

**PENGARUH PENAMBAHAN GARAM INDUSTRI DALAM  
MEDIA PENDINGIN PADA PROSES *HARDENING*  
TERHADAP KEKERASAN PADA BAJA AISI 4340**

**SKRIPSI**

Oleh

**Tri Juliantika**

**NIM : 06121281924032**

**Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**PENGARUH PENAMBAHAN GARAM INDISTRI DALAM MEDIA  
PENDINGIN PADA PROSES *HARDENING* TERHADAP KEKERASAN  
PADA BAJA AISI 4340**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Tri Juliantika**

**Nomor Induk Mahasiswa : 06121281924032**

**Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**Disetujui untuk Diujikan dalam Ujian Akhir Program Serjana**

**Telah di ajukan dan lulus**

**Hari/Tanggal: 13 Maret 2023**

**Mengesahkan**

**Mengetahui,**

**Koordinator Program Studi Pendidikan  
Teknik Mesin**



**Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T  
NIP.199208072019031017**

**Pembimbing Skripsi**



**Imam Syofii, S.Pd.,M.Eng  
NIP.198305032009121006**



**PENGARUH PENAMBAHAN GARAM INDUSTRI DALAM MEDIA  
PENDINGIN PADA PROSES *HARDENING* TERHADAP KEKERASAN  
PADA BAJA AISI 4340**

**SKRIPSI**

Oleh

**Tri Juliantika**

**Nomor Induk Mahasiswa : 06121281924032**

**Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**Disetujui untuk Diujikan dalam Ujian Akhir Program Sarjana**

**Mengesahkan**

**Mengetahui,**

**Koordinator Program Studi Pendidikan  
Teknik Mesin**



**Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T**  
**NIP.199208072019031017**

**Pembimbing Skripsi**



**Imam Syofii, S.Pd., M.Eng**  
**NIP.198305032009121006**



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tri Juliantika

Nim : 06121281924032

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Dengan ini saya menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Garam Industri dalam Media Pendingin pada Proses *Hardening* terhadap Kekerasan pada Baja AISI 4340” merupakan benar-benar karya saya dan tidak dilakukan penjiplakan atau pengutipan yang tidak sesuai dengan keilmuan yang berlaku sesuai peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No.17 tahun 2010 tentang pencegahan dan pengulangan plagiat di perguruan tinggi.

Atas pernyataan ini apabila pada kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran dan pengaduan dari pihak lainnya terhadap keaslian karya ini, saya siap menanggung sanksi yang akan dijatuhkan kepada saya.

Indralaya, 01 Maret 2023

Pembuat Pernyataan



**Tri Juliantika**

NIM.06121281924032

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

Maha Suci Allah SWT tuhan semesta alam yang senantiasa selalu mencurahkan anugrah, rahmat dan nikmat-nya kepada semua makhluk dimuka bumi. Alhamdulillah berkat izin Allah SWT dan nikmat kekuatan dari Allah SWT sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul "Pengaruh Penambahan Garam Industri dalam Media Pendingin pada Proses *Hardening* terhadap Baja Aisi 4340". Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat perolehan gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Sriwijaya.

Skripsi ini dapat diselesaikan semata karena penulis menerima banyak bantuan dan dukungan. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

- ❖ Allah SWT, karena rahmat-Nya, anugerah ilmu, kesempatan dan keselamatan dan kesehatan dari-Nya, penulis mampu menyelesaikan penelitian yang penulis buat.
- ❖ Kedua orang tua saya, Bapak saya Lukman dan ibu saya Syafrida, terimakasih banyak selalu melangitkan doa-doa terbaik untuk saya, selalu memberikan yang terbaik untuk saya, selalu senantiasa memberikan dukungan luar biasa kepada saya, selalu menguatkan saya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kedua orang tua saya bapak dan ibu dengan Surga-Nya, Aamiin Yaa Robbal'alamin..
- ❖ Kedua kakak kandung saya Sesmi Rozaita S.P dan Nely Eviana S.Kep. terimakasih banyak telah memahami keadaan saya, memberikan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan pendidikan perguruan tinggi. dan paman saya Al Ikhlas S.Pd., M.Pd. terimakasih banyak telah memberikan dukungan dan selalu bersedia membantu saya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kedua kakak saya dan paman saya, Aamiin Yaa Robbal'alamin..

