

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN PADA PERMUKAAN
BAJA KARBON DENGAN MENGGUNAKAN ALAT
PEMANAS INDUKSI DENGAN MEMVARIASIKAN UKURAN
DIAMETER SPESIMEN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

ILHAM ADITYA HERMAWAN
D 200 217 248

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN PADA PERMUKAAN BAJA
KARBON DENGAN MENGGUNAKAN ALAT PEMANAS INDUKSI
DENGAN MEMVARIASIKAN UKURAN DIAMETER SPESIMEN**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

ILHAM ADITYA HERMAWAN

D200217248

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



(Patna Partono, ST., M.T.)

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN PADA PERMUKAAN BAJA
KARBON DENGAN MENGGUNAKAN ALAT PEMANAS INDUKSI
DENGAN MEMVARIASIKAN UKURAN DIAMETER SPESIMEN**

Oleh:

ILHAM ADITYA HERMAWAN

D200217248

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

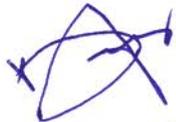
Pada Hari Senin, 15 Agustus 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. **Patna Partono, ST., M.T.**

(Ketua Dewan Penguji)

()

2. **Ir. Sartono Putro, M.T.**

(Anggota I Dewan Penguji)

()

3. **Dr. Agus Yulianto, S.T., M.T.**

(Anggota II Dewan Penguji)

()



Dekan Fakultas Teknik

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIDN : 0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 11 Oktober 2022

Penulis



ILHAM ADITYA HERMAWAN

D200217248

STUDI PENINGKATAN KEKERASAN PADA PERMUKAAN BAJA KARBON DENGAN MENGGUNAKAN ALAT PEMANAS INDUKSI DENGAN MEMVARIASIKAN UKURAN DIAMETER SPESIMEN

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh jarak permukaan koil pada pemanas induksi dengan permukaan spesimen baja karbon, atau dengan memvariasikan ukuran diameter spesimen, yaitu dengan ukuran diameter 4 mm, 5 mm, dan 6 mm. Setelah semua spesimen baja karbon dipanaskan dengan pemanas induksi dan mencapai fasa austenite kemudian dilakukan quenching dengan media air es. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan pada masing-masing spesimen didapatkan ukuran butiran ferit lebih kecil pada bagian tepi dibandingkan pada bagian tengah, dan ukuran butiran perlit di tepi lebih besar dibandingkan bagian tengah, sehingga kekerasan lebih tinggi di tepi daripada di tengah. Hal ini juga dapat dibuktikan dari hasil uji kekerasan micro Vickers. Kemudian ukuran diameter mempengaruhi ukuran butiran ferit dan perlit pada pengamatan struktur mikro dan kekerasan. Pada spesimen yang berdiameter 4 mm didapatkan 213,6 VHN, 193,7 VHN, dan 190,1 VHN. Pada spesimen yang berdiameter 5 mm didapatkan 282,2 VHN, 213,6 VHN, dan 193,7 VHN. Dan pada spesimen yang berdiameter 6 mm didapatkan 263,7 VHN, 257,9 VHN, dan 252,3 VHN.

Kata kunci: Baja karbon, pemanas induksi, ukuran diameter, quenching, struktur mikro, kekerasan.

Abstract

This study aims to compare the effect of the surface distance of the coil on the induction heater with the surface of the carbon steel specimen, or by varying the diameter of the specimen, namely with a diameter of 4 mm, 5 mm, and 6 mm. After all the carbon steel specimens were heated by induction heating and reached the austenite phase, then quenching was carried out with ice water as a medium. The results of the microstructure observation showed that in each specimen the ferrite grain size was smaller at the edges than at the center, and the pearlite grain size at the edges was larger than at the center, so that the hardness was higher at the edges than in the middle. This can also be proven from the results of the micro Vickers hardness test. Then the diameter size affects the grain size of ferrite and pearlite on the observation of microstructure and hardness. In specimens with a diameter of 4 mm obtained 213.6 VHN, 193.7 VHN, and 190.1 VHN. In specimens with a diameter of 5 mm, 282.2 VHN, 213.6 VHN, and 193.7 VHN were obtained. And on specimens with a diameter of 6 mm obtained 263.7 VHN, 257.9 VHN, and 252.3 VHN.

