

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH PROSES *REHEAT TREATMENT* PADA  
PEGAS DAUN BAJA SUP 9 TERHADAP KEKERASAN DAN  
STRUKTUR MIKRO**



Oleh :

**ARDI**

**NIM. 2019040007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS GRESIK**

**2023**

**ANALISA PENGARUH PROSES *REHEAT TREATMENT* PADA PEGAS  
DAUN BAJA SUP 9 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR  
MIKRO**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun guna memperoleh gelar sarjana teknik  
pada Fakultas Teknik Universitas Gresik**



**Oleh :**

**ARDI**

**NIM. 2019040007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS GRESIK**

**2023**

## PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Proses *Reheat Treatment* Pada Pegas Daun Baja  
SUP 9 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro.

Nama : Ardi  
NIM : 2019040007

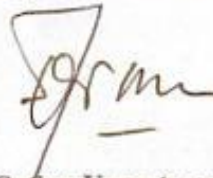
Telah selesai dilakukan bimbingan dan dinyatakan layak memenuhi syarat dan menyetujui untuk di Uji pada tim penguji Tugas Akhir pada Program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gresik.

Pembimbing Utama



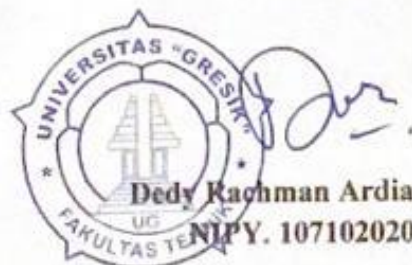
**Meriyanalinda, ST.,MT**  
NIPY. 107102020170181

Gresik, 24 Juni 2023  
Pembimbing Pendamping



**Agus Setiyo Umartono, ST.,MT**  
NIPY. 107102020040033

Mengetahui  
Ketua Program Studi



**Dedy Rachman Ardian, ST., MSc**  
NIPY. 107102020190149

**Dedy Rachman Ardian, ST., MSc**

## PENGESAHAN TIM PENGUJI

Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Proses *Reheat Treatment* Pada Pegas Daun  
Baja SUP 9 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro.

Nama : Ardi  
NIM : 2019040007

Telah dipertahankan/diuji dihadapan Tim Penguji  
Pada Tanggal : 24 Juni 2023

### PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GRESIK 2023

#### TIM PENGUJI :

1. Meryanalinda, ST., MT  
NIPY. 107102020170181  
Ketua Penguji
2. M. Sochib, ST., MT  
NIPY. 107102019970021  
Anggota Penguji 1
3. Sugeng Hariyadi, ST., MT  
NIPY. 107102019970022  
Anggota Penguji 2

1.....  
2.....  
3.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

  
Akhamad Andi Saputra, ST., MT  
NIPY. 107102020160127

## PERNYATAAN ORISINILITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ardi  
NIM : 2019040007  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang : Strata Satu (S1)  
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Proses *Reheat Treatment* Pada Pegas Daun Baja SUP 9 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah tugas akhir ini dapat dibuktikan unsur - unsur plagiasi saya bersedia tugas akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh DIBATALKAN, serta diproses sesuai peraturan perundang - undangan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar -benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Gresik, 24 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Ardi

NIM. 2019040007

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ardi  
NIM : 2019040007  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Gresik Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*nonexclusive royalty fee right*) atas tugas akhir saya yang berjudul: *Analisa Pengaruh Proses Reheat Treatment* Pada Pegas Daun Baja SUP 9 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti tersebut Nama Fakultas berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya.

Gresik, 24 Juni 2023

Yang menyatakan,

  
Ardi  
NIM. 2019040007



## SURAT KETERANGAN PLAGIASI TUGAS AKHIR

Pada hari ini Sabtu tanggal 24 Juni 2023 berdasarkan pengecekan tugas akhir mahasiswa :

Nama : Ardi  
NIM : 2019040007  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Proses *Reheat Treatment* Pada Pegas Daun Baja SUP 9 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro

Hasil Cek Plagiasi : **35 %**

Maka diputuskan bahwa dokumen tugas akhir mahasiswa bersangkutan dinyatakan Lolos/Tidak Lolos.