- ❖ Bapak Dr. Hartono, M.A. selaku dekan fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya.
- ❖ Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T. Selaku koordinator prodi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, dan juga sebagai dosen penasehat akademik saya yang telah memberikan nasehat, dan motivasi kepada saya selama perjalanan dibangku kuliah. Terimakasih banyak bapak, semoga selalu dalam lingkungan Allah SWT. Aamiin Yaa Rabbal'alamin..
- ❖ Dosen pembimbing saya, kepada Bapak Imam Syofii, S.Pd., M.Eng. yang telah membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih banyak bapak, saya bersyukur menjadi mahasiswa bimbingan bapak. Hanya Allah yang dapat membalas semua kebaikan bapak dan semoga bapak selalu dalam lindungan Allah SWT. Aamiin Ya Rabbal'alamiin..
- ❖ Bapak dan ibu dosen yang selalu memberikan bimbingan, waktu dan masukan sehingga penulis menyelesaikan penelitian.
- ❖ Terimakasih kepada sahabat penulis (Fauziah, Reyza Khoirunnisa, dan Karen Japa Samsas) dan teman-teman dari lambe tura group (Prima Mahendra, Bayu Pratama, Muhammad Abdul Rojak, Salsabila dan Jumi Oktasari) yang telah memberikan dukungan kepada penulis, dan selalu menjadi pendengar yang baik. Terimakasih banyak semoga selalu dalam jalan kesuksesan. Amin Yaa Rabbal'alamin..
- ❖ Sahabat penulis di Kerinci yaitu Mandan Lamo group (Wilda, Lisa, Endah, Winda, Era, Puti, Aziman, Rizki, Zaki, Muktar, Halim, Nobel, Romadhan, Joni dan Al) Terimakasih support dan canda tawa yang selalu kalian berikan kepada penulis. Semoga kita selalu tetap sama-sama serta dapat mencapai kesuksesan kita masing-masing. Insya Allah menjadi sahabat till jannah Aamiin Ya Rabbal'alamin..
- ❖ Terimakasih untuk BTS. Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, serta Jeon Jungkook yang secara tidak langsung telah memberikan motivasi untuk selalu bekerja keras, semangat dalam meraih impian, dan selalu mengingatkan untuk mencintai

diri sendiri (*self love*), serta senantiasa memberikan hiburan serta jadi moodbooster di dikala peneliti lelah, dan jadi inspirasi dikala peneliti mengerjakan penelitian ini.

- ❖ Terakhir, tidak lupa penulis ucapkan terimakasih untuk diri sendiri. Terimakasih karena sudah kuat, senantiasa berjuang memberikan yang terbaik, memberikan kebahagiaan untuk diri sendiri, yang selalu ambis, selalu optimis, dan selalu berusaha mewujudkan semua keinginan diri sendiri dan orang tercinta.

## **PRAKATA**

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan totalitas, sabar dan ikhlas. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Garam Industri dalam Media Pendingin pada Proses *Hardening* terhadap Baja Aisi 4340” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar serjana pendidikan (S.Pd) pada Program Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya.

Dengan terselesaikannya skripsi ini peneliti banyak mengucapkan terimakasih kepada bapak dekan FKIP yaitu Bapak Dr. Hartono, M.A, kepada Koordinator Prodi Pendidikan Teknik Mesin yaitu Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T dan juga sebagai penasehat akademik saya yang telah memberikan dukungan serta motivasi nya. Kepada Bapak Imam Syofii, S.Pd., M.Eng selaku dosen pembimbing saya, dan Kepada seluruh Dosen di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin beserta staf di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang juga telah memberikan dukungan dan motivasinya.

Peneliti berharap skripsi ini dapat berguna bagi khalayak terutama bagi pembaca. Dalam penulisan skripsi ini tentunya masih banyak kekeliruan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kebaikan skripsi ini.

