

PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES HARDENING TERHADAP PENINGKATAN KEKERASAN BAJA KARBON SEDANG

Alwarits, Daswarman, M. Nasir

^{1,2,3}Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

Alw_arits@yahoo.com

Intisari— Pengaruh perlakuan panas *hardening* adalah merupakan proses pemanasan logam (baja) dengan tujuan membentuk struktur martensit sehingga meningkatnya nilai kekerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh media pendingin terhadap peningkatan kekerasan pada baja karbon sedang yang diberikan perlakuan *hardening* dengan temperature 830°C. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan kekerasan pada baja karbon sedang S45C yang *dihardening* dan didinginkan dengan media air mengalami peningkatan sekitar 110,10%, didinginkan dengan media oli mengalami peningkatan sekitar 28,18% dan didinginkan dengan media air garam mengalami peningkatan sekitar 128,38% dibandingkan dengan rata-rata specimen awal tanpa perlakuan yang memiliki nilai kekerasan 172,66 BHN.

Kata kunci: Hardening, Media Pendingin, Baja Karbon Sedang.

Abstract— Effect of heat treatment of hardening is the process of heating the metal (steel) with the intention of forming a martensitic structure thus increasing the value of hardness. This study aims to determine how much influence the quenching medium to the increase of hardness in a given medium carbon steel with hardening treatment temperature 830oC. Hardness test results show that an escalation of hardness in the S45C medium carbon steel in hardening and quench by water have increased by 110.10%, quench by oil have increased by 28.18% and quench by salt water have increased about 128 , 38% compared with the average of the initial specimen without treatment which has a value of 172.66 BHN hardness

Key words: Hardening, Quenching medium, Medium carbon steel.

I. Pendahuluan

Revolusi industri telah melahirkan berbagai teknologi pengetahuan bahan, contohnya logam. Seiring dengan hal tersebut banyak pelaku usaha mulai melakukan pengolahan terhadap logam dan menggunakan logam sebagai bahan baku produksinya. Seiring dengan meningkatnya penggunaan baja, maka produksi bajapun meningkat setiap tahunnya.

Tabel 1. Produksi baja dunia

Years	World steel production (million tones)
2005	1,148
2006	1,250
2007	1,348
2008	1,343
2009	1,238
2010	1,433
2011	1,537
2012	1,559
2013	1,606

Dari sekian banyak baja yang diproduksi, Baja karbon merupakan salah satunya. Baja karbon adalah campuran antara besi (Fe) dengan karbon (C) dimana kandungan karbon tidak melebihi 2%. Baja karbon bisa digunakan untuk berbagai hal contohnya untuk membuat peralatan sederhana seperti pisau hingga untuk membuat berbagai macam

komponen mesin kendaraan Salah satu dari jenis baja karbon sedang adalah baja S45C.

Tabel 2. Spesifikasi baja S45C

Chemical Composition (%)		Mechanical Properties	
Carbon (C)	0.42% – 0.48%	Density (kg/m ³):	7700-8030
Silicon (Si)	0.15% – 0.35%	Young's Modulus (GPa)	190-210
Manganese (Mn)	0.6% – 0.9%	Tensile Strength (Mpa)	569 (Standard) 686 (Quenching, Tempering)
Phosphorus (P)	0.030% Max	Yield Strength (Mpa)	343 (Standard) 490 (Quenching, Tempering)
Sulphur (S)	0.035% Max	Brinell Hardness (HB)	160-220 (annealed)

Untuk menjadikan suatu komponen pada kendaraan harus mengacu pada standar yang telah ditetapkan. Sperti pada pembuatan poros dan baut. Untuk poros standar telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) *Rules For Machinery Installations, part 4 (2014, 1/12)*, sedangkan untuk baut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Spesifikasi baut menurut ISO 898-1

