

Pengaruh proses *quenching* dengan variasi media pendingin terhadap sifat mekanik dan struktur mikro baja AISI 1045

Nota Ali Sukarno¹, Abdul Azis¹, Siska Irma Budianti¹, Carolus Borromeus Krishna Sampurno¹

¹ Program Studi Teknik Mesin Universitas Perwira Purbalingga, Purbalingga

Penulis Korespondensi (notalisukarno@unperba.ac.id)

ABSTRAK

Baja sangat memiliki peranan yang penting dalam dunia industri, sifat mekanik yang dimiliki material ini cukup mampu untuk berbagai penggunaan lapangan dalam berbagai aplikasi. Baja AISI 1045 dilakukan perlakuan panas dengan variasi media pendingin air mineral dan oli SAE 20W-50, waktu penahanan 45 menit. Bagaimana pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanik dan struktur mikro pada baja AISI 1045 yang di *quenching* pada media air dan oli. Hasil dari nilai kekerasan rata-rata pada media air adalah 89,35 HRC dan 49,90 HRC pada media oli, dari sebelum perlakuan panas yaitu 12,32 HRC. Struktur mikro didapatkan fasa martensit lebih mendominasi dari pada fasa perlit dan ferit. Hal ini dikarenakan perlakuan panas yang merubah fasa ferit dan perlit menjadi martensit. Pada pendingin air kekerasannya lebih keras dibandingkan pendingin oli, dikarenakan nilai densitas yang semakin tinggi akan mempengaruhi laju pendinginan yang cepat dan berpengaruh pada nilai kekerasan yang baik, sedangkan nilai dari viskositas yang tinggi menjadikan laju pendinginan menjadi lambat sehingga berpengaruh juga pada nilai kekerasan dari baja AISI 1045 tersebut.

KATA KUNCI *Quenching*, AISI 1045, Sifat Mekanik, Struktur Mikro

1. PENDAHULUAN

Baja memiliki peranan yang penting dalam dunia industri di mana banyak rancangan komponen mesin pabrik menggunakan material tersebut. Sifat mekanik yang dimiliki material ini cukup mampu untuk berbagai penggunaan lapangan dalam berbagai aplikasi. Efisiensi dan efektifitas dari baja itu sendiri selalu menjadi pertimbangan dalam pemilihan material sesuai dengan pemakaiannya [1]. Kandungan karbon pada baja dibagi menjadi baja karbon rendah, karbon sedang dan baja dengan karbon tinggi. Selain unsur dasar Fe dan Paduan C, juga terdapat unsur lain seperti S (*sulfur*), P (*fosfor*), Si (*silicon*), Mn (*mangan*) [2].

Baja AISI 1045 sering dikatakan sebagai baja karbon karena sesuai dengan enkripsi internasional, yang merupakan seri 10xx berdasarkan nama yang diterbitkan oleh AISI dan SAE [3]. Baja AISI 1045 memiliki kandungan (0,43% - 0,48% C) sehingga baja ini dapat digolongkan menjadi baja karbon menengah [4]. *Carbon* (C) 0,4 – 0,45 %; *Sulfur* (S) max 0,05 %; *Fosfor* (P) max 0,04 %; *Silicon* (Si) 0,1 – 0,3 %; *Mangan* (Mn) 0,60 – 0,90 %; *Molibdenum* (Mo) 0,25 % adalah komposisi baja AISI 1045 [5]. Sedangkan Cu, Al, Cr dan Ni adalah jumlah kandungan komposisi lain yang dapat memperbaiki sifat mekanis baja [6].

Perbaikan struktur C (karbon) yang dilakukan dengan perlakuan panas adalah untuk memperoleh sifat

yang diinginkan [7]. Perlakuan panas atau *heat treatment* ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kekerasan, menaikan keuletan, serta menghilangkan tegangan sisa pada logam baja AISI 1045 [8]. *Quenching* (celup cepat) adalah salah satu perlakuan panas dengan laju pendinginan cepat yang dilakukan dengan media pendingin, seperti media liquid (cair), gas, larutan polimer, air, oli [9].

Sifat material dalam pertanyaan adalah sifat fisik dan sifat mekanik. Sifat fisik termasuk kondisi fisik, komponen dan struktur mikro. Sifat mekanis meliputi kekerasan, keuletan, kekuatan tarik dan tekan, torsi kehandalan serta kegetasan [10]. Dalam penerapannya, baja harus dapat dipakai dengan baik karena cocok untuk fungsinya, dengan ketahanan abrasi [4]

Tegangan tekan, Tarik dan gesek akan sangat dipengaruhi oleh gaya luar yang mempengaruhi bentuk serta deformasi. Untuk mengatasi pengaruh tersebut dilakukanlah perlakuan panas pada baja [11]. Adapun sifat mekanik pada baja AISI 1045 dapat ditunjukkan pada table berikut :

Tabel 1. Sifat Mekanik Baja AISI 1045 [12]

Sifat Mekanis	AISI 1045
Tegangan Luluh	505 Mpa
Kekuatan Tarik	585 MPa

Kekerasan	170 HB
Modulus Elastisitas	190 -210 Gpa
Kecepatan Massa	9,13 g/cm ³
Berat Spesifik	7,7 – 8,03 (x1000 kg/m ³)

Pada penelitian sebelumnya material di panaskan dengan variasi media pendingin Udara, Air dan Oli SAE 40W, temperatur 800 °C, sedangkan *holding time* 1 jam. Dimana hasil yang didapatkan kekerasan rata-rata pada media Udara 191,4 HV, kekerasan rata-rata dengan media pendingin Air sebesar 276,8 HV, sedangkan dengan pendingin oli SAE 40W adalah 169,2 HV [13].

Pada penelitian ini yang akan dilakukan adalah baja AISI 1045 diperlakukan panas dengan *quenching* media pendingin Air dan Oli SAE 20W-50, pada suhu 850 °C dengan waktu tahan 45 menit. Dimana pengaruh pendingin air merupakan pendinginan yang relatif cepat dan oli dengan pendinginan yang lambat, dengan sifat mekanis dan fisis dari baja AISI 1045.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja AISI 1045, kertas amplas, autosol, resin, kain halus, etsa, air mineral dan oli SAE 20W-50.

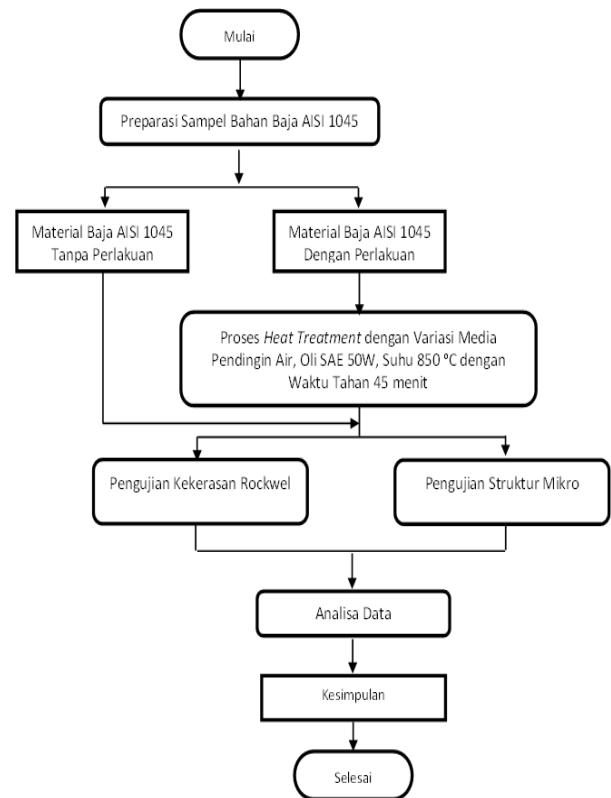
2.2 Variabel penelitian

Variable penelitian yang digunakan diantaranya:

- Variable Bebas, adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi media pendingin yang ditentukan adalah Air mineral dan Oli SAE 50W
- Variable Terikat, adalah variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas nilai kekerasan dan struktur mikro
- Variable Kontrol, adalah variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti yaitu meliputi material baja AISI 1045, jenis perlakuan panas *hardening*, waktu tahan 45 menit, dengan temperatur 850 °C.

2.3 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, prosedur yang dilaksanakan seperti pada diagram alir dibawah ini:

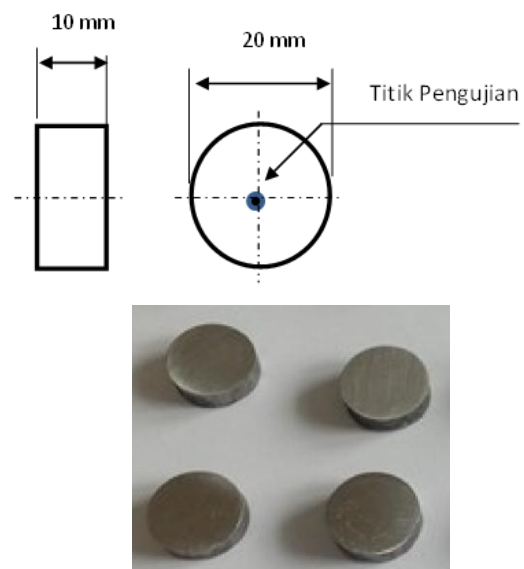


Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.4 Langkah Penelitian

A. Preparasi Spesimen Baja AISI 1045

Dalam pengujian ini, spesimen yang akan diuji adalah menggunakan baja AISI 1045. adapun pengujian kekerasan dan struktur mikro dengan diameter 20 mm dan tebal 10 mm, gambar pengujian seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2. Spesimen Uji Kekerasan dan Struktur Mikro

B. Proses Heat Treatment

Setelah material di preparasi kemudian dilakukan proses *heat treatment* menggunakan mesin furnace pada suhu 850 °C selama 45 menit.

Heat treatment merupakan proses pemanasan pada logam untuk memperbaiki sifat logam dengan suhu

tertentu kemudian didinginkan pada temperatur yang rendah pada kecepatan pendinginan yang sesuai. Dalam artian lain heat treatment adalah proses untuk memperbaiki sifat mekanik dan struktur mikro dari sebuah material logam yang disesuaikan dengan kebutuhan [9].

Heat treatment juga sebuah metode dengan proses perlakuan panas tertentu untuk peningkatan kualitas material tersebut. Perlakuan panas juga dipengaruhi oleh suhu pemanasan, waktu tahan pemanasan serta media pendinginan. Tujuan lain dari perlakuan panas adalah untuk merubah sifat guna dari material dengan kepentingan penggunaannya, seperti peningkatan performa logam karena meningkatnya karakteristik atau kekuatan dari sebuah material [8].

C. Proses Quenching

Quenching merupakan salah satu dari proses perlakuan panas dimana proses ini dilakukan setelah material menerima perlakuan panas heat treatment pada temperatur tertentu kemudian didinginkan cepat. Proses quenching ini juga untuk pengerasan struktur mikro dengan sifat martensit [14]. Media *quenching* yang banyak digunakan adalah cair seperti air, larutan polimer, larutan garam dan oli. Sedangkan yang lain adalah gas, seperti gas nitrogen, gas helium dan gas argon.

D. Proses Holding Time

Proses perlakuan panas memerlukan waktu penahanan atau waktu penahanan untuk memperoleh struktur austenitik yang homogen. Lamanya waktu penahanan baja sebaiknya disesuaikan dengan jenis bajanya. Hal ini dikarenakan jika waktu penahanan terlalu singkat maka nilai kekerasannya akan rendah, dan jika waktu penahannya terlalu lama maka butir akan membesar dan kekerasannya menurun [15].

E. Proses Pemolesan Spesimen

Setelah proses *quenching*, selanjutnya benda kerja yang sudah dingin, dilakukan pembersihan dengan mesin poles, dengan tujuan menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel di permukaan spesimen, terus dihaluskan agar permukaan spesimen mengkilap. Proses berikutnya adalah mounting spesimen benda uji dan terakhir di uji kekerasan.

F. Proses Pengujian Kekerasan

Proses uji kekerasan spesimen baja AISI 1045 dilakukan setelah spesimen material tersebut mengalami proses perlakuan panas. Pengujian kekerasan dilakukan dengan pengujian kekerasan *rockwell*, yaitu menggunakan penekanan indentor bola baja dengan beban sebesar 150 kg. Kemudian tahan beban dengan menarik tuas uji berlawanan arah jarum jam. Spesimen dengan diameter ukuran 20 mm dan Panjang berukuran 10 mm yang akan diuji ditaruh diatas alas *anvil holder screw*, putar searah jarum jam *hand wheel* serta memutar piringan skala dan amatilah jarum yang panjang persis diatas angka nol dengan skala hitam, kemudian tarik tuas uji yang searah jarum jam secara perlahan, terakhir membaca skala *rockwell*.

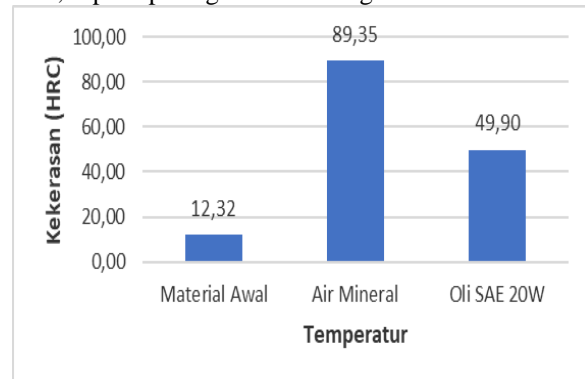
Tujuan pengujian kekerasan Rockwell adalah untuk mengetahui kekerasan material ditinjau dari

ketahanannya terhadap indentor yang merupakan bola baja atau kerucut intan ke permukaan material tersebut [16].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Nilai Kekerasan

Data hasil pengujian kekerasan, didapatkan nilai kekerasan rata-rata dari spesimen material baja AISI 1045, seperti pada gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 3. Gambar grafik nilai kekerasan

Nilai kekerasan baja AISI 1045 setelah mengalami perlakuan panas dengan variasi media pendingin air dan oli, pada suhu 850 °C, waktu tahan 45 menit, mengalami peningkatan kekerasan dari sebelum perlakuan panas. Nilai kekerasan rata-rata sebelum perlakuan panas adalah 12,32 HRC, setelah perlakuan panas dengan media air adalah 89,35 HRC dan media oli sebesar 49,90 HRC. Nilai kekerasan maksimum diperoleh pada variasi media pendingin air, dikarenakan tingkat viskositas air lebih rendah daripada oli sehingga mempengaruhi laju pendinginan yang mengakibatkan meningkatnya nilai kekerasan material.

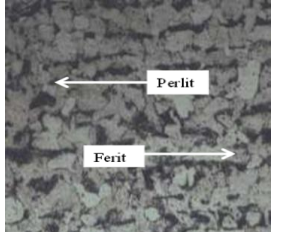
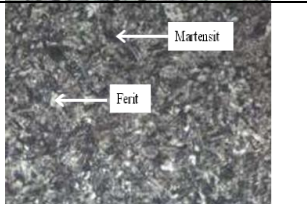
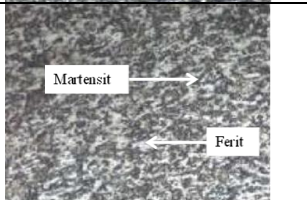
Pada media pendingin air mempunyai nilai densitas 998 kg/m³ dan nilai viskositasnya 1,01 Pa.s, sedangkan oli mempunyai densitas 981 kg/m³ dan 4,01 Pa.s viskositanya. Nilai densitas yang semakin tinggi akan mempengaruhi laju pendinginan yang cepat dan berpengaruh pada nilai kekerasan yang baik, sedangkan nilai dari viskositas yang tinggi menjadikan laju pendinginan menjadi lambat sehingga berpengaruh juga pada nilai kekerasan dari baja AISI 1045 tersebut [3].

Media pendinginan air yang mempunyai viskositas yang rendah mempengaruhi perbedaan kekerasan dari media oli yang mempunyai viskositas diatas air, sehingga nilai kekerasan dengan pendinginan air menjadi lebih baik. Air juga dapat mempertahankan nilai kekerasan baja pada saat dilakukan uji, disebabkan air mempunyai komposisi kimia yang dapat membantu dalam mengikat karbon sehingga akan menjadi lebih kuat [13].

3.2 Hasil Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro adalah pengamatan struktur yang ada pada material dengan menggunakan alat metalografi. Adapun hasil pengamatan pada baja AISI 1045 sebelum dan sesudah perlakuan panas dengan variasi media pendingin air dan oli dapat diperlihatkan pada table dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Struktur mikro Baja AISI 1045 Quenching air mineral dan oli SAE 20W-50 pada Suhu 850 °C

Media Pendingin	Struktur Mikro
Raw Material	 <p>← Perlit Ferit →</p>
Air Mineral	 <p>← Martensit ← Ferit</p>
Oli SAE 20W-50	 <p>Martensit → ← Ferit</p>

Pengamatan struktur mikro pada material awal, tabel diatas yang merupakan pengamatan foto struktur mikro pada material dengan kondisi normal atau spesimen sebelum dilakukan perlakuan panas. Berdasarkan hasil dari pengamatan, struktur dari raw material terdapat warna dominan terang dan ada warna hitam. Struktur tersebut terdiri dari fasa ferrit yang berwarna terang dan perlit yang berwarna hitam. Perlit itu sendiri merupakan gabungan dari karbida dan eutectoid [4].

Terlihat juga struktur mikro yang dihasilkan pada temperatur 850 °C dengan waktu penahanan 45 menit dan menggunakan *quenching* media air dan media pendingin oli. Dari gambar tersebut terlihat warna hitam yang mendominasi dan terdapat warna terang. Struktur mikro tersebut adalah struktur martensit yang sangat merata yang berwarna hitam dan ferit berwarna terang. Perbedaan struktur pada baja tersebut dipengaruhi oleh perlakuan panas yang dilakukan dan dipengaruhi oleh densitas dan viskositas yang berbeda pada media pendingin. Pada masa ini fasa austenite bertransformasi menjadi fasa martensit. Pada perlakuan panas dengan pendinginan air mempunyai kekerasan yang tinggi sebesar 89,35 HRC dibandingkan dengan media pendingin oli sebesar 49,90 HRC. Pada struktur mikro dengan pendinginan air dapat dilihat adanya warna hitam dengan garis-garis yang tajam, berbeda dengan struktur mikro dengan pendinginan oli. Akibat dari pendinginan yang cepat dengan menggunakan media air setelah dilakukan perlakuan panas terbentuklah struktur martensit yang berwarna hitam dengan garis-garis yang tajam. Tidak semua hasil dari austenisasi akan menjadi fasa martensit dan masih terdapat adanya fasa sisa dari austenite [17]. Baja

memiliki sifat keras ketika berada pada struktur martensit, unsur yang sebagai peneras utama adalah unsur dari karbon, larutan padat dan penguat disperse karbida merupakan efek dari penguat utama tersebut [3]. Bentuk struktur martensit yang tidak beraturan merupakan salah satu ciri dari struktur martensit. Struktur martensit ini juga merupakan struktur yang keras, kuat dan paling getas [18].

4. KESIMPULAN

- Bahwa nilai kekerasan baja AISI 1045 setelah mengalami perlakuan panas quenching dengan media air, kekerasannya lebih tinggi yaitu 89,35 HRC disbanding dengan quenching media pendingin oli sebesar 49,9 HRC.
- Pada struktur mikro dengan pendinginan air dapat dilihat adanya warna hitam dengan garis-garis yang tajam, berbeda dengan struktur mikro dengan pendinginan oli. Akibat dari pendinginan yang cepat dengan menggunakan media air setelah dilakukan perlakuan panas terbentuklah struktur martensit yang berwarna hitam dengan garis-garis yang tajam.
- Perbedaan densitas dan viskositas dari air dan oli juga berpengaruh pada tingkat kekerasan dan struktur mikronya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- R. S. S. Junaida, "Karakteristik Peningkatan Kemampuan Lelah Aisi 1045 Terhadap Proses Hardening," vol. 2, no. 3, pp. 1–23, 2016.
- A. Prayogi, "Analisa pengaruh variasi media pendingin pada perlakuan panas terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon rendah (Effect of cooling media variations on heat treatment on hardness and micro carbon structure of low carbon steel)," pp. 83–90, 2019.
- G. D. Haryadi, A. F. Utomo, and I. M. W. Ekaputra, "Pengaruh Variasi Temperatur Quenching Dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 2, p. 255, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i2.2633.
- S. Dendy Setiawan, Untung Budiarto, "Analisis Kekuatan Tarik, Kekuatan Puntir, Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja AISI 1045 Setelah Dilakukan Proses Quenching Sebagai Alternatif Gearbox Kapal Perikanan," *Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, pp. 368–374, 2020.
- Y. Winardi, F. Fadelan, M. Munaji, and W. N. Krisdiantoro, "Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 8, no. 2, p. 86, 2020, doi: 10.23887/jptm.v8i2.27772.
- A. K. S. Anton Tri Wibowo, "Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Pendingin Air Dan Oli Terhadap Kekerasan Baja Dan Struktur

- Mikro Baja S45c,” vol. 2, no. 2, pp. 137–148, 2020.
- [7] G. A. Mukhrim, H. Nurdin, Z. Abadi, and E. Indrawan, “Pengaruh Proses Quenching Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Sedang AISI 1045 The Effect Of The Quenching Process On Tensile Strength Of Medium Carbon Steel AISI 1045,” vol. 4, no. 4, pp. 56–62, 2022.
- [8] A. W. B. S. Shandy Perdana, Untung Budiarto, “Pengaruh Variasi Waktu Penahanan (Holding Time) pada Perlakuan Panas Normalizing Setelah Pengelasan Submerged Arc Welding (SAW) pada Baja SS400 terhadap Kekuatan Tarik, Tekuk dan Mikrografi Shandy,” vol. 8, no. 1, pp. 21–30, 2020.
- [9] D. Setiadi and A. K. Samlawi, “Pengaruh Quenching Dengan Media Pendingin Air Dan Oli Terhadap Mechanical Propertis Baja S45C,” *Jtam Rotary*, vol. 1, no. 2, p. 183, 2019, doi: 10.20527/jtam_rotary.v1i2.1751.
- [10] Djuanda, Nurlala, A. Adam, and M. Syahril, “Analisis Pengaruh Media Pendingin terhadap Struktur Mikro Sambungan Pengelasan Baja AISI 1045 pada Proses Las MIG,” *Teknologi*, vol. 22, no. 1, pp. 43–54, 2021.
- [11] R. Dinata and F. Habib, “Pengaruh Perlakuan Panas Baja AISI 1045 Terhadap Kekuatan Tarik,” vol. 02, no. 01, pp. 41–49, 2022.
- [12] R. Rifnaldi, “Pengaruh Perlakuan Panas Hardening Dan Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja Aisi 1045,” pp. 950–959, 2019.
- [13] D. R. Triadi, “Analisa Pengaruh Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Baja AISI 1045,” *Piston*, vol. VOL 6, no. 2, p. NO.2, 2022.
- [14] R. D. S. M. F. G. Fenoria Putri, Sairul Effendi, “Pengaruh Quenching Media Pendingin Minyak Goreng Bekas Terhadap Kekerasan Baja S45C yang telah di Pack Carburizing,” vol. 13, no. 2, 2021.
- [15] R. S. Dwi Herizen, “Pengaruh Variasi Holding Time dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja SUS 630 Metode Hardening,” vol. 2, no. 2, pp. 149–160, 2020.
- [16] M. F. Kumayasari and A. I. Sultoni, “Studi Uji kekerasan Rockwell Superficial vs Micro Vickers,” *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, vol. 2, no. 2, 2017, doi: 10.36048/jtpii.v2i2.789.
- [17] M. Andreansyah, R. D. Anjani, and V. Naubnome, “Pengaruh Proses Heat Treatment (Quenching dan Tempering) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Menengah,” *J. Serambi Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 7864–7872, 2023, doi: 10.32672/jse.v9i1.791.
- [18] Z. Farhan, Bukhari, Hamdani, Ilyas Yusuf, “Pengaruh Temperatur Pemanasan (Austenisasi) Perlakuan Panas Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja ST 60,” vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2021.