



**ANALISIS KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA  
MATERIAL ST 60 SETELAH MENGALAMI PERLAKUAN  
PANAS NORMALIZING DENGAN VARIASI MEDIA  
PENDINGIN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Srata Satu (S-1)  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



**Disusun oleh :**

**MOCHAMAD WAHYU SULTANSYAH LAKSONO**

**NPM : 21501052081**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**2021**

## ABSTRAK

**Mochamad Wahyu Sultansyah Laksono.2021. Analisis Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Pada Baja St 60 Setelah Mengalami Perlakuan Panas Normalizing Dengan Variasi Media Pendingin. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing : Dr. Ir Priyagung Hartono, M.T. dan Ir . Hj. Unung Lesmanah, M.T**

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini yaitu dapat mengetahui pengaruh baja ST 60 pada kekuatan tarik dan kekerasan dengan variasi media pendingin setelah mengalami perlakuan panas normalizing. penelitian ini menggunakan baja ST 60 yang mempunyai komposisi C = 0,439%, Mn = 0,752, P = 0,198, S = 0,0106, Si = 0,305%. Pada penelitian ini menggunakan 6 sampel percobaan kekerasan dan 18 sampel percobaan kekuatan tarik dengan perbandingan suhu normalizing 700<sup>0</sup> C dan 900<sup>0</sup> C dan variasi pendingin oli SAE 40 5 liter, udara 27<sup>0</sup> C, air garam dengan menggunakan campuran air 5 liter dan 270 gram garam. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa hasil hardness yang paling tinggi terdapat di variasi air garam pada suhu 700<sup>0</sup> C dengan nilai rata - rata 20,7 HRC dan pada suhu 900<sup>0</sup> C dengan nilai rata – ratanya adalah 62 HRC, sedangkan hasil hardness terendah terdapat di variasi udara pada suhu 700<sup>0</sup> C dengan nilai rata - rata 13,5 HRC dan pada suhu 900<sup>0</sup> C dengan nilai rata – ratanya adalah 14,5 HRC. Sedangkan hasil tensile strength yang paling tinggi terdapat di variasi oli SAE pada suhu 700<sup>0</sup> C dengan nilai rata - rata 0,73 Kn/mm<sup>2</sup> dan pada suhu 900<sup>0</sup> C dengan nilai rata – ratanya adalah 0,938 Kn/mm<sup>2</sup>, sedangkan hasil hardness terendah terdapat pada variasi air garam pada suhu 700<sup>0</sup> C dengan nilai rata - rata 0,768 Kn/mm<sup>2</sup> dan pada suhu 900<sup>0</sup> C dengan nilai rata – ratanya adalah 0,575 Kn/mm<sup>2</sup>.

*Kata kunci : Kekerasan , Kekuatan Tarik , Proses Normalizing , Variasai Pendingin*

## ABSTRACT

**Mochamad Wahyu Sultansyah Laksono. 2021. Analysis of Hardness And Tensile Strength In St 60 Steel After Normalizing Heat Treatment With Variation Of Cooling Media. Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. Supervisor : Dr. Ir Priyagung Hartono, M.T. and Ir. Hj. Unung Lesmanah, M.T**

### Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of ST 60 steel on tensile strength and hardness with variations in cooling media after undergoing normalizing heat treatment. This study uses ST 60 steel which has a composition of C = 0.439%, Mn = 0.752, P = 0.198, S = 0.0106, Si = 0.305%. In this study, 6 experimental samples of hardness and 18 experimental samples of tensile strength were used with a comparison of normalizing temperatures of 7000 °C and 900 °C and variations of SAE 40 oil cooler 5 liters, air 27 °C, salt water using a mixture of 5 liters of water and 270 grams of salt. The results of this study conclude that the highest hardness results are found in variations in salt water at a temperature of 700 °C with an average value of 20.7 HRC and at a temperature of 900 °C with an average value of 62 HRC, while the lowest hardness results are found in air variations. at a temperature of 700 °C with an average value of 13.5 HRC and at a temperature of 900 °C with an average value of 14.5 HRC. While the highest tensile strength results are found in the SAE oil variation at a temperature of 700 °C with an average value of 0.73 Kn/mm<sup>2</sup> and at a temperature of 900 °C with an average value of 0.938 Kn/mm<sup>2</sup>, while the lowest hardness results are found in variations brine at a temperature of 700 °C with an average value of 0.768 Kn/mm<sup>2</sup> and at a temperature of 900 °C with an average value of 0.575 Kn/mm<sup>2</sup>.