Metric Property Class	Material	Size Range	Min. Proof Strength MPa	Min. Tensile Strength MPa	Core Hardness Rockwell		Min. Yield Strength MPa	Grade Identification Marking
					Min.	Max.		
4.6	Low or medium carbon steel	M5 - M39	225	400 (58,000 PSI)	B67	B99.5	240	4.6
8.8	Medium carbon steel: quenched & tempered	M5 - M16	580	800 (116,000 PSI)	C22	C32	640	8.8
		M18 - M39	600	830 (120,000 PSI)	C23	C34	660	
10.9	Alloy steel: quenched & tempered	M5 - M39	830	1040 (150,800 PSI)	C32	C39	940	10.9
12.9	Alloy steel: quenched & tempered	M1.6 - M39	970	1220 (177,000 PSI)	C39	C44	1100	12.9

Berdasarkan tabel spesifikasi baja diatas, maka dapat dilihat bahwa nilai kekerasan dan kekuatan baja S45C belum mencukupi untuk aplikasi seperti baut dan poros. Maka untuk meningkatkan sifat mekanisnya, salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan memberikan perlakuan panas pada baja tersebut.

Perlakuan panas (*heat treatment*) memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan kualitas bahan logam sesuai kebutuhan. Proses perlakuan panas (*heat treatment*) diantaranya yaitu *hardening*, *annealing*, *normalizing*, *tempering*, dan sebagainya. Dikarenakan proses *heat treatment* terdiri dari beberapa proses maka penelitian yang dilakukan pada salah satu proses saja yaitu proses *hardening*. Tujuan dari *hardening* adalah untuk meningkatkan nilai kekerasan baja. Dalam proses *hardening* ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kekerasan, antara lain : temperatur, waktu dan laju pendinginan. laju pendinginan dihasilkan oleh media pendingin yang digunakan. Beberapa media pendingin yang biasa digunakan seperti air, oli dan air yang dibubuhkan garam.

II. Teori Dasar

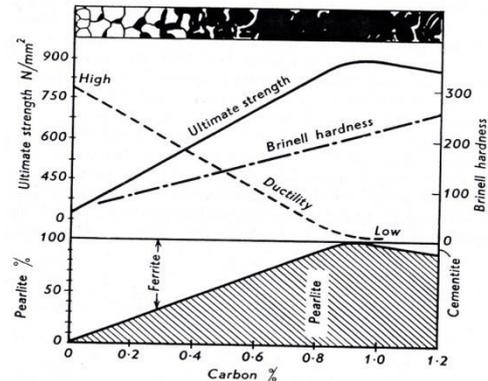
A. Media pendingin.

Media pendingin adalah media yang digunakan untuk menurunkan temperatur logam setelah mengalami perlakuan panas Dalam hal ini media pendingin berfungsi untuk merubah struktur baja. Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen dipengaruhi oleh laju pendinginan media tersebut. Laju pendinginan dari tiap-tiap media pendingin bisa berbeda-beda, perbedaan ini antara lain disebabkan oleh *Viskositas* (kekentalan), *Densitas* (massa jenis) dan temperature. Beberapa media pendingin yang digunakan dalam proses pengolahan baja :

- Air
- Oli
- Udara
- Garam

B. Kekerasan baja.

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanis suatu material. kekerasan adalah kemampuan suatu bahan untuk mempertahankan bentuknya akibat desakan dari bahan lain. Kekerasan suatu bahan logam terutama baja dipengaruhi oleh kadar karbon. Selain itu, unsur paduan atau campuran juga mempengaruhi nilai kekerasan pada baja. Nilai kekerasan suatu baja pada umumnya berbanding lurus dengan kekuatan tarik (*tensile strength*) Keduanya berbanding lurus, tetapi konstanta proporsionalitasnya berbeda



Gambar 1. Hubungan Antara Kadar Karbon Dengan Sifat Mekanis Baja

Untuk mengetahui nilai kekerasan suatu material maka diperlukan pengujian terhadap material tersebut Pengujian kekerasan adalah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk mengukur kekerasan baja, diantaranya adalah metode penekanan atau indentasi. Pengujian ini yang paling banyak dipakai, caranya dengan menekan penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekan yang terbentuk diatasnya. Berdasarkan satuannya, metode pengukuran ini terdiri dari 3 macam yaitu *Brinell*, *Vickers* dan *Rockwell*

