

ANALISA KEKERASAN DAN KETAHANAN AUS BAJA AISI 1045 AKIBAT *HEAT TREATMENT* DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN MEDIA *QUENCHING* AIR GARAM UNTUK APLIKASI *SPROCKET GEAR*

Andre Wijaya

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: andre.18062@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: akhmadrasyid@unesa.ac.id

Abstrak

Baja AISI 1045 biasa dipakai sebagai bahan *sparepart* seperti *sprocket gear*. *Sprocket gear* digunakan untuk meneruskan tenaga dari putaran mesin ke roda belakang. *Sprocket gear* sering bergesekan dengan rantai sehingga dapat menyebabkan keausan. Untuk meningkatkan ketahanan aus material dapat dilakukan dengan *heat treatment*. Metode penelitian yang digunakan pada eksperimen ini adalah melakukan perlakuan panas pada baja AISI 1045 dengan temperatur 900°C dan 950°C selama 60 menit, kemudian dilakukan *quenching* dengan media air garam dengan kadar 15%, 20%, dan 25%. Selanjutnya spesimen diuji kekerasan dan ketahanan ausnya. Hasil uji kekerasan yang diperoleh pada temperatur 900°C dengan media *quenching* air garam 15%, 20%, dan 25% sebesar 51,37 HRC, 54,67 HRC, dan 56,97 HRC. Pada temperatur 950°C diperoleh sebesar 43,6 HRC, 50,13 HRC, dan 52,7 HRC. Untuk hasil laju keausan yang diperoleh pada temperatur 900°C dengan media *quenching* air garam 15%, 20%, dan 25% sebesar $1,4998187 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, $1,4782905 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, dan $1,2168973 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$. Sedangkan pada temperatur 950°C diperoleh $2,9293333 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, $1,7267053 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, dan $1,5215548 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$. Sehingga dapat diidentifikasi temperatur dan media *quenching* dapat mempengaruhi kekerasan dan ketahanan aus material.

Kata Kunci: Baja AISI 1045, Kekerasan, Ketahanan Aus

Abstract

AISI 1045 steel often used for sparepart material like a sprocket gear. The sprocket gear is used to transmit power from the engine rotation to the rear wheels. The sprocket gear often friction against the chain so causing wear out. To increase the wear resistance of the material doable with heat treatment. The research method used in this experiment was heat treatment of AISI 1045 steel with a temperature of 900°C and 950°C for 60 minutes, then quenching brine with salt levels of 15%, 20% and 25%. Furthermore, the specimens were tested for hardness and wear resistance. Result of the hardness test at 900°C with 15%, 20%, and 25% brine quenching media of 51.37 HRC, 54.67 HRC, and 56.97 HRC. For a temperature of 950°C obtained 43.6 HRC, 50.13 HRC, and 52.7 HRC. For wear rate results at 900°C with 15%, 20%, and 25% brine quenching media of $1.4998187 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, $1.4782905 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, and $1.2168973 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$ For a temperature of 950°C obtained $2.9293333 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, $1.7267053 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, and $1.5215548 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$. So can be identified that the temperature and quenching media can affect the hardness and wear resistance of the material.

Keywords: AISI 1045 steel, Hardness, Wear resistance

PENDAHULUAN

Baja adalah jenis logam yang sering digunakan dalam bidang teknik pada industri manufaktur. Setiap jenis baja memiliki sifat-sifat mekanik yang berbeda-beda. Baja karbon menengah merupakan salah satu jenis baja yang sering digunakan. Baja ini memiliki kadar karbon 0,3% sampai 0,6%. Salah satu jenis baja karbon menengah adalah baja AISI 1045 yang memiliki kandungan karbon sekitar 0,43% sampai 0,50%. Baja AISI 1045 ini sering dipakai sebagai bahan komponen-komponen *sparepart*. Komponen pada sepeda motor yang membutuhkan sifat mekanik yang keras dan ketahanan aus yang tinggi adalah *sprocket gear*. *Sprocket gear* digunakan untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan dari putaran mesin ke roda belakang pada sepeda motor. *Sprocket gear* ini,

mentransmisikan daya dengan menggunakan rantai sehingga sering mengalami gesekan. Gesekan yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan komponen cepat mengalami keausan yang dapat menyebabkan komponen rusak. Mengingat keausan penyebab utama kerusakan pada komponen *sprocket gear*, usaha yang dapat mengatasi masalah ini adalah dengan dilakukan *heat treatment* untuk meningkatkan kekuatan mekanik agar material lebih tahan terhadap gesekan. Dengan *heat treatment* kita dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik yang diinginkan, salah satunya sifat keras dan tahan aus. *Hardening* merupakan salah satu jenis *heat treatment* atau perlakuan panas dengan pendinginan cepat (*quenching*) yang digunakan untuk meningkatkan kekerasan dan

ketahanan aus dari material tanpa mengubah komposisi kimia. Dengan proses *quenching* mengakibatkan percepatan pendinginan logam yang telah dipanaskan sehingga logam menghasilkan struktur martensit. Struktur martensit inilah yang menyebabkan logam memiliki kekerasan yang tinggi. Ada faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kekerasan yang dihasilkan seperti: komposisi kimia logam, media *quenching*, temperatur, dan waktu pemanasan. Dalam penelitian sebelumnya, penambahan kadar garam pada media *quenching* air garam dapat meningkatkan kekerasan dari material (Nurdiansyah, 2022). Dengan meningkatnya kekerasan material, maka ketahanan aus material juga semakin meningkat. Maka dalam penelitian ini, penulis memiliki tujuan meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus pada material baja AISI 1045 untuk dijadikan bahan pengganti *sprocket gear* pada sepeda motor dan untuk mengetahui temperatur dan media *quenching* yang memiliki hasil kekerasan dan ketahanan aus terbaik.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan analisis eksperimen (*experimental research*), yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dan ketahanan aus baja AISI 1045 hasil dari proses *hardening* dan *quenching* dengan variasi suhu dan media *quenching*.

Waktu dan Tempat

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan setelah seminar proposal dan dinyatakan lulus sampai selesai.

Tempat Penelitian

- Untuk proses perlakuan panas (*heat treatment*) dilakukan di Laboratorium Pelapisan gedung A8 lantai 3 Jurusan Teknik Mesin UNESA.
- Uji kekerasan dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan gedung A6 Jurusan Teknik Mesin UNESA.
- Uji ketahanan aus dilakukan di Laboratorium Uji Departemen Teknik Metalurgi & Material Universitas Indonesia Depok.

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah menggunakan proses *hardening* dengan temperatur 900°C dan 950°C, serta menggunakan media *quenching* air garam dengan kadar 15%, 20%, dan 25%.

• Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah sifat mekanis pada baja AISI 1045, meliputi nilai kekerasan dengan menggunakan alat uji Rockwell dan ketahanan aus dengan menggunakan alat uji Ogoshi.

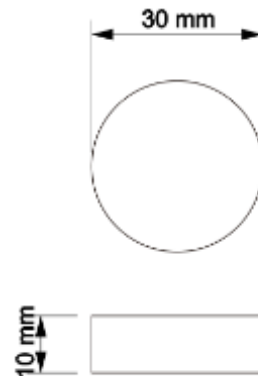
• Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah material baja AISI 1045 dan waktu tahan (*holding time*) pada proses pemanasan selama 60 menit..

Spesimen Penelitian

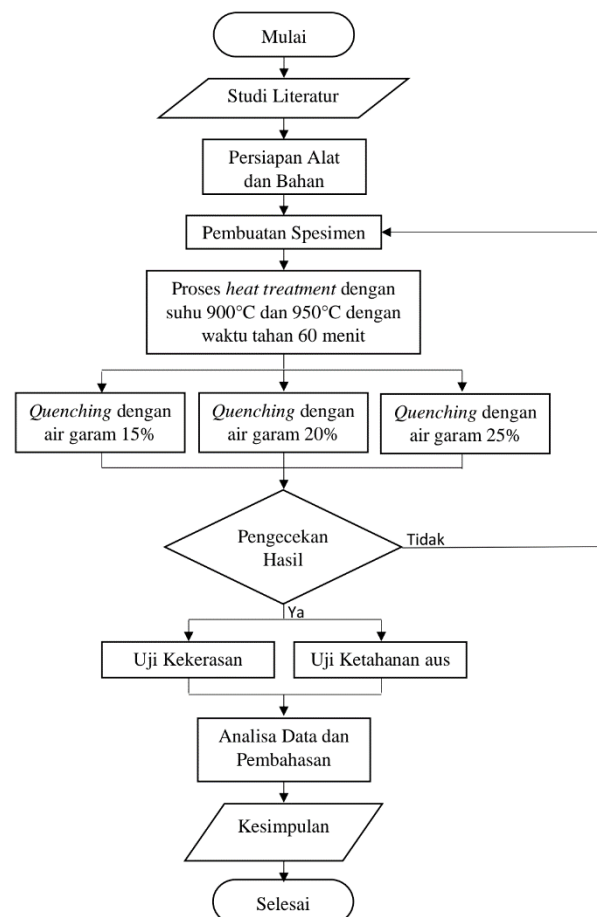
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja AISI 1045. Berikut merupakan spesifikasi bahan pada penelitian ini:

- Diameter: 30 mm
- Tebal: 10 mm
- Jumlah: 14 buah



Gambar 1. Dimensi spesimen

Flowchart Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Alat dan Bahan

- **Alat**
 1. Furnace
 2. Mesin Bubut
 3. Amplas
 4. Alat uji Rockwell
 5. Alat uji Ogoshi
 6. Stopwatch
 7. Penjepit spesimen
 8. Sarung tangan
 9. Kaleng
- **Bahan**
 1. Baja AISI 1045
 2. Air garam

Teknik Pengumpulan Data

Setelah dilakukan proses *heat treatment*, selanjutnya baja AISI 1045 dilakukan pengecekan nilai kekerasan dan ketahanan aus menggunakan alat uji kekerasan Rockwell dan alat uji ketahanan aus Ogoshi. Data - data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pengumpulan data pengujian kekerasan
Pengambilan data nilai kekerasan ini didapatkan dengan cara menguji atau mengukur kekerasan baja AISI 1045 dengan menggunakan alat uji Rockwell C kemudian mencatat hasil dari pengujian tersebut.
- Pengumpulan data pengujian ketahanan aus
Nilai dari laju keausan diperoleh dari hasil pengujian menggunakan alat uji ketahanan aus Ogoshi kemudian mencatat hasil dari pengujian tersebut.

Teknik Analisa Data

Dari hasil pencatatan data yang diperoleh akan diolah menjadi grafik untuk mengetahui perbedaan dan pengaruh dari data-data tersebut. Kemudian dilakukan analisa statistik menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- **Uji Kekerasan**
Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan Rockwell C dan dilakukan pada tiga titik tiap spesimen. Pada pengujian kekerasan ini menggunakan indenter *diamond cone*, beban minor 10 kg, dan beban mayor 150 kg. Data hasil uji kekerasan didapat sebagai berikut:

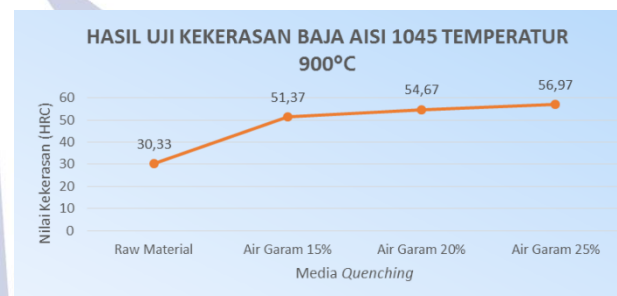
Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan *RAW Material*

| RAW Material | |
|-----------------|--------------------------------|
| Media Quenching | Nilai Kekerasan Rockwell (HRC) |
| - | 30,33 |

Pada pengambilan data uji kekerasan didapat hasil rata-rata pada pengujian kekerasan baja AISI 1045 sebelum dilakukan *heat treatment* adalah 30,33 HRC.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan 900°C

| Temperatur 900°C | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Media Quenching Air Garam | Nilai Kekerasan Rockwell (HRC) |
| 15% | 51,37 |
| 20% | 54,67 |
| 25% | 56,97 |

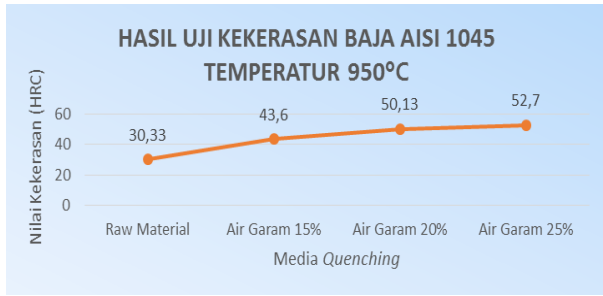


Gambar 3. Grafik Uji Kekerasan 900°C

Hasil uji kekerasan baja AISI 1045 setelah dilakukan *heat treatment* dengan temperatur 900°C dapat diamati nilai kekerasannya meningkat signifikan dibandingkan tanpa dilakukan *heat treatment*. Pada variasi media *quenching* air garam dengan kadar 15% mendapatkan nilai kekerasan rata-rata sebesar 51,37 HRC atau meningkat sekitar 69,37%, pada air garam 20% memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 54,67 HRC atau meningkat sekitar 80,25%, sedangkan pada air garam 25% mendapat nilai kekerasan rata-rata sebesar 56,97 HRC atau meningkat sekitar 87,83%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan 950°C

| Temperatur 950°C | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Media Quenching Air Garam | Nilai Kekerasan Rockwell (HRC) |
| 15% | 43,6 |
| 20% | 50,13 |
| 25% | 52,7 |



Gambar 4. Grafik Uji Kekerasan 950°C

Pada baja AISI 1045 yang telah di *heat treatment* menggunakan temperatur 950°C dengan media *quenching* air garam 15% menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 43,6 HRC atau meningkat sekitar 52,85%, pada media *quenching* air garam 20% menghasilkan kekerasan rata-rata sebesar 50,13 HRC atau meningkat sekitar 65,28%, dan untuk air garam 25% mendapatkan kekerasan rata-rata sebesar 52,7 HRC atau meningkat sekitar 73,76%.

• Uji Ketahanan Aus

Pada penelitian ini pengujian ketahanan aus baja AISI 1045 menggunakan alat uji Ogoshi. Pengujian ketahanan aus dilakukan pada tiga titik di setiap spesimen uji dengan menggunakan tebal cincin 3 mm, diameter cincin 30 mm, beban 3,16 kg, jarak luncur 100 m, dan kecepatan 1,97 m/s. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung laju keausan/ spesifik abrasi:

$$V = \frac{W}{x} = \frac{B \cdot b^3}{12 r \cdot x} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,

V = Laju Keausan (mm³/mm)

W = Volume material terabrasi (mm³)

B = Tebal revolving disc (mm)

b = Lebar celah material yang terabrasi (mm)

r = Jari-jari disc (mm)

x = Jarak luncur (mm)

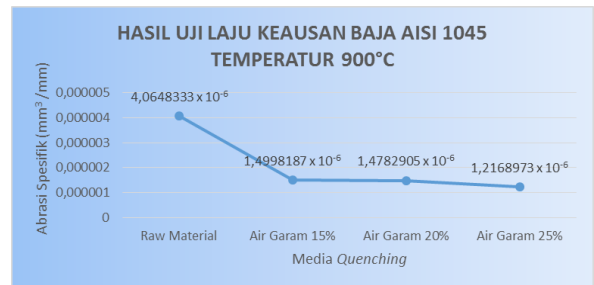
Tabel 4. Hasil Pengujian Ketahanan Aus RAW Material

| RAW Material | |
|-----------------|---|
| Media Quenching | Nilai Abrasi Spesifik (mm ³ /mm) |
| - | 4,0648333 x 10 ⁻⁶ |

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, pada material baja AISI 1045 sebelum dilakukan *heat treatment* memiliki rata-rata nilai laju keausan/ spesifik abrasi sebesar 4,0648333 x 10⁻⁶ mm³/mm.

Tabel 5. Hasil Pengujian Ketahanan Aus 900°C

| Temperatur 900°C | |
|---------------------------|---|
| Media Quenching Air Garam | Nilai Abrasi Spesifik (mm ³ /mm) |
| 15% | 1,4998187 x 10 ⁻⁶ |
| 20% | 1,4782905 x 10 ⁻⁶ |
| 25% | 1,2168973 x 10 ⁻⁶ |

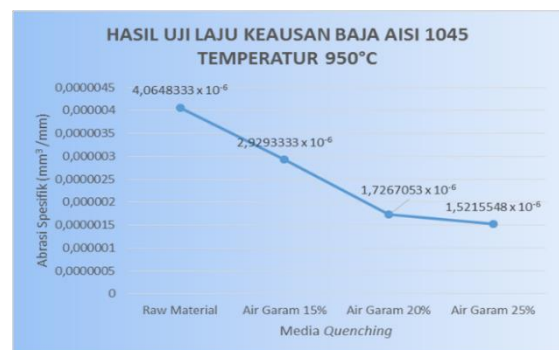


Gambar 5. Grafik Uji Keausan 900°C

Baja AISI 1045 yang telah di *heat treatment* dengan temperatur 900°C dengan media *quenching* air garam 15% laju keausan yang dihasilkan rata-rata sebesar 1,4998187 x 10⁻⁶ mm³/mm atau menurun sekitar 63,1%, pada air garam 20% mendapatkan nilai rata-rata laju keausan sebesar 1,4782905 x 10⁻⁶ mm³/mm atau menurun sekitar 63,63%, dan pada air garam 25% menghasilkan laju keausan rata-rata sebesar 1,2168973 x 10⁻⁶ mm³/mm atau menurun sekitar 70,06%.

Tabel 6. Hasil Pengujian Ketahanan Aus 950°C

| Temperatur 950°C | |
|---------------------------|---|
| Media Quenching Air Garam | Nilai Abrasi Spesifik (mm ³ /mm) |
| 15% | 2,9293333 x 10 ⁻⁶ |
| 20% | 1,7267053 x 10 ⁻⁶ |
| 25% | 1,5215548 x 10 ⁻⁶ |

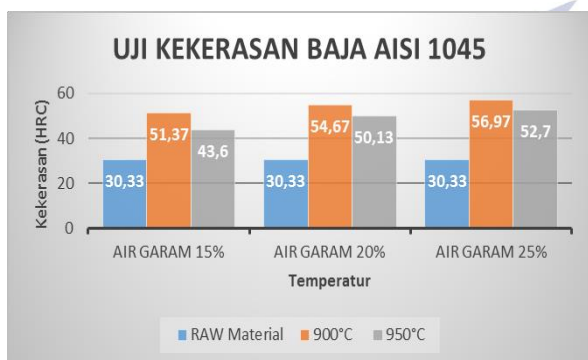


Gambar 6. Grafik Uji Keausan 950°C

Sedangkan pada temperatur 950°C dengan menggunakan media *quenching* air garam 15% rata-rata laju keausan yang dihasilkan sebesar $2,9293333 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$ atau menurun sekitar 27,93%, pada air garam 20% mendapatkan rata-rata laju keausan sebesar $1,7267053 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$ atau menurun sekitar 57,52%, dan pada media *quenching* air garam 25% menghasilkan rata-rata laju keausan sebesar $1,5215548 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$ atau menurun sekitar 62,57%.

Pembahasan

- Pengaruh Variasi Temperatur Dan Media *Quenching* Air Garam Terhadap Nilai Kekerasan Baja AISI 1045



Gambar 7. Diagram Hasil Uji Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan diketahui bahwa kekerasan baja AISI 1045 setelah dilakukan *heat treatment* lebih tinggi daripada sebelum dilakukan *heat treatment*. Selanjutnya hasil kekerasan dianalisa statistik menggunakan metode ANOVA (*Analysis of Varians*). Berdasarkan hasil uji statistik dengan metode ANOVA nilai F_{hitung} diperoleh sebesar 14,454 maka $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga variasi temperatur dan media *quenching* air garam berpengaruh terhadap nilai kekerasan baja AISI 1045.

Kenaikan kekerasan ini dikarenakan munculnya fasa martensit. Struktur martensit terbentuk karena austenite yang memiliki struktur Kristal FCC berubah menjadi ferit yang mempunyai struktur kristal BCC, ketika didinginkan dengan cepat atom-atom karbon tidak sempat keluar dan terjebak dalam struktur BCC. Sehingga mengakibatkan struktur berubah menjadi BCT dan menyebabkan salah satu sisi pada struktur kristal memanjang. Oleh karena itu terjadi distorsi pada struktur BCT yang membuat tegangan pada struktur BCT menjadi besar sehingga membuat martensit memiliki kekerasan yang tinggi. Jika dilihat pada diagram uji kekerasan di gambar 7. pada temperatur 900°C mengalami peningkatan kekerasan paling optimal, sedangkan pada temperatur 950°C kekerasannya lebih rendah dari temperatur 900°C. Hal ini dikarenakan jumlah austenit sisa pada temperatur 950°C lebih banyak dibandingkan pada temperatur 900°C.

Kadar garam pada media *quenching* air garam juga berpengaruh terhadap kekerasan material. Kandungan garam dalam larutan berfungsi untuk meniadakan gelembung uap panas, sehingga proses pendinginan material lebih cepat. Oleh sebab itu, media pendingin air garam dengan konsentrasi garam yang lebih tinggi akan membuat proses peniadaan gelembung uap panas lebih cepat yang mengakibatkan proses pendinginan juga lebih cepat sehingga kekerasan material yang didapatkan lebih tinggi.

- Pengaruh Variasi Temperatur Dan Media *Quenching* Air Garam Terhadap Ketahanan Aus Baja AISI 1045



Gambar 8. Diagram Hasil Uji Laju Keausan

Abrasive wear terjadi ketika permukaan keras yang kasar menggerus/menggesek dan memotong permukaan sehingga menyebabkan hilangnya material di permukaan benda tersebut. Pada pengujian keausan diketahui bahwa laju keausan baja AISI 1045 setelah dilakukan *heat treatment* lebih rendah dibandingkan sebelum dilakukan *heat treatment*. Selanjutnya hasil laju keausan dianalisa statistik menggunakan metode ANOVA (*Analysis of Varians*). Berdasarkan hasil uji statistik dengan metode ANOVA nilai F_{hitung} diperoleh sebesar 8,841 maka $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga variasi temperatur dan media *quenching* air garam berpengaruh terhadap nilai ketahanan aus baja AISI 1045.

Berdasarkan diagram uji kekerasan dan uji keausan pada gambar 7. dan gambar 8. diketahui bahwa semakin tinggi nilai kekerasan material maka semakin rendah laju keausan yang dihasilkan. Ini sesuai teori pada buku Suherman, 1987 yang menyatakan “Sifat kekerasan ini sering dinyatakan sebagai kemampuan untuk menahan indentasi/ penetrasi/ abrasi”. Sehingga semakin keras material, maka semakin sulit media *abrasive* untuk melakukan penetrasi dan menggores material. Dari hasil pengujian kekerasan dan keausan baja AISI 1045 pada penelitian ini, temperatur yang optimal adalah 900°C dan media *quenching* yang optimal yaitu air garam 25% dengan nilai kekerasan sebesar 56,97 HRC dan nilai laju keausan sebesar $1,2168973 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$.

PENUTUP

Simpulan

Berdasar hasil pengujian yang telah dilakukan mengenai pengaruh temperatur *heat treatment* dan media *quenching* air garam terhadap kekerasan dan ketahanan aus baja AISI 1045, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Temperatur dapat mempengaruhi kekerasan baja AISI 1045, pada temperatur 900°C baja AISI 1045 mendapatkan kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur 950°C.
- Media *quenching* berpengaruh pada kekerasan. Kekerasan semakin meningkat seiring bertambahnya kadar garam pada media *quenching*, kekerasan optimal terdapat pada media *quenching* air garam 25% dengan temperatur 900°C sebesar 56,97 HRC.
- Temperatur juga berpengaruh terhadap ketahanan aus baja AISI 1045, pada temperatur optimal yaitu 900°C dapat menurunkan laju keausan baja AISI 1045 menjadi sebesar $1,2168973 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$.
- Kadar garam media *quenching* juga berpengaruh terhadap ketahanan aus baja AISI 1045 semakin banyak kadar garam maka dapat menurunkan laju keausannya, laju keausan terendah terdapat pada media *quenching* air garam 25%.

Saran

- Perlu dilakukan studi eksperimental lebih lanjut dengan menambah variasi media *quenching* untuk mengetahui nilai kekerasan dan ketahanan aus yang lebih optimal.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengujian struktur mikro untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Annisa Nur. 2018. Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Hardening Dengan Variasi Temperatur Pemanasan, Waktu Tahan, dan Media Pendingin Pada Peningkatan Kekerasan Baja AISI 1045 Pada Komponen Axle Shaft. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Napitupulu, R. A. M., dkk. 2019. Pengaruh Waktu Tahan dan Penambahan Kadar Garam Dapur (NaCl) Dalam Media Pendingin Air Pada Proses *Hardening* Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah. Medan: Universitas HKBP Nommensen.
- Nurdiansyah, Muhammad Sofyan A'is. 2022. Analisa Pengaruh *Hardening* Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja S45C Dengan Media Pendinginan Air Garam dan Oli Untuk Aplikasi Poros Motor Roda Tiga. JTM UNESA, 10 (01), 123-128.
- Pratowo, Bambang dan Ary Fernando. 2018. Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan *Quenching*. Jurnal Teknik Mesin UBL, 5 (2), 9-13.

- Rachman, Yosyi Mustafa. 2020. Pengaruh Proses *Hardening* Baja AISI 1045 Terhadap Sifat Keausan. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 8 (2), 89-95.
- Suherman, Wahid. 1987. Pengetahuan Bahan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Utomo, Angelius Fredy. 2021. Pengaruh Variasi Temperatur *Quenching* dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Yusman, Fakhrihal. 2018. Pengaruh Media Pendingin Pada Proses *Quenching* Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI 1045. Bandar Lampung: Universitas Lampung.