Keywords: Hardness, Tensile Strength, Normalizing Process, Cooling Variation

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan banyaknya kegagalan mekanis yang ditemui, Salah satu contohnya misalnya faktor kelelahan logam seperti patahnya poros kereta api, poros roda mobil, dan peristiwa patahnya poros baling-baling kapal. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh beban-beban tersebut terhadap kekuatan lelah material poros, maka diperlukan pengujian material menggunakan benda uji (spesimen) dan disertai dengan analisa maupun perhitungan secara teliti (Gusti Rusydi, 2016)

Dengan karbon yang dimiliki baja ST 60 menjadikan baja ini memiliki sifat-sifat pengerjaan dan kekuatan yang sangat baik. Apabila baja ini diberi perlakuan yang tepat maka akan didapatkan kekerasan dan keuletan sesuai yang diinginkan. Baja ini juga dapat di berikan perlakuan dingin atau quenching dengan cara merendam atau mencelupkan baja kedalam larutan asam pendingin pada baja pada dasarnya adalah proses pendinginan cepat yang dilakukan pada logam yang telah dipanaskan diatas temperatur kritisnya. Pada baja karbon sedang atau tinggi proses ini akan menghasilkan fasa yang disebut martensit yang sangat kuat dan getas. Proses quenching yang di lakukan terhadap baja, menghasilkan baja yang memiliki kualitas yang lebih baik, efek quenching terhadap baja yang diuji adalah menaikkan kekerasan, sehingga perubahan yang terjadi berpengaruh terhadap uji tarik, kekerasan dan struktur mikro. (Zulfikar 2017)

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (crystal lattice) atom besi. Baja karbon ini dikenal sebagai baja hitam karena berwarna hitam, banyak digunakan untuk peralatan pertanian misalnya sabit dan cangkul. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah titanium, krom (chromium), nikel, vanadium, cobalt dan tungsten (wolfram).

Sifat-sifat logam yang terutama sifat mekanik yang sangat mempengaruhi oleh struktur mikrologam disamping posisi kimia, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda apabila struktur mikronya diubah. Dengan adanya pemanas atau pendingin dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya. (Rida sulustio, 2007).

Uji tarik ( tensile test ) dilakukan untuk mengetahui beban tarik maksimum suatu material, yaitu beban yang timbul apabila pada bagian bendabekerja beberapa gaya yang arah garis kerjanya bertolak belakang. Kita dapat menentukannya dengan membebani batang tersebut dengan tarikan yang semakin tinggi dan mengukur gaya maksimal yang dapat ditahan sebelum batang tersebut menjadi putus. Putus atau patah berarti bahwa unsur galur materi tersebut menjadi terlepas pada tempat yang tertentu. ( Groenendijk,1980 ).

Dari latar belakang diatas penulis meneliti tentang “ Analisa Uji Kekerasan dan Tarikan Pada Material Baja ST60 Setelah Mengalami Perlakuan Panas *Normalizing* Dengan Variasi Media Pendingin.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dalam Analisis Kekersan Dan Kekuatan Tarikan Pada Matrial ST60 Setelah Mengalami Perlakuan Panas *Normalizing* Dengan variasi Media Pendingin , maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis dari nilai kekerasan dan kekuatan tarik pada proses *Normalizing* dan varisi media pendingin pada baja St 60 ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam Analisis Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Pada Material ST60 Setelah Mengalami proses *Normalizing* dengan variasi Media Pendingin , sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi media pendingin air garam , oli SAE 40 , dan Udara pada proses *Normalizing* terhadap nilai kekerasan dan kekuatan tarik.

