

PENGARUH WAKTU DAN SUHU MENGGUNAKAN PEMANAS INDUKSI TERHADAP KEKERASAN MATERIAL PAHAT UKIR KAYU

Reac Pratama¹⁾*, Romli²⁾, Eka Satria²⁾

¹⁾ Mahasiswa Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

²⁾ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jln.Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp:0711-353414 Fax:0711-453211,

*email corresponding: reac.pratama17@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Received:
09/09/2020

Accepted:
25/09/2021

Online-Published:
31/10/2021

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adakah peningkatan nilai kekerasan baja JIS SUP 9 sebagai material dasar pembuatan pahat ukir kayu yang di beri perlakuan lanjutan berupa perlakuan panas (Hardening) dengan variasi suhu dan variasi waktu penahanan untuk mengetahui apakah ada peningkatan kekerasan terhadap material baja JIS SUP 9, serta menggunakan induction heater 1800 W dan menggunakan Power Supply 48V 40A sebagai media pemanas baja JIS SUP 9 dan spesimen pahat ukir kayu . Penelitian diharapkan dapat mengetahui pengaruh kekerasan terhadap sifat mekanis dari baja JIS SUP 9 sebagai material dasar pembuatan dari pahat ukir kayu yang di beri perlakuan panas menggunakan alat induction heater. Tahapan penelitian dimulai dengan mencari literatur dan survey lapangan untuk dilanjutkan dengan mempersiapkan spesimen baja JIS SUP 9 dan lalu proses pembuatan spesimen dari baja JIS SUP 9 dengan proses gergaji dan gerinda. Selanjutnya dilakukan proses hardening dengan menggunakan alat Induction Heater 1800W. Selanjutnya proses perlakuan panas menggunakan variable 3 variasi suhu hardening yakni 800 °C, 850 °C, 900 °C serta 3 variasi waktu penahanan yakni 30 detik, 45 detik, dan 60 detik. Pengujian yang dilakukan guna mendapatkan hasil kekerasan dengan menggunakan uji kekerasan Rockwell. Analisis data hasil uji menggunakan ANOVA. Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil bahwa kekerasan terbesar terdapat spesimen pada variasi suhu 800 °C dengan variasi waktu penahanan selama 30 detik dengan nilai kekerasan 64 HRC.

Kata kunci: Hardening, JIS SUP9, Induction Heater, Rockwell, ANOVA

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine whether there was an increase in the hardness value of JIS SUP 9 steel as the basic material for making wood carving chisels which were given further treatment in the form of heat treatment (Hardening) with variations in temperature and variations in holding time to determine whether there was an increase in hardness of the JIS SUP 9 steel material. , and using an 1800 W induction heater and using a 48V 40A Power Supply as a heating medium for JIS SUP 9 steel and wood carving chisel specimens. The study is expected to determine the effect of hardness on the mechanical properties of JIS SUP 9 steel as the basic material for the manufacture of wood carving chisels given heat treatment using an induction heater. The research stage begins with searching for literature and field surveys to be continued by preparing JIS SUP 9 steel specimens and then the process of making specimens from JIS SUP 9 steel with a saw and grinding process. Furthermore, the hardening process is carried out using an 1800W Induction Heater. Furthermore, the heat treatment process uses 3 variations of hardening temperature, namely 800 °C, 850 °C, 900 °C and 3 variations of holding time, namely 30 seconds, 45 seconds, and 60 seconds. Tests carried out to obtain hardness results using the Rockwell hardness test. Analysis of test data using ANOVA. From the results of this study, it was found that the greatest hardness was found in temperature variations of 800 °C with variations in holding time of 30 seconds with a value of 64 HRC.

© 2021 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.6383869>

Keywords : Hardening, JIS SUP9, induction heater, Rockwell method, ANOVA

1 PENDAHULUAN

Dalam kemajuan teknologi sekarang ini banyak dibuat peralatan – peralatan yang mempermudah proses pengerjaan sesuatu alat. Pada saat ini banyak sekali industri yang bergantung dengan pemanfaatan baja, ini di perkuat dengan adanya penggunaan baja pada peralatan-peralatan mesin di dunia industri. Oleh karena itu, baja sangat berperan dalam menunjang teknologi di kehidupan manusia. Sehingga banyak orang melakukan proses perubahan pada sifat-sifat baja, seperti merubah sifat mekanis dan sifat fisiknya.

