

Analisis Proses *Hardening* terhadap Kekerasan Baja SKS 3 dengan Variasi Temperatur dan Media Pendingin

Arif Rochman Fachrudin^{*1}, Fina Andika Frida Astuti²

^{1,2}Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia
Email: arifrochman.f@polinema.ac.id, fina.andika@polinema.ac.id

Abstrak

Berkembangnya teknologi manufaktur dan kebutuhan akan bahan yang memiliki sifat mudah dibentuk, memiliki kekerasan yang baik, dan kekuatan yang dapat menahan timbulnya deformasi, maka baja merupakan material yang diminati untuk kebutuhan komponen permesinan, alat perkakas, serta kebutuhan lainnya yang berhubungan dengan teknologi manufaktur. Salah satu jenis baja yang sering digunakan untuk membuat *dies*, *punching*, dan sebagai *cutting* yaitu baja SKS 3, mengingat kegunaannya yang secara langsung kontak metal to metal maka tingkat keausan dan timbulnya deformasi semakin tinggi, maka dari itu upaya untuk memperbaiki sifat mekanik serta meminimalisir tingkat keausan harus dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur serta media pendingin pada proses *hardening* terhadap kekerasan baja SKS 3. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang mana baja SKS 3 dipotong menjadi penampang melingkar dimana potongan tersebut akan dijadikan sebagai spesimen uji. Selanjutnya spesimen dipanaskan dengan variasi temperatur 750°C, 850°C, 950°C. Setelah dilakukan pemanasan, spesimen didinginkan cepat menggunakan media pendingin air, air garam, dan oli SAE 20W-50 setelah pendinginan selesai spesimen dilakukan pengujian pada mesin uji kekerasan. Hasil dari pengujian kekerasan, kekerasan tertinggi pada media pendingin air garam yaitu sebesar 65,4 HRC. Kekerasan terendah adalah pada temperatur 950°C pada media pendingin olie. Pada semua temperatur, kekerasan tertinggi adalah pada media pendingin air garam. Kekerasan tertinggi adalah pada media air garam dengan temperatur 850°C, yaitu sebesar 65,4 HRC dan kekerasan terendah pada media olie dengan temperatur 950°C yaitu sebesar 55,3 HRC.

Kata kunci: Baja SKS 3, HRC, Kekerasan, Media Pendingin, Perlakuan Panas.

Analysis Hardening Process Analysis of SKS 3 Steel Hardness with Temperature Variation and Cooling Media

Abstract

With the development of manufacturing technology and the need for materials that are malleable, have good hardness, and have strength that can withstand deformation, steel is a material of interest for machining components, tooling, and other needs related to manufacturing technology. One type of steel that is often used for making dies, punching, and as cutting is SKS 3 steel, considering its use which directly contacts metal to metal, the level of wear and deformation is higher, therefore efforts to improve mechanical properties and minimize the level of mastery must be done. This study aims to determine the effect of variations in temperature and cooling media in the hardening process on the hardness of SKS 3 steel. This research uses an experimental method in which SKS 3 steel is cut into circular cross sections where these pieces will be used as test specimens. Furthermore, the specimens were heated with temperature variations of 750°C, 850°C, 950°C. After heating, the specimens were cooled rapidly using a cooling medium of water, brine, and SAE 20W-50 oil. After cooling was complete, the specimens were tested in a hardness testing machine. The results of the hardness test, the highest hardness in the brine cooling medium is 65.4 HRC. The lowest hardness is at a temperature of 950°C in the oil cooling medium. At all temperatures, the highest hardness was in the brine cooling medium. The highest hardness is in the brine medium with a temperature of 850°C, which is 65.4 HRC and the lowest hardness is in the oil medium with a temperature of 950°C, which is 55.3.