Indralaya, 14 Januari 2023

Yang membuat pernyataan

Tri Juliantika

NIM.06121281924032



**MOTTO**

*"Allah SWT tidak akan membebani seorang hamba melainkan sesuai dengan kemampuannya"*

*(Q.S Al-Baqarah:286)*

*Belajarlal sampai kamu bisa setara dengan idolamu*

*Orang lain gak akan bisa paham "struggle" dan masa sulitnya kita yang mereka ingin tahu hanya bagian "success stories". Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun gak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini, tetap berjuang ya ♥ 😊*

*Hidup ini keras dan hal-hal tidak selalu berjalan dengan baik, tetapi kita harus berani dan melanjutkan hidup kita.*

*"Nothing last forever, you only live once. So live your live, not any other lives. Take chances and never regret. Never. Never be late to do what you wanna do right now. Because at one point someday, everything you do would be exactly what you will be"*

*BTS*

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>viii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Landasan Teori.....	6
2.1.1. Baja .....	6
2.1.1.1. Pengertian Baja.....	6
2.1.1.2. Jenis Baja .....	6
2.1.1.3.Kodifikasi Baja .....	7

2.1.1.4. Baja Aisi 4340 .....	8
2.1.2. Kekerasan .....	8
2.1.2.1. Pengertian Kekerasan.....	8
2.1.2.2. Metode Pengujian Kekerasan .....	9
2.1.3. Perlakuan Panas ( <i>Heat treatment</i> ).....	11
2.1.3.1 Prinsip perlakuan panas .....	11
2.1.3.2 Perlakuan Panas Terdapat Berbagai Jenis .....	12
2.1.3.3 Quenching .....	14
2.1.3.4 <i> Holding Time </i> .....	15
2.1.3.5 Media Pendingin .....	15
2.1.3.6 Garam.....	16
2.1.3.7 Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	17
2.1.3.8 Diagram TTT ( <i>Time-Temperature-Transformation</i> ) .....	19
2.2. Penelitian Relevan .....	20
2.3. Kerangka Konseptual .....	21
2.4. Hipotesis .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1. Jenis Penelitian.....	23
3.2. Variabel Penelitian.....	23
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.4. Bahan dan Peralatan .....	24
3.4.1. Alat.....	24
3.4.2. Bahan .....	24
3.5. Bagan Alir Penelitian.....	25
3.6. Prosedur Penelitian .....	26

3.6.1. Tahap Awal/Persiapan.....	26
3.7 Gambar Spesimen Uji.....	28
3.8 Teknik Pengumpulan Data .....	28
3.9. Analisis Hasil .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1. Deskripsi Pelaksanaan Penelitian.....	30
4.2. Langkah Penelitian.....	30
4.3. Hasil Penelitian.....	33
4.4. Pembahasan .....	42
4.5. Implementasi .....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan.....	46
5.1 Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>50</b>

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2. 1 Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C f .....	18
Gambar 2. 2 Diagram TTT (Time-Temperatur-Transformation) .....	19
Gambar 2. 3 Kerangka Konseptual .....	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 3. 2 Spesimen Uji.....	28
Gambar 4. 1 Grafik Kekerasan Spesimen 1 Garam 25% .....	34
Gambar 4. 2 Grafik Kekerasan Spesimen 2 Garam 35% .....	36
Gambar 4. 3 Grafik Kekerasan Spesimen 3 Garam 45% .....	37
Gambar 4. 4 Grafik Kekerasan Spesimen 4 Garam 55% .....	38
Gambar 4. 5 Grafik Kekerasan Spesimen 5 Tanpa Perlakuan .....	39
Gambar 4. 6 Grafik Kekerasan Setiap Spesimen .....	41

