

**STUDI PENGARUH PARAMETER TEMPERATUR
NORMALIZING DAN MEDIA PENDINGIN TERHADAP
KEKERASAN PADA PROSES *HEAT TREATMENT*
BAJA ST 46**

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu
Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin



Oleh

Moch. Nur Afrizal
2220190073

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SUNAN GIRI**

2023

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini masih mengandung plagiat di bawah batas yang di terapkan, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Bojonegoro, 30 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Moch. Nur Afrizal

NIM : 2220190073

HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Moch. Nur Atrizal
NIM : 2220190073
Judul : Studi Pengaruh Parameter Temperatur Normalizing Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan Pada Proses *Heat treatment* Baja ST 46

Teilah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian skripsi.

Bojonegoro, 30 Agustus 2023.

Pembimbing I



Togik Hidayat, S.Pd., M.T.

NIDN. 0730059004

Pembimbing II



Pelangi Eka Yuwita, M.Si.

NIDN.0715059004

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Moch. Nur Afrizal
NIM : 2220190073
Judul : Studi Pengaruh Parameter Temperatur Normalizing Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan Pada Proses Heat Treatment Baja ST 46

Telah dipertahankan dihadapan penguji pada tanggal 02 September 2023.

Dewan Penguji

Penguji I



Rizka Nur Faila, M.T.
NIDN. 0723019301

Tim Pembimbing

Pembimbing I



Ir. Togik Hidayat, S.Pd. M.T.
NIDN. 0730059004

Penguji II



Dr. H. M. Ridlwan Hambali, Lc., M.A.
NIDN. 2117056803

Pembimbing II



Pelangi Eka Yuwita, S.Si., M.Si.
NIDN. 0715059004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Sunu Wabyudhi, M. Pd.
NIDN. 0709058902

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Sunu Wabyudhi, M. Pd.
NIDN. 0709058902

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Pengetahuan, keterampilan dan budi pekerti yang baik adalah kunci kesuksesan hidup
2. Berusaha, berdo'a dan terus berusaha dan berdo'a sampai sukses.

PERSEMBAHAN

skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Ibuku Suyatik yang selalu memberikan semangat, dukungan, nasehat serta doa yang tiada terputus sehingga skripsi ini dapat selesai.
2. Ir.Togik Hidayat, S.Pd, M.T. sebagai dosen pembimbing skripsi pertama, yang telah membimbing dalam awal perencanaan sampai skripsi ini terselesaikan.
3. Pelangi Eka Yuwita M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi kedua, yang selalu sabar dalam membimbing penulisan skripsi.
4. Teman-teman seperjuangan Program studi Teknik Mesin 2019 yang telah ikut berjuang bersama-sama dari awal kuliah hingga terselesaikanya studi.

UNUGIRI

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri (UNUGIRI). Banyak pihak telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. M. Jauharul Ma'arif, M.Pd.I selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro
2. Sunu Wahyudi, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UNUGIRI yang telah memberi izin dalam penulisan skripsi ini.
3. Ir.Togik Hidayat, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Pembimbing I yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik dan memberikan bimbingan terkait materi skripsi.
5. Pelangi Eka Yuwita, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam hal tata tulis skripsi ini.
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2019 atas kerjasamanya dalam pengerjaan skripsi ini hingga dapat terselesaikan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Demi perbaikan selanjutnya, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Bojonegoro, 30 Agustus 2023

Penulis

Moch. Nur Afrizal

NIM. 2220190073

ABSTRACT

Moch. Nur Afrizal. 2023. Study of the Effect of Parameters of Normalizing Temperature and Cooling Media on Hardness in the Heat treatment Process of ST 46 Steel, S1 Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, University of Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro. Main Advisor Ir.Togik Hidayat S.Pd, M.T. Assistant Supervisor Pelangi Eka Yuwita, S.Si, M.Si.

