

**ANALISA PENGARUH PROSES REFORMING TERHADAP KEKUATAN  
TARIK DAN KEKERASAN PADA MATERIAL BAJA SPA-H**

**SKRIPSI**

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



**ENDRA PUTRA PAMUNGKAS**

**NIM 23511723**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO  
TAHUN 2026**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Endra Putra Pamungkas  
NIM : 23511723  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Proposal Skripsi : Analisa Pengaruh Proses *Reforming* Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Material Baja SPA-H

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, 27 Januari 2026

Menyetujui

Fadelan, Ir., M.T.  
NIK. 19610509 199009 12  
(Dosen Pembimbing Utama)



.....

Yoyok Winardi, S.T., M.T.  
NIK. 19860803 201909 13  
(Dosen Pembimbing Pendamping)



.....

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 : Endra Putra Pamungkas

Nim : 23511723

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : “Analisa Pengaruh Proses *Reforming* Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Material Baja SPA-H” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang dan teliti didalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya sendiri, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh oranglain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini terdapat unsur plagiarisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 27 Januari 2026

Mahasiswa



Endra Putra Pamungkas

NIM. 23511723

## HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Endra Putra Pamungkas  
NIM : 23511723  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Proposal Skripsi : Analisa Pengaruh Proses *Reforming* Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Material Baja SPA-H

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen Penguji Tugas Akhir Jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 02 Februari 2026  
Dosen Penguji

Fadelan, Ir., M.T. (Ketua Penguji)  
NIK. 19610509 199009 12



Yoyok Winardi, S.T., M.T. (Anggota Penguji I)  
NIK. 19860803 201909 13



Dr. Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd. (Anggota Penguji II)  
NIK. 19900421 201709 13



Dekan Fakultas Teknik,



  
Edy Kurniawan, S.T., M.T.  
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Yoyok Winardi, ST., MT.  
NIK. 19860803 201909 13

## BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI





Nama : Endra Putra Pamungkas







NIM : 23511723







Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH PROSES REFORMING  
TERHADAP KEKERASAN MATERIAL BAJA SPA-HI

Dosen Pembimbing Utama : FADELAN, Ir., MT.

### PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	21/2024 " "	Pengajuan Judul	* ACC Judul skripsi * Study Literatur	
2	7/2024 12	Bab I	* Perbaiki penulisan * perbaiki rumusan masalah * perbaiki Tujuan penelitian	
3	14/2025 01	Bab I	* Perbaiki Latar belakang * perbaiki batasan masalah *	
4	10/2025 3	Bab II	* Melengkapi tingkatan pustaka * perbaiki pemborosan tabel	





No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	11/03/2025	Bab <u>I</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* perbaiki tujuan penelitian &amp; pembahasan tabel</li> <li>* perbaiki penulisan</li> </ul>	
6	24-25/06/2025	Bab <u>II</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* perbaiki penulisan</li> <li>* perbaiki diagram alir</li> </ul>	
7	26/06/2025	semua Bab <u>III</u>	Cek proposal penelitian bab 1-3	
8	26/06/2025		Ace. Semprol	
9	5/12/2025	Bab <u>IV</u>	Perbaiki grafik uji perbaiki penulisan	
10	12/12/2025	Bab <u>IV</u>	Perbaiki tabel uji	




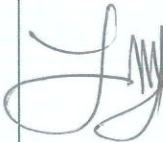
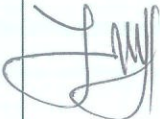

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	19/2025 /12	Bab <u>IV</u>	pengecekan grafik & tabel	
12	1/2026 /01	Bab <u>IV</u>	pengecekan penulisan konsultasi Bab <u>IV</u>	
13	9/2026 /01	Bab <u>IV</u>	penambahan pada kesimpulan	
14	13/2026 /01	Bab <u>IV</u>	penambahan pada Saran	
15	19/2026 /01		Cek Semua Bab	
16	24/2026 /01		Acc sidang	







## BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ENDRU PUTRA PAMUKSEAS  
 NIM : 23511723  
 Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH PROSES REFORMING TERHADAP  
 KEKERASAN PADA MATERIAL BAJA SPA-H  
 Dosen Pembimbing Pendamping : YOYOK WINARDI, ST., MT.

### PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	21/2024 /11	pengajuan judul	* ACC judul skripsi * study literatur.	
2	8/2024 /12	Bab I	* perbaiki penulisan * perbaiki rumusan masalah	
3	17/2025 /01	Bab II	* melengkapi tinjauan pustaka	
4	12/2025 /03	Bab II	* Tinjauan pustaka ok * lanjut bab III	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	29/2025 /03	Bab III	* perbaikan penulisan	
6	26/2025 /6		Cek proposal penelitian Bab 1 - 3	
7	24/2025 /6		Acc Samplo	
8	8/2025 /12	Bab IV	penyediaan grafik uji	
9	15/2025 /12	Bab IV	penyediaan label uji perbaikan penulisan	
10	17/2025 /12	Bab IV	penyediaan Daftar pustaka	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	22/2025 /12	Bab <u>IV</u>	Pengecekan hasil uji	
12	9/2026 /01	Bab <u>IV</u>	Perbaikan perolehan	
13	13/2025 /01	Bab <u>IV</u>	Perbaikan kesimpulan harus menjawab rumusan masalah	
14	19/2025 /01	Bab <u>IV</u>	Perbaikan saran	
15	23/2026 /6		Cek semua Bab	
16	26/2026 /01		Acc sidang	

## **MOTTO**

**“Keberhasilan bukan milik orang pintar. Keberhasilan adalah milik mereka yang senantiasa berusaha.”**

**BJ. HABIBIE**



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, serta kesabaran serta tuntunan dalam menyelesaikan tugas akhir. Tidak lupa saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Bapak, Ibu dan Orangtua angkat saya yang telah merawat dan mendidik penulis dari lahir sampai saat ini serta atas nafkah yang selama ini Ia berikan sehingga penulis dapat tumbuh dan berkarya seperti sekarang ini, semoga suatu saat nanti saya juga bisa membahagiakan orang tua saya Aamiin.
2. Bapak Dosen, saya mengucapkan banyak terimakasih atas bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga kebaikan bapak ibu dosen akan dibalas oleh Allah SWT.
3. Saudara yang telah memberikan saya semangat agar terus berusaha dan berjuang memberikan yang terbaik untuk keluarga.
4. Orang terdekat yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semangat dan kerja keras kita selama ini semoga memberikan hasil yang baik.

Akhir kata, saya ucapkan terimakasih atas semua dukungan yang telah diberikan kepada saya.

# ANALISA PENGARUH PROSES REFORMING TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA MATERIAL BAJA SPA-H

Endra Putra Pamungkas  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Ponorogo  
e-mail : [endraputrap99@gmail.com](mailto:endraputrap99@gmail.com)

---

## ABSTRAK

Proses fabrikasi struktur *underframe* kereta api umumnya melibatkan pengelasan, yang dapat menimbulkan tegangan sisa dan deformasi akibat pemanasan lokal. Deformasi ini berpotensi mengubah dimensi dan kualitas struktur, sehingga diperlukan metode untuk mengurangnya tanpa mengubah sifat mekanik material secara signifikan. Salah satu metode yang digunakan adalah reforming, yaitu proses pemanasan ulang material pada suhu tertentu untuk mereduksi deformasi dan tegangan sisa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi suhu reforming terhadap sifat mekanik material *underframe*, khususnya kekuatan tarik dan kekerasan. Proses reforming dilakukan pada suhu 700°C, 750°C, dan 800°C, serta satu spesimen tanpa reforming sebagai pembandingan. Pengujian tarik dilakukan untuk memperoleh nilai *ultimate tensile strength* (UTS) dan *yield strength*, sedangkan uji kekerasan dilakukan menggunakan metode Rockwell C (HRC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa reforming pada suhu 800°C menghasilkan nilai UTS rata-rata sebesar 498,87 MPa, *yield strength* sebesar 354,53 MPa, serta nilai kekerasan terendah sebesar 1,57 HRC. Nilai tersebut mendekati sifat mekanik material awal, sehingga dapat disimpulkan bahwa reforming pada suhu 800°C efektif dalam mengurangi deformasi akibat pengelasan tanpa menyebabkan perubahan sifat mekanik yang signifikan.

**Kata Kunci :** Baja SPA-H, kekuatan tarik, kekerasan, *reforming*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisa Pengaruh Proses Reforming Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Material Baja SPA-H”. Dengan selesainya Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku Ketua Progam Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo dan Dosen Pembimbing 2.
3. Bapak Fadelan, Ir., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1
4. Semua Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan ilmunya.
5. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah banyak membantu dan membimbing.
6. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan Skripsi ini, maka segala kritikan yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata penulis hanya bisa berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca baik dari kalangan akademis maupun lainnya.