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan .....	24
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan .....	24
Tabel 3. 3 Persentase Peningkatan Nilai Kekerasan .....	29
Tabel 4.1 Data Hasil dari Penelitian Spesimen 1 Garam 25% .....	34
Tabel 4. 2 Data Hasil Penelitian Spesimen 2 Garam 35% .....	35
Tabel 4. 3 Data Hasil Penelitian Spesimen 3 Garam 45% .....	36
Tabel 4. 4 Data Hasil Penelitian Spesimen 4 Garam 55% .....	37
Tabel 4. 5 Data Hasil Penelitian Spesimen 5 Tanpa Penelitian .....	39
Tabel 4. 6 Nilai Kekerasan pada Setiap Spesimen .....	40
Tabel 4. 7 Persentase Kenaikan Kekerasan .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Verifikasi Judul .....	50
Lampiran 2. Kesiadaan Pembimbing Skripsi .....	51
Lampiran 3. SK Pembimbing .....	52
Lampiran 4. SK Penelitian .....	54
Lampiran 5. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian .....	56
Lampiran 6. Kartu Bimbingan .....	57
Lampiran 7. Surat Tanda Persetujuan Sidang .....	59
Lampiran 8. Surat Lulus Suliet .....	60
Lampiran 9. Surat Bebas Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin .....	61
Lampiran 10. Surat Bebas Pustaka FKIP .....	62
Lampiran 11. Surat Keterangan Bebas Pustaka Pusat .....	63
Lampiran 12. RPS Mata Kuliah Pengujian Bahan .....	64
Lampiran 13. RPS Mata Kuliah Perlakuan Panas .....	70
Lampiran 14. Bahan dan Alat .....	76
Lampiran 15. Proses Penelitian .....	79
Lampiran 16. Perhitungan Kg/mm <sup>2</sup> Spesimen .....	84
Lampiran 17. Data Kekerasan Spesimen .....	91
Lampiran 18. Surat Pernyataan Pengecekan <i>Similarity</i> .....	97
Lampiran 19. Lembar Perbaikan .....	98
Lampiran 20. Hasil Pengecekan Turnitin .....	99

**PENGARUH PENAMBAHAN GARAM INDUSTRI DALAM MEDIA  
PENDINGIN PADA PROSES *HARDENING* TERHADAP  
KEKERASAN PADA BAJA AISI 4340**

Oleh:

Tri Juliantika

NIM: [06121281924032@student.unsri.ac.id](mailto:06121281924032@student.unsri.ac.id)

Pembimbing: Imam Syofii, S.Pd., M.Eng.

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

**ABSTRAK**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen, yang mana penelitian eksperimen dilakukan dengan melihat pengaruh yang terjadi pada spesimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambahan garam industri dalam media pendingin terhadap kekerasan pada baja AISI 4340. Spesimen dilakukan proses *hardening* dengan suhu  $925^{\circ}\text{C}$  yang selanjutnya dilakukan proses *quenching* menggunakan larutan garam industri dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Hasil kekerasan spesimen yang di *hardening* lalu di *quenching* menggunakan larutan air garam industri dengan konsentrasi 25% menghasilkan nilai kekerasan sebesar  $319,7713\text{kg/mm}^2$ . Hasil kekerasan spesimen yang di *hardening* lalu di *quenching* menggunakan larutan air garam industri dengan konsentrasi 55% menghasilkan nilai kekerasan sebesar  $373,838\text{kg/mm}^2$ , dari pengujian tersebut dapat dilihat bahwa nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen yang di *quenching* dengan garam industri pada konsentrasi 55%, jadi penambahan garam industri dapat berpengaruh terhadap kekerasan Baja AISI 4340.

Kata-kata kunci: *hardening*, baja AISI 4340, kekerasan.



**THE EFFECT OF ADDITIONAL INDUSTRIAL SALT IN THE COOLING  
MEDIA IN THE HARDENING PROCESS ON THE HARDNESS  
OF AISI 4340 STEEL**

*Created By:*

Tri Juliantika

NIM: [06121281924032@student.unsri.ac.id](mailto:06121281924032@student.unsri.ac.id)

*Supervisor:* Imam Syofii, S.Pd., M.Eng.

