

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

EXECUTIVE SUMMARY
Reg No: 01/SKRIPSI/TM/FTI/III-2026

Nama : Salman Alfariz
NPM : 2410017211092
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Pemanasan Induksi Pada Suhu 650°C Terhadap
Sifat Mekanik S355J2+N

Telah dikonsultasikan dan disetujui oleh pembimbing untuk di upload ke website.

Dr. Yovial Mahjoedin, M.T., (Pembimbing)



**PENGARUH PEMANASAN INDUKSI PADA SUHU 650°C TERHADAP
SIFAT MEKANIK S355J2+N**

PENGARUH PEMANASAN INDUKSI PADA SUHU 650°C TERHADAP SIFAT MEKANIK S355J2+N

Yovial Mahjoedin^{1*}, Salman Alfariz^{1*}, Edi Septe¹, dan Rizky Arman.¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email salmanharis29@gmail.com

*Corresponding author: yovial@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Pengaruh metode pemanasan induksi atau induction heating pada suhu 650°C terhadap material baja S355J2+N. Dimana baja struktural ini banyak digunakan di industri manufaktur alat berat dipilih karena keuletan dan ketangguhannya namun seringkali dalam proses pengelasan pada baja ini dapat menimbulkan distorsi serta menimbulkan perubahan struktur mikro dan meningkatkan sifat-sifat mekaniknya. Metode pemanasan induksi dipilih karena keunggulan dalam kecepatan pemanasan, kontrol suhu yang presisi, dan minimnya oksidasi sewaktu proses pelurusan material yang mengalami distorsi.

spesimen baja S355J2+N dipanaskan menggunakan metode pemanasan induksi pada suhu 650°C, dengan waktu penahanan dan laju pendinginan yang konstan pada suhu ruangan (*air cooling*). Setelah perlakuan panas, dilakukan pengujian kekerasan *Vickers (HV)* pada setiap spesimen untuk mengetahui perubahan kekerasan yang terjadi. Selain itu, observasi sifat mekanik juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari suhu 650°C pada saat induction heating pada material S355J2+N terhadap kekuatan mekanis pada proses pengujian *tensile*.

Hasil ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang parameter pada metode induction heating untuk pelurusan baja S355J2+N, serta sifat mekanis yang bisa berkontribusi pada pengembangan aplikasi material di industri manufaktur alat berat.

Kata Kunci: Pemanasan induksi/*Induction Heating*, Baja S355J2+N, Sifat Mekanik, Pelurusan, Suhu.

ABSTRACT

The effect of induction heating at 650°C on the mechanical properties and microstructural behavior of S355J2+N structural steel, a material widely used in heavy equipment manufacturing due to its high toughness and ductility. In welding and fabrication processes, this steel grade is prone to distortion, along with potential alterations in microstructure and mechanical properties. Induction heating was selected as the straightening method because of its advantages, including rapid heating rates, precise temperature control, and minimal oxidation during processing. In this research, S355J2+N specimens were heated to 650°C using an induction heating system, followed by a constant holding time and air cooling at room temperature. Post-treatment evaluations included Vickers hardness (HV) testing to determine changes in hardness values, as well as mechanical property assessment through tensile testing to analyse the influence of induction heating on strength and ductility. The results are expected to provide insight into the optimal parameters of induction heating for straightening S355J2+N steel and to enhance understanding of the resulting mechanical behavior, contributing to improved material application in heavy equipment manufacturing industries.

Keyword: Induction Heating, S355J2+N Steel, Mechanical Properties, Straightening, Temperature.

