

Pengaruh Variasi *Holding Time* Pada Proses *Heat Treatment* (*Hardening*) Untuk Baja S50c Sebagai Pisau Mesin Pencacah Kayu

Muhammad Hisson Alfariji Munandar¹⁾, Kardiman²⁾, Deri Teguh Santoso³⁾

¹⁾²⁾³⁾S1 Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang

E-mail: ¹⁾hissonal12@gmail.com ²⁾kardiman@ft.unsika.ac.id, ³⁾deri.teguh@ft.unsika.ac.id

Abstrak

Baja S50C, termasuk dalam kategori baja paduan karbon sedang. Jenis ini digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan berbagai komponen mesin, struktur bangunan, perkakas, termasuk digunakan sebagai bahan pembuatan mata pisau untuk mesin pencacah kayu. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi perubahan kekerasan dan struktur mikro baja S50C setelah mengalami proses perlakuan panas *Hardening* serta variasi waktu penahanan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui metode eksperimental, dengan menjalani perlakuan panas pada baja S50C pada suhu 850°C, diikuti oleh waktu penahanan selama 30, 60, dan 90 menit, kemudian didinginkan menggunakan oli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan paling tinggi tercapai pada baja S50C yang menjalani perlakuan panas dengan pendinginan cepat menggunakan oli, dengan nilai rata-rata kekerasan tertinggi mencapai 589,29 HV pada waktu penahanan selama 90 menit, dibandingkan dengan nilai awal pada bahan mentah sebesar 262,67 HV. Analisis struktur mikro menunjukkan bahwa dalam kondisi awal, struktur mikro dari bahan mentah terdiri dari ferit dan perlit dengan ukuran kristal yang seimbang sesuai dengan kandungan karbon sekitar 0,50%. Sementara pada kelompok spesimen yang mengalami proses *hardening* dengan pendinginan cepat menggunakan oli, terbentuk struktur mikro baru yang disebut martensit, yang menjadi struktur utama yang meningkatkan kekerasan baja tersebut.

Kata Kunci: Baja S50C, *Hardening*, *Holding time*, Kekerasan, Struktur Mikro.

Abstract

S50C Alloy Steel is a widely produced and used medium carbon alloy steel, which serves as a raw material for manufacturing machine components, building structures, tools, and one of them being knife blades for wood chippers. The aim of this research is to determine the hardness value and microstructural changes in S50C steel after the Heat Treatment of hardening and holding time. The method used in this study is an experimental method, where S50C steel is subjected to Heat Treatment at a temperature of 850°C, followed by different holding times of 30, 60, and 90 minutes, and then cooled using oil. The research results show that the highest hardness value in S50C steel, treated with rapid cooling using oil, has an average hardness value of 589.29 HV after a 90-minute holding time, compared to the raw material's hardness of 262.67 HV. Microstructural testing reveals that the microstructure of the raw material consists of ferrite and pearlite with balanced crystal shape and size, in accordance with a carbon content of 0.50%. In the group of specimens undergoing rapid cooling with oil in the hardening process, a new microstructure called martensite is obtained, which is the main structure responsible for the increased hardness of the steel.

Keywords: S50C Steel; *Hardening*; *Holding time*; *Hardness*; *Microstructure*

1. PENDAHULUAN

Waktu penahanan (*holding time*) adalah tahap dalam perlakuan panas yang melibatkan menjaga baja pada suhu pengerasan yang konsisten. Hal ini dilakukan untuk mencapai pemanasan yang merata, sehingga struktur austenitnya menjadi seragam dan karbida dapat larut dalam austenit. Selain itu, proses ini juga memfasilitasi difusi karbon ke dalam unsur paduan [1].

Tujuan utama dari langkah ini adalah mencapai tingkat kekerasan paling optimal dari sebuah bahan atau material. Materi yang diterapkan adalah baja S50C yang memiliki kandungan karbon sekitar 0,50%. Baja ini sering digunakan dalam komponen otomotif, seperti dalam pembuatan komponen roda gigi seperti poros, gigi, *crankshaft*, dan batang penghubung piston pada kendaraan bermotor[2]. Meskipun digunakan dalam peran sebagai gigi pada kendaraan bermotor, baja karbon ini juga sering digunakan dalam konteks industri rumah tangga. Di dalam konteks penggunaan rumah tangga, logam besi ini dimanfaatkan untuk pembuatan beragam jenis peralatan perkakas, termasuk perkakas seperti golok, pisau, dan berbagai peralatan kerja lainnya.