Key words: Carbon steel, induction heater, diameter size, quenching, micro structure, hardness

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan kekerasan komponen seperti bantalan, poros, katup mesin dan lain-lain mutlak diperlukan untuk mencegah terjadinya deformasi plastis dan keausan dalam pemakaiannya. Berbagai perlakuan diberikan guna memperlambat terjadinya peristiwa deformasi plastis dan keausan tersebut diantaranya dengan pembentukan lapisan keras dengan berbagai proses pengerasan permukaan (Kusharjanto et al., 2007). Pengerasan induksi merupakan salah satu metoda yang dipakai pada proses pengerasan permukaan karena memiliki beberapa kelebihan :

- a. Mudah dalam pengontrolan dan pengoptimasian
- b. Lebih efisien dalam penggunaan tempat
- c. Tidak berisik dan bersih

Proses perlakuan panas pada logam sangat bermanfaat untuk mendapatkan logam yang berkualitas dan memiliki sifat-sifat fisik meliputi konduktivitas listrik, struktur mikro, densitas, dan sifat mekanis yang baik terutama dalam hal kekerasan, kelenturan, dan pengerjaan dari sifat asal. Perlakuan panas (*heat treatment*) adalah proses yang melibatkan pemanasan dan pendinginan secara sengaja untuk mengubah sifat fisik logam, khususnya struktur mikro, sehingga diperoleh penguatan atau pengerasan maupun pelunakan material. Untuk baja, pengerasan dilakukan dengan memanaskan material di atas temperature transformasi atas (A_3) selama beberapa saat kemudian didinginkan dngan cepat (*quench*) menggunakan media pendingin brine, air, minyak maupun udara bertekanan. Proses ini menghasilkan struktur mikro martensit yang keras (Raharjo & Kusharjanta, 2013)

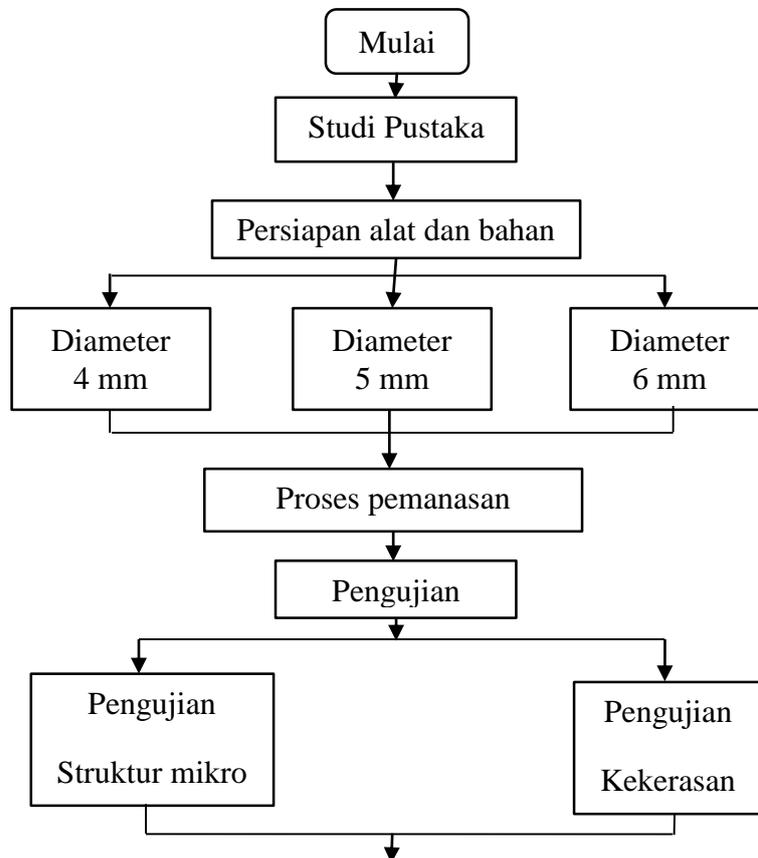
Induction heater merupakan salah satu teknik pemanasan logam dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik dari gelombang AC frekuensi tinggi (Kurniawan et al., 2020). Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada objek timbul arus *eddy* atau arus pusat yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet yang menembus objek. *Induction Heater* memanfaatkan rugi-rugi yang terjadi pada kumparan penginduksi. Arus