Pembimbing Utama

Meriyanalinda, ST., MT

NIPY. 107102020170181

Gresik, 24 Juni 2023

Pembimbing Pendamping,

Agus Setiwo Umartono, ST., MT

NIPY. 107102020040033

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tepat pada waktunya. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Gresik. Selama proses penulisan tesis ini, penulis menyadari banyak mendapat bantuan dan dukungan yang berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan istri yang telah banyak memberikan dukungan baik materi maupun moril kepada penulis dengan sepenuh hati untuk menyelesaikan program studi ini.
2. Ibu Meryanalinda, ST., MT. dan Bapak Agus S Umartono, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah banyak menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan mengarahkan penulis melakukan penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
3. Pihak internal PT Indospring Tbk yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang sata perlukan pada tugas akhir ini.
4. Sahabat dan teman seperjuangan yang banyak membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian penulisan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena masih terdapat berbagai kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan dan besar harapan saya, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Gresik, 24 juni 2023

Ardi



# **ANALISA PENGARUH PROSES *REHEAT TREATMENT* PADA PEGAS DAUN BAJA SUP 9 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

Nama : Ardi

NIM : 2019040007

Pembimbing : Meryanalinda., S.T, M.T dan Agus S Umartono., S.T, M.T

## **ABSTRAK**

Proses panas (*Heat Treatment*) adalah salah satu proses inti pada alur pembuatan pegas daun. Karena pada proses ini sebagian besar menentukan kekuatan dan masa pakai dari pegas daun tersebut. Dalam proses pembuatan pegas daun juga sering terjadi kegagalan produk saat proses *Heat Treatment*, baik dari kekerasan (*Hardness*) material yang tidak tercapai dan Struktur mikro dari material tersebut tidak sesuai yang di inginkan. Kekerasan material setelah proses *Heat Treatment* kadang di bawah atau melebihi dari standar. Hal ini menyebabkan harus dilakukan proses *Reheat Treatment*. Dari penelitian ini diketahui bahwa Proses *Reheat Treatment* hanya bisa dilakukan maksimal sebanyak 2x dalam pembuatan pegas daun. Karena dari hasil pengujian proses *Reheat Treatment* lebih dari 2x sudah melebihi dari standart yang sudah ditentukan untuk proses pembuatan pegas daun. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk standart baru perlakuan *Heat Treatment* dalam pembuatan pegas daun. Sehingga *Saving Cost* dan efisiensi dapat dilakukan untuk mengurangi pemborosan ketika material yang mengalami kegagalan proses saat proses *Heat Treatment* dapat dilakukan proses pemanasan ulang atau *Reheat Treatment*.

**Kata kunci : *Hardness, Heat Treatment, Reheat Treatment* dan Struktur Mikro.**

***ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE REHEAT TREATMENT  
PROCESS ON THE LEAF SPRING OF SUP 9 STEEL ON  
HARDNESS AND MICROSTRUCTURE***

*Name* : Ardi

*NIM* : 2019040007

*Supervisors* : Meryanalinda., S.T, M.T and Agus S Umartono., S.T, M.T

***ABSTRACT***

*The heat treatment process is one of the core processes in the leaf spring manufacturing groove. Because this process largely determines the strength and service life of the leaf spring. In the process of making leaf springs there is also often product failure during the Heat Treatment process, both from the hardness of the material that is not achieved and the microstructure of the material is not as desired. The hardness of the material after the heat treatment process is sometimes below or exceeding the standard. This causes the Reheat Treatment process to be carried out. From this research, it is known that the Reheat Treatment Process can only be carried out a maximum of 2x in making leaf springs. Because the test results of the Reheat Treatment process are more than 2x more than the standard that has been determined for the leaf spring manufacturing process. From the results of this study can be used as a reference for new standards of Heat Treatment treatment in the manufacture of leaf springs. So that Saving Cost and efficiency can be done to reduce waste when materials that experience process failure during the Heat Treatment process can be reheated or Reheat Treatment.*