Baja S50C, yang termasuk dalam kategori baja karbon sedang, sering diproduksi secara luas dan digunakan sebagai bahan dasar untuk menghasilkan komponen mesin, struktur bangunan, perkakas, termasuk sebagai bahan pembuatan mata pisau untuk mesin pemotong kayu. Komponen atau elemen-elemen di dalam mesin, seperti mata pisau, dapat diatur karena baja karbon sedang memiliki karakteristik yang dapat disesuaikan, dengan tingkat kekuatan dan ketangguhan yang moderat [3]. Dalam sektor manufaktur pisau, ada beberapa masalah yang timbul, termasuk banyak pelanggan yang mengalami masalah aus dan daya tahan pisau yang dihasilkan. Beberapa elemen memengaruhi tingkat keausan dan kekuatan pisau, salah satunya adalah pelaksanaan proses perlakuan panas (*Heat Treatment*). Oleh karena itu, perlu adanya studi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan fisik dan mekanik perkakas pisau tersebut.

Perlakuan panas atau *Heat Treatment* merupakan metode yang dipergunakan untuk merubah atau meningkatkan sifat-sifat mekanik dari suatu baja seperti misalnya kekerasan, kekuatan atau keuletan sebagai bahan baku mata pisau

pemotong[4]. Material mata pisau pemotong ini diharapkan mencapai tingkat kekerasan yang tinggi agar pisau tersebut dapat digunakan secara berulang kali dan mendapatkan hasil potongan yang lebih baik.

Proses perlakuan panas secara umum terdiri dari proses *hardening*, *tempering*, *carburizing* dan *annealing*. Proses perlakuan panas yang digunakan pada penelitian ini adalah proses *hardening*. *Hardening* dalam dasarnya adalah gabungan antara proses pemanasan dan pendinginan suatu logam atau paduan logam dalam kondisi padat guna mencapai karakteristik khusus[5]. Tujuan dari penerapan proses *hardening* pada pembuatan pisau pemotong adalah untuk mendapatkan pisau pemotong yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi..

Proses pengerasan pada baja karbon menengah akan menghasilkan hasil yang lebih efektif dibandingkan dengan baja karbon lainnya karena kandungan karbon yang cukup tinggi memungkinkan pembentukan martensit, yang meningkatkan tingkat kekerasan baja. Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan penelitian oleh Eko Nugroho [7] yang menginvestigasi dampak suhu dan media pendingin pada proses *Heat Treatment* baja AISI 1045 terhadap kekerasan dan laju korosi. Penelitian tersebut bertujuan untuk memahami bagaimana suhu dan media pendingin dalam proses *Heat Treatment* dapat memengaruhi nilai kekerasan baja AISI 1045. Dalam studi ini, baja AISI 1045 digunakan dan kemudian menjalani proses perlakuan panas (*hardening*) menggunakan tungku pemanas pada suhu 750°C, 850°C, dan 950°C, dengan waktu penahan selama 30 menit, lalu mendinginkannya menggunakan air mineral dan oli SAE 10w-40. Data analisis menunjukkan bahwa kekerasan material mengalami peningkatan. Kekerasan tertinggi tercatat ketika menggunakan air mineral sebagai media pendingin, mencapai 58,2 HRC pada suhu 850°C, sementara kekerasan maksimum dengan penggunaan oli sebagai media pendingin terjadi pada suhu 950°C dengan nilai 33,4 HRC. Kedua tingkat kekerasan ini mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan nilai awal kekerasan material mentah yang hanya sekitar 11,4 HRC.

Selanjutnya, dalam studi yang berbeda, Wifakul Azmi Arzak [8] Penelitian ini fokus pada analisis sifat mekanik dari mata pisau mesin serut kayu yang terbuat dari

baja karbon sedang, dengan variasi metode pengerasan dan jenis cairan pendingin yang digunakan. Baja karbon medium JIS Z 2243 mengalami proses perlakuan panas pada suhu 915 °C, yang kemudian diikuti oleh proses pendinginan pada suhu 300 °C menggunakan berbagai jenis cairan pendingin, termasuk air, air garam, dan minyak. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa tingkat kekerasan tertinggi terdapat pada penggunaan air garam, mencapai 362,67 HB.