C. Perlakuan panas (*heat treatment*).

Perlakuan panas merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk mengubah sifat mekanis pada baja. perlakuan panas adalah kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan dalam waktu tertentu, dengan tujuan untuk merubah sifat mekanik bahan tersebut

Beberapa proses perlakuan panas antara lain:

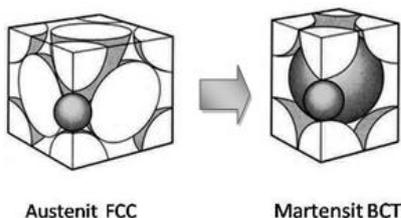
a. *Hardening* (Pengerasan)

Hardening atau Pengerasan ialah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja. *Hardening* atau pengerasan merupakan salah satu proses perlakuan panas yang sangat penting dalam produksi komponen-komponen mesin. Untuk mendapatkan struktur baja yang halus, keuletan,

kekerasan yang diinginkan, dapat diperoleh melalui proses ini. Pada proses hardening ada beberapa faktor yang mempengaruhi, antara lain :

- kadar karbon dalam baja
- temperature pemanasan (*temperatur austenitising*)
- *holding time* atau waktu penahanan
- laju pendinginan yang dilakukan (*cooling rate*)
- ketebalan benda kerja
- kondisi permukaan (*Surface condition*)

Tujuan *hardening* untuk merubah struktur baja sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur *martensit* yang bersifat sangat keras.



Gambar 2. Hubungan Antara Kadar Karbon Dengan Sifat Mekanis Baja

b. *Annealing* (pelunakan)

Selain untuk tujuan pengerasan perlakuan panas dapat dilakukan untuk tujuan pelunakan. Hal ini diperlukan untuk perlakuan baja-baja yang keras, sehingga dapat dikerjakan dengan mesin (meningkatkan sifat mampu mesin dari logam tersebut).

c. *Normalizing* (penormalan)

Untuk memperbaiki dan menghaluskan struktur butiran dan membentuk struktur mikro agar terbentuk butir halus dan seragam, sehingga pengaruh dari pengerjaan dingin atau panas dapat dihilangkan, maka dilakukan *normalizing*.

d. *Tempering* (penemperan)

Perlakuan untuk menghilangkan tegangan dalam dan menguatkan baja dari kerapuhan disebut dengan *tempering*.

D. Baja karbon.

Baja dapat didefinisikan suatu campuran dari besi dan karbon, di mana unsur karbon (C) menjadi dasar campurannya, yang mana kadar karbonnya tidak melebihi 2,0 %, sedangkan paduan besi-karbon di atas 2,0% merupakan besi tuang (*cast iron*).

Pengelompokan baja menurut kadar karbonnya:

- Baja Karbon Rendah (*Low carbon steel*).
Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung 0.10% - 0.30% karbon.
- Baja Karbon Sedang (*Medium carbon steel*)
Baja karbon sedang memiliki konsentrasi karbon antara 0.30% karbon sampai dengan 0.60% karbon.
- Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)
Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon antara 0.70 % sampai dengan 1,3 % carbon.

III. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, material diberikan perlakuan pengerasan (*Hardening*) dengan cara pemanasan *spesimen* sampai temperatur 830 °C dan kemudian didinginkan (*quencing*) dengan media air, oli dan air garam

Setelah itu dilakukan proses pengujian kekerasan dengan metode *Brinell*. Pengujian kekerasan dilakukan sebelum perlakuan panas dan setelah perlakuan panas (*heat treatment*). Penelitian dilaksanakan di Workshop Teknik Mesin, Jurusan Teknik Otomotif, Padang.