***Keywords: Hardness, Heat Treatment, Reheat Treatment and Mikrostruktur.***

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| TUGAS AKHIR.....  | i    |
| PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING .....                                    | iii  |
| PENGESAHAN TIM PENGUJI .....  | iv   |
| PERNYATAAN ORISINILITAS.....  | v    |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN<br>AKADEMIS..... | vi   |
| SURAT KETERANGAN PLAGIASI TUGAS AKHIR .....                           | vii  |
| KATA PENGANTAR .....  | viii |
| ABSTRAK .....   | ix   |
| DAFTAR GAMBAR .....   | xv   |
| BAB I.....  | 1    |
| PENDAHULUAN .....   | 1    |
| 1.2 Latar belakang .....  | 1    |
| 1.3 Perumusan masalah .....   | 2    |
| 1.4 Tujuan penelitian .....   | 3    |
| 1.5 Manfaat penelitian .....  | 3    |
| 1.6 Batasan masalah .....   | 3    |
| BAB II.....   | 4    |
| KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....                                   | 4    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu dan Review Penelitian.....                   | 4    |
| 2.2 Pegas Daun .....  | 5    |
| 2.3 Baja SUP – 9 .....  | 6    |
| 2.4 Heat Treatment .....  | 8    |
| 2.4.1 Near Equilibrium (mendekati kesetimbangan) .....                | 8    |
| 2.4.2 <i>Non Equilibrium</i> (tidak seimbang).....                    | 11   |
| 2.5 Baja Karbon.....  | 15   |
| 2.5.1 Dasar-dasar Perlakuan Panas Pada Baja Karbon. ....              | 15   |
| 2.5.2 Diagram Fasa Besi Karbon .....                                  | 15   |

