

PENGARUH KARBURASI ARANG TERHADAP KEMAMPUKARESAN BAJA ST 42 DENGAN METODE JOMINY

Yusuf¹, Asep Ruchiyat², Helanianto³
^{1,2,3}Prodi Pemeliharaan Mesin, Politeknik Negeri Ketapang
Email: yusufpolitap@gmail.com¹

ABSTRACT

Hardenability is the ability of a material to harden to a certain depth utilizing heat treatment to form martensite upon cooling to achieve a certain hardness. The hardness of a metal, especially steel, can be modified without adding alloying elements and is done by heat treatment. Steel's hardenability value is strongly influenced by the carbon content (carburizing) in the steel structure. Increasing the hardness of a material can be done by adding carbon to the object's surface during heat treatment. The Rockwell Hardness Test method measures the surface of the hardness. The test results on the specimens showed that the carburizing process of each specimen increased the hardness of the surface of the specimen. The distribution of hardenability values is close to a linear line, namely the heat treatment temperature 900°C.

Keywords: *Hardness, Heat Treatment, Carburizing*

ABSTRAK

Kemampukerasan merupakan kemampuan suatu material untuk dapat dikeraskan sampai kedalaman tertentu dengan cara perlakuan panas hingga terbentuk martensit pada proses pendinginan untuk mencapai kekerasan tertentu. Kekerasan suatu logam, khususnya baja dapat dimodifikasi tanpa menambahkan unsur paduan dan dilakukan dengan perlakuan panas. Nilai kemampukerasan baja sangat dipengaruhi oleh kandungan karbon (karburasi) dalam struktur baja tersebut. Untuk meningkatkan kekerasan suatu material dapat dilakukan dengan cara menambahkan karbon permukaan benda tersebut pada saat dilakukan heat treatment. Kekerasan permukaan diukur dengan metode Rockwell Hardness Test. Hasil pengujian pada spesimen menunjukkan bahwa proses karburasi pada masing-masing spesimen dapat meningkatkan kemampukerasan permukaan spesimen. Distribusi nilai kemampukerasan mendekati garis linier yaitu *temperature heat treatment 900°C*.

Kata kunci: Kemampukerasan, Perlakuan Panas, Karburasi

Diterima Redaksi: 10-11-2022 | Selesai Revisi: 30-11-2022 | Diterbitkan Online: 01-12-2022

1. Pendahuluan

Sifat kekerasan (*hardness*) suatu logam merupakan salah satu persyaratan utama di dalam pemilihan suatu elemen mesin. Kekerasan suatu logam, baja khususnya, dapat dimodifikasi tanpa menambahkan unsur paduan dan dilakukan dengan perlakuan panas. Kemampukerasan (*Hardenability*) adalah kemampuan suatu material untuk dapat di keraskan sampai kedalaman tertentu dengan cara perlakuan panas (*Hardening*) dengan properti mekanik, hingga terbentuk martensit pada proses pendinginan untuk mencapai kekerasan tertentu. *Hardenability* merupakan perlakuan

panas untuk mendapatkan kekerasan pada material baja.

Proses pendinginan pada baja akan sangat berpengaruh terhadap struktur mikronya. Untuk memperoleh struktur yang sepenuhnya martensit maka laju pendinginan harus mencapai laju pendinginan kritis (*critical cooling rate*). Apabila laju pendinginan tidak mencapai laju pendinginan kritis akan mengakibatkan adanya sebagian austenit yang tidak bertransformasi menjadi martensit tetapi menjadi struktur lain, sehingga kekerasan maksimum baja tersebut tidak akan tercapai.

Untuk mengatasi keausan pada baja, maka perlu dilakukan *heat treatment* untuk

memperbaiki sifat mekanik dari baja yang sesuai dengan aplikasinya di lapangan. Nilai kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam baja, temperatur pemanasan, dan *holding time*, serta laju pendinginan yang dilakukan. Perlakuan panas pada baja memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan kekerasan baja sesuai dengan kebutuhan[1].