2. METODE PENELITIAN

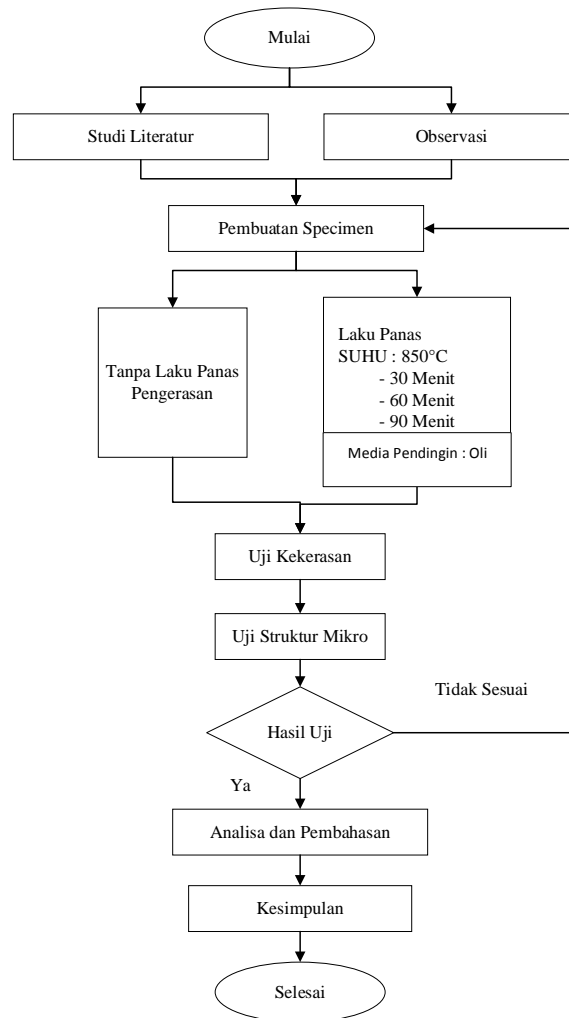
Pada penelitian ini menggunakan baja karbon sedang S50C sebagai bahan eksperimen yaitu dengan kandungan karbon 0,5%C. Komposisi bahan kimia seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja S50C

Karbon (C)	Silikon (Si)	Mangan (Mn)	Fosfor (P)	Sulfur (S)
0,48-0,53%	0.15-0.35%	0,60-0,90%	0,035%	0,035%

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif[8], penelitian ini menggunakan sepuluh spesimen material baja S50C sebagai sampel pengujian, dengan panjang 10 cm lebar 5 cm dan tebal 15 mm. Sembilan spesimen diberi perlakuan panas (*hardening*) hingga suhu 850°C kemudian diberi waktu penahan, sembilan sampel diubah menurut 3 waktu retensi yaitu 30 menit, 60 menit dan 90 menit. Kemudian didinginkan secara cepat dengan cara dimasukkan ke dalam wadah berisi oli, Sedangkan 1 sampel lainnya langsung dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro. Kemudian sepuluh *specimen* tersebut dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers, Pengukuran Vickers dengan penekanan intan berbentuk piramida lurus dengan alas bujur sangkar dan sudut puncak 136°[9] dalam satu sampel diambil 3 titik pengujian. Proses selanjutnya adalah pengujian struktur mikro yang hanya empat spesimen, diantaranya satu spesimen tanpa perlakuan panas dan tiga spesimen yang diberi perlakuan panas dengan variasi waktu penahan yang masing-masing diambil satu sampel dari tiap variasi dengan nilai paling keras. Tahapan ini sampel di *grinding* menggunakan amplas. Kemudian di lakukan uji metalografi dengan pembesaran 500x. Data-data dari hasil penelitian selanjutnya akan di analisis dan di buat kesimpulan berdasarkan hasil pengujian.

3. FLOWCHART ALUR PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

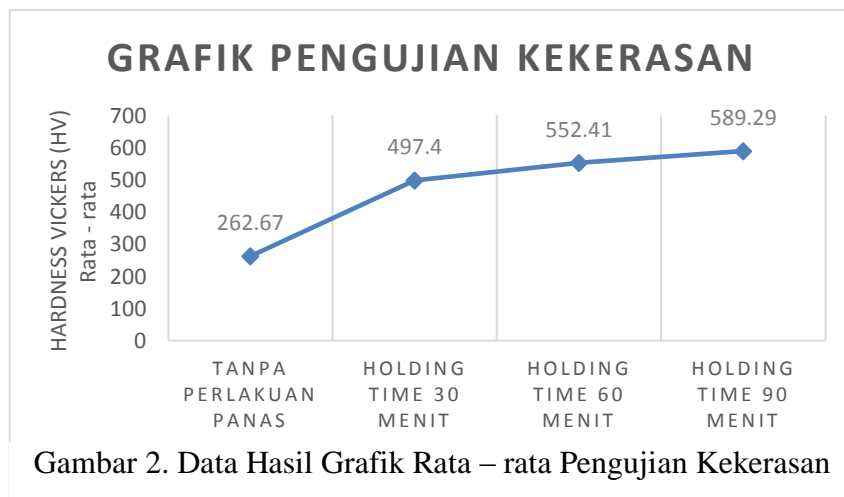
Hasil Uji Kekerasan

Pengujian Kekerasan pada penelitian ini dilakukan sebanyak sepuluh kali, Hasil dari penelitian pada pengujian kekerasan ini dilakukan dengan metode *Vickers Hardness* dengan pembebanan 120kg dalam satu sampel diambil 3 titik pengujian. Dari pengujian tersebut didapat data-data seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kekerasan