IV. Hasil Pengujian

A. Data Hasil Pengujian Kekerasan Baja S45C Sebelum perlakuan.

Spesimen	Data Kekerasan Brinell (BHN) Pada Titik Uji			Jumlah	Rata-rata (BHN)
	A	B	C		
I	174	170	174	518	172.66

B. Data Hasil Pengujian Kekerasan setelah *hardening* dan didinginkan dengan air.

Spesimen	Data Kekerasan Brinell (BHN) Pada Titik Uji			Jumlah	Rata-rata (BHN)
	A	B	C		
I	359	359	370	1088	362.66
II	382	359	359	1100	366.66
III	359	348	370	1077	359

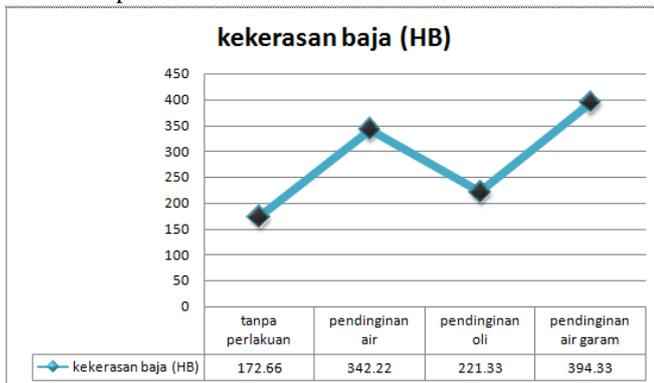
C. Data Hasil Pengujian Kekerasan setelah *hardening* dan didinginkan dengan oli

Spesimen	Data Kekerasan Brinell (BHN) Pada Titik Uji			Jumlah	Rata-rata (BHN)
	A	B	C		
I	226	223	226	675	225
II	223	215	223	661	220.33
III	215	226	215	656	218.66

D. Data Hasil Pengujian Kekerasan setelah *hardening* dan didinginkan dengan air garam

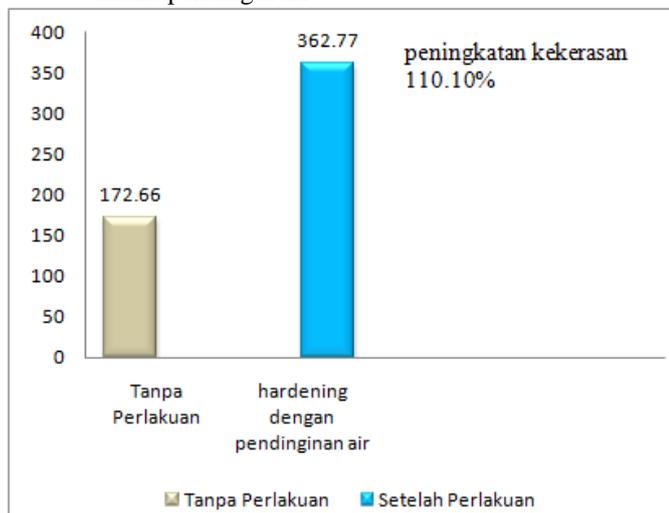
Spesimen	Data Kekerasan Brinell (BHN) Pada Titik Uji			Jumlah	Rata-rata (BHN)
	A	B	C		
I	395	348	424	1167	389
II	348	424	424	1196	398.66
III	409	395	382	1186	395.33

E. Bagan perbandingan rata-rata kekerasan baja karbon sedang S45C sebelum dan sesudah perlakuan.



V. Analisis Data

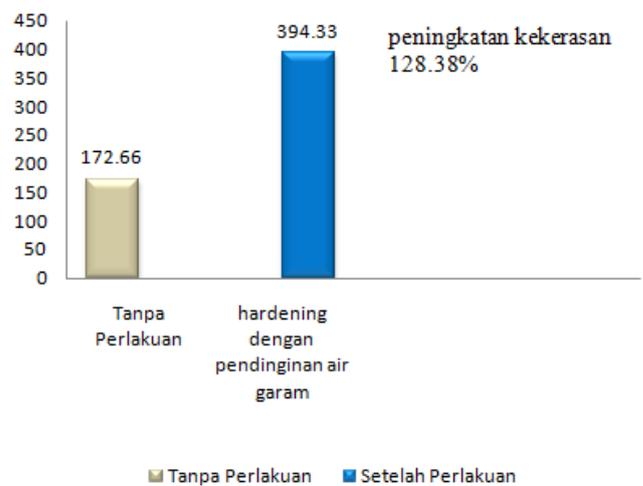
A. Bagan persentase peningkatan kekerasan dengan media pendingin air