Mampu keras tidak dikaitkan dengan kekerasan maksimum yang dapat dicapai oleh baja. Kekerasan permukaan baja tergantung pada prosentase unsur-unsur paduan, besar butir austenite, temperatur austenisasi, lama pemanasan, laju proses pendinginan serta struktur mikro baja sebelum dikeraskan. Kekerasan suatu logam, khususnya baja dapat dimodifikasi tanpa menambahkan unsur paduan dan dilakukan dengan perlakuan panas. Sifat kekerasan suatu logam merupakan salah satu persyaratan utama dalam pemilihan suatu elemen mesin [2].

Tidak semua material mampu dikeraskan dengan cara tersebut, untuk mengetahuinya perlu dilakukan uji *hardenability* (pengujian untuk mengetahui kemampukerasan suatu logam). Salah satu metode pengujian *hardenability* yaitu Jominy test (uji jominy). Uji jominy merupakan sebuah metode untuk mengetahui kemampuan kekerasan logam (baja) [3]. Perlakuan yang dilakukan pada material yaitu benda uji dipanaskan pada suhu yang ditentukan, kemudian didinginkan dengan menyemprotkan air pada salah satu ujungnya (bagian bawah). Setelah pengujian dengan alat uji jominy, diukur kekerasannya dengan menggunakan alat uji kekerasan[4].

Nilai kemampu kerasan baja sangat dipengaruhi oleh kandungan karbon dalam struktur baja tersebut. Tidak semua jenis baja dapat dikeraskan secara langsung. Proses pengerasan secara langsung hanya

dapat dilakukan pada baja dengan kadar karbon diatas 0.3 % [5].

2. Dasar Teori

Hardenability

Hardenability atau mampu keras merupakan sifat baja yang menentukan dalamnya pengerasan sebagai akibat proses *quench* dari temperatur austemisasinya. Mampu keras tidak dapat dikaitkan dengan kekerasan maksimum yang dapat dicapai oleh beberapa jenis baja. Kekerasan permukaan dari suatu baja tergantung pada kadar karbon dan laju proses pendinginan. Dalamnya pengerasan yang memberikan harga kekerasan yang sama hasil dari suatu proses *quench* merupakan fungsi dari mampu keras. Mampu keras baja tergantung pada prosentase unsur-unsur paduan, besar butir *austenit*, temperatur austenisasi, lama pemanasan dan struktur mikro baja tersebut sebelum dikeraskan[6].

Heat Treatment

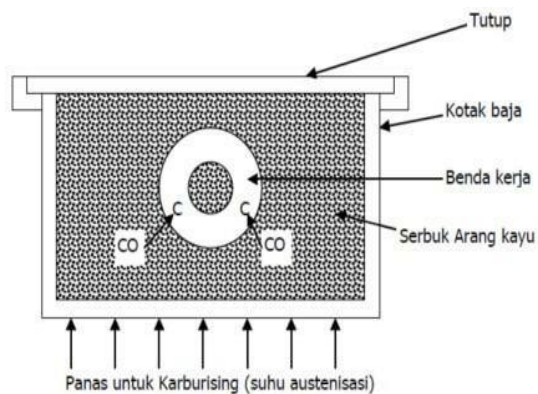
Heat treatment merupakan kombinasi dari proses pemanasan dan pendinginan secara terkontrol yang dilakukan terhadap logam atau paduan logam dalam keadaan padat dengan tujuan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Semua proses perlakuan panas terhadap baja pada umumnya akan melibatkan transformasi atau dekomposisi *austenit*. Bentuk dari hasil transformasi tersebut akan menentukan sifat-sifat fisis dan mekanis dari baja yang dikenai proses *heat treatment* tersebut[7]. Dalam perlakuan panas pada logam proses *annealing* dapat merubah struktur mikro dan sifat mekanik material yang mempengaruhi nilai kekerasan[8].

Carburizing

Karburasi adalah suatu proses pengerasan pada permukaan suatu benda dengan cara menambahkan karbon kepermukaan benda tersebut. Karburising dilakukan dengan cara

memanaskan benda kerja dalam lingkungan yang mengandung karbonaktif, sehingga karbon bisa berdifusi kepermukaan baja. Salah satu bahan untuk membentuk lingkungan yang mengandung karbon aktif adalah dengan menggunakan arang.

