



**ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN *HOLDING TIME*  
TERHADAP KEKERASAN PADA PROSES *HARDENING***

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

*(S.T) Pada Program Studi Teknik Mesin*



★ Disusun Oleh : ★  
**MUHAMAD FATONI**  
NPM . 216.01.052.052

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**MALANG**

**2021**

## ABSTRAK

**Muhamad Fatoni.2021. Analisis Pengaruh Variasi Media Pendingin Dan Holding Time Terhadap Kekerasan Pada Proses Hardening. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Ir. Hj Unnung Lesmanah, M.T. dan Mochammad Basjir, S. T., M. T.**

### ABSTRACT

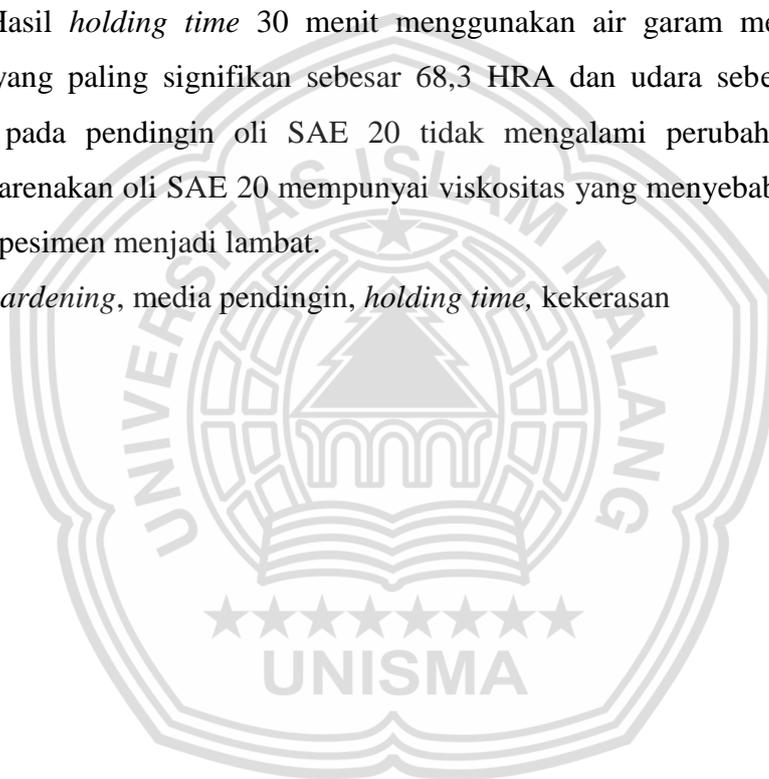
*Heat treatment is a process to change metal structure with heated during a certain time, afterward chilled on a cooling medium. Hardening is one of heat treatment which aims to increase a metal hardness. This study make use of hardening temperature process with 900 °C by 2 variations holding time, that is holding time with 15 minutes and 30 minutes, then chill using a cooling medium from of water, salt, oil and air. The result of holding time in 15 minutes with water and salt has a hardness value of 61,2 HRA, SAE 20 oil of 57,4 HRA and air of 46,1 HRA. At the holding time of 30 minutes, brine experienced the most significant increase of 68.3 HRA and air of 48.8 HRA, but the SAE 20 oil cooler did not experience a significant change in zinc because SAE 20 oil had a viscosity which caused the specimen cooling rate to slow down.*

**Keywords:** *hardening, cooling media, holding time, hardness*

## ABSTRAK

*Heat treatment* merupakan suatu proses untuk mengubah struktur logam dengan cara dipanaskan selama waktu tertentu, lalu didinginkan pada media pendingin. Salah satu perlakuan panas yang bertujuan untuk meningkatkan kekerasan logam adalah *hardening*. Penelitian ini menggunakan proses *hardening temperature* 900°C dengan 2 variasi *holding time* yaitu *holding time* 15 menit dan 30 menit, lalu didinginkan menggunakan media pendingin berupa air garam, oli, serta udara. Hasil *holding time* 15 menit menggunakan air garam memiliki nilai kekerasan sebesar 61,2 HRA, oli SAE 20 sebesar 57,4 HRA dan udara sebesar 46,1 HRA. Hasil *holding time* 30 menit menggunakan air garam mengalami peningkatan yang paling signifikan sebesar 68,3 HRA dan udara sebesar 48,8 HRA, tetapi pada pendingin oli SAE 20 tidak mengalami perubahan yang signifikan dikarenakan oli SAE 20 mempunyai viskositas yang menyebabkan laju pendinginan spesimen menjadi lambat.

