

TUGAS AKHIR

PENGARUH *HEAT TREATMENT TEMPERING* DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENAHANAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA EMS 45



Disusun oleh:
MUZAKKA
1421404655
NURUL HUDA ADI PRASTIYO
1421404600

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2019

**PENGARUH *HEAT TREATMENT TEMPERING* DENGAN
VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENAHANAN
TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA EMS 45**



Disusun oleh:
MUZAKKA
1421404655
NURUL HUDA ADI PRASTIYO
1421404600

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2019

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUZAKKA
NBI : 1421404600
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : PENGARUH *HEAT TREATMENT TEMPERING*
DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU
PENAHANAN TERHADAP SIFAT MEKANIK
BAJA EMS 45

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420960485

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.
NPP. 20420900197

Ir. Ichlas Wahid, M.T.
NPP. 20420900207

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat saran, dorongan, bimbingan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan YME yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas ini dapat terlaksana dengan baik dan selesai tepat pada waktunya.
2. Kedua orang tua tersayang, bapak Ngaspan dan ibu Kustiah yang telah memberikan dukungan semangat, do'a dan materi sehingga Penulis dapat menyelesaikan jenjang perkuliahan ini.
3. Kakak laki-laki penulis, Musyaffak yang selalu memberikan semangat, dan hiburan sehingga Penulis tetap bersemangat
4. Bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T. selaku kepala program studi Teknik Mesin di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Djoko Sasono, M.T. selaku dosen wali yang telah banyak membantu, mengingatkan dan mengarahkan pemrograman matakuliah – matakuliah yang harus diambil untuk syarat kelulusan hingga Tugas Akhir.
6. Bapak Edi Santoso, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan menjelaskan hal-hal yang tidak kami ketahui hingga faham guna untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Bapak/Ibu dosen Fakultas teknik mesin dan juga staf administrasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang selalu memberikan pelayanan yang terbaik untuk mahasiswa.
8. Teman dari program studi Teknik Arsitektur Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yaitu Lysha Ummawati yang selalu menemani dan mendukung Penulis dalam mengerjakan laporan Tugas Akhir.
9. Teman – teman dari dulur papat limo pancer yang telah membantu dan mendoakan serta mendukung saat perjalanan tugas akhir.
10. Kepada Seluruh teman–teman Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan motivasi.

Surabaya, 30 Juli 2019

Penulis

MOTTO

- *Smile is the most beautiful alms.*
- *Do your best, until we cannot blame ourselves for everything that happened (Magdalena Neuner).*

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
PENGARUH HEAT TREATMENT TEMPERING DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENAHANAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA EMS 45

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 30 Juli 2019

Muzakka
1421404600



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUZAKKA
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

PENGARUH HEAT TREATMENT TEMPERING DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENAHANAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA EMS 45

Dengan **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal :

Yang Menyatakan

Materai
6000

(MUZAKKA)

ABSTRAK

PENGARUH HEAT TREATMENT TEMPERING DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENAHANAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA EMS 45

Baja EMS 45 merupakan baja karbon sedang yang mempunyai komposisi seperti berikut: 0,52% C, 0,27% Si, 0,65% Mn, 0,15% P, 0,002% S, 0,02% Cu. Berdasarkan penggunaanya baja ini bisa dikembangkan untuk memiliki sifat mekanik keras, kuat, tangguh, dan keuletan yang baik dengan cara proses perlakuan panas. Pada penelitian ini digunakan pengujian heat treatment dengan temperatur pemanasan 900 °C, dengan penahanan waktu 60 menit, quenching media air selanjutnya dilakukan proses temper. Variasi temperatur tempering 500 °C, 550 °C, 600 °C dan variasi waktu penahanan tempering 30, 60, dan 90 menit. Pengujian yang digunakan adalah uji rockwell C, uji impak, dan uji struktur mikro. Dapat dilihat nilai kekerasan tertinggi ada pada material baja EMS 45 yang telah di hardening 900°C, holding time 60 menit, quenching air dengan nilai kekerasan 88 HRC. Dan nilai kekerasan terendah ada pada material baja EMS 45 yang telah di tempering 600 °C / 90 menit dengan nilai 41,3 HRC. Sedangkan nilai impak tertinggi ada pada material baja EMS 45 yang telah diproses tempering dengan temperatur 600 °C / 90 menit dengan nilai E = 62,58 J dan HI = 782,25 J/m². Dan nilai impak terendah ada pada material baja EMS 45 yang telah di hardening 900 °C, holding time 60 menit, quenching air dengan nilai E = 44,04 J dan HI = 550,5 J/m².

Kata kunci: proses perlakuan panas baja EMS 45, tempering, media pendingin, uji rockwell, uji impak

ABSTRACT

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT TEMPERING WITH TEMPERATURE VARIATION AND HOLDING TIME ON MECHANICAL PROPERTIES OF EMS STEEL 45

EMS 45 steel is medium carbon steel which has the following composition: 0.52% C, 0.27% Si, 0.65% Mn, 0.15% P, 0.002% S, 0.02% Cu. Based on its use, this steel can be developed to have good mechanical properties, strong, tough and good tenacity by means of a heat treatment process. In this study heat treatment testing was used with a heating temperature of 900 °C, with a holding time of 60 minutes, quenching the water medium then the tempering process was carried out. Tempering temperature variation of 500 °C, 550 °C, 600 °C and variations in tempering holding times of 30, 60 and 90 minutes. The tests used are rockwell C test, impact test, and microstructure test. The highest hardness value can be seen in the EMS 45 steel material which has been hardened 900 °C, holding time 60 minutes, quenching water with a hardness value of 88 HRC. And the lowest hardness value is on EMS 45 steel material which has tempered 600 °C / 90 minutes with a value of 41.3 HRC. While the highest impact value is in EMS 45 steel material which has been tempered with a temperature of 600 °C / 90 minutes with values E = 62.58 J and HI = 782.25 J / m². And the lowest impact value is on EMS 45 steel material which has been hardened 900 °C, holding time 60 minutes, quenching water with E = 44.04 J and HI = 550.5 J / m².