No	Spesimen	Pada Titik Uji			Rata-rata HV
		A	B	C	
1	Raw Material	266,6	246,1	275,3	262,67

2	M1 30 Menit	487,4	475,1	473,8	478,77
3	M2 30 Menit	546,8	483,9	560,4	530,37
4	M3 30 Menit	456,3	429,4	401,5	429,06
5	M1 60 Menit	538,9	576,9	570,8	562,20
6	M2 60 Menit	530,6	477,9	602,5	537,00
7	M3 60 Menit	553,5	537,8	582,8	558,03
8	M1 90 Menit	631,9	536,1	588,6	585,53
9	M2 90 Menit	572,5	604,8	596,7	591,33
10	M3 90 Menit	565,9	608,7	598,4	591,00



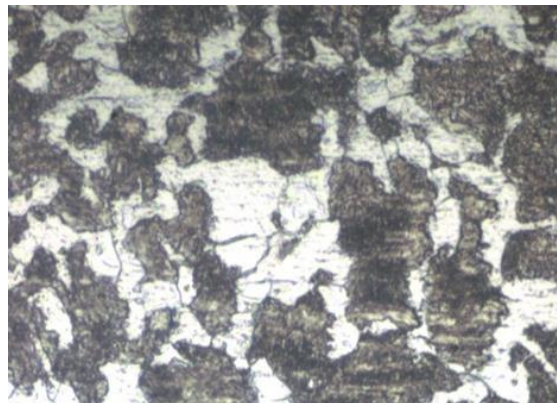
Gambar 2. Data Hasil Grafik Rata – rata Pengujian Kekerasan

Pada gambar 2, dimulai dari spesimen dalam bentuk *raw material* tanpa proses perlakuan panas, memiliki nilai rata-rata kekerasan sekitar 262,67 HV. Selanjutnya, setelah menjalani proses perlakuan panas (*hardening*) dengan waktu penahan 30 menit, nilai kekerasan rata-rata meningkat menjadi sekitar 479,40 HV. Selanjutnya, dilanjutkan dengan nilai kekerasan hasil proses perlakuan panas (*hardening*) selama 60 menit, yang menghasilkan nilai rata-rata mencapai 552,41 HV. Kemudian, dalam proses perlakuan panas (*hardening*) selama 90 menit, mencapai tingkat kekerasan tertinggi sekitar 589,29 HV. Dalam hal ini proses perlakuan panas menggunakan metode *hardening* dengan penahan waktu (*holding time*) pada suhu *austenite* sangat berpengaruh karena fasa $\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$ (*pearlite*) yang diberi perlakuan

panas *hardening* bertransformasi ke fasa γ (*austenit*) secara homogen atau menyeluruh.

Hasil Uji Struktur Mikro

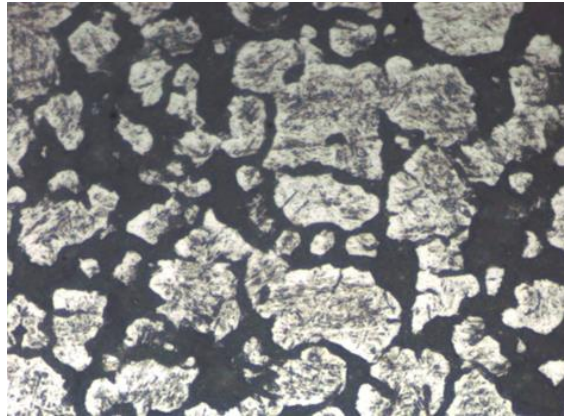
Dalam penelitian ini, dilakukan analisis struktur mikro pada empat jenis sampel yang berbeda, yakni bahan mentah Baja S50C, kemudian baja S50C yang mengalami proses perlakuan panas dengan penahanan selama 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Analisis struktur mikro dilaksanakan untuk memahami dan membandingkan perubahan dalam struktur mikro baja S50C setelah mengalami proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) dengan berbagai varian waktu penahan. Pengamatan Struktur Mikro ini melibatkan penggunaan pembesaran 500x yang dilakukan dua kali pada masing-masing sampel. Hasil pengamatan struktur mikro baja S50C yang belum menjalani perlakuan panas dapat dilihat pada Gambar 1.