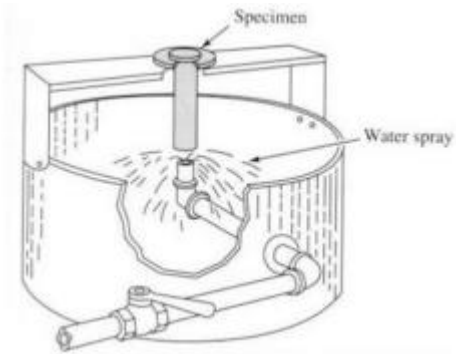
Untuk memperoleh hasil yang baik maka arang media karburasi ditambahkan dengan zat pengaktif karbon (energizer) antara lain berupa barium carbonate ($BaCO_3$), calcium carbonate ($CaCO_3$) dan natrium carbonate (Na_2CO_3) dengan penambahan mencapai 10-40% berat media karburasi[9].



Gambar 1. Pack Karburizing[9].

3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini sebagai media pengarbonan digunakan serbuk arang kayu ulin. Proses pengarbonan dengan metode *Pack Karburizing* kemudian spesimen uji diletakkan dalam kotak baja di dalam campuran serbuk arang kayu ulin. Setelah itu, kotak dimasukkan dalam dapur pemanas. Suhu proses pengarbonan dipilih 700°C, 800°C dan 900°C dengan waktu proses penahanan 90 menit. Setelah proses pengarbonan, spesimen uji dilakukan pendinginan cepat dengan menyemprotkan air pada salah satu ujungnya (bagian bawah) dengan menggunakan uji jominy.



Gambar 2. Proses Pendinginan Uji Jominy[10].

Perlakuan pada masing-masing spesimen disajikan pada Tabel 1 dengan holding time 90 menit dan waktu quenching 15 menit. Sedangkan pengujian spesimen dilakukan sepanjang 2 inch dan diuji 1/16 bagian, posisi pengujian dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 1. Jumlah Spesimen Pengujian

No	Zat Karbon	Temperatur
1		750 °C
2	Arang Kayu Ulin	800 °C
3		900 °C



Gambar 3. Titik pengujian pada spesimen[11]

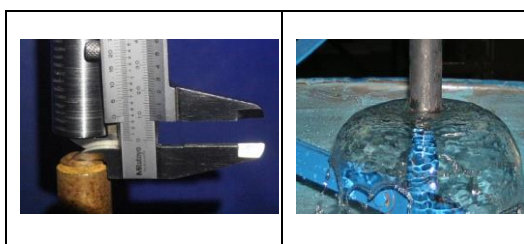
4. Hasil dan Pembahasan

Proses heat treatment pada spesimen menggunakan tanur dimulai pada temperatur awal mengikuti temperatur ruangan yaitu antara 32°C – 37°C dan temperatur akhir sesuai dengan perlakuan panas pada masing-masing spesimen, dengan temperatur tersebut baja akan mengalami perubahan struktur. Untuk pengaturan durasi slow heating (t_1) yaitu selama 30 menit dan holding time (t_2) selama 90 menit. Pengaturan alat tanur untuk proses heat treatment dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pengaturan Temperatur Pada Proses Heat Treatment Spesimen.

Setelah proses pemanasan selesai, batang uji digantungkan pada peralatan *quench* dan kemudian salah satu ujungnya dicelupkan dengan cepat pada air yang bertemperatur 25 °C. Diameter dari berkas air yang dipancarkan kira-kira 12 mm dan harus memancar 65 mm dari ujung pipa air. Proses *quenching* pada masing-masing spesimen dilakukan dengan ketentuan durasi *quenching* 15 menit.



Gambar 5. Pengaturan Jarak Nozzle penyemprot dan Pancaran Air pada Uji Jominy Pada Saat Proses *Quenching*.