|                                     |  |    |
|-------------------------------------|--|----|
| 2.5.3                               | Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Diagram Fe-C.....                         | 16 |
| 2.5.4                               | Pengaruh Unsur-unsur Paduan.....   | 16 |
| 2.5.5                               | Transformasi Pada Pendinginan yang <i>Continuous</i> . ....              | 17 |
| 2.5.6                               | Struktur <i>Metalografi</i> dan Kaitannya Dengan Sifat. ....             | 17 |
| 2.6                                 | Heating Furnace. ....  | 19 |
| 2.7                                 | Proses Pembuatan Pegas Daun ( <i>Leaf Spring</i> ). ....                 | 20 |
| 2.8                                 | Pengujian Logam.....   | 21 |
| 2.8.1                               | Pengujian Kekerasan Dengan Sistem Brinell .....                          | 25 |
| 2.8.2                               | Pengujian Kekerasan Dengan Sistem <i>Vickers</i> . ....                  | 28 |
| 2.8.3                               | Pengujian Kekerasan Dengan Sistem <i>Rockwell</i> . ....                 | 28 |
| 2.9                                 | Struktur Mikro.....  | 30 |
| BAB III.....                        |  | 31 |
| METODE PENELITIAN.....              |  | 31 |
| 3.1                                 | Jenis Penelitian .....   | 31 |
| 3.2                                 | Lokasi dan Waktu Penelitian.....   | 31 |
| 3.3                                 | Teknik Pengumpulan Data .....  | 31 |
| 3.4                                 | Teknik Analisis Data .....   | 31 |
| 3.5                                 | Diagram Alir Penelitian.....   | 34 |
| 34                                  |  |    |
| BAB IV .....                        |  | 35 |
| HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN ..... |  | 35 |
| 4.1                                 | Deskripsi Wilayah Studi.....   | 35 |
| 4.2                                 | Analisis penelitian .....  | 35 |
| 4.2.1                               | Persiapan Material Uji .....   | 35 |
| 4.2.2                               | Proses Potong.....   | 36 |
| 4.2.3                               | Proses Heat Treatment.....   | 37 |
| 4.2.4                               | Pengujian Kekerasan Material dan Mikrostruktur.....                      | 39 |
| 4.2.5                               | Hasil Pengujian Kekerasan dan Mikrostruktur <i>Raw Material</i> .....    | 39 |
| 4.2.6                               | Hasil Pengujian Kekerasan dan Mikrostruktur Material After Heating ..... | 41 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2.7 Hasil Pengujian Kekerasan dan Mikrostruktur Material Reheating 1x ..... | 44 |
| 4.2.8 Hasil Pengujian Kekerasan dan Mikrostruktur Material Reheating 2x       | 46 |
| 4.2.9 Hasil Pengujian Kekerasan dan Mikrostruktur Material Reheating 3x       | 49 |
| 4.2.10 Pengecekan Dimensi.....  | 52 |
| 4.3 Pembahasan .....  | 52 |
| BAB V.....  | 54 |
| KESIMPULAN DAN SARAN.....   | 54 |
| 1.1 Kesimpulan.....   | 54 |
| 5.2 Saran .....   | 54 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Multileaf Spring Made in PT. Indospring. Tbk.....                           | 5  |
| Gambar 2. 2 Diagram Fasa.....   | 9  |
| Gambar 2. 3 Diagram Hipoeutectoid .....   | 10 |
| Gambar 2. 4 Diagram Hipereutectoid .....  | 10 |
| Gambar 2. 5 Grafik pengaruh Temperatur Tempering Pada Baja .....                        | 12 |
| Gambar 2. 6 Diagram TTT.....  | 13 |
| Gambar 2. 7 Diagram CTT (Continuous Cooling Transformation) .....                       | 14 |
| Gambar 2. 8 Kurva Pendingin Pada Diagram TTT.....                                       | 14 |
| Gambar 2. 9 Heating Furnace Plant 3b PT Indospring Tbk.....                             | 20 |
| Gambar 2. 10 Flow Proses Pegas Daun (Leaf Spring) PT. Indospring Tbk. ....              | 21 |
| Gambar 2. 11 Mesin Uji Kekerasan Shore Scleroscope a. Type SH-D.....                    | 24 |
| Gambar 2. 12 Mesin Uji Kekerasan Shore Scleroscope b. Type SH-C.....                    | 24 |
| Gambar 2. 13 Mesin Uji Kekerasan Shore Scleroscope c. Type PHS-3.....                   | 25 |
| Gambar 2. 14 Mesin Uji Kekerasan Brinell.....   | 26 |
| Gambar 2. 15 Posisi Penekanan Dengan Indentor Dalam Pengujian Kekerasan<br>Brinell..... | 27 |