*Mechanical Engineering Education*

**ABSTRACT**

*This study used an experimental research type, in which experimental research was carried out by looking at the effect that occurred on the specimen. This research was conducted to determine the effect of using industrial salt additives in cooling media on the hardness of AISI 4340 steel. Specimens were hardened at 925°C, which were then quenching using industrial salt solutions with different concentrations. The hardness results of the hardened specimens were then quenched using a solution of industrial brine with a concentration of 25% resulting in a hardness value of 319.7713kg/mm<sup>2</sup>. The hardness results of the hardened specimens were then quenching using a solution of industrial brine with a concentration of 55% resulting in a hardness value of 373.838kg/mm<sup>2</sup>, from these tests it can be seen that the highest hardness value was found in specimens quenching with industrial salt at a concentration of 55%, so the addition of industrial salt can affect the hardness of AISI 4340 Steel.*

**Keywords:** *hardening, AISI 4340 steel, hardness.*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Tuntutan kualitas yang baik dari logam, seiring dengan maju serta berkembangnya industri logam. Dominasi pemakaian dalam bidang permesinan, yakni pada baja yang merupakan logam. Paduan dengan sifat-sifat serta jenis logam saat memilihnya memerlukan teknik yang sesuai untuk operasi agar saat dipakai memberikan kinerja yang baik/optimal. Sifat mekanis baja yang baik, yakni pada tingkat kekerasannya, maka dilakukan proses perlakuan panas pada baja.

Menurut (Santoso & Suhardiman, 2019) proses pemanasan serta pendinginan logam saat keadaan padat agar mengubah sifat-sifat fisis logam merupakan perlakuan panas. Tujuan perlakuan panas ialah menciptakan karakteristik logam yang diinginkan. Perubahan dari sifat logam mengakibatkan proses perlakuan panas meliputi sebagian/seluruh logam. Perlakuan yang umum dilakukan ialah *hardening*. *Hardening* tujuannya agar dapat meningkatkan kekerasan material dari baja tanpa mengubah struktur kimianya secara menyeluruh (Pramono, 2011). Proses *hardening* dipengaruhi dari metode *quenching* yang dicelupkan di media pendinginan, yakni: air, minyak/oli, air garam, serta polimer yang mempengaruhi kekerasan material baja (Sofyan, 2021).

Proses *hardening* dengan metode *quenching* ialah proses perlakuan panas, pemanasannya dilakukan sampai suhu austenite serta penahanan di temperatur tersebut dalam waktu tertentu, kemudian dilakukan pendinginan di media pendingin dengan waktu yang singkat. Media pendingin itu diharapkan dapat membuat kekerasan pada baja atau logam agar lebih keras. Penahanan pada temperature tersebut disebut dengan *holding time*, proses *holding time* yang dilakukan juga dapat mempengaruhi kekerasan pada suatu materia.

Metode yang dipakai untuk merubah sifat fisik pada baja/karbon ialah perlakuan panas. Sifat serta fungsi masing-masing dimiliki berbagai jenis baja, yakni baja karbon tingkat rendah, baja karbon tingkat sedang, serta baja karbon tingkat tinggi. Baja AISI (*American Iron and Steel Institute*) 4340 ialah salah satu baja yang merupakan baja karbon tingkat sedang. Baja AISI 4340 ialah baja karbon tingkat sedang dengan paduan rendah MO serta Ni-Cr. Baja jenis AISI 4340 memiliki sifat yang baik terhadap sifat tahan abrasinya serta ketahanan impak (Bandanadjaja *et al.*, 2017). Baja AISI 4340 juga merupakan salah satu jenis baja nikel *kromium molibdenum*. Ketangguhan, kekuatan, serta kekerasannya melalui perlakuan panas seperti *hardening* serta *quenching* dapat mengubah sifat mekanik dari baja jenis AISI 4340.

Penelitian oleh Muhammad Syaifullah dkk (2021) menjelaskan bahwa hasil penggunaan baja ST 60 dengan waktu penahan selama 35 menit di suhu 850°C dalam larutan pendingin natrium klorida (NaCl) serta magnesium klorida (MgCl<sub>2</sub>) dikonsentrasi 35% serta 40%, diperoleh kekerasan *Rockwell*, yakni sebesar 40,4 HRC untuk NaCl (35%) serta 43,4 HRC untuk NaCl (40%). Pada larutan/cairan MgCl<sub>2</sub> (35%) yakni sebesar 43,7 HRC serta larutan/cairan MgCl<sub>2</sub> (40%) yakni sebesar 46,2 HRC. Tiap kenaikan dari konsentrasi mempengaruhi proses pengerasan pada Baja ST 60. Semakin keras baja, maka diperlukan persentase air garam yang semakin tinggi pula.

