

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR REFORMING
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK
BAJA S355 J2+N**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Muhammad Arif Sufaat
Nim : 18511321
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Temperatur Reforming Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja S355 J2+N

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 12 Februari 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



(Ir. Fadelan, M.T.)

NIK. 19610509 199009 12

Dosen Pembimbing II,



(Yoyok Winardi, S.T., M.T.)

NIK. 19860803 201909 13

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



(Edy Kurniawan, S.T., M.T.)

NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin,



(Yoyok Winardi, S.T., M.T.)

NIK. 19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Arif Sufaat

Nim : 18511321

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul : “Pengaruh Variasi Temperatur Reforming Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja S355 J2+N” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang saya rancang/teliti didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan,serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 12 Februari 2024

Mahasiswa,



Muhammad Arif Sufaat

NIM. 18511321

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Muhammad Arif Sufaat
Nim : 18511321
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Temperatur Reforming Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja S355 J2+N

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (s1) pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 7 Februari 2024
Nilai :

Dosen Penguji

Dosen Penguji I,



(Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D)

NIK. 19870920 201204 12

Dosen Penguji II,



(Dr. Kuntang Winangun, M.Pd)

NIK. 19900421 202109 12

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,



(Edy Kurniawan, S.T., M.T)

NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin,







(Yoyok Winardi, S.T., M.T.)







NIK. 19860803 201909 13







**BERITA ACARA
BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Muhammad Arif Su'aat
 NIM : 18511321
 Judul Skripsi :
 Dosen Pembimbing I : Ir. Fatelan, M.T

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	25/6/22	Pengayahan Judul	Acc Judul Skripsi	
2	20/9/22	Bab 1	Latar belakang	
3	22/9/22	Bab 1	Latar belakang Rumusan masalah	
4	26/9/22	Bab 1	Batasan masalah Format penulisan	


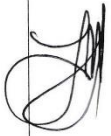


No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	30/22 9	Bab 1	Format penulisan Standar Pengujian	
6	3/22 10	Bab 2	Komposisi baja Temperatur heat treatment	
7	7/22 10	Bab 2	Suhu rekristalisasi baja format penulisan	
8	10/22 10	Bab 2	Pengujian bending three point Struktur mikro	
9	14/22 10	Bab 3	Waktu penelitian komposisi baja dan sifat mekanik	
10	17/22 10	Bab 3	Spesifikasi specimen format penulisan	







No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	20/22 10	Bab 3	Prosedur pengujian Diagram alir	
12	25/22 10	Bab 1-3	Acc Seminar proposal	
13	2/22 11	Revisi	pembuatan specimen	
14	22/29 1	Bab 4	Struktur fasa Hubungan antara variabel pengujian	
15	28/29 1	Bab 4-5	Kesimpulan Saran	
16	30/29 1	Bab 5	Acc Sidang	

**BERITA ACARA
BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Muhammad Arif Sufant
 NIM : 18511321
 Judul Skripsi :
 Dosen Pembimbing II : Yoyok Winardi, S.T., M.T

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	25/6/22	Pengajuan Judul	Acc Judul Skripsi	
2	20/9/22	Bab 1	Latar belakang Penelitian, referensi	
3	22/9/22	Bab 1	Rumusan masalah batasan masalah	
4	21/9/22	Bab 1	Batasan Masalah	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	30/22 9	Bab 1	format penulisan	
6	5/22 10	Bab 2	penelitian terdahulu t test treatment	
7	11/22 10	Bab 2	Format Gambar Format tabel	
8	19/22 10	Bab 2	Pengujian kekeratan	
9	21/22 10	Bab 3	Diagram Alir format penulisan	
10	25/22 10	Bab 3	Azc seminar proposal	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	2/22 11	Revisi	Pembuatan Apersepsi	
12	16/24 1	Bab 4	Struktur fase format gambar dan tabel	
13	19/24 1	Bab 4	pengujian ketepatan	
14	22/24 1	Bab 4	Revisi penulisan Lampiran	
15	24/24 1	Bab 5	kesimpulan dan Saran	
16	29/24 1	Dab 1-5	Ace sedang	

“MOTTO”