Normalizing is a heat treatment process where the heating process reaches a temperature, then it is cooled slowly using air cooling media. This study aims to make normalizing temperature variations and cooling media on st 46 steel material with heat treatment and determine the resulting hardness value. St 46 steel material was subjected to normalizing treatment at a temperature of 8600C, 870°C, 880°C with a holding time of 20 minutes and followed by cooling of free air, water and oil, the highest average hardness value was at a normalizing temperature of 8800C with a hardness value of 83.99 HRB . The hardness of the material is formed based on the metal phase in the forming process, the metal phase formed is affected by the heat treatment temperature, holding time. The increase in the pearlite phase in the metal causes an increase. The influence of variations in coolant shows the results of research where the highest average hardness value is in the use of water cooling media with a hardness value of 83.99 HRB. Water cooling media has properties that easily conduct heat, changes in temperature directly cause an increase in mechanical properties in the form of hardness possessed by the material.

Keywords: *ST 46 Steel, Normalizing, Heat Treatment, Mechanical Properties*

UNUGIRI

ABSTRAK

Moch. Nur Afrizal. 2023. Studi Pengaruh Parameter Temperatur Normalizing Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan Pada Proses *Heat treatment* Baja ST 46, S1 Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro. Pembimbing Utama Ir. Togik Hidayat S.Pd, M.T. Pembimbing Pendamping Pelangi Eka Yuwita, S.Si, M.Si.

Normalizing adalah proses perlakuan panas dimana proses pemanasan mencapai temperatur, kemudian didinginkan perlahan dengan menggunakan media pendingin udara. Penelitian ini bertujuan membuat variasi temperatur normalizing dan media pendingin pada material baja st 46 dengan *heat treatment* dan mengetahui nilai kekerasan yang dihasilkan. Material baja st 46 dilakukan perlakuan *normalizing* pada suhu 860°C, 870°C, 880°C dengan penahanan waktu 20 menit dan diikuti dengan pendinginan udara bebas, air, dan oli nilai kekerasan rata – rata tertinggi adalah pada temperatur normalizing 880°C dengan nilai kekerasan 83,99 HRB. Kekerasan material terbentuk berdasarkan fasa logam dalam proses pembentukannya, fasa logam terbentuk dipengaruhi oleh suhu *heat treatment*, waktu penahanan. Peningkatan fasa pearlit dalam logam menyebabkan peningkatan, Pengaruh variasi cairan pendingin menunjukkan hasil penelitian dimana nilai kekerasan rata – rata tertinggi adalah pada penggunaan media pendingin air dengan nilai kekerasan 83,99 HRB. Media pendingin air memiliki sifat yang mudah menghantarkan panas, perubahan suhu secara langsung menyebabkan peningkatan sifat mekanis berupa kekerasan yang dimiliki oleh bahan