Aldi Wahyu Pernama, dkk (2020) menggunakan baja S45C dengan temperatur/suhu 865°C pada proses *hardening* serta temperatur/suhu 465°C pada proses *tempering*, menggunakan tiga variasi pendingin, yakni 1) air garam; 2) air kelapa; serta 3) air radiator. Media pendingin air garam dengan proses *hardening* memiliki nilai kekerasan tertinggi 275,6Hv dibandingkan kekerasan terendah yang didapatkan di media pendingin air kelapa yang sudah dilakukan proses *tempering* dengan nilai kekerasan 219,3Hv. Pengaruh oleh kemampuan media

pendinginan/SOQ (*Severity Of Quenching*) pada air garam SOQ nilainya ialah 5,0 serta air kelapa di bawah 2,055 nilainya.

Penelitian Muhamad Fatoni (2021) di baja ST 60 dengan suhu/temperatur 900°C menggunakan media pendingin udara, air garam, serta oli SAE 20 dengan waktu 15 & 30 menit diujikan menggunakan uji *rockwell*.  *Holding time* 15 menit 46,1 HRA serta *holding time* 30 menit 48,8 HRA ialah nilai terendah untuk media pendinginan udara. Media pendingin air garam dengan *holding time* 30 menit yaitu 68,3 HRA serta *holding time* 15 menit 61,2 HRA ialah media pendinginan air garam dengan nilai tertinggi.

Penelitian selanjutnya ialah dari (Syaifullah & Subhan, 2016) pada baja ST 60 pada suhu/temperatur 850°C dengan media pendinginan air garam (NaCl) serta air garam (MgCl<sub>2</sub>) dengan masing-masing konsentrasi garamnya 35% dan 40%, dengan *holding time* 35 menit diuji menggunakan pengujian *rockwell*, lalu dianalisis data menggunakan metode *one way* ANOVA. Nilai terendah diperoleh oleh garam dapur (NaCl) 35% yaitu 40,5 HRC. Nilai tertinggi diperoleh oleh garam *magnesium chloride* (MgCl<sub>2</sub>) 40% yaitu 46,2 HRC.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Dedi Irawan (2022) menggunakan baja AISI 1040 di suhu/temperatur 900°C dengan waktu penahan selama 30 menit pada media pendinginan berupa larutan garam dapur (NaCL) dikonsentrasi, yakni 30%, 40%, 50%, serta 60%, diperoleh hasil nilai dari kekerasan *vickers* pada larutan/cairan NaCL (30%) sebesar 179,425 kgf/mm<sup>2</sup>, larutan/cairan NaCL (40%) sebesar 183,982 kgf/mm<sup>2</sup>, larutan/cairan NaCL (50%) sebesar 191,618 kgf/mm<sup>2</sup>, serta larutan/cairan NaCL (60%) sebesar 297,222 kgf/mm<sup>2</sup>. Semakin tinggi kekerasannya, maka dipengaruhi oleh konsentrasi larutan/cairan dari garam (NaCL) yang semakin tinggi pula.

Dapat diketahui dari hasil analisis bahwa variasi media pendinginan, tingkat konsentrasi larutan/cairan, serta unsur lainnya saat proses *hardening* bisa mempengaruhi tingkat kekerasan pada baja. Temperatur/suhu serta waktu penahanan (*holding time*) mempengaruhi tingkat kekerasan saat proses *hardening*. Peneliti dalam hal ini ingin mengkaji bagaimana perubahan dari kekerasan Baja

jenis AISI 4340 saat penambahan air garam industri yang konsentrasinya bervariasi, yakni 25%, 35%, 45%, serta 55% ke dalam media pendingin, serta menggunakan temperatur/suhu sebesar 925°C di *holding time* selama 30 menit yang mempunyai tujuan agar dapat meningkatkan kekerasan pada baja jenis AISI 4340, apakah terdapat kenaikan kekerasan yang berkategori signifikan/tidak. Berdasarkan hal tersebut, peneliti mengangkat judul, yakni **“Pengaruh Penambahan Garam Industri dalam Media Pendingin pada Proses Hardening terhadap Kekerasan pada Baja Aisi 4340”**.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Beberapa masalah telah teridentifikasi berdasarkan latar belakang, yakni:

