

Pengaruh Waktu Pemanasan Menggunakan Pemanas Induksi Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Material S50C

Viktor Naubnome¹, Eri Widiyanto², Marno³

¹⁻³ Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. H. S. Ronggowaluyo Telukjambe Timur, Karawang 441361
E-mail: naubnomeviktor@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan pembuatan sistem pemanas induksi sebagai perlakuan panas pada material S50C. Sistem pemanas yang dibuat memiliki dimensi 350x230x200 mm, dengan tegangan masukan 12 VDC, dilengkapi dengan timer control dan ampere meter sebagai indikator arus keluaran. Pengujian sistem pemanas induksi pada material S50C dilakukan dengan variasi lama waktu pemanasan (*tempering*), yaitu 30, 60, 90, 120 dan 150 detik. Uji kekerasan and struktur mikro menggunakan *Auto vikers Future Tech type FV-300*. Hasil menunjukkan bahwa kekerasan meningkat dengan bertambahnya waktu tempering dari 191 Hv menjadi 572 Hv. Struktur mikro material S50C berubah dari fasa *ferrite* dan *pearlite* menjadi fasa *martensite*.

Kata kunci: pemanas induksi, perlakuan panas, kekerasan dan struktur mikro, material S50C

Abstract

Fabrication of inducting heating system for heating treatment in S50C materials have been done. This inducting heating system has dimensions of 350x230x200 mm, the input voltage of 12 VDC, equipped with a timer control and ampere meter as an indicator of output current. Inducting heating system testing on the material S50C was done by varying tempering process (30, 60, 90, 120 and 150 s). Hardness and microstructure test using Auto Vickers Future Tech type FV-300. The results showed that the hardness increased with increasing tempering time from 191 Hv to 572 Hv. S50C materials microstructure was transformed from ferrite and pearlite phase into martensite phase.

Keyword: Inducting heater, heat treatment, hardness and microstructure, material S50C

PENDAHULUAN

Baja (*steel*) adalah paduan besi karbon yang mengandung kadar karbon kurang dari 2% [1]. Hingga saat ini baja mempunyai peranan penting sebagai material konstruksi dan manufaktur. Hal ini disebabkan baja mempunyai keunggulan dalam sifat mekanik, seperti kekuatan, kekerasan dan ketahanan aus. Namun, berbagai upaya terus dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik dan mendapatkan material dengan kekerasan yang tinggi serta massa jenis yang tetap.

Untuk menghasilkan baja yang memiliki kekuatan lebih tinggi harus dilakukan proses manufaktur, teknologi perlakuan panas dan penambahan unsur paduan [2]. Beberapa pengetahuan struktur baja, seperti *ferrite*, *pearlite*, *bainite*, *martensite* dan *austenite*, yang masing-masing memiliki sifat mekanik yang sangat berbeda [2-4]. Secara konvensional,

kekerasan diperoleh dengan austenisasi *quenching* untuk mendapatkan fase *martensite* dan ditempering untuk melunakkan [5]. Secara umum *quenching* dan *tempering* terbukti menghasilkan kekuatan baja yang dapat dicapai dengan pengendapan dari penyebaran paduan *carbide* selama tempering [6].

Perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan suatu proses mengubah sifat mekanik logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam [7]. Pada pemanas induksi, arus listrik bolak-balik dari *power unit* mengalir melalui koil yang terbuat dari tembaga. Arus ini akan menimbulkan medan elektromagnetik yang besarnya berubah-ubah dan membangkitkan arus listrik pada material logam yang ada di dalamnya. Arus listrik yang timbul (*arus eddy*) menimbulkan panas yang selanjutnya dapat dimanfaatkan

untuk memanaskan dan mencairkan logam tersebut.

Pemanas induksi merupakan teknologi yang banyak dikembangkan diberbagai industri, seperti pengerasan permukaan pada industri komponen otomotif, pengelasan pada industri manufaktur logam, teknologi pemanasan pada industri pengecoran dan teknologi pemanasan pada industri pembentukan logam [8]. Pada teknologi pengerasan logam, pemanas induksi memiliki keuntungan yaitu akurasi titik atau lokasi pemanasan dan temperatur pemanasan [9]. Akibat pemanasan yang bersifat selektif maka energi yang diperlukan lebih sedikit daripada pemanasan pada keseluruhan produk, waktu yang dibutuhkan lebih singkat dan mengurangi distorsi panas yang berlebihan.