**DAN BERTEKADLAH UNTUK TIDAK MENGHARAPKAN APA YANG
DIMILIKI OLEH ORANG LAIN**

Rasulullah Muhammad ﷺ

HR. Imam Ahmad No. 23498 dan Ibnu Majah No.4171



PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kepada kedua orangtua saya, Ibu Satini dan Bapak Madarum *Rahimahullah* yang telah menyayangi, membesarkan, dan mendidik saya hingga saat ini, semoga Allah ﷻ memberikan rahmatNya yang luas dan mengampuni segala dosa dan kesalahan keduanya serta membalasnya dengan kebaikan.
2. Kepada kakak perempuan dan seluruh keluarga besar saya yang telah mendoakan dan mendampingi saya, semoga Allah ﷻ memberikan taufiq dan hidayahNya untuk kita semuanya.
3. Kepada bapak Supiyan dan seluruh keluarga, semoga Allah ﷻ memberikan taufiq dan hidayahNya untuk keluarga beliau
4. Kepada Bapak Ir. Fadelan, M.T selaku dosen pembimbing satu dan Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T selaku dosen pembimbing dua yang sabar dalam memberi arahan dan masukan dari awal hingga akhir penyusunan skripsi, semoga Allah ﷻ membalasnya dengan kebaikan
5. Seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu saya dengan ikhlas dan tanpa pamrih, semoga Allah ﷻ membalasnya dengan kebaikan



PENGARUH VARIASI TEMPERATUR REFORMING TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK BAJA S355 J2+N

Muhammad Arif Sufaat

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : arifsufaat26@gmail.com

Abstrak

Baja karbon rendah jenis S355 J2+N banyak dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam industri manufaktur, konstruksi bangunan, maupun industri manufaktur kereta api. Dalam industri manufaktur kereta api, baja S355 J2+N sebagai komponen utama penyusun pembuatan bogieframe. Dalam penelitian ini melakukan analisa perubahan struktur mikro, tingkat kekerasan dan kekuatan bending pada material baja S355 J2+N yang diberi perlakuan reforming dengan variasi temperatur 800°C dan 850°C dengan waktu penahanan selama 20 menit. Ditinjau dari hasil pengujian, struktur mikro baja S355 J2+N setelah reforming menunjukkan pola fasa pearlite dan fasa ferrite. Dan semakin tinggi temperatur yang digunakan, terjadi penyusutan yang berkala pada fasa pearlite dan fasa ferrite menjadi dominan. Nilai kekerasan tertinggi dimiliki baja sebelum reforming dengan hasil pengujian sebesar 22,049 VHN. Nilai kekerasan baja setelah reforming 800°C yaitu sebesar 21,4523 VHN dan pada reforming 850°C nilai kekerasannya turun sebesar 20,0536 VHN. Kemudian pada pengujian bending didapatkan nilai kekuatan bending tertinggi dimiliki baja sebelum reforming yang nilainya mencapai 83,05 N/mm². Kekuatan bending pada reforming 800°C yaitu sebesar 78,91 N/mm². Serta kekuatan bending terendah ada pada reforming 850°C yaitu sebesar 76,32 N/mm². Dari hasil pengujian kedua temperatur reforming, dapat disimpulkan bahwa pada reforming 800°C menjadi temperatur yang hasil pengujian strukturmikro dan sifat mekaniknya dapat mendekati baja pada kondisi sebelum reforming atau baja raw material.

Kata Kunci : S355 J2+N, Reforming, Struktur Mikro, Kekerasan, Kekuatan Bending

EFFECT OF REFORMING TEMPERATURE VARIATION ON MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF S355 J2+N STEEL

Muhammad Arif Sufaat

Mechanical Engineering, Faculty Engineering, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : arifsufaat26@gmail.com

Abstract

Low carbon steel type S355 J2+N is widely used as the main material in the manufacturing industry, building construction, and the train manufacturing industry. In the railroad manufacturing industry, S355 J2+N steel is used as the main component that makes up the bogieframe. This study analyzes changes in microstructure, hardness, and bending strength of S355 J2+N steel material treated with reforming treatment with temperature variations of 800°C and 850°C with a holding time of 20 minutes. Based on the test result, the microstructure of S355 J2+N steel after reforming shows a pattern of pearlite and ferrite phase. And the higher the temperature used, there is a periodic shrinkage in the pearlite phase the ferrite phase becomes dominant. The highest hardness value is owned by steel before reforming with test result of 22,049 VHN. The hardness value of steel after 800°C reforming is 21,4523 HVN and at 850°C reforming the hardness value drops to 20,0536 HVN. Then in bending test, the highest bending strength value was obtained for steel before reforming, which reached 83,05 N/mm². the bending strength at 800°C reforming is 78,91 N/mm². and the lowest bending strength is at 850°C reforming which is 76,32 N/mm². from the result of the two temperature reforming, it can be concluded that 800°C reforming is a temperature whose microstructure and mechanical properties can approach steel in conditions before reforming or raw material steel.