- 1) Bagaimana waktu penahanan (*holding time*) serta media pendinginan terhadap pengaruh kekerasan di spesimen.
- 2) Waktu penahanan, media pendingin, serta suhu/temperatur mempengaruhi sistem pendinginan material. Penelitian sebelumnya media pendinginan yang dipakai, yakni *quenching* menyebabkan perubahan karakteristik sebenarnya, seperti keuletan, ketangguhan, struktur mikro, fleksibilitas, serta bentuk & karakteristik mekanik kekerasan yang beda.
- 3) Metode *quenching* yang dipakai pada kekerasan baja dengan proses *hardening* berpengaruh, jika mengontrol konsentrasi garam yang digunakan sebagai media pendingin.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang didapatkan dari identifikasi masalah, yakni sebagai berikut:

- 1.3.1 Baja yang dipakai ialah baja jenis AISI 4340
- 1.3.2 Proses *hardening* yang digunakan adalah metode *quenching*
- 1.3.3 Proses perlakuan panas dengan suhu 925°C
- 1.3.4 Air kelapa ditambahkan garam ialah media pendinginan yang dipakai.

- 1.3.5 Perlakuan *quenching* di *holding time* selama 30 menit prosesnya.
- 1.3.6 Media pendingin menggunakan air kelapa yang ditambahkan dengan garam industri, divariasi tingkatan konsentrasi, yakni 25%, 35%, 45%, serta 55%.
- 1.3.7 Perbandingan massa/berat jenis garam serta air digunakan untuk variasi tingkat konsentrasi, pada larutan 110 gram
  - 1) 25% garam = 36 gram garam 110 gram air
  - 2) 35% garam = 51 gram garam 110 gram air
  - 3) 45% garam = 65 gram garam 110 gram air
  - 4) 55% garam = 80 gram garam 110 gram air.
- 1.3.7 Metode *vickers* digunakan untuk pengujian kekerasan.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang didapatkan dari batasan masalah, yakni: Apakah mempunyai pengaruh yang signifikan saat penggunaan bahan tambahan berupa garam industri di media pendinginan terhadap kekerasan baja jenis AISI 4340?

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang didapatkan dari rumusan masalah, yakni: Agar dapat mengetahui pengaruh dari penggunaan bahan tambahan seperti garam industri di media pendinginan terhadap kekerasan baja jenis AISI 4340.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini, ialah:

- 1.6.1 Menggunakan metode yang dipahami selama perkuliahan serta menganalisis masalah dalam menyelesaikannya bagi peneliti.
- 1.6.2 Acuan agar dapat mengembangkan produk saat proses *hardening* memakai metode *quenching* bagi institut agar lebih baik lagi kedepannya.
- 1.6.3 Menambah pengetahuan, pemahaman, serta referensi di bidang sejenis bagi pembaca.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Gunanto, S. . & D. J. P. (2019). *Dasar Perancangan Teknik Mesin SMK/MAK Kelas X* (Maya (ed.)).
- Abdul Choliq, Nur Rohmat, Silviana Simbolon (2019) metalurgi fisik
- Aldi Wahyu Pernama, dkk (2020) Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Metode Hardening Tempering Material Baja S45C terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro.
- Aminuddin, R. R., Santosa, A. W. B., & Yudo, H. (2020). Jurnal teknik perkapalan. *Teknik Perkapalan*, 8(3), 84.
- Avner, S. H. (1974). Introduction to Physical Metallurgy. In *McGraw Hill Book Company*.
- Bandanadjaja, B., Ruskandi, C., & Pramudia, I. (2017). *Perlakuan Panas Material Aisi 4340 Untuk Menghasilkan Dual Perlakuan Panas Material Aisi 4340 Untuk Menghasilkan Dual Phase Steel Ferrit-*. October, 16–20.
- Fikara, F. A. (2021). Pengaruh Holding Time Dan Media Pendingin Pada Carburizingmaterial Sus 630 Terhadap Nilai Kekerasan Dan Strukur Mikro. *Jtam Rotary*, 3(1), 81.  
[https://doi.org/10.20527/jtam\\_rotary.v3i1.3260](https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v3i1.3260)
- Hadi, Syamsul. 2016, Teknologi Bahan, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Halim Rusjdi, Andika Widya Pramono, Wahyu Bawono Fathir. (2016). Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro pada Baja Aisi 4340.
- Handoyo, Y. (2015). Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis. *Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis*, 3(2), 102–115.  
<http://ejournal.unismabekasi.ac.id/>