Kata kunci : *hardening*, media pendingin, *holding time*, kekerasan



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri yang semakin berkembang dibutuhkan baja dengan sifat dan karakteristik yang sesuai keinginan konsumen. Hal itu mengakibatkan kebutuhan material logam industri yang berkualitas semakin meningkat, dengan demikian para peneliti harus diikuti sertakan dalam mengembangkan kualitas material logam melalui penelitian dengan berbagai macam pengembangan ilmu pengetahuan. Metalurgi adalah ilmu yang mempelajari sifat logam dan paduan melalui analisis terhadap strukturnya. Struktur dan paduan logam merupakan faktor penting untuk menentukan dari susunan mikro baja yang mempengaruhi sifat logam. Untuk memperbaiki struktur mikro dan sifat logam dapat dilakukan melalui proses perlakuan panas. Ahmad Multazam, (2016).

*Hardening* merupakan salah satu proses yang sering digunakan untuk meningkatkan kekerasan produk agar tidak mudah aus saat digunakan. Proses pengerasan baja dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanis baja yakni sifat kekerasan yang dibutuhkan dalam dunia industri sebagai bahan pembuatan komponen otomotif dan konstruksi pemesinan. Perlakuan panas menuntut pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan dan pendinginan secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis. Pada proses pemanasan waktu tahan atau (*holding time*) sangat berperan penting dalam proses ini, karena digunakan untuk mendapat kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan menahan pada temperature pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen atau terjadinya kelarutan sementit ke dalam *austenite*. Karena struktur martensit terbentuk dari fasa *austenite* yang didinginkan maka semakin banyak karbon yang terperangkap pada saat proses pendinginan akan menyebabkan baja semakin keras.

Pada proses *hardening* menggunakan media pendingin seperti air, oli, minyak, solar dan lain-lain. Tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur martensite, semakin banyak karbon yang terperangkap maka struktur martensite yang terbentuk juga akan semakin banyak. Karena martensite

terbentuk dari fase Austenite yang didinginkan secara cepat. Hal ini disebabkan karena atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong antar atomnya kecil, sehingga kekerasannya meningkat.

Penelitian ini bertujuan memperbaiki sifat material menggunakan variasi media pendingin air garam, oli, dan udara serta menggunakan variasi *holding time*. Dengan mempertimbangkan *holding time* dan media pendingin air garam, solar, dan oli yang masing-masing mempunyai sifat penyerap panas dan kerapatan yang berbeda-beda, pada ketiga media pendingin tersebut sangat memungkinkan dimanfaatkan pada proses *hardening*. Media pendingin pada proses *hardening* sangat berperan penting pada pembentukan ikatan kompleks, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kekerasan.

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan penelitian Prihanto Trihutomo (2015) tentang analisa kekerasan pada pisau berbahan baja karbon menengah hasil proses *hardening* dengan media pendingin yang berbeda. Baja per daun truk bekas termasuk jenis baja 5160 yang di *hardening* pada *temperature* 800°C kemudian didinginkan pada media pendingin yang berbeda yaitu air, air garam, oli, dan udara. Hasil analisa data menunjukkan bahwa pisau yang menggunakan media pendingin air memiliki nilai rata-rata kekerasan 652.64 HV, pada media pendingin air garam rata-rata nilai kekerasannya 836.56 HV, pada media pendingin oli rata-rata nilai kekerasannya 600 HV dan pada media pendingin udara memiliki nilai rata-rata kekerasan 335.44 HV. Kemudian pada penelitian lainnya, Wifakul Azmi Arzak (2019) analisis sifat mekanis pada mata pisau mesin serut kayu berbahan baja karbon sedang hasil proses *hardening* dengan variasi media pendingin. Baja karbon sedang JIS Z 2243 yang di *hardening* pada *temperature* 915°C dan di *tempering* pada *temperature* 300°C dengan variasi media pendingin air, air garam dan oli. Hasil uji kekerasan menunjukkan nilai kekerasan pada air garam yang paling tinggi yaitu 362.67 HB. Penelitian lainnya, Alwarits, et al., (2014) pengaruh media pendingin pada proses *hardening* terhadap peningkatan kekerasan baja karbon sedang. Penelitian ini menggunakan baja karbon sedang S45C yang memiliki nilai kekerasan 172.66

BHN. Setelah melalui proses *hardening* dengan temperature 830°C. Hasil uji kekerasan menunjukkan peningkatan kekerasan dengan media pendingin air yang mengalami peningkatan kekerasan 342.22 BHN, dengan media oli mengalami peningkatan sebesar 221.33 BHN, dan air garam memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu 394.33 BHN.