2. Mengetahui nilai kekerasan dan nilai kekuatan tarik dari benda uji setelah mengalami proses *Normalizing* dengan variasi tempertur 700<sup>0</sup> dan 900<sup>0</sup>, apakah terjadi perubahan atau tidak.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Material yang di gunakan dalam pengujian ini adalah baja st 60
2. Proses *Normalizing* di lakukann pada suhu 700<sup>0</sup> dan 900<sup>0</sup> dengan waktu penahanan selama 5 menit .
3. Media pendingin , Oli SAE 40 , Air garam , udara
4. Pengujain kekerasan dengan metode *Rockwell*
5. Pada media media pendingin air garam saya menggunakan air 5 liter dan garam 250 gram
6. Pengujian kekuatan tarik.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Analisis Kekerasan Dan kekuatan Tarikan Pada Matrial ST 60 Setelah mengalami Perlakuan Panas *Normalizing* Dengan variasi Media Pendingin , sebagai berikut :

1. Menerapkan secara nyata, terpadu, dan terencana ilmu – ilmu yang di dapatkan dalam bidang teknik mesin selama kegiatan perkuliahan
2. Merupakan langkah awal unruk mengembangkan, merancang dan menciptakan karya yang bermanfaat dibidang manufaktur
3. Menumbuhkan dan meningkatkan kreatifitas dan inovasi Analisis Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Pada Material St 60 Setelah Mengalami Perlakuan Panas *Normalizing*.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun menjadi lima bab, adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisikan tentang latar belakang masalah yang diambil, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bagian ini di uraikan beberapa tinjauan pustakadan hasil penelitian sebelumnya.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

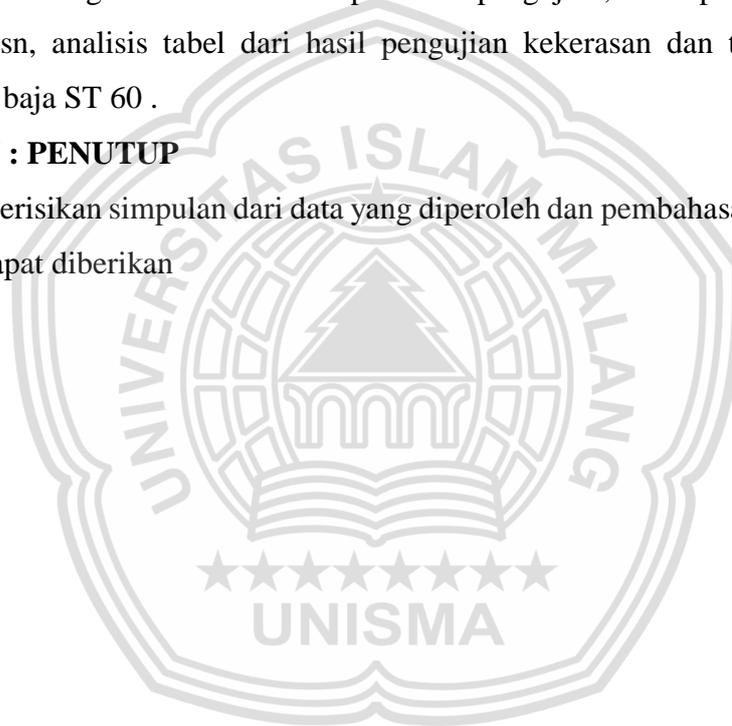
Pada bagian ini diuraikan metode penelitian , waktu dan tempat variabel penelitian, alat dan bahan, insatasi penelitian, flow chat penelitian, dan hipotesis.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bagian ini di uraikan prosedur pengujian, hasil pengujian, hasil penelitsn, analisis tabel dari hasil pengujian kekerasan dan tarikan padan matrial baja ST 60 .