- Hawari, M. I., Widagdo, T., & Soegeng, W. (2020). Pengaruh Temperature dan Holding Time Pada Proses Hardening Dengan Media Pendingin Air Kelapa Tua Terhadap Kekerasan Baja JIS S45C. *Jurnal Teknologi Terapan*, 1(1), 47–54. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4540916>
- Ismanto, M. Dandy. (2010). Studi Sifat Fisis Dan Mekanis Front Gear Chain Honda Supra X Dan Front Gear Chain Dayang Super X Yang Mengalami Heat Treatment. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Luthfianto, S., Suprayogi, Z. A., & Samyono, D. (2017). Pengaruh Variasi Media Quenching Terhadap Sifat Mekanis Rantai Elevator Fruit Kelapa Sawit. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 6(1), 0–9. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v6i1.9396>
- Matein, Y. A. (2016). Pengaruh Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro, Keerasan dan Laju Korosi Pada Hardening Baja Karbon Sedang. *Teknik Mesin*, 126–137.
- Pramono, A. (2011). Karakterisrik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 32–38. [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com),
- R Adawiyah, Murdjani, A. H. (2014). Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Strukturmikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening. *Jurnal Poros Teknik*, 6(2), 88–95.
- Santoso, K., & Suhardiman. (2019). Pembubutan, Analisa Pengaruh Heat Treatment Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Karbon Rendah Pada Proses Kabul. *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi, Politeknik Negeri Bengkalis*, 160–178.
- Sari, N. H. (2018). *Material Teknik*. Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA. [https://books.google.co.id/books?id=AoxLDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?id=AoxLDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)



- Setiadi, D., & Samlawi, A. K. (2019). Pengaruh Quenching Dengan Media Pendingin Air Dan Oli Terhadap Mechanical Propertis Baja S45C. *Jtam Rotary*, 1(2), 183. [https://doi.org/10.20527/jtam\\_rotary.v1i2.1751](https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v1i2.1751)
- Sofyan, B. T. (2021). *Pengantar Material Teknik Edisi Kedua*.
- Sugiyono. (2017). *Metosde Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (M. Dr. Ir. Sutopo. S.Pd (ed.)). ALFABETA, cv.
- Syaifullah, M., & Subhan, M. (2016). (8), 1–23.
- Syaifullah, M., Subhan, M., & Juanda, J. (2021). Pengaruh Air Garam Sebagai Media Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Pada Proses Pengerasan Baja ST 60. *Jurnal Health Sains*, 2(8), 1555–1569. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i8.292>
- Trihutomo, P. (2015). Analisa Kekerasan Pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses Hardening Dengan Media Pendingin Yang Berbeda. *Teknik Mesin*, 28–34.
- Widiyono, E., W, G. D., Atria, P., & Wardana, D. W. (2018). *Analisa Pengaruh Penambahan Garam Di Media Pendingin Air Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Aisi 1050*. 2017, 245–250.
- Widodo, E., & Huda, M. (2016). Optimasi Holding Time Untuk Mendapatkan Kekerasan Baja S 45 C. *Rekayasa Energi Manufaktur*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v1i1.167>