Hasil yang di dapat dari penelitian-penelitaian tersebut menunjukkan bahwa pada proses *hardening* pengaruh media pendingin dan *holding time* dapat meningkatkan nilai kekerasan pada baja.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya maka bisa dirumuskan penelitian ini akan membahas tentang analisis pengaruh variasi media pendingin dan *holding time* terhadap kekerasan pada proses *hardening*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu adanya suatu rumusan masalah agar peneliti lebih fokus dan terarah pada suatu objek permasalahan yang akan diteliti, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin air garam, oli dan udara pada proses *hardening* terhadap nilai kekerasan ?
2. Bagaimana pengaruh variasi *holding time* selama 15 menit dan 30 menit pada proses *hardening* terhadap nilai kekerasan ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan yang telah dipaparkan diatas maka tujuan dari skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin air garam, oli dan udara pada proses *hardening* terhadap nilai kekerasan.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi *holding time* 15 menit dan 30 menit pada proses *hardening* terhadap nilai kekerasan.

## 1.4 Batasan Masalah

Supaya penelitian tidak melebar dari apa yang dikehendaki peneliti maka perlu adanya suatu batasan masalah, adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah baja ST 60.
2. Proses *hardening* dilakukan pada suhu 900°C.

3. Variasi *holding time* 15 menit dan 30 menit.
4. Media pendingin air garam, oli SAE 20 dan udara.
5. Uji yang dilakukan adalah uji kekerasan *Rockwell*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti untuk menerapkan metode atau ilmu yang diperoleh selama perkuliahan dan melatih menganalisa permasalahan yang ada serta mencari penyelesaiannya.
2. Bagi industri dapat digunakan sebagai acuan atau pedoman dalam pengerasan baja menggunakan proses *hardening* untuk pengembangan produk yang lebih baik.
3. Bagi pembaca dapat digunakan sebagai bahan pengetahuan dan sebagai perbandingan serta sumber acuan untuk bidang kajian yang sama.

### 1.6 Sistematika penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami isi keseluruhan dari penelitian ini maka sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

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

Bab ini menguraikan latar belakang dibuatnya penelitian ini, perumusan pokok masalah, batasan masalah, tujuan yang akan dicapai, manfaat yang dapat dihasilkan, dan metodologi yang digunakan serta sistematika dari penulisan skripsi ini.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, guna mendukung, melandasi dan memperkuat penelitian yang didapat dari buku, jurnal ilmiah, literature serta penelitian terdahulu.

#### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ketiga membahas mengenai langkah-langkah sistematis yang ditempuh dalam mengerjakan penelitian ini. Hal ini bertujuan supaya dalam metode pengambilan data, pengumpulan data, diagram alur penelitian dan pengolahan data hasil eksperimen ini menjadi lebih terarah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

#### **BAB IV : ANALISIS DATA**

Dalam bab ini merupakan laporan hasil fenomena-fenomena pelaksanaan penelitian dan membahas mengenai analisis data yang telah diperoleh.

#### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan pokok dari penelitian sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, serta saran untuk penelitian selanjutnya. Setelah adanya bab ini dilanjutkan dengan daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN-LAMPIRAN**



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian analisis pengaruh variasi media pendingin dan *holding time* terhadap kekerasan pada proses *hardening*. Pada proses ini dilakukan dengan menggunakan salah satu proses *heat treatment* yaitu *hardening* dengan *temperature* 900°C dengan menggunakan dua variasi *holding time* yaitu *holding time* 15 menit dan *holding time* 30 menit, dengan menggunakan tiga variasi media pendingin yaitu air garam, oli SAE 20 dan udara. Setelah itu dilakukan uji kekerasan *Rockwell*. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Ditinjau dari perhitungan manual analisa uji anova *two way* analisis yang di dapat sebagai berikut :
  - a.  $F_{hitung} < f_{table}$  ( $-55,01 < 3,89$ ) Artinya  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak karena pada variasi media pendingin tidak ada perbedaan nilai kekerasan pada proses *hardening*.
  - b.  $F_{hitung} < f_{table}$  ( $-1,73 < 3,89$ ) Artinya  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak karena pada variasi *holding time* tidak ada perbedaan nilai kekerasan pada proses *hardening*.
  - c.  $F_{hitung} > f_{table}$  ( $27,41 > 3,26$ ) artinya  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima karena ada perbedaan pada nilai kekerasan pada variasi media pendingin dan variasi *holding time* pada proses *hardening*.
2. Nilai rata-rata kekerasan terendah adalah 46,1 HRA terdapat pada variasi media pendingin udara dengan *holding time* 15 menit. Sedangkan pada *holding time* 30 menit nilai kekerasan rata-rata pada media pendingin udara yaitu 48,8 HRA. Karena untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan cara *holding time* atau menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen.
3. Nilai rata-rata kekerasan pada media pendingin oli SAE 20 yaitu 57,4 HRA dengan *holding time* 15 menit. Sedangkan pada *holding time* 30 menit nilai kekerasan rata-rata pada media pendingin oli SAE 20 yaitu