Sebelum dilakukan heat treatment, masing-masing spesimen dilakukan pengujian kekerasan terlebih dahulu untuk mengetahui nilai kekerasan awal spesimen uji. Hasil pengujian kekerasan pada raw material dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Raw Material

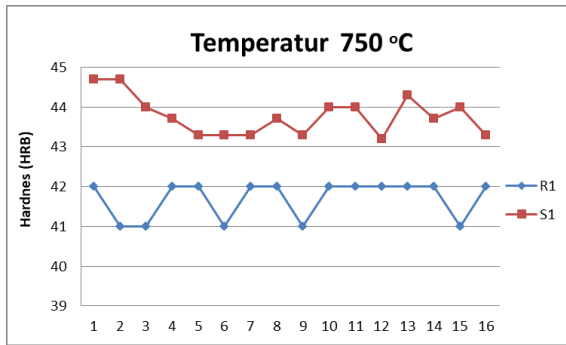
Titik Uji	Raw material		
	R ₁	R ₂	R ₃
1	42	41	42
2	41	40	42
3	41	42	42
4	42	41	42
5	42	42	42
6	41	42	42
7	42	41	42
8	42	43	41
9	41	41	42
10	42	42	43
11	42	41	42
12	42	42	42
13	42	42	42
14	42	42	42
15	41	42	41
16	42	43	41

Hasil pengujian kemampukerasan masing-masing spesimen setelah dilakukan perlakuan *heat treatment* pada temperatur 750 °C, 800 °C dan 90 °C dengan holding time 90 menit. Hasil pengujian yang dilakukan, selengkapnya disajikan dalam table 3.

Tabel 3. Kemampu Kerasan Baja ST 42 Pengujian Pertama

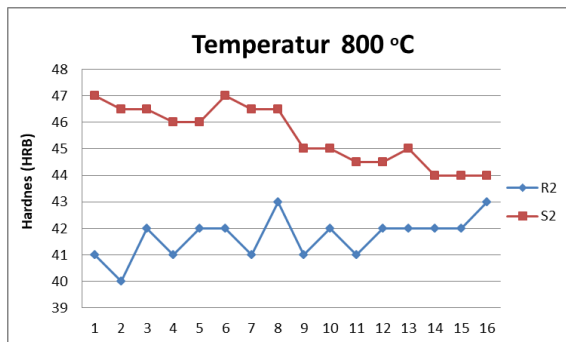
Titik Uji	SPESIMEN		
	S ₁	S ₂	S ₃
1	44,7	47	47
2	44,7	46,5	46,17
3	44,0	46,5	46,67
4	43,7	46	46
5	43,3	46	46,17
6	43,3	47	45,83
7	43,3	46,5	45,83
8	43,7	46,5	46,17
9	43,3	45	46,50
10	44,0	45	46,17
11	44,0	44,5	46,50
12	43,2	44,5	46,17
13	44,3	45	46,17
14	43,7	44	45
15	44,0	44	45
16	43,3	44	44,5

Pada spesimen 1 nilai kemampukerasan tertinggi yaitu pada bagian ujung specimen dimana nilai yang didapat sebesar 44,7 HRB, sedangkan nilai terendah yaitu 43,3 HRB.



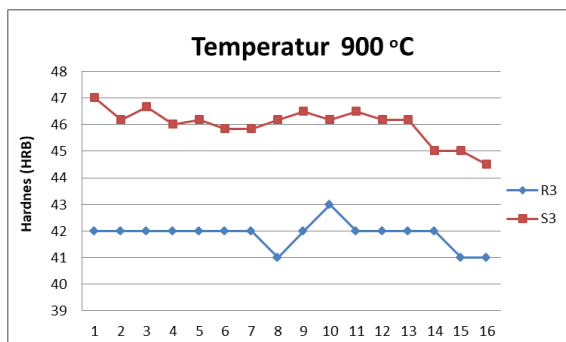
Gambar 6. Grafik perbandingan Kemampuankerasan Spesimen 1

Pada spesimen 2 nilai kemampukerasan tertinggi yaitu pada bagian ujung specimen dimana nilai yang didapat sebesar 47 HRB, sedangkan nilai terendah yaitu 44 HRB.

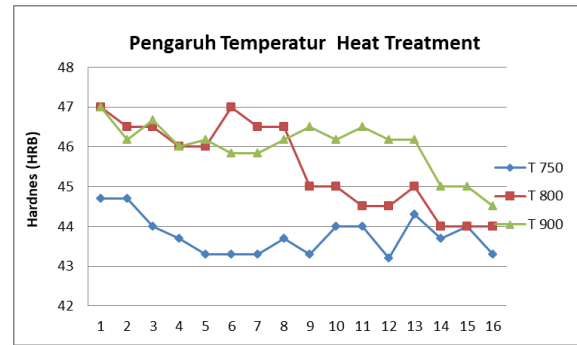


Gambar 7. Grafik perbandingan Kemampuankerasan Spesimen 2

Pada spesimen 3 nilai kemampukerasan tertinggi yaitu pada bagian ujung specimen dimana nilai yang didapat sebesar 47 HRB, sedangkan nilai terendah yaitu 44,5 HRB.