Kata kunci: Baja ST 46, *Normalizing*, *Heat Treatment*, Sifat Mekanis

UNUGIRI

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|-----------------------------|----------------|
| SAMPUL | i |
| PERNYATAAN..... | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| MOTO DAN PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| <i>ABSTRACT</i> | vii |
| ABSTRAK..... | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 5 |
| 1.6 Definisi Istilah | 5 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA..... | 8 |
| 2.1 Heat treatment | 8 |
| 2.2 Holding Time | 14 |
| 2.3 Quenching | 15 |
| 2.4 Cold Working..... | 22 |
| 2.5 Hot Working..... | 23 |
| 2.6 Media pendingin..... | 24 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.7 | Baja karbon..... | 26 |
| 2.8 | Pengelompokan Jenis Baja Karbon..... | 27 |
| 2.9 | Baja ST 46..... | 28 |
| 2.10 | Perubahan Fasa Fe-C..... | 29 |
| 2.11 | Keterbaharuan Penelitian dan Kajian Pustaka..... | 32 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | | 42 |
| 3.1 | Desain Penelitian..... | 42 |
| 3.2 | Objek dan Subjek Penelitian..... | 47 |
| 3.3 | Pengambilan Data..... | 47 |
| 3.4 | Analisis data Penelitian..... | 48 |
| BAB IV..... | | 49 |
| 4.1 | Studi literatur..... | 49 |
| 4.2 | Pembuatan specimen uji..... | 49 |
| 4.3 | Analisis Data Hasil Dan Hasil Pengujian..... | 51 |
| 4.3.1 | Hasil Uji Kekerasan..... | 51 |
| 4.3.2 | Analisis dan Pembahasan Hasil Uji Kekerasan..... | 53 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 62 |
| 5.1 | KESIMPULAN..... | 62 |
| 5.2 | SARAN..... | 63 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 64 |
| LAMPIRAN..... | | 66 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 2.1 Komposisi kimia baja ST 46..... | 28 |
| Tabel 2.2 Penelitian terdahulu..... | 32 |
| Tabel 4.1 Hasil uji kekerasan | 50 |
| Table 4.2 Kekerasan pengaruh suhu normalizing terhadap kekerasan pada media pendingin air | 53 |
| Tabel 4.3 Kekerasan pengaruh suhu normalizing terhadap kekerasan pada media pendingin oli | 54 |
| Tabel 4.4 Kekerasan pengaruh suhu normalizing terhadap kekerasan pada media pendingin udara bebas..... | 55 |
| Tabel 4.5 Kekerasan pengaruh normalizing terhadap kekerasan suhu normalizing kekerasan suhu normalizing 860°C..... | 56 |
| Tabel 4.6 Kekerasan pengaruh normalizing terhadap kekerasan suhu normalizing kekerasan suhu normalizing 870°C..... | 57 |
| Tabel 4.7 Kekerasan pengaruh normalizing terhadap kekerasan suhu normalizing kekerasan suhu normalizing 880°C..... | 59 |

UNUGIRI

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1 Temperatur proses normalizing | 13 |
| Gambar 2.2 Kurva prosedur proses normalizing dan annealing | 13 |
| Gambar 2.3 Mekanisme Pendinginan Dalam Proses Quenching..... | 17 |
| Gambar 2.4 Kurva proses quenching | 19 |
| Gambar 2.5 Isothermal transformation diagram | 20 |
| Gambar 2.6 <i>Continuous Cooling Transformation Diagram</i> | 21 |
| Gambar 2.7 Struktur mikro baja atau besi pada fasa ferit..... | 29 |
| Gambar 2.8 Struktur mikro baja atau besi pada fasa austenit..... | 30 |
| Gambar 2.9 Struktur mikro baja atau besi pada fasa sementit..... | 30 |
| Gambar 2.10 Struktur mikro baja atau besi pada fasa perlit | 31 |
| Gambar 2.11 Struktur mikro baja atau besi pada fasa martensit..... | 32 |
| Gambar 3.1 <i>Pengujian Rockwell Hardness Test</i> | 44 |
| Gambar 3.2 <i>Rockwell Hardness Test</i> | 44 |
| Gambar 3.3. <i>Flowchat</i> Pelaksanaan Penelitian | 45 |
| Gambar 4.1 tungku muffle | 49 |
| Gambar 4.2 spesimen uji..... | 50 |
| Gambar 4.3 grafik nilai kekerasan untuk seluruh variasi suhu normalizing dan media pendingin | 51 |
| Gambar 4.4 grafik pengaruh suhu normalizing terhadap kekerasan media pendingin air..... | 53 |
| Gambar 4.5 grafik pengaruh suhu normalizing terhadap kekerasan media pendingin oli | 54 |
| Gambar 4.6 grafik pengaruh suhu normalizing terhadap kekerasan media pendingin udara bebas..... | 55 |
| Gambar 4.7 grafik pengaruh media pendingin terhadap kekerasan pada suhu normalizing 860°C | 57 |
| Gambar 4.8 grafik pengaruh media pendingin terhadap kekerasan pada suhu normalizing 870°C | 58 |

Gambar 4.9 grafik pengaruh media pendingin terhadap kekerasan pada suhu normalizing 880°C 59