B. Bagan persentase peningkatan kekerasan, dengan media pendingin oli.



C. Bagan persentase peningkatan kekerasan, dengan media pendingin air garam.



Berdasarkan data hasil pengujian kekerasan yang digambarkan dalam bentuk tabel dan grafik di atas dapat diketahui adanya peningkatan kekerasan baja karbon sedang S45C yang diberikan perlakuan *hardening* dan didinginkan dengan media air, oli dan air garam. Setelah data di analisa, rata-rata kekerasan baja yang *dihardening* dan didinginkan dengan media air memiliki nilai kekerasan 342.22 *BHN* atau mengalami peningkatan sebesar 98.20%, rata-rata kekerasan baja yang *dihardening* dan didinginkan dengan media oli memiliki nilai kekerasan 221.33 *BHN* atau mengalami peningkatan sebesar 28.18% dan %, rata-rata kekerasan baja yang *dihardening* dan didinginkan dengan media air garam memiliki nilai kekerasan 394.33 *BHN* atau mengalami peningkatan sebesar 128.38%.

Peningkatan kekerasan ini terjadi karena terbentuknya struktur *martensit* pada baja. *Martensit* terbentuk karena terjebaknya atom karbon di dalam struktur kristal *austenit* yang diakibatkan oleh pendinginan cepat. Ini sesuai dengan pernyataan yang ada dalam landasan teori, dengan pendinginan cepat akan terbentuk struktur *martensit* yang akan mengakibatkan kekerasan baja meningkat.

VI. Kesimpulan

Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa media pendinginan oli memberikan peningkatan kekerasan yang paling rendah diantara media yang digunakan yaitu sebesar 28.18% .Media pendingin air memberikan peningkatan yang cukup tinggi yaitu sebesar 110.10% dan peningkatan kekerasan yang paling tinggi dihasilkan oleh media pendinginan air garam yakni sebesar 128.33%.

REFERENSI

- [1]. Anas Sudijono. (2003). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- [2]. Beumer, B.J.M.,(1994), *Ilmu Bahan Logam, Jilid I*, Jakarta: Bharatara Karya Aksara.
- [3]. Biro Klasifikasi Indonesia. 2014. *Rules For Machinery Installation 2014 Edition Volume III*. Jakarta: biro kalsifikasi Indonesia (BKI)
- [4]. Bondan T. Sofyan (2010) *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika
- [5]. Chapman, W.A.J. (1972). *an Introductory Course Workshop Technology Part 1* English leangue book society
- [6]. Daswarman.(2012). *Material Teknik Pemilihan Bahan*. Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- [7]. Hari Amanto dan Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [8]. Haroen. (1984). *Teknologi Untuk Bangunan Mesin Bahan-Bahan 1* (G.L.J Van Vliet. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- [9]. Kramer, Hans dan Scharnagl, johann. (1997). *Pengetahuan Bahan Untuk Industri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [10]. Proyek Pengembangan Kurikulum. (2003). *Proses Pembuatan Besi Dan Baja*. Depertemen Pendidikan Nasional.
- [11]. Riduwan. (2012). *Belajar Mudah Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- [12]. Schonmetz Alois and Gruber Karl. (1977). *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*. Bandung: Angkasa.
- [13]. Sriwardani Nyenyep, (2009). *Heat Treatment Process (proses perlakuan panas)*. Surakarta: LPP UNS dan UNS Press.
- [14]. Sugiyono.(2010). *Metode Penelitian Kuantitatif kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- [15]. Suharsimi Arikunto. (2006). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: PT Asdi Mahasatya.
- [16]. Tata Surdia dan Shinroku Shaito. (2005). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [17]. Tim penyusun. (2009). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: Depdiknas UNP.
- [18]. World Steel Association. 2014. *World Steel Association In Figure 2014*. Forest Stewardship Council.