Keywords : S355 J2+N, Reforming, Mikrostruktur, Hardness Test, Bending Test

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah ﷻ yang karena nikmatNya segala urusan setiap hamba menjadi terlaksana, sehingga skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Temperatur Reforming Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja S355 J2+N” dapat terselesaikan sesuai waktu yang diharapkan.

Dalam prosesnya, penyusunan skripsi ini tidak lepas dari adanya hambatan, namun dengan karunia yang Allah ﷻ berikan serta bantuan dan dukungan dari berbagai pihak maka penyusunan skripsi ini dapat dirampungkan. Dan dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Happy Susanto, M.A. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo
2. Edy Kurniawan, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo
3. Yoyok Winardi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo dan Dosen Pembimbing dua yang selalu memberikan arahan, masukan, dan ilmunya dalam penyusunan skripsi penulis
4. Ir. Fadelan, M.T selaku Dosen Pembimbing satu yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan ilmunya dalam penyusunan skripsi penulis
5. Munaji, S.Si., M.Si selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo
6. Krisna Slamet Rasyid, S.T. selaku Laboran Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo
7. Kedua orangtua dan seluruh keluarga besar yang selalu menyayangi dan mendoakan penulis hingga penyusunan skripsi ini selesai
8. Teman-teman teknik mesin 2018 yang selalu memberikan dukungan dan motivasi hingga penyusunan skripsi ini selesai

Terakhir, semoga Allah ﷻ memberikan balasan kebaikan atas semua jasa dari seluruh pihak tersebut diatas yang telah banyak membantu penulis merampungkan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki celah kesalahan dan tidak bisa dikatakan sempurna. Maka dari itu di masa depan, penulis berharap skripsi ini dapat membantu banyak akademisi dalam menyusun topik yang terkait dengan skripsi penulis ini.

Ponorogo, 29 Januari 2024

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
MOTTO	xi
PERSEMBAHAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Dasar Teori.....	8

2.2.1 Baja.....	8
2.2.2 Baja S355 J2+N.....	9
2.2.3 Struktur Ferrite Dan Pearlite.....	10
2.2.4 Gas Metal Arc Welding.....	10
2.2.5 Distorsi Dan Tegangan Sisa.....	13
2.2.6 Forging.....	14
2.3 Perlakuan Panas.....	14
2.3.1 Reforming.....	14
2.3.2 Hardening.....	15
2.3.3 Normalizing.....	15
2.3.4 Tempering.....	15
2.4 Pengujian.....	16
2.4.1 Metalography Test.....	16
2.4.2 Pengujian Bending.....	20
2.4.3 Pengujian Kekerasan.....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	27
3.2 Alat Dan Bahan.....	27
3.2.1 Alat.....	27
3.2.2 Bahan.....	28
3.3 Prosedur Penelitian.....	28
3.3.1 Pembuatan Spesimen.....	28

3.3.2 Proses Heat Treatment.....	30
3.3.3 Proses Reforming.....	30
3.4 Prosedur Pengujian.....	30
3.4.1 Pengujian Struktur Mikro	30
3.4.2 Pengujian Kekerasan Vickers	31
3.4.3 Pengujian Bending.....	31
3.5 Diagram Alir.....	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro	34
4.2 Hasil Penegujian Kekerasan.....	37
4.3 Hasil Pengujian Bending	40
BAB 5 PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia baja S355 J2+N (%).....	10
Tabel 2.2 Jenis cairan etsa.....	19
Tabel 3.1 Komposisi kimia baja S355J2+N (%).....	28
Tabel 3.2 Sifat mekanik baja S355J2+N.....	28
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan	38
Tabel 4.2 Hasil pengujian bending.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan antara karbon dan sifat mekanis	8
Gambar 2.2 Proses pengelasan GMAW.....	11
Gambar 2.3 Mode globular transfer	11
Gambar 2.4 Mode spray transfer.....	12
Gambar 2.5 Mode short-circuiting transfer.....	12
Gambar 2.6 Three point bending	21
Gambar 2.7 Four point bending	21
Gambar 2.8 Kurva hubungan antara tegangan dan defleksi	22
Gambar 2.9 Metode pengujian brinell	24
Gambar 2.10 Metode pengujian vickers	25
Gambar 2.11 Metode pengujian rockwell.....	25
Gambar 3.1 Spesimen uji mikro	28
Gambar 3.2 Spesimen uji kekerasan	29
Gambar 3.3 Spesimen uji bending	30
Gambar 3.4 Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 4.1 Foto struktur mikro	34
Gambar 4.2 Grafik nilai pengujian kekerasan.....	38
Gambar 4.3 Grafik nilai kekuatan bending	41