PENDAHULUAN

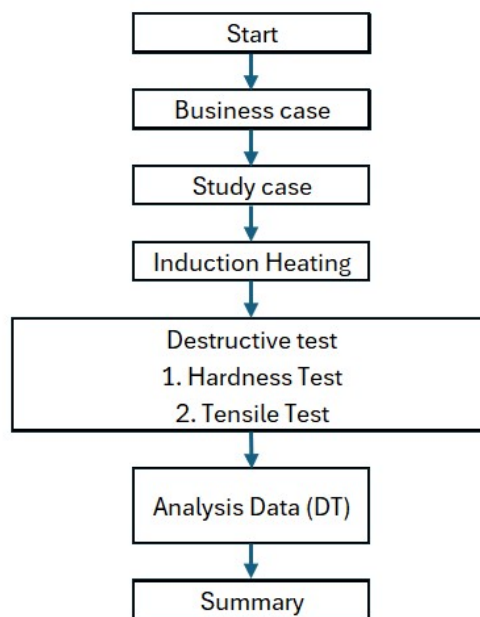
Salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk mengatasi distorsi pada struktur hasil pengelasan adalah **pemanasan induksi (*induction heating*)**. Metode pemanasan non-kontak ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana arus bolak-balik pada koil induksi menghasilkan medan magnet yang kemudian menginduksi arus eddy (*eddy current*) pada material konduktif. Arus eddy inilah yang menciptakan pemanasan secara internal akibat resistansi listrik material (Sri Kurniasih, 2021). *Induction heating* memiliki sejumlah keunggulan, antara lain kecepatan pemanasan yang tinggi, efisiensi energi, kontrol suhu yang presisi, zona pemanasan yang terlokalisasi, serta lingkungan kerja yang bersih tanpa nyala api (ENRX, 2015). Teknologi ini telah digunakan secara luas pada proses *heat treatment*, seperti pelurusan material (*material straightening*), *preheating*, maupun *post weld heat treatment (PWHT)*.

Menurut Callister (2018), pemanasan baja pada suhu sekitar 600–650°C dengan waktu penahanan tertentu dan pendinginan udara dapat mempengaruhi transformasi mikrostruktur, terutama pada baja karbon rendah hingga menengah. Perubahan ini dapat berdampak pada tingkat kekerasan serta kekuatan tarik material setelah proses *material straightening*.

Meskipun teknologi pemanasan induksi telah digunakan secara luas, data mengenai pengaruh temperatur tertentu khususnya 650°C, terhadap sifat mekanik baja S355J2+N masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada *induction hardening*, tempering, atau perlakuan panas konvensional pada baja lain (Sri Kurniasih dkk., 2021). Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengaruh pemanasan induksi dalam proses pelurusan material di industri alat berat, sekaligus menjadi referensi penting bagi pengembangan standar proses *heat treatment* dan pengendalian kualitas di lingkungan kerja penulis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan material baja struktural sebagai objek utama pengujian. Pemilihan material ini didasarkan pada relevansinya dalam aplikasi teknik dalam pembuatan alat berat dan ketersediaannya untuk pengujian laboratorium. Adapun metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis metode kualitatif yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis dengan data yang sudah ada. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa terhadap material uji dengan harapan tidak ada perubahan mekanis secara signifikan sewaktu perbaikan distorsi pada join pengelasan di PT. Alat berat Batam agar bekerja secara optimal dan efisien sesuai standar.