| Gambar 2. 16 Perhitungan Hasil pengecekan Brinell .....                                 | 27 |
| Gambar 2. 17 Konstruksi Pesawat Uji Kekerasan Rockwel .....                             | 29 |
| Gambar 2. 18 Konstruksi Pesawat Uji Kekerasan Rockwel .....                             | 29 |
| Gambar 2. 19 Struktur Mikro Scope, Type GX 51, Olympus .....                            | 30 |
| Gambar 3. 1 Grafik Proses Heat Treatment .....  | 32 |
| Gambar 3. 2 Mikro Vickers, Type HM, Mitutoyo.....                                       | 33 |
| Gambar 3. 3 flow cart penelitian.....   | 34 |
| Gambar 4. 1 Raw Material (Flatbar) Baja SUP-9 .....                                     | 35 |
| Gambar 4. 2 Flow Proses Sebelum Heat Treatment .....                                    | 36 |
| Gambar 4. 3 Proses Potong Material .....  | 36 |
| Gambar 4. 4 Material Setelah Potong .....   | 37 |
| Gambar 4. 5 Flow Proses Reheat Treatment 3x.....  | 37 |
| Gambar 4. 6 Setting Parameter .....   | 37 |
| Gambar 4. 7 Temperatur Heating Furnace.....   | 38 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4. 8 Temperatur Oil Quenching .....                                  | 38 |
| Gambar 4. 9 Temperatur Tempering Furnace.....                               | 38 |
| Gambar 4. 10 Chek Point Distribsi Hardness .....                            | 39 |
| Gambar 4. 11 Grafik Hardness Raw Material Baja SUP-9.....                   | 40 |
| Gambar 4. 12 Foto struktur mikro Raw Material Baja SUP-9.....               | 41 |
| Gambar 4. 13 Grafik Hardness Vickers Normal Heating Baja SUP-9 .....        | 42 |
| Gambar 4. 14 Foto Struktur Mikro Material Normal Heating Baja SUP-9.....    | 42 |
| Gambar 4. 15 Grafik Decarburisasi Material Normal Heating .....             | 43 |
| Gambar 4. 16 Grafik Hardness Vickers Material Reheating 1x Baja SUP-9 ..... | 44 |
| Gambar 4. 17 Foto Struktur Mikro Material Reheating 1x Baja SUP-9.....      | 45 |
| Gambar 4. 18 Grafik Decarburisasi Material Reheating 1x.....                | 46 |
| Gambar 4. 19 Grafik Hardness Vickers Material Reheating 2x Baja SUP-9 ..... | 47 |
| Gambar 4. 20 Foto Struktur Mikro Material Reheating 2x Baja SUP-9.....      | 47 |
| Gambar 4. 21 Grafik Decarburisasi Material Reheating 2x.....                | 48 |
| Gambar 4. 22 Grafik Hardness Vickers Material Reheating 3x Baja SUP-9 ..... | 49 |
| Gambar 4. 23 Foto Struktur Mikro Material Reheating 3x Baja SUP-9.....      | 50 |
| Gambar 4. 24 Grafik Decarburisasi Material Reheating 3x.....                | 51 |
| Gambar 4. 25 Foto Material Proses Reheating .....                           | 51 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu dan Review Penelitian .....                            | 4  |
| Tabel 2. 2 Macam-macam Baja SUP, dan Penggunaannya, Berdasarkan JIS G 4801 : 2005..... | 6  |
| Tabel 2. 3 Composition Material Baja SUP Menurut JIS 4801 : 2005.....                  | 7  |
| Tabel 2. 4 Klasifikasidan Sifat Umum Karbida Didalam Suatu Baja Perkakas. ...          | 18 |
| Tabel 2. 5 Perbandingan Ukuran Indentor dan Tebal Bahan .....                          | 26 |
| Tabel 2. 6 Perbandingan Diameter Indentor Terhadap Konstanta Bahan.....                | 26 |
| Tabel 4. 1 Hasil pengujian Hardness Vickers Raw Material .....                         | 40 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Hardness vickers Material Normal Heating .....              | 41 |
| Tabel 4. 3 Nilai Decarburasi (mm) material Normal Heating .....                        | 43 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Hardness vickers Material Reheating 1x .....                | 44 |
| Tabel 4. 5 Nilai Decarburisasi Material Reheating 1x.....                              | 45 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Hardness vickers Material Reheating 2x .....                | 46 |
| Tabel 4. 7 Nilai Decarburisasi Material Reheating 2x.....                              | 48 |
| Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Hardness vickers Material Reheating 3x .....                | 49 |
| Tabel 4. 9 Nilai Decarburisasi Material Reheating 3x.....                              | 50 |
| Tabel 4. 10 Dimensi Material .....   | 52 |
| Tabel 4. 11 Kesimpulan proses Reheat Treatment 3x.....                                 | 53 |