Keywords: Cooling medium, Hardness, Heat Treatment, HRC, SKS 3 Steel

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi manufaktur dan kebutuhan akan bahan yang memiliki sifat mudah dibentuk, memiliki kekerasan yang baik, dan kekuatan yang dapat menahan timbulnya deformasi, maka baja merupakan material yang diminati untuk kebutuhan komponen permesinan, alat perkakas, serta kebutuhan lainnya yang berhubungan dengan teknologi manufaktur. Dipilihnya baja karena material tersebut memiliki kekuatan yang baik dan sifat mekanik yang mudah diubah. Baja SKS 3 yang dikenal sebagai baja paduan memiliki unsur karbon 0,96%, dimana sering digunakan sebagai cutting, puching, dan dies [1]. Untuk memenuhi kebutuhan permesinan, baja SKS 3 harus memiliki sifat keras, tahan aus, dan mampu menahan timbulnya deformasi atau perubahan bentuk.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekerasan terhadap baja tersebut adalah dengan melakukan metode perlakuan panas (*Heat Treatment*) [2]. *Heat treatment* adalah proses pemanasan, penahanan temperatur tertentu, dan pendinginan pada suatu baja untuk memperoleh perbedaan kombinasi sifat-sifat mekanik [3]. Perlakuan panas dilakukan di dalam tungku listrik dengan pengontrolan temperatur yang tepat dan pendingin ke suatu media pendingin sesuai dengan kondisi dan spesifikasi baja. *Heat treatment* ini bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat yang sesuai dengan batasannya, seperti meningkatkan kekuatan, kekerasan, mengurangi tegangan, pelunakan, mengembalikan kondisi normal menjadi di bawah pengaruh perlakuan sebelumnya, dan menghaluskan butir kristal [4]. *Hardening* adalah proses perlakuan panas yang dilakukan untuk meningkatkan kekerasan baja.

Cara untuk mendapatkan sifat mekanik dan meningkatkan kekerasan pada baja, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memberikan perlakuan panas yang mana dari proses ini dapat merubah sifat-sifat mekanik pada baja tersebut. Proses ini merupakan berdifusinya ferit ketika temperatur di atas suhu kritis bawah 723°C dan akan mengikat unsur karbon lalu akan dilakukan quenching, dengan dilakukannya quenching maka unsur karbon terperangkap dan baja menjadi keras. Quenching adalah salah satu media perlakuan panas dengan laju pendinginan cepat yang dilakukan dalam suatu media pendingin misal air atau oli untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih keras.

Jufri dan Mochtar dalam penelitian yang telah dilakukan menyatakan hasil dari variasi viskositas pelumas sebagai media pendingin dengan jenis oli yaitu SAE 20, SAE 40, SAE 90, dan SAE 140 serta temperatur pemanas adalah 850°C, nilai kekerasan yang tertinggi ketika menggunakan oli dengan nilai SAE 20 sebesar 245,022 VHN. Karena viskositas oli mempengaruhi tingkat kekerasan suatu material, maka ketika viskositas oli yang digunakan semakin kecil maka nilai kekerasan yang didapatkan akan semakin besar dan sebaliknya [5].

Nugroho dkk menyatakan bahwa hasil heat treatment dan uji kekerasan pada baja AISI 1045 dengan variasi temperatur 750°C, 850°C, dan 950°C, menggunakan media pendingin air mineral dan oli SAE 10W-40, nilai kekerasan yang didapat ketika menggunakan media pendingin air mineral lebih tinggi terdapat pada suhu 850°C dengan nilai kekerasan 58,2 HRC[6]. Maka dapat disimpulkan ketika menggunakan media pendingin air mineral semakin tinggi temperatur hardening pada proses quenching maka semakin meningkat nilai kekerasan yang dihasilkan [6]. Sedangkan pada saat menggunakan oli SAE 10w-40 nilai kekerasan tidak terlalu naik signifikan. Haryadi dkk meneliti tentang proses perlakuan panas quenching pada baja AISI 1045 dengan beberapa variasi temperatur pemanasan dan media pendingin menunjukkan pengaruh yang cukup signifikan terhadap nilai kekerasannya [7]. Pada media pendingin air tingkat kekerasannya lebih tinggi dibandingkan oli seri SAE 20W-50. Hal ini dapat dipengaruhi oleh tingkat viskositas, densitas, dari kedua media pendingin tersebut. Pada proses pemanasan suhu austenisasi, baja bertransformasi dari pearlite menjadi austenite. Selanjutnya, pengaruh dari media pendingin ini menyebabkan terbentuknya struktur mikro bainite dan martensite. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa, pendingin air didominasi oleh struktur martensite, sedangkan pendinginan menggunakan oli SAE 20W-50 menunjukkan stuktur bainite dan martensite [7].