Gambar 8. Grafik perbandingan Kemampuankerasan Spesimen 3



Gambar 9. Grafik Pengaruh temperatur Heat Treatment

Hasil pengujian kemampukerasan masing-masing spesimen yang ditampilkan pada gambar 6, 7 dan 8 menunjukkan bahwa proses karburasi padi masing-masing spesimen dapat meningkatkan kemampu kerasan permukaan specimen. sedangkan pengaruh temperature *heat treatment* untuk 3 buah specimen dapat dilihat pada gambar 9. Distribusi nilai kemampu kerasan mendekati garis linier yaitu pada spesimen 3 dengan temperature *heat treatment* 900 °C.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelittian pengaruh karburasi arang terhadap kemampukerasan baja st 42 dengan metode jominy dapat disimpulkan bahwa proses karburasi arang dapat mempengaruhi nilai kemampukerasan material. Dimana nilai kemampu kerasan baja sangat dipengaruhi oleh kandungan karbon dalam strusktur baja tersebut. Tidak semua jenis baja dapat dikeraskan secara langsung.

Proses pengerasan secara langsung hanya dapat dilakukan pada baja dengan kadar karbon diatas 0.3 %.

Daftar Rujukan

- [1] C. Sutowo dan B. Agung Susilo, "Pengaruh Proses Hardenability pada baja HQ 7 AISI 4140 dengan media Oli dan Air terhadap sifat Mekanis dan Struktur Mikro," *SINTEK*, vol. 07, hlm. 58–68.
- [2] Yusuf dan Y. Chandra, "PENGARUH VARIASI HOLDING TIME TERHADAP KEMAMPUKERASAN BAJA MENGGUNAKAN ALAT UJI JOMINY,"

- INOVTEK POLBENG*, vol. 8, no. 2, hlm. 257, Des 2018, doi: 10.35314/ip.v8i2.769.
- [3] Van Vlack, L.H, *Ilmu dan Teknologi Bahan alih bahasa Sriati Djaprie*, Edisi kelima. dalam Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga, 1991.
- [4] E. R. Parke, *Materials Data Book*. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1967.
- [5] Yusuf, A. Ruchiyat, dan M. Anhar, "Pengaruh jarak nozzle penyemprot terhadap kemampukerasan baja komersil dengan metode jominy test," *Turbo*, vol. 9, no. 2, hlm. 226–230, 2020, doi: [dx.doi.org/10.24127/trb.v9i2.1304](https://doi.org/10.24127/trb.v9i2.1304).
- [6] D. Prayitno, *Teknologi Rekayasa Material*. Bandung: Penerbit ITB, 2010.
- [7] R. E. Purwanto, A. Murdani, dan Nurchajat, *Perlakuan Bahan*. Malang: Polinema Press, 2016.
- [8] A. Ruchiyat, M. Anhar, Y. Yusuf, dan B. S. E. Polonia, "The Effect Of Heating Temperature On The Hardness, Microstructure And V-Bending Spring Back Results On Commercial Steel Plate," *J. Appl. Eng. Technol. Sci. JAETS*, vol. 1, no. 1, hlm. 1–16, Nov 2019, doi: 10.37385/jaets.v1i1.10.
- [9] Budinski, *Engineering Material Properties Selection*, Fourth Edition. Prentice Hall.
- [10] Annual Book of ASTM Standards, *Standard Test Method for End-Quench Test for Hardenability of Steel*. New York: American Society for Testing and Materials, 1998.
- [11] I. Susilo, Yusuf, dan Ruchiyat, "Pengaruh Variasi Temperatur Heat Treatment Terhadap Kemampukerasan Baja Komersil Dengan Metode Jominy Test," *INJECTION*, vol. 1, no. 1, hlm. 1–9.