
5	800°C	Oli	1	23,65	0,61	614,84	3,1	19,83
			2	23,04	0,60	598,99	3	19,96
			3	23,34	0,61	606,79	3,06	19,83
			\bar{X}	23,34	0,61	606,87	3,06	19,88
6	850°C	Oli	1	32,73	0,85	850,90	3,76	23,32
			2	32,55	0,85	846,22	3,6	23,58
			3	33,04	0,86	858,96	3,82	23,72
			\bar{X}	32,14	0,85	852,03	3,66	23,54

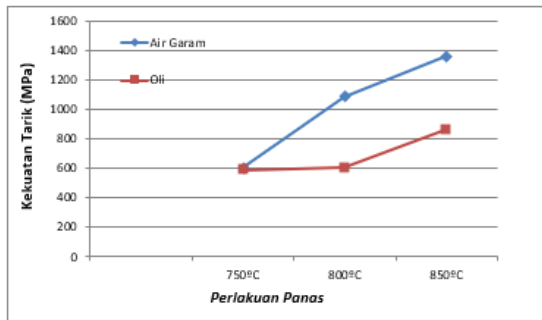


Gambar 4.1 Grafik Nilai Kekerasan

Gambar 4.1 memperlihatkan peningkatan seiring dengan kenaikan pada temperatur perlakuan panas baja S45C. Kekerasan pada baja S45C berkisar antara 30,46–61,96 HRC. Jika temperatur perlakuan panas lebih rendah maka hasil nilai kekerasannya juga rendah.

Gambar 4.1 akan mengetahui pengaruh variasi temperatur perlakuan panas dan media pendingin terhadap kekerasan baja S45C dalam proses perlakuan panas. Sifat mekanik dalam kekerasan dipengaruhi oleh komposisi kimia, suhu perlakuan panas, dan media pendingin. Penelitian ini menggunakan benda kerja dengan komposisi kimia yang sama juga dengan proses perlakuan panas yang sama menggunakan furnace namun variasi temperatur tuang yang berbeda. Pada proses pemanasan diberikan temperatur sebesar 750°C, 800°C, 850°C, dan di sertai variasi pada media pendingin antara lain udara, air dan oli.

Pada pengujian kekerasan semua spesimen menunjukkan adanya peningkatan yang fluktuatif dengan peningkatan terjadi pada variasi temperatur 850°C dengan media pendingin air garam yaitu sebesar 59,7 HRC dan menurun sampai temperatur 750°C dengan media pendingin oli. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur perlakuan panas 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. Gambar diagram TTT di bawah menunjukkan untuk mencapai material yang keras maka yang dituju adalah martensit dimana caranya dengan memanaskan material sampai titik austenit lalu didinginkan dengan cepat ke fase martensit. Fase martensit lebih keras karena struktur kristal yang terbentuk adalah Body Centered Tetragonal (BCT)



Gambar 4.1 Grafik Nilai Tarik

Kesimpulan berdasarkan grafik diatas rata-rata nilai kekuatan tarik terlihat adanya peningkatan pada semua variasi, peningkatan tertinggi terjadi pada variasi perlakuan panas 850°C yang di dinginkan dengan air garam yaitu sebesar 1360,20 MPa sedangkan peningkatan nilai kekuatan tarik paling rendah terjadi pada variasi perlakuan 750°C di dinginkan dengan oli sebesar 580,01 MPa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur perlakuan panas maka nilai kekuatan tarik dari material baja S45C semakin tinggi pula, hal tersebut dibuktikan dengan semakin tinggi temperat perlakuan panas maka semakin banyak pula struktur martensit yang terbentuk. Selain itu media pendingin dalam penelitian ini juga berpengaruh pada hasil kekuatan tarik material baja S45C, dalam penelitian ini didapatkan bahwa media pendingin air garam memiliki hasil kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan media pendingin oli, hal ini dikarenakan viskositas media pendingin mempengaruhi hasil kuat tarik, semakin rendah viskositas maka semakin tinggi hasil kekuatan tarik. Nilai kekuatan tarik yang optimal untuk sebuah poros roda sepeda motor sebesar 582 Mpa (Hostiliano Soares, 2012), Hasil dari penelitian ini yang memiliki nilai kekuatan tarik yang hampir sama dengan nilai kuat tarik adalah maerial yang di panaskan 750°C dan didinginkan dengan oli yakni sebesar 580,01 Mpa dari nilai kekuatan tarik awal material sebesar 500 Mpa

PENUTUP

Simpulan

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

- Nilai pengujian tarik dan kekerasan tertinggi pada proses perlakuan panas temperatur 850°C dengan pendinginan air garam dengan nilai kuat tarik rata-rata 1360,20 Mpa dan nilai kekerasan dengan rata-rata 59,7 HRC, sedangkan nilai kuat tarik terendah di dapatkan pada 750°C dengan pendinginan oli dengan nilai kuat tarik rata-rata 580,01 MPa dan nilai kekerasan terendah didapat pada heat treatment 750°C dengan pendinginan oli dengan nilai kekerasan rata-rata 30,17 HRC

- Temperatur yang terbaik pada proses perlakuan panas untuk aplikasi poros roda sepeda motor dengan nilai kekerasan terbaik adalah 750°C dengan pendinginan oli.
- Temperatur yang terbaik pada proses perlakuan panas untuk aplikasi poros roda sepeda motor dengan nilai kuat tarik terbaik adalah 750°C dengan pendinginan oli.
- Nilai kekerasan dan kekuatan tarik hasil proses perlakuan panas baja S45C terbaik hasilnya hampir sama dengan nilai kekerasan dan kekuatan poros roda, motor roda tiga sebesar 580,01 Mpa dan 30,17 HRC

Saran

Berikut adalah saran yang disampaikan oleh peneliti:

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut , agar 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 material baja S45C.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari. 1999. Ilmu Bahan. Jakarta: Bumi Aksara
- 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
- 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.
- S,Hendro.2010.PerlakuanPanasPadaBaja,(Online),(https://tehnikmesinindustri.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-heatreatment.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.