Darmawi melakukan penelitian tentang efek dari perbedaan media pendinginan pada proses quench terhadap kekerasan dan kekuatan baja HQ 705. Hasil dari penelitiannya menyebutkan pesimen tanpa perlakuan mempunyai kekerasan 33,4 HRC, sedangkan pada spesimen yang ditemper kekerasan tertinggi pada media oli sebesar 40,3 HRC. [4].

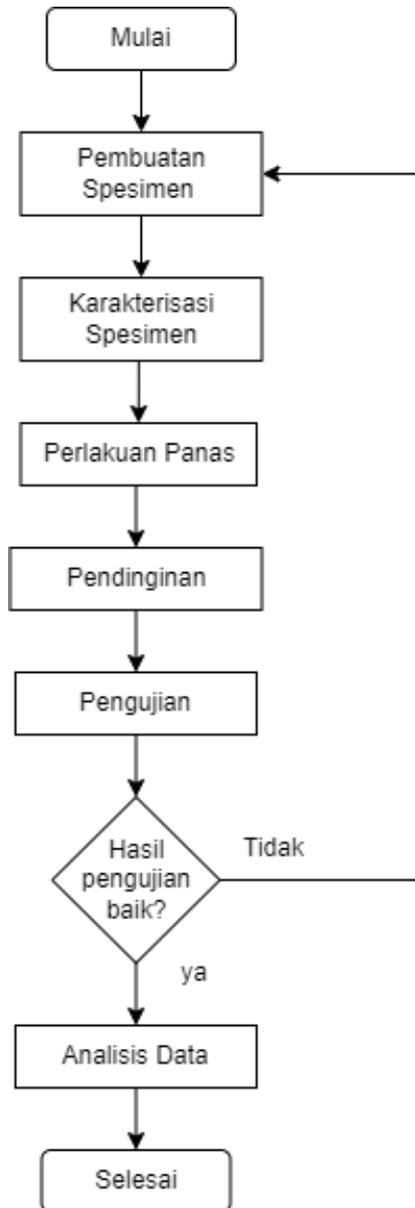
Dari penelitian sebelumnya banyak parameter-parameter yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang proses perlakuan panas pada material. Sehingga pada penelitian ini memfokuskan pada pengaruh variasi temperatur serta media pendingin pada material SKS 3. Diharapkan pada penelitian ini dapat diketahui pengaruh dari temperatur dan media pendingin dan juga dapat mengetahui nilai kekerasan pada material tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu metode secara langsung melakukan percobaan dan mengamati fenomena fenomena yang dihasilkan dari parameter yang telah ditentukan. Parameter

parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah variasi temperatur pemanasan, yaitu 750°C, 850°C, dan 950°C dan variasi media pendingin, yaitu Air, Air Garam, dan Oli SAE 20W-50. Hasil akhir yang diobservasi adalah nilai kekerasan bahan. Holding time dikontrol selama 35 menit.

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan, yaitu: a. Pembuatan spesimen b. Karakterisasi spesimen c. perlakuan panas (*heat treatment*). c Pendinginan dan d. Pengujian spesimen. Tahapan penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Tahap Penelitian

2.1. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen diawali dengan pemotongan baja *round bar* SKS 3 menjadi ukuran Ø22 mm x 1000 mm sebanyak 30 buah. Spesimen ditunjukkan gambar 2a. Material yang digunakan penelitian ini yaitu baja *round bar* SKS 3 dengan ukuran Ø22 mm x 1000 mm sebanyak 30 buah. Material merupakan hasil pemotongan bahan SKS dengan bentuk *round bar* berdiameter Ø22 dan mempunyai panjang satu lonjor. Setelah melakukan pemotongan spesimen uji dengan ukuran tertentu, langkah selanjutnya melakukan proses *facing* pada permukaan spesimen dengan menggunakan mesin bubut dengan tujuan permukaan spesimen yang tidak rata setelah proses pemotongan bisa menjadi rata setelah dilakukan proses *facing*.