Proses pemanasan baja umumnya masih menggunakan tungku pemanas konvensional berbahan bakar batu bara yang suatu saat akan habis, serta proses pemanasan menggunakan pemanas konvensional dapat mengurangi kualitas baja di sebabkan oleh zat-zat hasil dari pembakaran tersebut, sedangkan pemanas induksi memanfaatkan arus induksi untuk memanaskan baja sehingga tidak ada zat-zat hasil pembakaran yang dapat mengurangi kualitas baja pada saat pemanasan tersebut.

Saat ini pahat ukir kayu sangat banyak digunakan dalam proses pengerjaan ukiran kayu baik oleh perorangan maupun di dalam perusahaan. Pahat ukir kayu ini digunakan untuk memahat ataupun memotong menggunakan teknik menekan dan pemukulan lalu pencukitan. Ketika pahat ukir kayu itu beroperasi harus aman dari benda-benda asing seperti mata kayu yang keras pada kayu ataupun paku.

Kualitas dari pahat ukir kayu sangat dipengaruhi oleh sifat mekanik, seperti kekuatan dan kekerasan yang berpengaruh pada ketajaman pahat ukir kayu tersebut. Bahan dasar pembuatan pahat ukir kayu biasanya terbuat dari baja karbon tinggi, salah satu jenis material pembuatan pahat ukir kayu adalah baja JIS SUP9, dikarenakan baja ini bersifat keras dibandingkan dengan baja jenis lain dan juga proses pembuatannya dapat di lakukan dengan proses permesinan. Permasalahan yang sering dialami pada kualitas pahat ukir kayu itu adalah mudah tumpulnya pahat ukir kayu tersebut, dan tidak tahan terhadap paku serta mata kayu yang keras pada kayu.

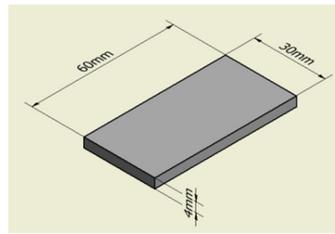
Peneliti tertarik untuk melakukan pengembangan sifat mekanik baja pada pahat ukir kayu menggunakan material baja JIS SUP9 dengan metode variasi *Holding Time* dan *Temperature* menggunakan *Induction Heater* terhadap sifat mekanis pahat ukir kayu . Hal ini dikarenakan apakah *Holding Time* dan *Temperature* pada saat pemanasan baja JIS SUP9 sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis dari baja tersebut, serta proses *Quenching* menggunakan air untuk mengetahui pengaruh media pendingin air terhadap nilai kekerasan dan kekuatan dari baja JIS SUP9, dan apakah perlakuan panas yang dilakukan pada pahat ukir kayu bisa merubah sifat-sifat mekanis seperti kekerasan pada baja tersebut, peneliti memilih *Induction Heater* sebagai media pemanasan baja JIS SUP9 dikarenakan bahan bakar yang lebih efisien , dan mudah di dapat alatnya yang simple dan mudah untuk digunakan, Kemudian dapat mengetahui proses pemanasan pada baja JIS SUP9 sebagai material pembuatan pahat ukir kayu tersebut.

2. BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja JIS SUP9 yang akan dibentuk menjadi Spesimen untuk pemanasan menggunakan pemanas induksi.

2.1 Material Baja JIS SUP 9

Baja karbon tinggi (*High carbon steel*) adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,6% C – 1,4% C yang berarti dalam setiap 1 ton baja karbon tinggi mengandung carbon antara 60-140 kg. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi lebih getas. Baja karbon tinggi ini sulit diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat kekerasannya, hal ini dikarenakan baja karbon tinggi memiliki jumlah martensit yang cukup tinggi sehingga tidak akan memberikan hasil yang optimal pada saat dilakukan proses pengerasan permukaan. Baja JIS SUP9 adalah salah satu baja karbon tinggi dengan karbon 0,95%, baja JIS SUP9 adalah jenis baja tool steel yang banyak digunakan dalam pembuatan alat-alat perkakas seperti pisau, gergaji, pembuatan kikir, pahat ukir kayu, dan sebagainya (Wardoyo, 2005).