## **BAB V : PENUTUP**

Berisikan simpulan dari data yang diperoleh dan pembahasan, serta saran yang dapat diberikan



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu analisis kekerasan dan kekuatan tarik pada material baja st 60 setelah perlakuan panas *Normalizing* dengan variasi media pendingin, diperoleh data rata – rata kekerasan tertinggi terdapat pada variasi media pendingin air garam sebesar 56,7 HRC dengan suhu 900<sup>0</sup> C dan terendah terdapat pada variasi media mendingin udara sebesar 13,1 HRC dengan suhu 700<sup>0</sup> C, kemudian pada kekuatan tarik tertinggi terdapat pada variasi media pendingin oli SAE 40 sebesar 0,928 KN/mm<sup>2</sup> dengan suhu 900<sup>0</sup> C dan terendah terdapat pada variasi media mendingin air garam sebesar 0,552 KN/mm<sup>2</sup> dengan suhu 700<sup>0</sup> C, dari nilai – nilai yang di data di atas dapat di simpulkan semakin besar suhu pada proses *Normalizing*, maka semakin bagus nilai kekerasan dan kekuatan tarik.

#### 5.2 Saran

Hal hal yang perlu di perhatikan dalam pelaksanaan penelitian adalah :

1. Pada penelitian ini di harapkan untuk mengambil variasi pendingin yang lain, karena sangat memungkinkan untuk melakukan variasi media pendingin yang lain .
2. Penelitian ini memakai variasi suhu 700°C dan 900°C, untuk kedepannya nanti supaya menjadi referensi agar variasi suhu ini dapat di ubah lebih tinggi dan variasi nya dapat di ubah ke  *Holding time*  yang lebih lama .
3. Pada penelitian ini saya menggunakan uji kekerasan *Rockwell* di harapkan pada penelitian lainnya untuk memakai uji struktur mikro dan uji  *impact*

## DAFTAR PUSTAKA

- Furqon, Gusti, R. Firman , Muhammad . Sugeng , Adi. (2016). “*Analisa Uji Kekerasan pada Poros Baja ST 60 Dengan Media Pendingin yang Berbeda*”. Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Volume. 01,No. 02 Tahun 2016.
- Zulfiqar Andhika Suprayogi, Saufik Luthfianto, Drajat Samyono (2017) *Penagruh Variasi Media Quenching Terhadap Sifat Mekanis Rantai Elevator Fruit Kelapa Sawit*, Program Studi Teknik Mesin, Program Studi Teknik Industri , Universitas Pancasakti, Tegal, Jawa Tengah. Volume. 6, No.1, April 2016.
- Sulistio, Rida. (2007). “*Pengaruh Proses Normalizing Terhadap Sifat Mekanis Baja S 45 C*”. Rida Sulistio. 24 Maret 2007.
- Tambunan, Wilson F. Budiarto, Untung. Santosa, Budi, Ari, Wibawa. (2019). “*Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Puntir, dan Mikrografi Baja ST 60 Sebagai Bahan Poros Propeller Setelah Proses Normalizing dan Variasi Dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time)*”. Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Volume. 7, No. 2 Tahun 2019.
- Ramadhani Kiki. ( 2019 ). “*Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja ST 37 Setelah Perlakuan Panas Normalizing*”. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Medan.
- Putra, Ridwan, R. Jokosisworo, Sarjito. Budi, Ari, Wibawa, S. (2017). “*Analisa Kekuatan Puntir, Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja ST 60 sebagai Bahan Poros Baling – Baling Kapal (propeller Shaft) Setelah Proses Tempering*”. Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Volume. 5, No. 1 Tahun 2017.
- Afif, Fahmi, A. (2017). “*Pengaruh Proses Normalizing Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Pipa SA 179 yang Telah Mengalami Pembengkokan*”. Program Studi Diploma III Teknik Mesin Industri Fakultas Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Nugroho, Adhityo, S. Haryadi, Gunawan, D. Hardjuno, Agus, T. (2004). “*Pengaruh Proses Normalizing Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Sambungan Las Thermite Baja NP-42*”. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Volume. 2, No. 3, Tahun 2014.
- Jokosisworo, Sarjito. (2019). “*Pengaruh Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk*”. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Volume. 30 No. 3 Tahun 2009.
- Smallman, R. E. and Bishop, R. J. 1999. “*Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering*”. Oxford, Butterworth-Heinemann. Hal 298