Kemudian yang terakhir setelah melakukan proses *facing* pada permukaan spesimen, melakukan pengikatan pada setiap spesimen menggunakan kawat seperti gambar 2b. Pengikatan ini bertujuan untuk memudahkan dalam pengambilan spesimen ketika sudah dilakukan proses pemanasan.



Gambar 2. a. Spesimen uji kekerasan b. Spesimen diikat untuk proses *heat treatment*

2.2. Karakterisasi spesimen

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari material dari perusahaan sebelum dilakukan *heat treatment*, sehingga diketahui karakter bahan sebelum dilakukan perlakuan panas. Spesimen dilakukan pengujian kekerasan sebelum mendapatkan perlakuan panas, sehingga spesifikasi awal dari material SKS 3 dapat diketahui. Alat uji yang digunakan adalah alat uji kekerasan dengan metode Rockwell C.

2.3. Perlakuan Panas

Perlakuan panas diawali dengan memasukkan spesimen ke tungku pemanas (*Muffle Furnace*). Tungku pemanas menggunakan energi listrik untuk memanaskan temperatur dapur tungku, dengan maksimal operasi 1200⁰ C. Temperatur bisa diseting secara bertahap sesuai interval waktu tertentu. Tuku pemanas ditunjukkan pada gambar 3. Langkah selanjutnya adalah mengatur temperatur furnace yang telah ditentukan yaitu 750°C, 850°C, dan 950°C. Apabila suhu sudah mencapai yang ditentukan, maka lakukan penahanan beberapa menit sehingga pemanasan bisa sempurna/merata, yaitu selama 30 menit. Selanjutnya spesimen dikeluarkan dari furnace untuk dilakukan proses pendinginan.



Gambar 3. Tungku Pemanas (*Furnace*)

2.4. Pendinginan

Spesimen yang telah dilakukan pemanasan selanjutnya dikeluarkan dari *furnace*, kemudian dimasukkan masing masing dimedia pendingin. Proses pendinginan dilakukan dengan menggunakan media Air, Air Garam, dan Oli SAE 20W masing masing sebanyak 4 liter. Pada air garam, kandungan garam didalamnya adalah 5 persen. Lama pendinginan ini adalah selama spesimen benar benar dingin sesuai dengan kondisi pada suhu ruang.

2.5. Pengujian spesimen

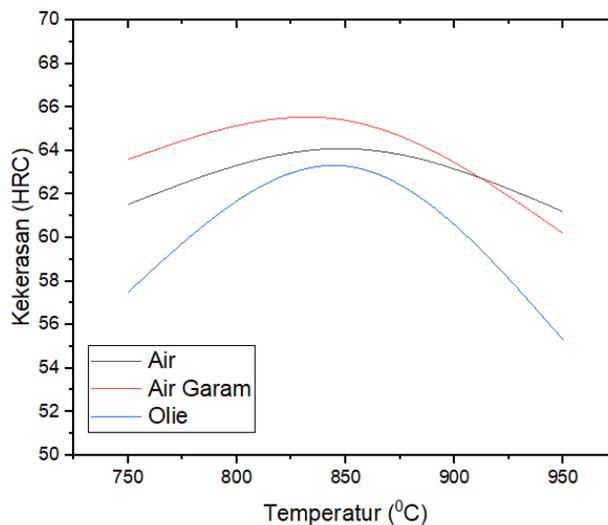
Setelah pendinginan dengan variasi media pendingin, dilakukan pengamplasan pada permukaan spesimen sebelum dilakukan uji kekerasan guna membersihkan dari kerak atau kotoran yang menempel, sehingga mudah terdeteksi ketika dilakukan uji kekerasan. Uji kekerasan dilakukan dengan alat uji kekerasan Gnehm Horgen dengan metode rockwell C. Pengujian kekerasan dilakukan tiga kali pada setiap semisimen, Alat uji kekerasan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Alat Uji kekerasan HRC