57,4 HRA. karena pada media pendingin oli SAE 20 memiliki kekentalan yang membuat spesimen akan mengalami pendinginan secara lambat, oleh sebab itu variasi *holding time* tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan pada media pendingin oli SAE 20.

4. Nilai kekerasan tertinggi adalah 68,3 HRA terdapat pada variasi media pendingin air garam dengan *holding time* 30 menit. Sedangkan pada *holding time* 15 menit nilai kekerasan rata-rata pada media pendingin air garam yaitu 61,2 HRA. Karena untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan cara *holding time* atau menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen. Karena media pendingin air garam memiliki zat arang atau karbon yang akan menghasilkan karbon lebih banyak, pada proses pendinginan ini akan menyebabkan terperangkapnya karbon yang akan menyebabkan bergesernya atom-atom sehingga terbentuk struktur yang tidak setimbang yang disebut *martensit* yang bersifat keras dan getas.

## 5.2 Saran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian adalah:

1. Pada penelitian ini dalam pengambil variasi media pendingin diharapkan dilain media pendingin yang saya lakukan. Karena sangat memungkinkan untuk melakukan variasi media pendingin lainnya dengan mempertimbangkan viskositas pada media pendingin lainnya.
2. Pada penelitian ini memakai variasi *holding time* 15 menit dan 30 menit, untuk kedepannya nanti supaya menjadi referensi agar variasi *holding time* ini bisa di perpanjang waktu *holding time*nya.
3. Pada penelitian ini memakai pengujian kekerasan Rockwell diharapkan pada penelitian lainnya memakai uji *impact*, uji Tarik, dan melakukan uji struktur mikro.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, W. (2019). Analisis Sifat Mekanis Pada Mata Pisau Mesin Serut Kayu Berbahan Baja Karbon Sedang Hasil Proses Hardening Dengan Variasi Media Pendingin. *ENGINEERING*, 10(1), 21-24.
- Aziza, Y. (2020). PENGARUH KADAR GARAM DAPUR (nacl) DALAM MEDIA PENDINGIN TERHADAP TINGKAT KEKERASAN PADA PROSES Pengerasan BAJA ST-60. *Jurnal Teknologi Terapan: G-Tech*, 1(1), 18–25. <https://doi.org/10.33379/gtech.v1i1.263>
- Lesmanah, U., Marsyahyo, E., & Vitasari, P. (2013). Optimasi Sifat Mekanis Kekuatan Tarik Baja St 50 Dengan Perlakuan Gas Carburizing Variasi Holding Time Untuk Peningkatan Mutu Baja. *Jurnal Mekanikal*, 4(2), 366–375.
- Nasir, M. (n.d.). *Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Hardening Terhadap Peningkatan Kekerasan Baja Karbon Sedang*. 4.
- Setyo, N. (2016). Pengaruh Viskositas Oli Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja 60. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Tidar*, 51–60.
- Trihutomo, P. (2015). Analisa Kekerasan Pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses Hardening Dengan Media Pendingin Yang Berbeda. *Teknik Mesin*, 28–34.
- Wahyu Candra, Tuwoso, R. P. P. (2014). Pengaruh Kadar Dromus Oil dalam Media Pendingin terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja St 60 yang Mengalami Proses Hardening Tempering. *Jurnal Teknik Mesin*, 22(02), 1–14.
- Wiyono, Kukuh. "Pengaruh Variasi Waktu Tahan ( *Holding Time* ) Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan ( *Vickers* ) Pada Baja St 60." Phd Diss., University Of Muhammadiyah Malang, 2018
- Yani, R. D., Pratomo, T., & Cahyono, H. (2008). Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro Logam St 60. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 11(01), 96–109.