Ponorogo, 24 Januari 2026



Endra Putra Pamungkas

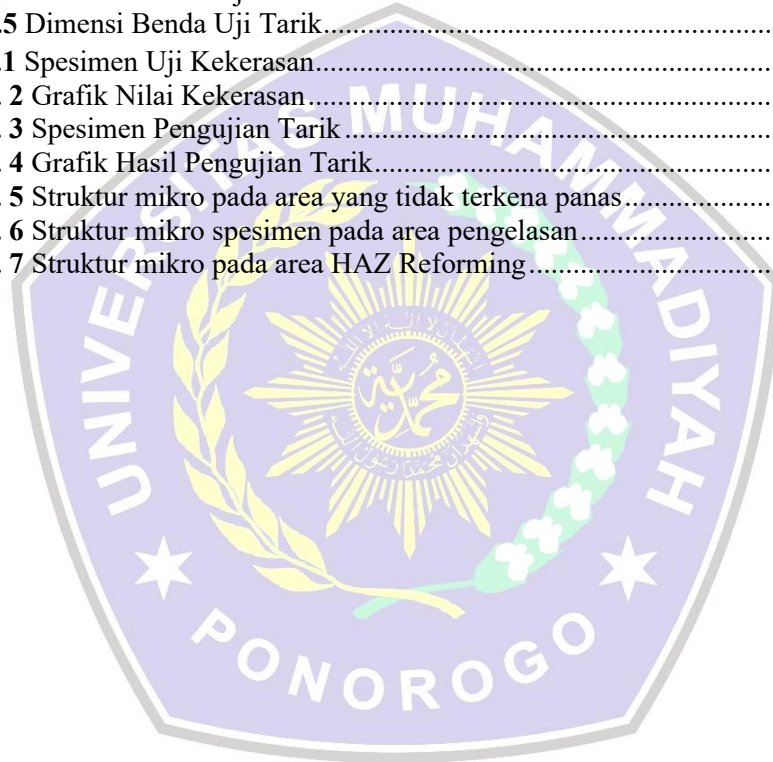
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN OTORITAS SKRIPSI.....	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN .....	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI .....	v
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI .....	viii
MOTTO.....	xi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKAN.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Dasar Teori .....	5
2.2.1 Baja.....	5
2.2.2 Material SPAH .....	6
2.2.3 Pengelasan .....	7
2.2.4 Tegangan Sisa (Deformasi) .....	7
2.2.5 Heat Treatment .....	11
2.2.6 Reforming.....	13
2.3 Uji Kekerasan .....	14
2.4 Uji Tarik.....	16

BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Studi Literatur.....	19
3.3 Alat Dan Bahan.....	19
3.3.1 Alat pengujian.....	19
3.3.2 Bahan.....	19
3.4 Tahapan Penelitian.....	20
3.5 Persiapan Spesimen.....	20
3.5.1 Pemotongan Spesimen.....	20
3.5.2 Pengelasan Spesimen.....	21
3.5.3 Proses Reforming.....	22
3.6 Pengujian Spesimen.....	22
3.6.1 Uji Kekerasan.....	22
3.6.2 Uji Tarik.....	24
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	25
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Pengujian Kekerasan.....	26
4.1.1 Analisa Pengujian Kekerasan.....	26
4.2 Hasil Pengujian Tarik.....	29
4.1.2 Analisa Pengujian Tarik.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	40

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Heat Affected Zone .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Deformasi Logam Hasil Lasan .....	8
<b>Gambar 2.3</b> Diagram suhu heat treatment .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Ilustrasi Perlakuan Panas Pada Material .....	13
<b>Gambar 2.5</b> Ilustrasi Proses Reforming Saat Perlakuan Panas .....	14
<b>Gambar 2.6</b> Prinsip Kerja Rockwell .....	15
<b>Gambar 2.7</b> Bentuk Patahan .....	17
<b>Gambar 3.1</b> Sketch Dimensi Plat .....	21
<b>Gambar 3.2</b> Welding Procedure Specification .....	21
<b>Gambar 3.3</b> Area Reforming .....	22
<b>Gambar 3.4</b> Dimensi Benda Uji Kekerasan .....	23
<b>Gambar 3.5</b> Dimensi Benda Uji Tarik .....	24
<b>Gambar 4.1</b> Spesimen Uji Kekerasan .....	26
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Nilai Kekerasan .....	28
<b>Gambar 4.3</b> Spesimen Pengujian Tarik .....	29
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hasil Pengujian Tarik .....	31
<b>Gambar 4.5</b> Struktur mikro pada area yang tidak terkena panas .....	32
<b>Gambar 4.6</b> Struktur mikro spesimen pada area pengelasan .....	33
<b>Gambar 4.7</b> Struktur mikro pada area HAZ Reforming .....	34



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Karakteristik Mekanis Baja SPA-H .....	6
<b>Tabel 2.2</b> Komposisi Kimia Material SPA-H .....	6
<b>Tabel 2.3</b> Skala Uji Dan Jenis Identor Kekerasan Rockwell.....	14
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian Kekerasan.....	26
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengujian Tarik.....	29