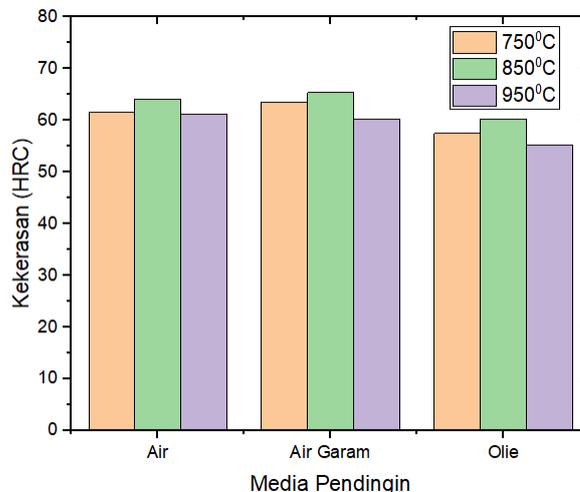
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian, hasil data yang diperoleh akan dianalisis. Data yang didapatkan dari proses pengujian berupa angka-angka yang menunjukkan hasil dari pengujian dan pengamatan. Berikut hasil proses perlakuan panas baja SKS 3 dengan media pendingin: air, air garam dan olie disajikan dalam bentuk grafik. Gambar 5 menunjukkan hubungan antara temperatur pada perlakuan panas pada 3 media pendingin terhadap kekerasan yang dihasilkan pada baja SKS 3.



Gambar 5 Hubungan Temperatur dengan kekerasan

Gambar 5 menunjukkan grafik pengaruh temperatur terhadap nilai kekerasan. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa variasi temperatur sangat mempengaruhi nilai kekerasan yang dihasilkan. Pada grafik tersebut menunjukkan nilai HRC tertinggi didapatkan ketika menggunakan temperatur 850°C dengan nilai kekerasan 65,4 HRC pada media air garam, sedangkan nilai terendah ketika pada suhu 950°C dengan nilai kekerasan 55,3 HRC pada media olie.. Hal ini disebabkan karena ketika suhu 850°C sudah mengalami full austenite dan struktur butiran besar dan lebih rapat, pada kondisi ini maka menghasilkan martensit lebih banyak dan rapat. Dengan adanya martensit tersebut maka dapat menambah nilai kekerasan pada baja tersebut. Sedangkan pada suhu 950°C ini merupakan fasa austenite namun lebih tinggi sehingga butiran cenderung lebih besar dan terdapat martensit namun dengan ukuran yang lebih besar, maka dapat diketahui untuk nilai kekerasan pada suhu 950°C lebih rendah.



Gambar 6 Hubungan Media pendingin terhadap kekerasan

Pengaruh media pendingin terhadap nilai kekerasan dapat dilihat pada gambar 6, spesimen yang telah dilakukan pemanasan dan dicelupkan pada beberapa media pendingin mendapatkan nilai kekerasan yang berbeda-beda. Hal ini dapat diketahui karena karakteristik setiap media pendingin yang digunakan juga berbeda. Disamping itu kecepatan proses pendinginan juga dapat mempengaruhi nilai kekerasan pada suatu material, semakin cepat proses pendinginan maka nilai kekerasan cenderung meningkat dan sebaliknya semakin lambat proses pendinginan maka nilai kekerasan cenderung rendah. Hal ini dikarenakan ketika pendinginan cepat maka unsur C (Carbon) tidak sempat berdifusi sehingga unsur karbon terperangkap. Pada grafik di atas diketahui media pendingin yang digunakan yaitu air biasa, air garam, dan oli SAE 20W-50.