Beberapa penelitian telah dilakukan berkaitan dengan simulasi dan pemodelan pengerasan permukaan [10-12], uji coba pengerasan permukaan menggunakan pemanas induksi pada roda gigi [13] dan pemanfaatan pemanas induksi untuk beberapa keperluan IKM [14]. Pembuatan pin dari material ST 60 dan pengerasan *quenching* menggunakan alat pemanas induksi dan menghasilkan nilai kekerasan permukaan yang berkisar antara 55-60 HRC [15].

Temperatur merupakan salah satu faktor penting untuk mengubah sifat material, seperti kekerasan dan struktur mikro suatu logam. Pada penelitian ini akan dibuat sistem pemanas induksi yang akan digunakan untuk proses pemanasan material S50C dengan variasi lama waktu pemanasan (*tempering*). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh *tempering* dari pemanas induksi terhadap kekerasan dan struktur mikro material S50C.

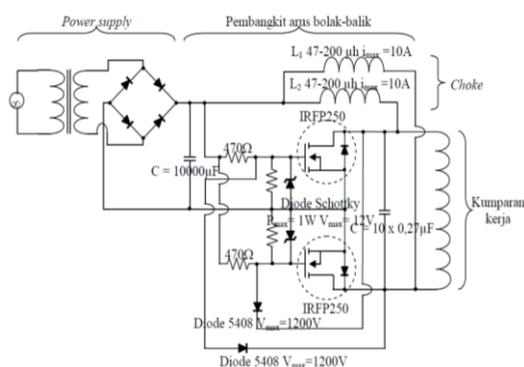
METODE PENELITIAN

Material Benda Uji

Material yang digunakan sebagai benda uji adalah baja karbon sedang S50C dengan kadar karbon berkisar 0,45 – 0,5 %, diameter 6 mm dan panjang 60 mm.

Peralatan Penelitian

Peralatan utama yang digunakan dalam pembuatan sistem pemanas induksi adalah rangkaian catu daya, rangkaian control, penggerak, inverter dan koil (diameter 28 mm, jumlah lilitan 6 buah, tinggi 40 mm). Skema rangkaian sistem pemanas induksi disajikan pada **Gambar 1** berikut.



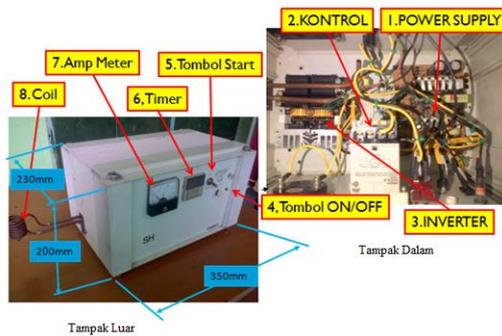
Gambar 1. Skema rangkaian sistem pemanas induksi

Prosedur Pengujian

Sistem pemanas induksi yang telah dibuat selanjutnya dilakukan pengujian pada material S50C. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan waktu *tempering* yaitu 30, 60, 90, 120 dan 150 detik. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan *Infrared Thermometer Krisbow type KW06-409* dan uji kekerasan serta struktur mikro menggunakan *Auto vikers Future Tech type FV-300*.

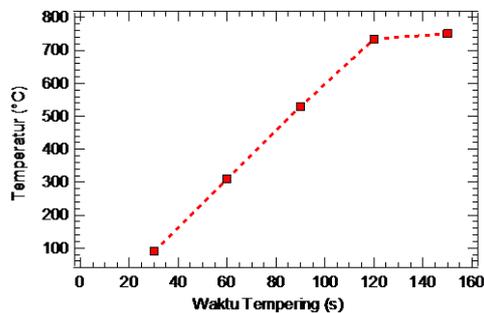
HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan sistem pemanas induksi serta pengujiannya untuk pemanasan material S50C. Sistem pemanas yang dibuat memiliki dimensi 350x230x200 mm, dengan tegangan masukan tetap 12 VDC, dilengkapi dengan timer control (Omron type H3CA) dan Ampere meter maksimum 15 A (Daiichi type PMK-60C). Sistem pemanas induksi yang telah dibuat ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Sistem pemanas induksi elektromagnetik

Pengujian sistem pemanas pada material S50C dilakukan dengan variasi lama waktu pemanasan (*tempering*), yaitu 30, 60, 90, 120 dan 150 detik. Temperatur yang didapatkan pada sistem pemanas dapat dilihat pada Gambar 3.