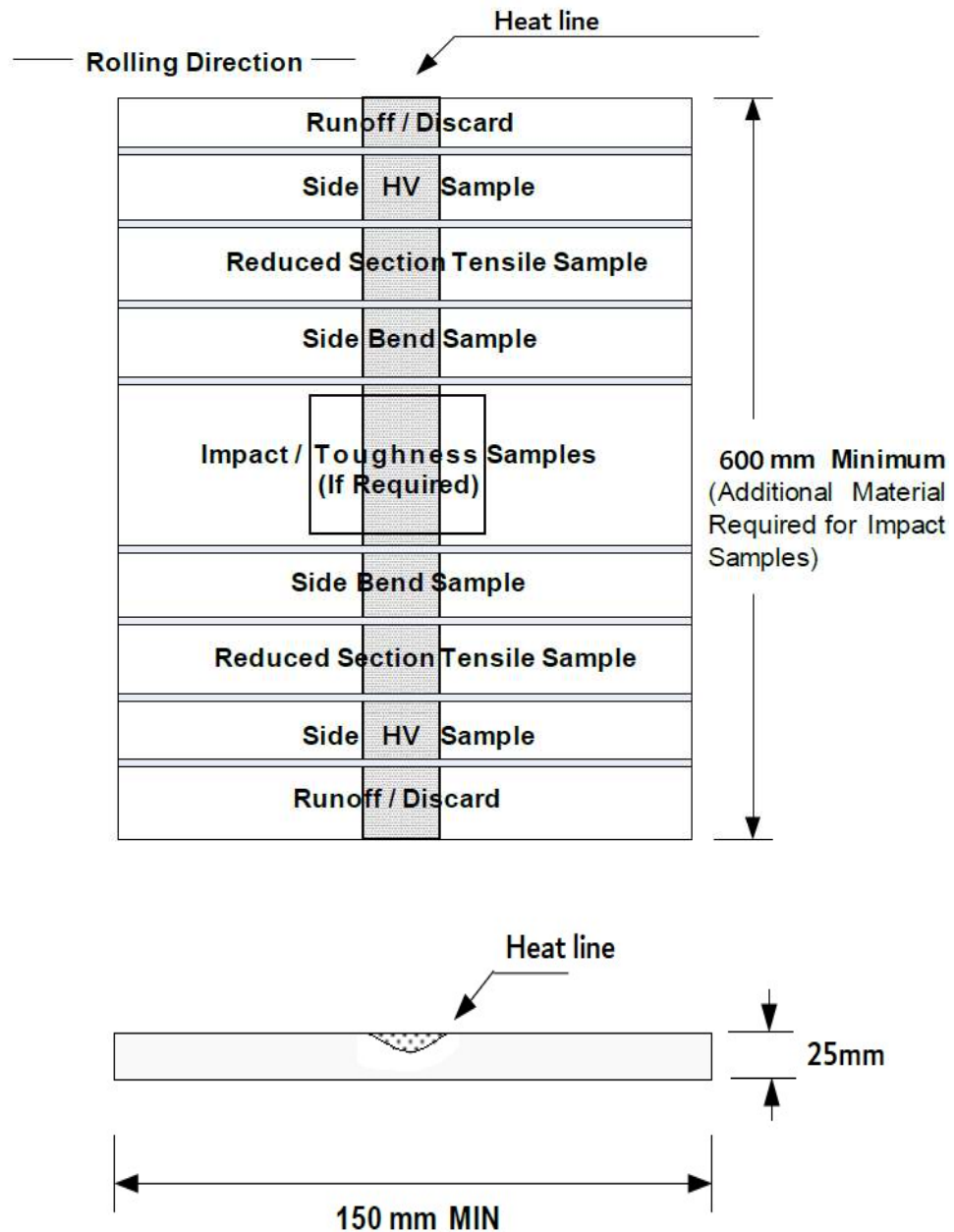


Gambar 3. 1 Chart flow Penelitian

- Penentuan bahan yang akan digunakan (*raw material*)
Untuk studi ini, penulis memakai material dan juga alat agar mudah melakukan penelitian. Dimana peralatan maupun juga material yang digunakan yaitu:

1. Material S355J2+N

Dimensi yang di gunakan Panjang x Lebar x Ketebalan (600mm x 150mm x 25mm) seperti gambar dibawah:



Gambar 3.2 Ukuran Test Coupon

2. Mesin pemanas induksi

Di pakai untuk methoda Pelurusan induksi (*induction straightening*) dengan menggunakan kumparan untuk menghasilkan panas terlokalisasi di zona pemanasan yang telah ditentukan. Saat zona-zona ini mendingin, kolom-kolom tersebut berkontraksi, dan menarik logam ke kondisi yang lebih rata



Gambar 3. 3 Mesin pemanas induksi

3. Pirometer (*Pyrometer*)

Perangkat kontak ataupun non-kontak yang menangkap dan mengukur radiasi termal. Perangkat ini dapat digunakan untuk menentukan suhu dengan cepat dalam hitungan sepersekian detik.