Gambar 1. Ukuran Komponen Untuk Spesimen Pemanas Induksi

Tabel 1. Komposisi Baja JIS SUP 9

Komposisi Baja JIS SUP9					
C	Si	Mn	P	S	Cr
0.52-0.60	0.15-0.35	0.65-0.95	0.030	0.035	0.65-0.95

(Sumber:Daftar Pustaka Nomor 6)

2.2 Proses Heat Treatment

Proses perlakuan panas pada umumnya untuk memodifikasi struktur mikro baja sehingga meningkatkan sifat mekanik, salah satunya yaitu kekerasan.

Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi dari proses pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam/paduan dalam keadaan padat, sebagai upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Perubahan tersebut terjadi karena ada perubahan struktur mikro selama proses pemanasan dan pendinginan dimana sifat logam atau paduan sangat dipengaruhi oleh struktur mikro. Proses perlakuan panas terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari proses pemanasan bahan hingga pada suhu tertentu dan selanjutnya didinginkan juga dengan cara tertentu. Tujuan dari perlakuan panas adalah dapat mendapatkan sifat-sifat mekanik yang lebih baik dan sesuai yang diinginkan seperti meningkatkan kekuatan dan kekerasan, mengurangi tegangan, melunakkan, mengembalikan pada kondisi normal akibat pengaruh pengerjaan sebelumnya, dan menghaluskan butir kristal yang akan berpengaruh pada pengerjaan sebelumnya, dan menghaluskan butir kristal yang akan berpengaruh pada keuletan bahan (Sumpena dan Wardoyo, 2018)

Proses *heat treatment* yang dilakukan berupa *thermal hardening*. Adapun Langkah-langkahnya sebagai berikut, Persiapan sebelum melakukan *Hardening*, siapkan spesimen baja JIS SUP9 dengan ukuran Panjang 30mm, lebar 60mm, tebal 5mm sebanyak 27 buah, memakai peralatan *safety* seperti masker dan sarung tangan, siapkan pemanas induksi, siapkan tang penjepit, dan bak untuk media pendingin, lalu letakan spesimen pengujian ke tengah coil pada pemanas induksi, setelah itu hidupkan pemanas induksi.



Gambar 2. Persiapan Pemanas Induksi

2.3 Proses Quenching

Quenching adalah proses perlakuan panas dimana prosesnya dilakukan dengan pendinginan yang relatif cepat dari temperatur austenisasi (umumnya pada jarak temperatur 815°C – 870°C) pada baja. Keberhasilan proses *quenching* ditentukan media *quenching* (*quenchant medium*) yang digunakan.

Tujuan dari proses *quenching* secara umum pada baja (baja carbon, *low alloy steel*, dan *tool steel*) adalah untuk proses *hardening*, yaitu menghasilkan struktur mikro martensit pada baja

tersebut. Proses *hardening* yang baik adalah bila mendapatkan harga kekerasan, kekuatan, keuletan dan *toughness* yang besar tetapi dengan *residual stress*, distorsi, dan *cracking* yang minimal (Yusman, 2018). Berikut media yang di gunakan dalam penelitian ini adalah:

- Air

Air memiliki massa jenis yang besar dari pada air garam, kekentalannya rendah sama dengan air garam. Laju pendinginan air lebih lambat dari pada air garam. Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Biasanya ke dalam air tersebut dilarutkan garam dapur sebagai usaha mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras (Yusman, 2018).

2.4 Pengujian Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan Rockwell merupakan salah satu pengujian kekerasan bahan yang banyak digunakan, hal ini dikarenakan pengujian kekerasan Rockwell yang : sederhana, cepat, tidak memerlukan mikroskop untuk mengukur jejak, dan relatif tidak merusak.

Pengujian kekerasan Rockwell dilaksanakan dengan cara menekan permukaan spesimen (benda uji) dengan suatu indentor. Penekanan indentor ke dalam benda uji dilakukan dengan menerapkan beban pendahuluan (beban minor), kemudian ditambah dengan beban utama (beban mayor), lalu beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan (Ardiansyah, 2016).