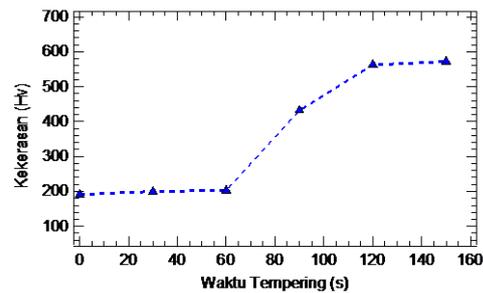


Gambar 3. Temperatur yang dihasilkan sistem pemanas induksi

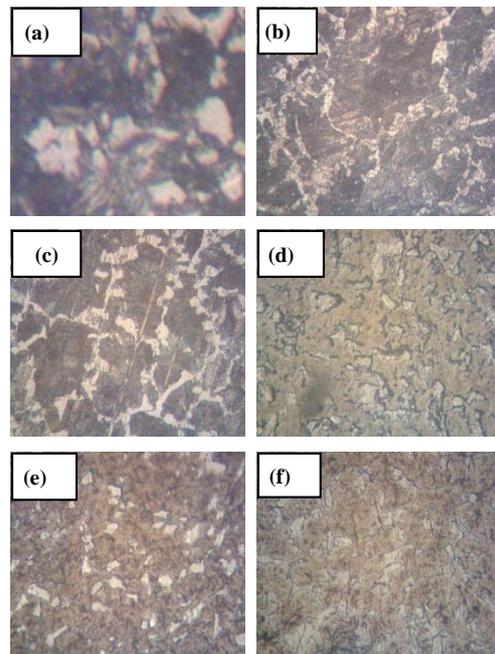
Temperatur akhir yang dihasilkan sistem pemanas dengan lama waktu tempering 30, 60, 90, 120 dan 150 detik masing-masing adalah 90 °C, 310 °C, 530 °C, 735 °C dan 751 °C. Hasil menunjukkan bahwa sistem pemanas induksi efektif untuk menghasilkan temperatur tinggi, terbukti dihasilkan temperatur sebesar 751 °C selama 150 detik.

Pengaruh waktu pemanasan (*tempering*) terhadap kekerasan material S50C disajikan pada Gambar 4. Tampak jelas pengaruh *tempering* terhadap kekerasan material S50C. Kekerasan material S50C sebelum pemanasan sebesar 191 Hv, sedangkan pada pemanasan awal selama 30 detik (90 °C) dan 60 detik (310 °C) masing-masing memiliki kekerasan sebesar

200 Hv dan 203 Hv. Terlihat bahwa kekerasan meningkat tetapi belum signifikan. Hal ini terjadi karena temperatur pemanasan belum mencapai suhu austenite, dimana komposisi fasa ferrite dan pearlite masih seimbang dan dominan. Pada saat tempering 90, 120 dan 150 detik kekerasan material S50C meningkat secara signifikan masing-masing sebesar 432 Hv, 563 Hv dan 572 Hv. Hal ini terjadi karena material telah mencapai suhu austenite dan terbentuk fasa baru yaitu fasa martensite.



Gambar 4. Pengaruh *tempering* terhadap kekerasan material S50C



Gambar 5. Struktur mikro material S50C (a) tanpa pemanasan, (b) 30s, (c) 60s, (d) 90s, (e) 120s dan (f) 150s.