Keywords: EMS 45 steel heat treatment process, tempering, cooling media, rockwell test, impact test

KATA PENGANTAR

Dengan segala puja dan puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudulul “**PENGARUH HEAT TREATMENT TEMPERING DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENAHANAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA EMS 45**”.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Mesin Strata Satu (S-1) Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. . Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Surabaya, 30 Juli 2019
Penulis

Muzakka
1421404600

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------|------|
| Halaman Judul..... | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Lembar Persembahan | iii |
| Motto | iv |
| Lembar Pernyataan Keaslian | v |
| Lembar Publikasi | vi |
| Abstrak | vii |
| Abstrack | viii |
| Kata Pengantar | ix |
| Daftar Isi..... | x |
| Daftar Gambar..... | xii |
| Daftar Tabel | xiii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|-----------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 2 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|---|----|
| 2.1 Klasifikasi Baja | 3 |
| 2.1.1 Baja Karbon | 4 |
| 2.1.2 Baja Paduan..... | 4 |
| 2.1.3 Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja | 5 |
| 2.2 Diagram fasa | 6 |
| 2.3 Perlakuan Panas <i>Heat Treatment</i> | 8 |
| 2.3.1 Annealing..... | 9 |
| 2.3.2 Normalizing | 9 |
| 2.3.3 Hardening..... | 10 |
| 2.3.4 Tempering | 10 |
| 2.4 Holding time..... | 11 |
| 2.5 Pembentukan Martensit..... | 13 |
| 2.6 Diagram Transformasi Untuk Pendinginan..... | 13 |
| 2.7 Media Pendingin | 15 |
| 2.8 Sifat Mekanik | 17 |
| 2.9 Pengujian Mekanik..... | 18 |
| 2.9.1 Uji Kekerasan Rockwell | 18 |
| 2.9.2 Uji Impak | 21 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 3.1 Rencana Penelitian | 25 |
| 3.2 Diagram Alir Penelitian | 26 |
| 3.3 Penjelasan Diagram Alir | 27 |
| BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Pengujian Kekerasan Rockwell C | 30 |
| 4.2 Analisa Data Uji Kekerasan Rockwell C | 30 |
| 4.3 Pengujian Impak Charpy | 31 |
| 4.4 Analisa Data Uji Impak Charpy | 36 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | 37 |
| 5.2 Saran..... | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA | 39 |
| LAMPIRAN..... | 41 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Diagram kesetimbangan Fe-Fe3C (De gamo, 1969)..... | 6 |
| 2.2 | Diagram suhu-waktu untuk proses hardening11 | |
| 2.3 | Diagram TTT untuk baja hypoeutectoid (Smallman dan Bishop, 2000)14 | |
| 2.4 | Pengaruh suhu oli pada kecepatan quenching (Thelning, 1984).....16 | |
| 2.5 | Proses Pengujian Rockwell (Purnomo, 2017: 75)20 | |
| 2.6 | Mesin Uji Pukul: (a) Izod (Bolton, 1998: 50). Dan (b) Charpy (Smith, 42006: 277) | 21 |
| 2.7 | Uji Pukul Izod: (a) Posisi Penjepitan Spesimen (test piece) Kantilever, (b) Detail Spesimen Logam, dan (c) Detail Spesimen Plastik (Bolton, 1998: 50) | 22 |
| 2.8 | Uji Pukul Charpy: (a) Posisi Spesimen Logam, dan (b) Detail Takik Spesimen (Bolton, 1998: 51) | 22 |
| 2.9 | Konfigurasi dan Pembebanan Uji Pukul: (a) Charpy, dan (b) Izod (Dowling, 2007: 149) | 23 |
| 4.1 | Hasil uji kekerasan Rockwell C baja EMS 45 | 30 |
| 4.2 | Hasil perhitungan energi impak baja EMS 45 | 35 |
| 4.3 | Hasil perhitungan energi impak baja EMS 45 | 36 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Beberapa macam heat treatment baja (Van Black, 1992) | 14 |
| 2.2 | Uji kekerasan Rockwell (Purnomo, 2017: 72)..... | 18 |
| 2.3 | Skala uji kekerasan Rockwel (Purnomo, 2017: 73) | 19 |
| 4.1 | Hasil uji kekerasan Rockwell Baja EMS 45 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 900 °C, holding time 60 menit, quenching air... 29 | |
| 4.2 | Hasil uji kekerasan Rockwell Baja EMS 45 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening kemudian di tempering..... | 29 |
| 4.3 | Hasil uji impact charpy Baja EMS 45 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 900 °C, Holding time 60 menit, Quenching air..... | 31 |
| 4.4 | Hasil uji impact Baja EMS 45 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening kemudian ditempering..... | 31 |
| 4.5 | Hasil perhitungan energi impak dan harga impak Baja EMS 45 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 900 °C, holding time 60 menit, quenching air dan tanpa tempering | 35 |
| 4.6 | Hasil perhitungan energi impak dan harga impak Baja EMS 45 yang telah di tempering | 35 |