Gambar 3. Alat Uji Kekerasan Rockwell

2.5 Pengolahan Data Menggunakan Metode ANOVA

Analisa yang dilakukan secara beruntun dengan memperhatikan pengaruh suhu dan media pendingin terhadap kekerasan material baja JIS SUP9. Pengolahan data berupa statistic menggunakan metode *analysis of varians* (ANOVA).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan proses pengujian kekerasan pada benda uji didapatlah hasil data yang selanjutnya akan dianalisa untuk mengetahui hasil pengaruh dari pemanasan menggunakan *induction heater* terhadap kekerasan baja JIS SUP 9 sebagai material pembuatan pahat ukir kayu.

3.1 Hasil Dari Pengujian Uji Tarik

Hasil dari pengukuran pengujian uji tarik dan pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil menunjukan bahwa spesimen pertama menunjukan nilai kekerasan tertinggi.

Tabel 4. Hasil dari Metode Pengujian Kekerasan

Spesimen	Kadar karbon (%)	(HRC)
tanpa perlakuan	0,52-0,60	33,3
800 °C, 30 detik	0,52-0,60	64
800 °C, 45 detik	0,52-0,60	63,9
800 °C, 60 detik	0,52-0,60	63,8
800 °C, 30 detik	0,52-0,60	62,03
800 °C, 45 detik	0,52-0,60	63,13

800 °C, 60 detik	0,52-0,60	63,23
800 °C, 30 detik	0,52-0,60	63,13
800 °C, 45 detik	0,52-0,60	63,86
800 °C, 60 detik	0,52-0,60	62,9

Dari tabel disamping dapat di lihat bahwa ada peningkatan kekerasan yang cukup signifikan dari baja JIS SUP 9 yang di lakukan proses pemanasan menggunakan *Induction Heater*. Ketika menggunakan variasi *Temperature* 800°C dan *Holding Time* 30 detik bisa mendapatkan nilai kekerasan baja JIS SUP9 hingga 64 HRC, dan dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas menggunakan pemanas induksi dengan variasi *Temperature* dan *Holding Time* menggunakan media *Quenching* air dapat meningkatkan nilai kekerasan baja JIS SUP9.

3.2 Eksperimen Metode ANOVA

Untuk mengetahui apakah variable *temperature* dan *Holding Time* mempunyai pengaruh terhadap spesimen pengujian kekerasan baja JIS SUP9 yang di panaskan menggunakan *Induction Heater*. Maka dilakukan analisa ANOVA dengan nilai signifikan $\alpha = 5\%$.

Table 5. Data Pengamatan ANOVA

Holding Time	Temperature (°C)			Jumlah	Rata-rata
	800	850	900		
30 dtk	63,2	63,7	66,1		
	62,9	61,3	61,9		
	65,9	61,1	61,4		
Jumlah	192	186,1	189,4	567,5	
Rata-rata	64	62,03	63,1		63,04
45 dtk	65,7	63,1	66,6		
	64,1	62,7	63,5		
	61,9	63,6	61,5		
Jumlah	191,7	189,4	191,6	572,7	
Rata-rata	63,9	63,13	63,86		63,63
60 dtk	63	64,9	63,2		
	64,5	63,4	62,7		
	64	61,4	63		
Jumlah	191,5	189,7	188,9	570,1	
Rata-rata	63,83	63,23	62,9		63,32
Jumlah Total	575,2	565,2	569,9	1710,3	
Rata-rata total	63,91	62,79	63,28		63,32

Dari data di samping, maka harga yang diperlukan untuk ANOVA adalah:

$$\begin{aligned} \sum Y^2 &= 63,2^2 + 63,7^2 + 66,1^2 + 62,9^2 + 61,3^2 + \dots + 63^2 = 108398,97 \\ R_y &= \frac{1710,3^2}{3.3.3} = 108338,003 \\ A_y &= \frac{567,5^2 + 572,7^2 + 570,1^2}{3.3} - 108338,003 = 1,502556 \\ B_y &= \frac{575,2^2 + 565,2^2 + 569,9^2}{3.3} - 108338,003 = 5,562556 \\ J_{ab} &= \frac{1}{3} (192^2 + 186,1^2 + 189,4^2 + \dots + 188,9^2) - 108338,003 = 9,640333 \\ AB &= 9,640333 - 5,562556 - 1,502556 = 2,575221 \\ E_y &= 108398,97 - 108338,003 - 1,502556 - 5,562556 - 2,575221 \\ &= 51,326667 \end{aligned}$$