Struktur mikro material S50C setelah perlakuan panas (*heat treatment*) menggunakan pemanas induksi dapat dilihat pada **Gambar 5**. Struktur mikro material S50C sebelum *heat treatment* memiliki fasa *ferrite* (putih) dan *pearlite* (hitam) dengan komposisi yang seimbang dan dominan (Gambar 5.a). Struktur mulai berubah saat dilakukan *tempering* selama 30 detik dan 60 detik, tetapi fasa *ferrite* dan *pearlite* masih dominan (Gambar 5b dan 5c). Fasa *ferrite* sedikit dan struktur mulai rapat saat *tempering* selama 90 detik (Gambar 5d). Fasa *martensite* mulai tampak saat *tempering* 120 detik (Gambar 5e) dan dominan saat *tempering* 150 detik (Gambar 5f)

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemanas induksi efektif untuk melakukan proses *tempering* dengan temperatur mencapai 751 °C. Pengujian *heat treatment* pada material S50C menunjukkan kenaikan kekerasan dari 191 Hv menjadi 572 Hv dengan perubahan struktur mikro dari fasa *ferrite* dan *pearlite* menjadi fasa *martensite*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen dan mahasiswa Teknik Mesin UNSIKA yang telah membantu dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Smallman, R.E. dan Bishop, R.J., 2000, *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material*, Erlangga, Jakarta.
- [2] ASM Handbook Committee, 1985, *Metals Handbook*, Volume 9 Edisi 9, *Metallography and Microstructures*, American Society for Metals International, New York.
- [3] ASM Handbook Committee, 1986, *Metal Handbook*, Volume 6 Edisi 8, *Welding, Brazing and Soldering*, American Society for Metals International, New York.
- [4] ASM Handbook Committee, 1991, *Metals Handbook*, Volume 4, *Heat Treating*, American Society for Metals International, New York.
- [5] Krauss G., 2006, *Steel Processing, Structure, and Performance*, Ohio
- [6] Bala, P., Pacyna, J., and Krawczyk, J., 2007. *The kinetics of phase transformations during tempering of low alloy medium carbon steel*, International Scientific Journal of the Committee of Materials Science of the Polish Academy of Sciences vol. 28, no. 2. Feb. 2007. pp. 98-104.
- [7] S. Mizhar dan Suherman, 2011, *Pengaruh perbedaan kondisi tempering terhadap struktur mikro dan kekerasan dari baja AISI 4140*, Jurnal Dinamis, Vol. II No.8, ISSN 0216-7492
- [8] V. Rudnev, D. Loveless, R. Cook dan M. Black, 2003, *Handbook of Induction Heating*, Marcel Dekker Inc., USA.
- [9] E. Bowyer, 1987, *Practical Heat Treating*, American Society for Metal (ASM), Ohio, US.
- [10] R. Ismail, M. Tauviquirrahman, Jamari dan D.J. Schipper, 2009, *Finite Element Analysis of Sliding Contact of a Hard Cylinder on a Layered Elastic-Plastic Solid*, *Proceedings of International Conference on Advances Mechanical Engineering (ICAME)*, Shah Alam, Malaysia.
- [11] R. Ismail, M. Tauviquirrahman, Jamari dan D.J. Schipper, 2009, *The Finite Element Study of Static Contact on Multilayered Solids*, *The 6th International Conference on Numerical Analysis in Engineering*, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.
- [12] Jamari, R. Ismail dan M. Tauviquirrahman, 2011, *Modeling of Surface Hardening Layer on Transmission Gear*, *International Conference and Exhibition on Sustainable Energy and Advanced Materials (ICE SEAM 2011)* Solo-Indonesia.
- [13] R. Ismail, Jamari, M. Tauviquirrahman, Sugiyanto dan T. Andromeda, 2011, *Surface Hardening Characterization of*

- Transmission Gears, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2*, Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- [14] R. Ismail, M. Tauviquirrahman, A.P. Bayuseno, Sugiyanto dan Jamari, 2013, *Pemanfaatan Alat Pemanas Induksi untuk Industri Kecil dan Menengah, Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Teknologi Kejuruan*, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- [15] R. Ismail, D. I. Prasetyo, M. Tauviquirrahman, E. Yohana dan A.P. Bayuseno, 2014, *Induction Hardening of Carbon Steel Material: The Effect of Specimen Diameter*, *International Conference on Key of Engineering (ICKEM)*, Accepted