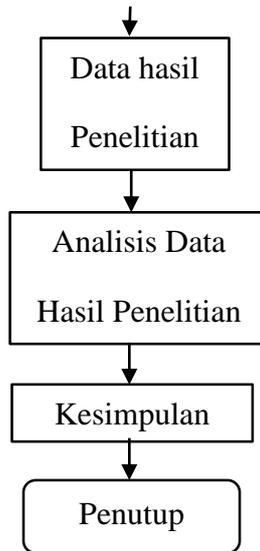
eddy berperan dominan dalam proses *induction heating*, panas yang dihasilkan pada material sangat bergantung pada besarnya arus *eddy* yang diinduksikan oleh lilitan penginduksi.

Heat Treatment dengan pemanas induksi dapat menurunkan waktu pemanasan, menghemat energi, dan aman karena panas hanya setempat. Baja yang akan diperlakukan panas dengan temperature dan didinginkan dengan media pendingin tertentu mempengaruhi sifat baja tersebut. Sehingga bila diketahui tingkat perbandingan sifat mekanis dengan kesesuaiannya terhadap aplikasi dan kegunaannya, maka dapat diambil suatu keputusan untuk menggunakan proses pemanasan pada temperature tertentu dan pada media pendingin yang tepat, agar menghemat waktu dan biaya produksi.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian





Gambar 1 Diagram alir penelitian

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

- a. Baja
- b. Mesin pemanas induksi
- c. *Power supply*
- d. Kabel
- e. Spidol
- f. Sarung tangan
- g. Amplas
- h. Mesin poles
- i. Autosol
- j. Etsa
- k. Mesin *mounting*
- l. Mikroskop optic
- m. Alat uji kekerasan

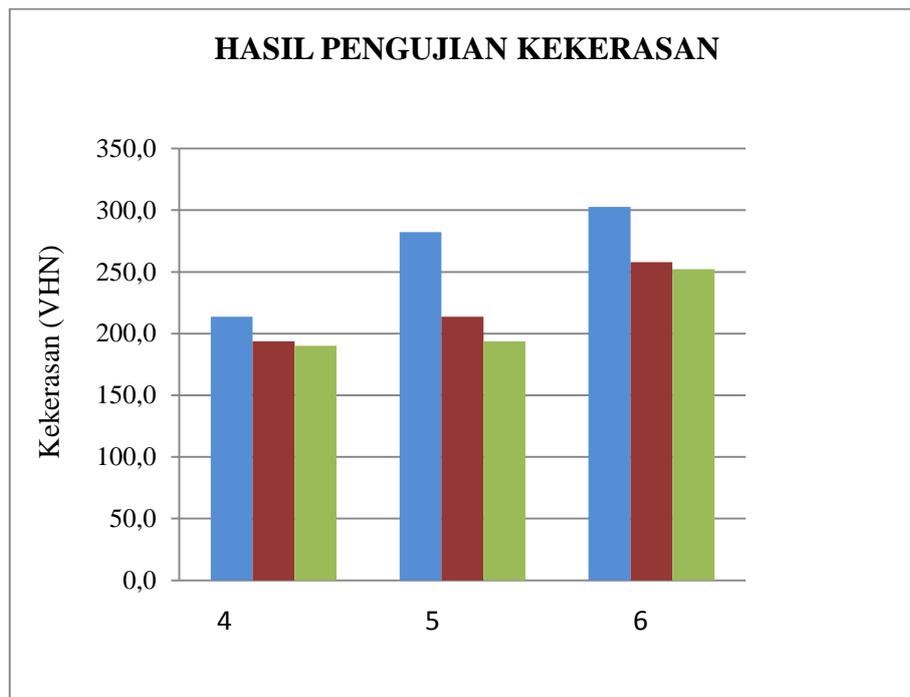
3. HASIL PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan

Tabel 1. Data hasil pengujian *Vickers*

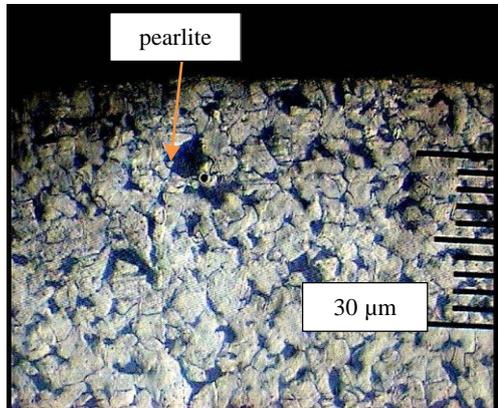
No	Variasi Spesimen	Jarak Titik Uji	Diagonal		Kekerasan	Rata-rata
		dari Tepi (mm)	D1 (μm)	D2 (μm)	(VHN)	
1	Diameter 4	0.1	42	42	213.6	199.13
		1.0	43	44	193.7	

		2.0	44	44	190.1	
2	Diameter 5	0.1	36	37	282.2	229.82
		1.2	42	42	213.6	
		2.5	43	44	193.7	
3	Diameter 6	0.1	38	38	302.8	271.01
		1.5	38	38	257.9	
		3.0	38	39	252.3	

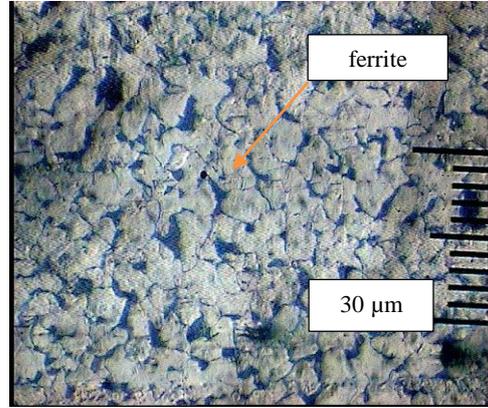


Gambar 2. Grafik uji kekerasan

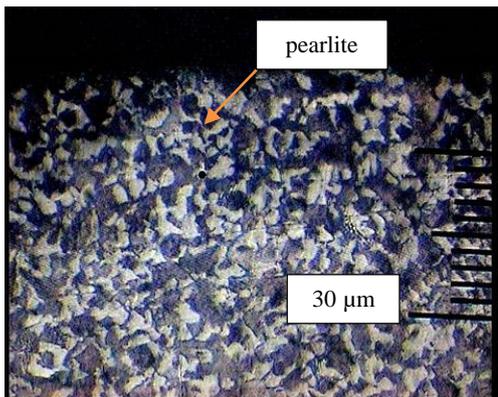
3.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro



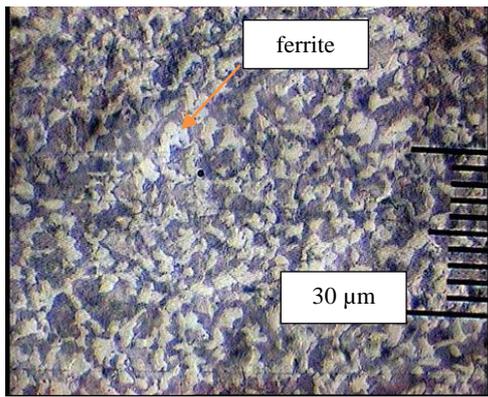
Gambar 3 Tepi diameter 4 mm perbesaran 100x



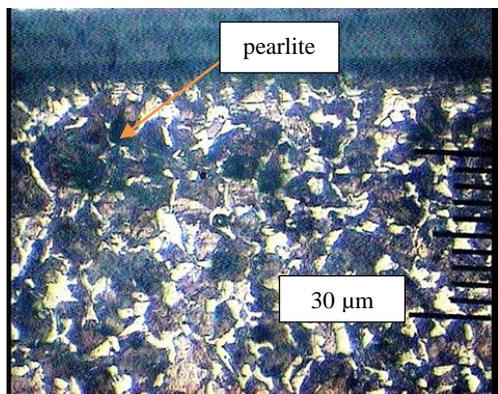
Gambar 4 Tengah diameter 4 mm perbesaran 100x



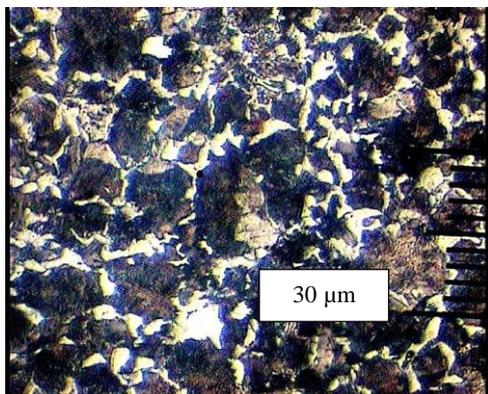
Gambar 5. Tepi diameter 5 mm perbesaran 100x



Gambar 6. Tengah diameter 5 mm perbesaran 100x



Gambar 7. Tepi diameter 6 mm perbesaran 100x



Gambar 8. Tengah diameter 6 mm perbesaran 100x

3.3 Pembahasan

Dari hasil dari pengujian kekerasan, pada bagian tepi spesimen lebih keras dibandingkan pada bagian tengah, spesimen yang berdiameter 4 mm didapatkan 213,6 VHN pada bagian tepi, pada jarak 1 mm dari tepi didapatkan 193,7 VHN dan pada bagian tengah didapatkan hasil sebesar 190,1 VHN. Pada spesimen yang berdiameter 5 mm didapat 282,2 VHN pada bagian tepi, pada jarak 1 mm dari tepi didapatkan 213,6 VHN dan pada bagian tengah didapatkan hasil sebesar 193,7 VHN. Pada spesimen yang berdiameter 6 mm didapat 302,8 VHN pada bagian tepi, pada jarak 1 mm dari tepi didapatkan 257,9 VHN dan pada bagian tengah didapatkan hasil sebesar 252,3 VHN, tingkat kekerasan lebih besar dari spesimen yang lainnya karena waktu pemanasan yang lebih lama dan jarak spesimen dengan koil lebih dekat yaitu 22 mm, maka penetrasi kekerasan semakin besar. Seperti yang disebutkan dalam jurnal (Susanto, 2007). Dari grafik kekerasan ketiga spesimen didapatkan tren penurunan kekerasan dari bagian tepi menuju ke tengah spesimen, dikarenakan pemanasan induksi lalu di-*quenching* dengan air es.

Dalam foto mikro dari ketiga spesimen, pada bagian tepi ukuran butiran ferit lebih kecil dibandingkan dengan bagian tengah. Ukuran butiran perlit bagian tepi lebih besar dibandingkan bagian tengah. Pada spesimen yang berdiameter 6 mm butiran ferit lebih kecil dibandingkan yang lainnya dan ukuran butiran perlit lebih besar dibandingkan yang lainnya, karena gap dengan koil pemanas induksi lebih dekat. Sedangkan pada gambar 6 dan 7 yaitu spesimen yang berdiameter 4 mm didapatkan butiran-butiran ferit lebih besar dibandingkan pada spesimen yang berdiameter 5 mm dan 6 mm karena waktu panas lebih cepat pada diameter yang lebih kecil.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan analisa data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil dari pengujian kekerasan, pada bagian tepi spesimen lebih keras dibandingkan pada bagian tengah, spesimen yang berdiameter 4 mm didapatkan 213,6 VHN pada bagian tepi, pada jarak 1 mm dari tepi didapatkan 193,7 VHN dan pada bagian tengah didapatkan hasil sebesar 190,1 VHN. Pada spesimen yang berdiameter 5 mm didapat 282,2 VHN pada bagian tepi, pada jarak 1 mm dari tepi didapatkan 213,6 VHN dan pada bagian tengah didapatkan hasil sebesar 193,7 VHN. Pada spesimen yang berdiameter 6 mm didapat 302,8 VHN pada bagian tepi, pada jarak 1 mm dari tepi didapatkan 257,9 VHN dan pada bagian tengah didapatkan hasil sebesar 252,3 VHN.
- b. Hasil kekerasan pada 3 variasi ukuran diameter baja karbon (4 mm, 5 mm, 6 mm) setelah proses *induction hardening* menunjukkan bahwa kekerasan yang paling tinggi adalah pada ukuran diameter 6 mm, yaitu 302,8 VHN (tepi), dan kekerasan yang paling rendah adalah pada ukuran 4 mm, yaitu 213,6 VHN (tepi).
- c. Tepi ukuran butiran ferit lebih kecil dibandingkan bagian tengah. Ukuran butiran perlit bagian tepi lebih besar dibandingkan bagian tengah.
- d. Ukuran butiran ferit pada diameter 6 mm lebih kecil dibandingkan yang lainnya dan ukuran butiran perlit lebih besar dibandingkan yang lainnya.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal antara lain:

- a. Meneliti pengaruh proses *annealing* dengan variasi suhu sebelum melakukan proses *induction hardening*.
- b. Meneliti pengaruh proses *annealing* dengan variasi waktu sebelum melakukan proses *induction hardening*.
- c. Meneliti pengaruh proses *normalizing* dengan variasi suhu sebelum melakukan proses *induction hardening*.
- d. Meneliti pengaruh proses *normalizing* dengan variasi waktu sebelum melakukan proses *induction hardening*.

DAFTAR PUSTAKA

- Callister, W.D., 2007. *Materials Science and Engineering an Introduction*. New York: John Wiley & Sons.
- Ismail, R., Aprilitama, N.R. & Sugiyanto, 2015. Pengamatan Struktur Mikro dan Kekerasan pada Roda Gigi Pasca Pengerasan Permukaan Menggunakan Pemanas Induksi. 17(3), pp.145-52.
- Iswanto, Widodo, E., Akbar, A. & Putra, A.K., 2020. Perbandingan Induction Hardening dengan Flame Hardening pada Sifat Fisik Baja ST. 19(2).
- Kurniawan, I., Aji, B.G., Muasih, I. & Susanto, Y., 2020. Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Proses Perlakuan Panas. 1.
- Kurniawan, I., Girawan, B.A., Muasih, I. & Susanto, Y., 2020. Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Proses Perlakuan Panas. *Journal of Mechanical Engineering and Science*, 1, pp.21-30.
- Kusharjanto, Akuan, A. & Irawan, A., 2007. Pengaruh Waktu Pemanasan Dan Jarak Koil Pada Pengerasan Induksi Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Baja KRUPP 1191. 6(1), pp.457-64.
- Manurung, V.A., Wibowo, Y.T.J. & Baskoro, S.Y., 2020. Panduan Metalografi. 1.
- Raharjo, W.P. & Kusharjanta, B., 2013. Rancang Bangun Pemanas Induksi Berkapasitas 600 W. 4, p.124.
- Sandyko, H., 2021. Pengaruh Perlakuan Panas Menggunakan Induction Heater Terhadap Kekerasan Material Baja ST 37.
- Suarsana, I.K., 2014. Pengetahuan Material Teknik.
- Susanto, T.D., 2007. Studi Pengerasan Permukaan Dengan Cara Pengerasan Induksi Pada Baja Paduan Rendah. 1, p.1.

Wildi, T., 1981. *Electrical Machines, Drives, and Power System*. Ohio: Prentice Hall.

Wong, F.K., 2004. High Frequency Transformer for Switching Mode Power Supplies.