Dari proses percobaan di atas maka dapat disimpulkan bahwa rancangan percobaan ini bisa dianggap model II atau model acak, sehingga tabel ANOVA untuk data tersebut adalah:

Tabel 6. Daftar Analisis Varian

Sumber variasi	d k	JK	RJK	F
Rata-rata perlakuan	1	108338,003	108338,003	

A	2	1,502556	0,751278	1,166934
B	2	5,562556	2,781278	4,320063
AB	4	2,575221	0,643805	0,225779
Kekeliruan (E)	18	51,326667	2,851482	
Jumlah	45	108398.97	--	--

Dari tabel nilai F dengan taraf signifikan $\alpha = 5\%$, maka faktor :

- A dengan dk $v_1 = a - 1 = 2$ dan $v_2 = (a - 1)(b - 1) = 4$ didapat nilai $F = 6,94$. Ini berarti nilai F hitung lebih kecil dari pada F tabel ($1,166934 < 6,94$), sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terdapat pengaruh faktor A (*holding time*) terhadap kekerasan.
- B dengan dk $v_1 = b - 1 = 2$ dan $v_2 = (a - 1)(b - 1) = 4$ didapat nilai $F = 6,94$. Ini berarti nilai F hitung lebih kecil dari pada F tabel ($4,320063 < 6,94$), sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terdapat pengaruh faktor B (*temperature*) terhadap kekerasan.
- AB dengan dk $v_1 = (a - 1)(b - 1) = 4$ dan $v_2 = ab(n - 1) = 18$ didapat nilai $F = 2,63$. Ini berarti nilai F perhitungan lebih kecil dari pada F tabel ($0,225779 < 2,93$), sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh faktor AB (*holding time* dan *temperature*) terhadap kekerasan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan apakah ada pengaruh peningkatan nilai kekerasan kepada baja yang di panaskan dengan menggunakan pemanas induksi. Hasil dari penelitian ini dengan pengujian kekerasan didapatkan kekerasan tertinggi sebesar 64 HRC dengan variasi temperature 800 °C dan *holding time* 30 detik dengan media pendingin air, Hal ini di karenakan saat baja di panaskan menggunakan pemanas induksi, baja mencapai suhu austenit setelah baja mencapai suhu austenite baja di diamkan selama 30 detik di suhu tersebut lalu baja di dinginkan dengan cepat ke dalam media pendingin air agar terbentuk struktur martensite dan proses ini lah yang membuat baja menjadi lebih keras.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Amanto, Hari, 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara
- A. Fanni, 2016. *Hubungan Antara Kekerasan Material Dengan Frekuensi Pemanas Induksi Pada Baja ST 60*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang, Tangerang.
- A. Viktor, dkk, 2017. *Pengaruh Waktu Pemanasan Menggunakan Pemanas Induksi Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Material S50C*. Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang. Karawang.
- M. bobi, 2019. *Pengaruh Variasi Temperature Pemanasan Terhadap Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Pada Chromizing Baja ST 37*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang
- M. ilham, 2017. *Pengaruh Proses Pack Caruburizing Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah AISI 3115*. Politeknik Sriwijaya. Palembang.
- M. Sudjana, 2005. *Metode Statistika Edisi ke 6*. Bandung: PT. Tarsito, Bandung.
- I. Sumiyanto, dkk. *Pengaruh Proses Hardening dan Tempering Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Baja Karbon Sedang Jenis SNCM 447*, Jurnal Teknik Mesin, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.
- I. Karmin dan Ginting, M. 2012. *Analisis Peningkatan Baja Amutit Menggunakan Media Pendingin Dromis*. Jurnal Austenit. Jurusan Teknik Mesin. Vol.4. No.1. Hal 1-7
- I. Yuri, dkk. *Pengaruh Media Pendingin pada Proses Hardening Material Baja S45C*, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Tarumanegara, Jakarta.