Gambar 3. 4 Pirometer

4. Alat Uji Tarik

Alat ini digunakan untuk metode pengujian destruktif yang mana untuk mengukur dan mengevaluasi sifat-sifat mekanis baja. Dalam pengujian ini, sebuah spesimen baja standar ditarik secara perlahan dengan gaya aksial hingga spesimen tersebut putus



Gambar 3. 5 Alat uji tarik

5. Alat Uji Kekerasan

hardness tester, adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur seberapa besar ketahanan suatu material terhadap deformasi permanen, goresan, atau penetrasi



Gambar 3. 6 Alat uji kekerasan

- parameter awal yang akan diuji termasuk suhu
 - Penetapan Suhu Target: Suhu 650°C adalah suhu yang spesifik dan terkontrol yang ingin dicapai selama proses pemanasan induksi. Pemilihan suhu ini sangat krusial dan tergantung pada jenis material dan sifat akhir yang diinginkan.

Table 3. 1 Heat Color Temperature

Fire color	Temperature (°C)
Bright white	1300
White with yellow badge	1200
Light yellow	1100
Yellow	1000
Light orange-yellow	950
Orange-yellow	900
Orange-yellow with a hint of red	850
Light cherry blossom	800
Cherry blossom	750
Dark cherry blossom	700
Dark red	650
Reddish-brown	600

- Mengamati Suhu: Penting untuk memonitor suhu material secara akurat dengan *phyrometer*.



Gambar 3. 7 Warna Proses Pemanasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari uji destruktif sesuai ISO 15614:2004 (Hardness Test dan Tensile Test) kemudian dianalisis. Analisis ini bertujuan untuk memahami bagaimana perlakuan panas induksi pada suhu 650°C dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanis material Pada baja S355J2+N. termasuk kekuatan tarik, regangan, dan kekerasan permukaan.

Bab ini menyajikan hasil pengujian material S355J2+N yang telah mengalami proses induction heating pada suhu 650°C, dengan tebal pelat 25 mm. Dimana pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Tensile Test (Transverse to Induction fairing line)
2. Hardness Vickers Test (HV10)

Hasil Uji Tarik (*Tensile Test*)

Pengujian tarik dilakukan menggunakan metode BS EN ISO 6892-1:2016 pada dua spesimen, T1 dan T2, pada temperatur ruang 23–30°C. Nilai yang direkam meliputi tebal, lebar, luas efektif, beban maksimum, tegangan tarik maksimum (MPa), panjang acuan (gauge length) 80 mm, dan persen perpanjangan (A80). Perhitungan ulang dilakukan untuk memverifikasi konsistensi data

Data Hasil Uji Tarik

Table 4. 1 Parameter Spesimen

Parameter	T1	T2
Tebal material (mm)	24.24	24.22
Lebar material (mm)	20.13	20.11
Luas efektif (mm ²)	487.95	487.06
Beban Tarik Maksimum (kN)	408.41	405.72
Tegangan Tarik Maksimum (MPa)	537	533
Panjang acuan (mm)	80	80
Perpanjangan (%)	26	23

Hasil Uji Kekerasan (*Hardness Test HV10*)

Uji dilakukan menggunakan standar BS EN ISO 6507-1:2005 dengan beban indentasi 10 kgf (HV10).

Data Hasil Uji Kekerasan

Table 4. 2 Hasil *Hardness* sample 1

No. Titik	Lokasi	Nilai Kekerasan (HV10)
1	<i>Base Metal</i>	208
2	<i>Induction Area</i>	250
3	<i>Induction Area</i>	250
4	<i>Induction Area</i>	246
5	<i>Induction Area</i>	240
6	<i>Induction Area</i>	245
7	<i>Induction Area</i>	255
8	<i>Induction Area</i>	265
9	<i>Base Metal</i>	278