- Mustofa, Zaenal. (2016). “*Analisa Pengaruh Pendingin Terhadap Kekerasan Bahan AISI 1045 Pada Proses Head Treatment*”. Fakultas Teknik Universitas Nusantara Persatuan Guru Republik Indonesia Un Pgrri Kediri.
- Mizhar, Susri. Suherman. (2011). “*Pengaruh Perbedaan Kondisi Tempering Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan dari Baja AISI 4140*”. Teknik Mesin, Politeknik Tanjung Balai, Jln. Sei Raja, Tanjung Balai. Sumatra Utara. Jurnal Dinamis, Volume.II, No.8, Tahun 2011.
- Meiriza. Asyara. Syahrul. (2019). “*Efek Quenching Dengan Media Pendingin yang Berbeda Terhadap Nilai Kekerasan Pisau Berbahan SUP 9*”. Mahasiswa Universitas Negri Padang. Volume.7 No.8 Tahun 2019.
- Kasman, Rizal, A. (2020). “*Pengaruh Proses Anneling Baja Karbon ST 60 Terhadap Kekerasan Permukaan Hasil Permesinan Bubut*”. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanudin Makasar.
- Sardi, Vicky, B. Jokosisworo, Sarjito. Yudo, Hartono. (2018). “*Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi*”. Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Volume.6, No.1 Tahun 2018.
- Testing Indonesia, (2018). “Metode Hardness Test atau Uji Kekerasan”  
<https://testingindonesia.com/metode-hardness-test-atau-uji-kekerasan-69>  
Oktober 2020.
- Haryadi, Gunawan, D. (2005). “*Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik Pada Baja K-460*. Staf Pengajar Jurusan, Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Volume. 7 NO. 3 Tahun 2005.
- Researchgate (2013). “*Seminar Nasional Mesin Dan Industri (SNMI8) 2013*”  
[https://www.researchgate.net/figure/Gambar-8-Alat-Uji-Kekerasan-Brinell\\_fig1\\_317717870](https://www.researchgate.net/figure/Gambar-8-Alat-Uji-Kekerasan-Brinell_fig1_317717870). Oktober 2020.  
[https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1QsINm2iSBuNkSnhJq6zDcpXaz.jpg\\_350x350.jpg](https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1QsINm2iSBuNkSnhJq6zDcpXaz.jpg_350x350.jpg)
- Teknik Manufaktur. (2018). “*Persyaratan Uji Rockwell*”.  
<http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2018/04/persyaratan-uji-kekerasan-rockwell.html>. Oktober 2020.
- Teknik Mesin 1. (2011). “*Uji Tarik Bahan*”.

<http://teknik-mesin1.blogspot.com/2011/06/uji-tarik-bahan.html>. Oktober 2020.

Tokopedia. (2019). “*Oli Mesin Mesran SAE 10W-40 (1L)*”

<https://www.tokopedia.com/gpmotor500/oli-mesin-mesran-sae-10w-40-1l>. Oktober 2020.

Andrian Vernandes. (2016). “*Cara Memisahkan Garam Dari Air*”.

<https://www.avkimia.com/2016/12/cara-memisahkan-garam-dari-air.html>.

Oktober 2020.