Dapat diketahui dari grafik di atas nilai kekerasan ketika menggunakan media air biasa diperoleh 64,1 HRC pada temperatur 850⁰ C, lalu nilai kekerasan yang tertinggi ketika menggunakan media pendingin air garam dengan nilai kekerasan yaitu 65,4 HRC pada temperatur 850⁰ C, dan nilai kekerasan yang terendah yaitu ketika menggunakan media pendingin oli SAE 20W-50 dengan nilai kekerasan yang didapat yaitu 55,3 HRC pada temperatur 950⁰C. Dengan perbedaan nilai kekerasan ini disebabkan dari setiap media pendingin memiliki kandungan dan karakteristik berbeda-beda, ketika menggunakan media pendingin air biasa proses pendinginan sangat cepat dan menghasilkan kekerasan tinggi namun terdapat tegangan sisa pada baja. Dapat dilihat ketika menggunakan media pendingin air garam nilai kekerasan cenderung lebih tinggi, hal ini bisa jadi disebabkan karena campuran garam pada air dan juga disebabkan karena adanya kristal-kristal garam yang menempel pada material sehingga nilai kekerasan dapat meningkat signifikan. Disamping itu dapat juga disebabkan karena kadar garam yang digunakan, semakin banyak kadar garam pada media pendingin maka dapat meningkatkan nilai kekerasan.

Pada saat menggunakan media pendingin oli SAE 20W-50 nilai kekerasan lebih rendah, hal ini disebabkan karena oli memiliki viskositas yang tinggi dari pada dua media pendingin sebelumnya yaitu air biasa dan air garam. Sehingga nilai kekerasan lebih rendah, viskositas dari oli sangat mempengaruhi laju pendinginan atau bisa dikatakan laju pendinginan lebih lambat. Hal tersebut membuat penguapan panas tidak dapat berjalan dengan cepat dan menyebabkan laju pendinginan lambat, sehingga karbon dapat berdifusi dan akibatnya nilai kekerasan lebih rendah. Nilai viskositas oli juga menjadi perhatian, karena semakin tinggi viskositas oli maka nilai kekerasan lebih rendah namun ketika viskositas lebih rendah maka kekerasan cenderung tinggi.

4. KESIMPULAN

Kekerasan merupakan salah spesifikasi yang penting dari suatu dari suatu bahan. Untuk aplikasi bahan sebagai pemotong, diperlukan bahan dengan kekerasan yang tinggi. Salah satu cara untuk meningkatkan kekerasan adalah dengan cara memberikan perlakuan panas pada suatu material. Baja SKS 3 merupakan baja yang digunakan sebagai bahan *cutting* yang mempunyai kekerasan yang tinggi setelah dilakukan perlakuan panas. Pada semua media pendingin, kekerasan tertinggi adalah pada temperatur 850⁰C. Kekerasan tertinggi pada media pendingin air garam yaitu sebesar 65,4 HRC. Kekerasan terendah adalah pada temperatur 950⁰C pada media pendingin olie. Pada semua temperatur, kekerasan tertinggi adalah pada media pendingin air garam. Kekerasan tertinggi adalah pada media air garam dengan temperatur 850⁰C, yaitu sebesar 65,4 HRC dan kekerasan terendah pada media olie dengan temperatur 950⁰C yaitu sebesar 55, 3 HRC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Berkah and M. Bersama, “C, ditempering pada suhu 350,” vol. 04, no. 02, pp. 1–11, 2022.
- [2] S. Jokosisworo, “Pengaruh Normalizing Dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Terhadap Sifat Mekanik Baja ST 46,” *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 15, no. 2, pp. 68–73, 2018, doi: 10.14710/kpl.v15i2.19193.
- [3] Karmin and M. Ginting, “Analisis Peningkatan Kekerasan Baja Amutit Menggunakan Media Pendingin Dromus,” *J. Austenit*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2012.
- [4] D. Bayin and M. Putra, “Perbedaan Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Ketangguhan Baja Hq 705 Bila Diquench Dan Ditemper Pada Media Es, Air Dan Oli,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 001–007, 2009.
- [5] M. Jufri and A. Mukhtar, “Analisa Variasi Viscositas Pelumas Pada Proses Quenching Terhadap Sifat Mekanik Baja Aisi 1045,” pp. 69–75, 2019.
- [6] E. Nugroho, S. D. Handono, A. Asroni, and W. Wahidin, “Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 99–110, 2019, doi: 10.24127/trb.v8i1.933.
- [7] 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.