Table 4. 2 Hasil Hardness sample 2

No. Titik	Lokasi	Nilai Kekerasan (HV10)
1	<i>Base Metal</i>	265
2	<i>Induction Area</i>	263
3	<i>Induction Area</i>	278
4	<i>Induction Area</i>	279
5	<i>Induction Area</i>	292
6	<i>Induction Area</i>	286
7	<i>Induction Area</i>	274
8	<i>Induction Area</i>	259
9	<i>Base Metal</i>	257

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap material S355J2+N yang mengalami proses pemanasan induksi pada suhu 650°C dengan pendinginan udara, dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas tersebut tidak menurunkan performa mekanis material secara signifikan. Nilai *ultimate tensile strength (UTS)* berada pada kisaran 533–537 MPa, yang masih sesuai dengan batas spesifikasi standar untuk baja S355J2+N, sehingga menunjukkan bahwa kekuatan tarik material tetap terjaga pasca perlakuan. Proses pemanasan induksi juga menyebabkan peningkatan kekerasan dari 208 HV menjadi 278 HV. Meskipun terjadi kenaikan kekerasan, nilai tersebut masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk aplikasi struktural dan tidak menunjukkan indikasi *embrittlement* yang berlebihan. Selain itu, nilai keuletan (*ductility*) tetap stabil pada kisaran 23–26%, yang menunjukkan bahwa perubahan mikrostruktur akibat perlakuan panas tidak mengurangi kemampuan deformasi material secara signifikan. Secara keseluruhan, perlakuan pemanasan induksi pada suhu 650°C dinyatakan aman dan tidak merusak integritas mekanis material S355J2+N. Perubahan sifat material yang terjadi masih berada dalam batas kontrol yang diizinkan dan tidak mengganggu kelayakan material untuk digunakan pada aplikasi industri, khususnya pada proses pelurusan (*straightening*) dalam manufaktur alat berat

DAFTAR PUSTAKA

- American Welding Society (AWS) D1 Committee on Structural Welding. 2015. "Structural Welding Code — Steel"
- BOC. 2009. "Fundamental of flame straightening". Guildford, surrey GU2 7XY, The Linde Group.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. 2018. "Materials Science and Engineering: An Introduction" (10th ed.).
- ENRX, 2015. "Induction Heating Applications"
- E.J. Pavlina and C.J. Van Tyne, 2008 "Correlation of Yield Strength and Tensile Strength with Hardness for Steels"
- Fadhil I. Idan Alaa, O. Akimov, K. Kostyk. 2017. "Surface Hardening of Steel Parts" Odes'kyi Politechnichnyi Universytet. Pratsi.
- Haiwei Xu, Jiangping Cao, Gang Li, Yonggang Wu. 2016. "Resolution and application of electromagnetic induction heating technology". Sichuan zhongceliangyikeji CO., LTD, Chengdu Sichuan province, China
- Iswanto1, Edi Widodo, Ali Akbar, Angga Kharisma Putra. 2020. "Perbandingan Induction Hardening dengan Flame Hardening pada sifat fisik baja ST 60"
- ISO 6892-1. 2016. Metallic materials — Tensile Testing — Part 1: Method of test at room temperature
- ISO 6507-1. 2005. Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method
- ISO 15614. 2004. Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test
- J.J. Coryell1 , D. K. Matlock2 , J.G. Speer2, 2020. "The Effect of Induction Hardening on the Mechanical Properties of Steel With Controlled Prior Microstructures"
- John C. Lippold, 2015. "Welding metallurgy of stainless steels during resistance spot welding"
- Lydia Anggraini. 2018. "Analisa struktur mikro pada proses Firing dalam fabrikasi welded beam dengan bahan SM490YB," Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Presiden
- Nur Fitria Pujo Leksonowati1*, Salman Al Fariz1, dan Nurman Pamungkas1. 2021. "Studi pengaruh flame straightening terhadap kekerasan material High Strength Low Alloy (HSLA)" Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam
- Sri Kurniasih, Sudirman Syam, Febri Lumban Bantoruan. 2021. "Sistem pemanas induksi dengan menggunakan *Solenoid Coil* dan Mikrokontroler," Program Studi Teknik Elektro, Univeristas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang.