

ANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL BAJA AISI 1045 AKIBAT PERBEDAAN TEMPERATUR PADA PERLAKUAN PANAS TEMPERING

Ferdiansyah Nur¹⁾ Yovial Mahjoeddin²⁾,

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Jl. Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143

ferdiansvahnur665@gmail.com¹⁾, jmahvoedin@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Baja AISI 1045 banyak digunakan dalam berbagai bidang industri gear, batang penghubung (connecting rod) dan terutama poros (shaft) pada kendaraan bermotor. Kegagalan material baja AISI 1045 selama operasi mesin dapat terjadi dalam berbagai bentuk, termasuk retak, putus, bengkok, dan patah. Kualitas mekanis baja AISI 1045 dapat ditingkatkan dengan menerapkan perlakuan panas pada baja. Melalui perlakuan panas (tempering), keuletan dan ketangguhan baja AISI 1045 dapat ditingkatkan. Dapat dilakukan pengkajian dengan cara memfariasikan temperatur tempering untuk memperbaiki sifat mekanik pada baja yang dapat dilakukan dengan beberapa uji material. Temperatur perlakuan panas tempering memiliki pengaruh yang signifikan dalam memperoleh keuletan dan ketangguhan dari baja, selanjutnya untuk mengetahui seberapa tinggi pengaruh temperatur terhadap sifat mekanis baja maka dapat dilakukan pengujian sifat mekanik tertentu.

Kata kunci : Baja AISI 1045, Perlakuan panas tempering.

PENDAHULUAN

Untuk mendorong para ahli di dunia industri dalam menggunakan baja diperlukan adalah pengembangan lingkungan industri yang lebih canggih. Meskipun pengerasan logam telah maju relatif cepat, permasalahan dengan sifat mekanik logam telah muncul sebagai akibatnya.[1] adn

Baja adalah sebuah senyawa antara Besi (Fe) dan Karbon (C), dimana sering juga ditambahkan unsur lain untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu yang dikehendaki. Baja merupakan logam yang banyak digunakan di berbagai industri, khususnya di sektor teknik dan konstruksi. Jenis baja yang digunakan salah satunya adalah baja AISI 1045 yang tergolong dalam baja paduan karbon sedang (*medium carbon steel*).[1]

Baja AISI 1045 banyak digunakan dalam berbagai bidang industri seperti *gear*, batang penghubung (*connecting rod*) dan terutama poros (*shaft*) pada kendaraan bermotor. Pada

saat digunakan baja akan mengalami tegangan gesek, tarik, dan tekan dari gaya luar, yang akan mengakibatkan deformasi.[2]

Kegagalan suatu elemen (baja AISI 1045) selama operasi mesin dapat terjadi dalam berbagai bentuk, termasuk retak, putus, bengkok, dan patah. Kualitas mekanis baja AISI 1045 dapat ditingkatkan dengan menerapkan perlakuan panas pada baja. Melalui perlakuan panas (*tempering*), keuletan dan kekerasan baja AISI 1045 dapat ditingkatkan. Untuk mengetahui peningkatan sifat maka dapat dilakukan pengujian sifat mekanik.[3]

TINJAUAN PUSTAKA

Baja

Sebagai campuran dari logam besi (Fe) dan karbon (C), baja juga mengandung unsur lain dalam jumlah terbatas, seperti belerang (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan lain-lain. Besi berfungsi sebagai elemen utama dalam paduan logam yang dikenal sebagai baja dan karbon berfungsi sebagai

elemen penguat pengerasan yang signifikan. Baja dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, antara lain baja karbon dan baja paduan (*alloy steel*).[4]

Baja AISI 1045

Komposisi karbon baja (AISI 1045) berkisar antara 0,42% hingga 0,50%. Baja jenis ini sering digunakan pada suku cadang kendaraan, seperti roda gigi, batang penghubung, bantalan, dan poros untuk kendaraan. Baja ini memiliki karakteristik : sifat mampu mesin yang baik, wear resistance-nya baik, dan sifat mekaniknya menengah.[3]

Baja karbon AISI 1045 dikategorikan sebagai baja karbon sedang. Karena kualitasnya yang mudah beradaptasi, sedikit ulet, dan tahan lama, baja karbon sedang merupakan bahan yang sering diproduksi dan digunakan untuk membuat perkakas dan suku cadang mesin.[5]

Kegagalan suatu komponen mesin dapat terjadi dalam berbagai bentuk, termasuk retak, korosi, bengkok, dan patah. Ketika sebuah mesin sedang digunakan, bagian-bagiannya dibebani secara berulang-ulang, dan banyaknya pembebanan menyebabkan kelelahan yang pada akhirnya berujung pada kegagalan (patah).[3]

Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas adalah proses memanaskan logam di bawah titik lelehnya dan kemudian mendinginkan logam atau paduan dalam keadaan padat untuk waktu yang telah ditentukan. Dengan mengubah struktur mikro, kualitas yang diinginkan akan tercapai. Tujuan perlakuan panas untuk meningkatkan kekerasan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butiran kristal, meningkatkan tegangan tarik logam.[3]

Perlakuan panas adalah kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat

untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan. Beberapa tujuan heat treatment menurut Rajan (1994) antara lain: [6]

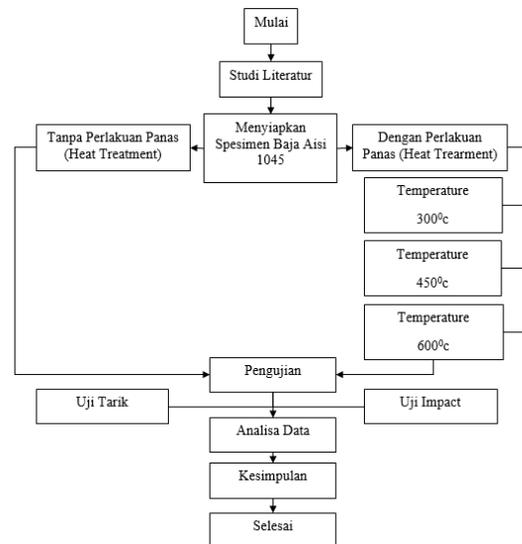
- a. Meningkatkan keuletan
- b. Menghilangkan internal stress
- c. Penyempurnaan ukuran butir

Keuntungan dari heat treatment antara lain :

- a. Meningkatkan machineability
- b. Mengubah sifat magnetik, modifikasi konduktivitas listrik
- c. Mengembangkan struktur rekristalisasi pada cold-worked metal

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

Metode Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode eksperimen bertujuan untuk menganalisa nilai keuletan dan ketangguhan. Pengujian mekanik yang dilakukan yakni uji tarik dan uji impak.

Peralatan dan Bahan

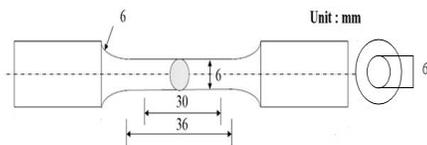
Alat dan fungsi pada saat penelitian meliputi berbagai komponen, material sampel yang akan di uji.

1. Furnace
2. Mesin Pengujian Impack Charpy
3. Alat Uji Tarik (UTM)
4. Gergaji Besi
5. Mesin Amplas Datar
6. Vernier Caliper
7. Material Baja AISI 1045

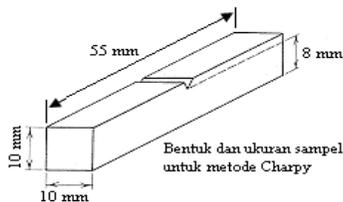


Gambar 2. Spesimen baja AISI 1045

Objek Penelitian



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik (Standar ASTM E8)



Gambar 4. Spesimen Uji Impact (Standar ASTM A E23)

Metode Pelaksanaan

- 1) Pengukuran Bahan
Pengukuran bahan dilakukan sebelum pemotongan, bertujuan untuk agar tidak terjadi kesalahan pemotongan.
- 2) Pemotongan Bahan
Pemotongan dilakukan setelah proses pengukuran. Pemotongan berfungsi untuk menentukan bahan yang akan digunakan.
- 3) Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen bertujuan untuk mendapatkan ukuran dan bentuk spesimen sesuai standar proses pengujian,

- 4) Perlakuan Panas *Tempering*
Tempering dilaksanakan dengan cara mengkombinasikan waktu dan temperatur. Spesimen ditahan pada temperatur temper dalam jangka waktu tertentu. Lama waktu penahan pada perlakuan panas *tempering* selama 8,4 menit untuk uji tarik dan 14 menit untuk uji impak. Dalam penelitian ini peneliti bervariasi temperatur temper yang diberikan terhadap spesimen uji, yaitu 300⁰c, 450⁰c, 600⁰c.
- 5) Proses Pendinginan
Setelah selesai proses perlakuan *tempering* terhadap spesimen uji, kemudian dilakukan proses pendinginan. Pada penelitian ini media pendinginan yang dilakukan untuk proses *tempering* menggunakan media air.

Proses Pengujian Uji Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengukur ketahanan material sejauh mana pertambahan panjangnya dan bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tarikan yang telah mengalami perlakuan panas *tempering*. Pengujian tarik yang dilakukan menggunakan alat uji tarik UTM.

Proses Pengujian Uji Impact

Pengujian impak bertujuan untuk mengukur ketangguhan material yang telah mengalami perlakuan panas *tempering* terhadap beban tiba-tiba. Pengujian impak yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan alat uji impak charpy.

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil Uji Impack

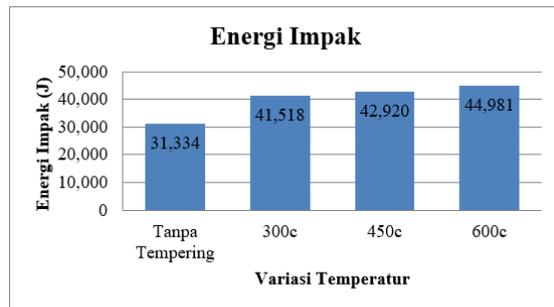
Tabel 1. Data hasil Uji Impack Baja AISI 1045

| Spesimen | A (eff) (m ²) | α (°) | β (°) | m (kg) | g (m/s ²) | r (m) | EI (Joule) | HI (Joule/m ²) |
|----------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------|--------------------------|----------|---------------|-------------------------------|
| Tanpa T. | 0,000083 | 140 | 90 | 6,630 | 9,81 | 0,634 | 31,334 | 377.518 |
| T. 300°C | 0,000096 | | 76 | | | | 41,518 | 432.479,1 |
| T. 450°C | 0,000088 | | 74 | | | | 42,920 | 487.727,2 |
| T. 600°C | 0,00008 | | 71 | | | | 44,981 | 562.262,5 |

Analisa Data Pembahasan Pengujian Impact

Tabel 2. Perbandingan hasil energi impact

| Variasi Temperatur | Energi Impact (J) |
|--------------------|-------------------|
| Tanpa Perlakuan | 31,334 J |
| 300 ⁰ C | 41,518 J |
| 450 ⁰ C | 42,920 J |
| 600 ⁰ C | 44,981 J |

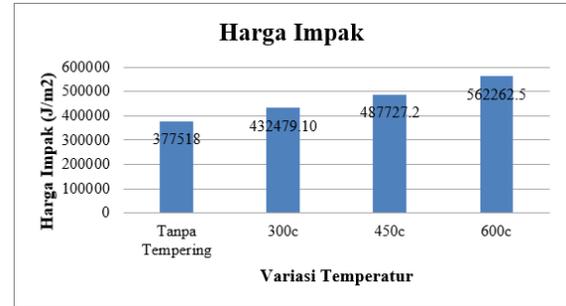


Gambar 5. Perbandingan energi impact

Dapat dilihat energi impact terjadi perbedaan yang cukup besar dari spesimen uji. Pengujian impact dikelompokkan pada 4 spesimen uji. Energi impact meningkat setelah dilakukan proses tempering dibandingkan dengan proses tanpa perlakuan tempering. Pada spesimen yang dilakukan proses tempering nilai energi impact tertinggi terdapat pada tempering 600⁰c dengan nilai 44,981 J dan paling rendah pada tempering 300⁰c dengan nilai 41,518 J.

Tabel 3. Perbandingan hasil harga impact

| Variasi Temperatur | Harga Impact (J/m ²) |
|--------------------|----------------------------------|
| Tanpa Tempering | 377.518 |
| 300 ⁰ C | 432.479,1 |
| 450 ⁰ C | 487.727,2 |
| 600 ⁰ C | 562.262,5 |



Gambar 6. Perbandingan harga impact

dapat dilihat harga impact terjadi perbedaan yang cukup besar dari spesimen uji. Pengujian impact dikelompokkan pada 4 spesimen uji yakni tanpa perlakuan tempering, temperatur tempering 300⁰c, temperatur tempering 450⁰c dan temperatur tempering 600⁰c. Harga impact meningkat setelah dilakukan proses tempering di bandingkan tanpa perlakuan tempering. Nilai harga impact tertinggi terdapat pada temperatur tempering 600⁰c dengan nilai 562.2622,5 J/m² dan paling rendah dengan nilai 377.518 J/m², jika dilihat dari perbedaan temperatur tempering yang dilakukan maka suhu 300⁰c memiliki nilai paling rendah yakni 432.479,1 J/m². Setelah mengalami proses tempering energi impact makin meningkat, material makin ulet dan juga tidak mudah patah. Pada Penelitian (Iman et al. 2021) Baja AISI 1045 yang dilakukan proses perlakuan panas tempering menunjukkan nilai harga impact paling tangguh dibandingkan dengan baja AISI 1045 yang tanpa perlakuan panas tempering.

Data hasil uji tarik

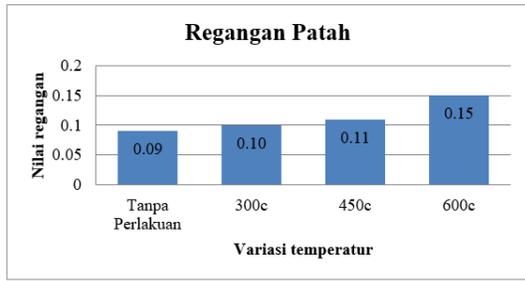
Tabel 4 Data hasil Uji Tarik Baja AISI 1045

| Spesimen | F (N) | | Lo (mm) | Ll(mm) | ΔL (mm) | Ao (mm) | σ (N/mm ²) | | ϵ |
|------------------|-------|--------|------------|--------|-----------------|------------|-------------------------------|------------------|------------|
| | Fmax | Fpatah | | | | | σ_{max} | σ_{patah} | |
| Tanpa temperatur | 1876 | 1346 | 36 | 39,25 | 3,25 | 28,26 | 66,38 | 47,62 | 0,09 |
| T.300 °C | 1891 | 1356 | | 39,65 | 3,65 | | 66,91 | 47,98 | 0,10 |
| T.450 °C | 1898 | 1381 | | 40,20 | 4,2 | | 67,16 | 48,86 | 0,11 |
| T.600 °C | 1949 | 1495 | | 41,65 | 5,56 | | 68,96 | 52,90 | 0,15 |

Analisa Data Pembahasan Pengujian Tarik

Tabel 5 Perbandingan hasil regangan

| Variasi Temperatur | Regangan Patah |
|--------------------|----------------|
| Tanpa Tempering | 0.09 |
| 300°C | 0.10 |
| 450°C | 0.11 |
| 600°C | 0.15 |

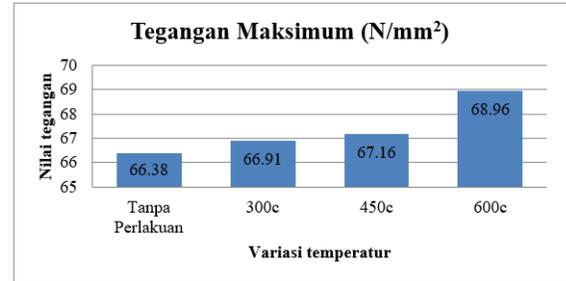


Gambar 7 Grafik perbandingan Regangan

Nilai regangan patah terjadi perbedaan yang cukup signifikan pada spesimen uji dimana nilai regangan terus meningkat setelah dilakukan perlakuan panas tempering dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan tempering. Nilai regangan tertinggi dihasilkan oleh perlakuan panas pada suhu tempering 600°C dengan nilai regangan sebesar 0,15 dan nilai regangan paling rendah yakni pada spesimen tanpa perlakuan panas tempering dengan nilai 0,09. Semakin besar regangan yang dihasilkan maka spesimen uji akan semakin ulet dan keuletan tertinggi dapat dilihat pada suhu 600°C.

Tabel 6 Perbandingan hasil tegangan maksimum

| Variasi Temperatur | Tegangan Maksimum |
|--------------------|-------------------|
| Tanpa Perlakuan | 66,38 |
| 300°C | 66,91 |
| 450°C | 67,16 |
| 600°C | 68,96 |

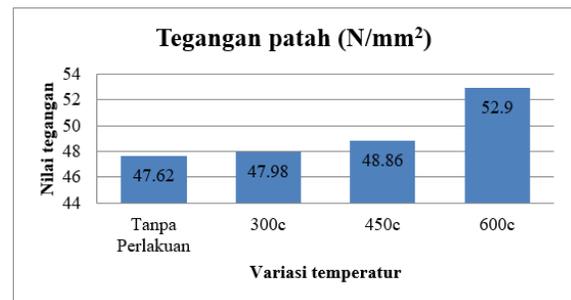


Gambar 8 Grafik perbandingan tegangan maksimum

Nilai tegangan maksimum terjadi peningkatan yang signifikan pada spesimen uji. Setelah dilakukan proses perlakuan panas tempering nilai tegangan maksimum meningkat dibandingkan dengan tanpa proses perlakuan panas tempering. Dilihat dari spesimen yang dilakukan proses tempering nilai tegangan maksimum tertinggi terdapat pada spesimen temperatur 600°C dengan nilai tegangan maksimum 68,96 N/mm² dan paling rendah pada temperature 300°C dengan nilai 66,38 N/mm².

Tabel 7 Perbandingan hasil tegangan patah

| Variasi Temperatur | Tegangan Patah |
|--------------------|----------------|
| Tanpa Perlakuan | 47,62 |
| 300°C | 47,98 |
| 450°C | 48,86 |
| 600°C | 52,90 |



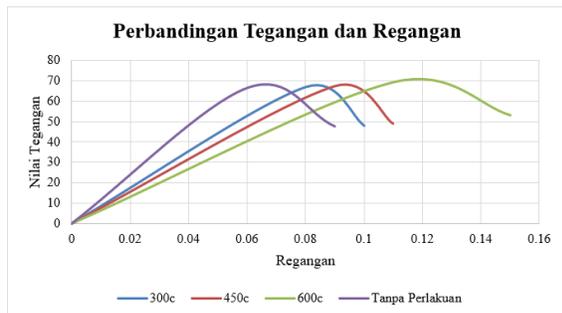
Gambar 9. Grafik perbandingan tegangan patah

Nilai tegangan patah terjadi peningkatan yang signifikan pada spesimen uji. Setelah dilakukan proses perlakuan panas tempering nilai tegangan patah meningkat dibandingkan dengan tanpa

proses perlakuan panas tempering. Dilihat dari spesimen yang dilakukan proses tempering nilai tegangan patah tertinggi terdapat pada spesimen temperatur 600⁰c dengan nilai tegangan maksimum 52,90 N/mm² dan paling rendah pada temperature 300⁰c dengan nilai 47,62 N/mm².

Tabel 8 Perbandingan Tegangan dan Regangan

| Variasi Temperatur | Regangan (ϵ) | | Tegangan (σ) | |
|--------------------|-------------------------|-------|-----------------------|-------|
| | maks | patah | maks | patah |
| Tanpa Perlakuan | 0,06 | 0,09 | 66,38 | 47,62 |
| 300c | 0,08 | 0,10 | 66,91 | 47,98 |
| 450c | 0,09 | 0,11 | 67,16 | 48,86 |
| 600c | 0,11 | 0,15 | 68,96 | 52,90 |



Gambar 10. Grafik perbandingan Tegangan dan Regangan

Terdapat 4 pengelompokan spesimen uji pada pengujian tarik ini yakni tanpa perlakuan tempering, temperatur tempering 300⁰c, 450⁰c dan 600⁰c. Dimana semakin besar regangan yang dihasilkan maka spesimen uji akan semakin ulet dan kekerasan pada spesimen uji akan berkurang. Keuletan dan kekuatan tertinggi dari pengujian yang telah dilakukan terdapat pada suhu 600⁰c dan paling rendah pada proses tanpa perlakuan tempering, namun jika dibandingkan antara spesimen yang telah dilakukan proses tempering maka suhu 300⁰c

memiliki keuletan dan kekuatan yang paling rendah. Menurut penelitian (Anwar, Rahman, and Setiawan 2021) menunjukkan bahwa kekuatan tarik Baja AISI 1045 meningkat setelah dilakukan heat treatment. Perlakuan panas menyebabkan perubahan yang dominan pada sifat mekanik baja AISI 1045, terutama pada daerah deformasi plastis.

KESIMPULAN

Pada proses pengujian yang dilakukan pada baja AISI 1045 yang dimana uji yang dilakukan meliputi uji impact dan uji tarik. Maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Pada pengujian tarik yang telah dilakukan di dapatkan bahwa keuletan dan kekuatann dari baja AISI 1045 meningkat setelah diberikan perlakuan panas tempering, dimana temperatur 600⁰c memiliki nilai keuletan dan kekuatan tertinggi dibandingkan dengan temperature tempering 300⁰c dan 450⁰c.
- Pada pengujian impact material baja AISI 1045 yang dilakukan tanpa perlakuan proses tempering serta temperatur tempering 300⁰c, 450⁰c, dan 600⁰c terjadi peningkatan ketangguhan, dimana semakin tinggi temperatur tempering maka tingkat ketangguhan material semakin meningkat.
- Tujuan dari dilakukannya proses perlakuan panas tempering pada pengujian ini yakni untuk meningkatkan sifat keuletan dan kekuatan dari material baja AISI 1045, dimana semakin tinggi nilai keuletan dan kekuatan yang diperoleh maka baja tersebut akan memiliki ketangguhan yang baik. Nilai ketangguhan tertinggi terdapat pada perlakuan panas tempering dengan temperatur 600⁰c dibandingkan dengan temperature 300⁰c dan 450⁰c.

SARAN

Adapun saran yang dapat penulis dalam penelitian ini adalah seagai berikut:

- 1 Sebelum melakukan penelitian mengenai sifat mekanik dari suatu material, sebaiknya peneliti mengetahui terlebih dahulu karakteristik dari material yang digunakan.
- 2 Setiap proses yang dilakukan dalam pengujian perhatikan setiap prosedur dan amati proses dengan saksama agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data.
- 3 Agar pengujian yang dilakukan akurat pada saat pembuatan spesimen peneliti harus memperhatikan ukuran benda uji yang akan dibuat sebagaimana standar yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “ANALISIS TEMPERING DENGAN QUENCHING MEDIA OLI MESRAN SAE 40 TERHADAP SIFAT MEKANIK POROS S 45 C Suwandono, Ahmad Farid, Heriy Kuswanto”.
- [2] B. Pratowo and A. Fernando, “Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching,” *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 1–30, 2008.
- [3] R. Rifnaldi and Mulianti, “Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja AISI 1045,” *Ranah Res. J. Multidisciplinary Res. Dev.*, vol. 1, no. 4, pp. 950–959, 2019.
- [4] I. Saefuloh, Haryadi, A. Zahrawani, and B. Adjiantoro, “Pengaruh Proses Quenching Dan Tempering Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Paduan Laterit,” *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 56–64, 2018.
- [5] A. Pramono, “Karakterisrik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 32–38, 2011, [Online]. Available: www.uddeholm.com,
- [6] Y. Handoyo, “Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 102–115, 2015.