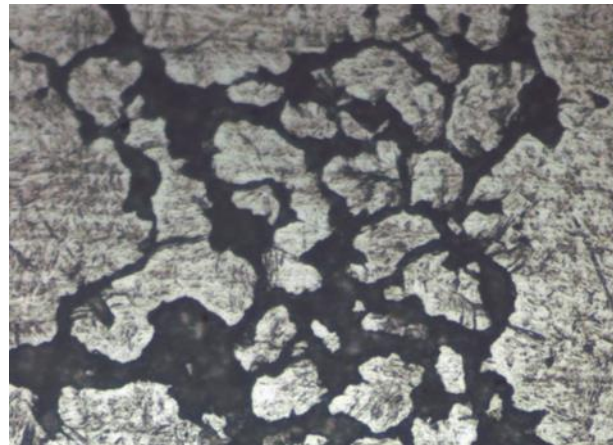
Gambar 3. Struktur Mikro Sampel Raw Material

Berdasarkan pada gambar 1 material yang tanpa melalui tahapan perlakuan panas memiliki struktur mikro yaitu berupa *ferrite* dan *pearlite*, dimana *ferrite* berwarna putih dan *pearlite* yang berwarna kehitaman[10], Struktur *ferrite* dalam baja tersebut mengakibatkan sifat mekanik baja menjadi rendah (baja lunak). Gambar 2, 3, dan 4 memperlihatkan hasil pengamatan struktur mikro baja S50C yang belum mengalami perlakuan panas. Setelah menjalani perlakuan panas pada suhu 850°C dengan waktu penahan yang bervariasi (30, 60, dan 90 menit) dan

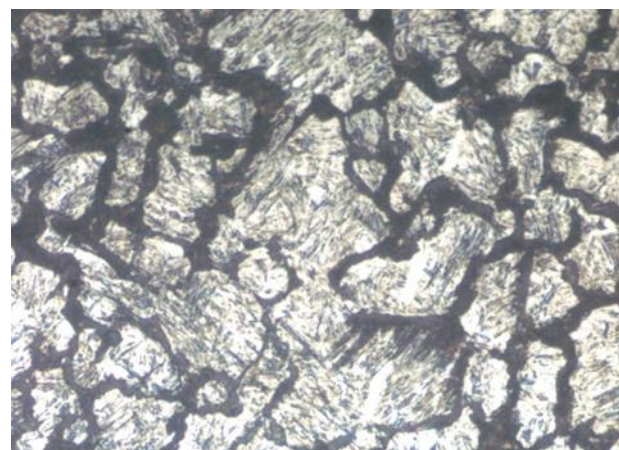
pendinginan cepat menggunakan oli.



Gambar 4. Struktur Mikro Sampel M2 30 Menit



Gambar 5. Struktur Mikro Sampel M1 60 Menit



Gambar 6. Struktur Mikro Sampel M2 60 Menit

Berdasarkan pada hasil struktur mikro pada gambar 2, 3, dan 4 dapat di amati bahwa struktur mikro dengan perlakuan panas temperatur *austenite* 850°C

dengan lama waktu penahanan 30, 60, dan 90 menit, sama-sama memiliki struktur mikro *martensite* yang berbentuk halus, struktur ini terjadi karena mengalami pendinginan yang cepat menggunakan Oli. Akan tetapi pada struktur mikro di atas masih terdapat area yang berwarna putih, area tersebut merupakan fasa (*Austenite* sisa), hal ini dapat terjadi akibat cepatnya proses pendinginan sehingga fasa *Austenite* tidak dapat atau belum sempat bertransformasi menjadi fasa *martensite* [11]. Akan tetapi dapat di amati lagi pada gambar 4 memiliki fasa *martensite* yang lebih dominan dan berbentuk seperti jarum (*lath*) sehingga spesimen ini kekerasannya lebih tinggi dari pada spesimen lain.

5. KESIMPULAN

Rata-rata data yang diperoleh dengan berbagai variasi waktu penahan (*Holding Time*) adalah sebagai berikut: Waktu penahan selama 30 menit menghasilkan rata-rata kekerasan sekitar 497,4 HV, sementara waktu penahan selama 60 menit memiliki rata-rata sekitar 552,41 HV. Pada waktu penahan selama 90 menit, rata-rata kekerasan tertinggi tercatat sekitar 589,29 HV, sementara tanpa adanya perlakuan panas hanya memiliki rata-rata kekerasan sekitar 262,67 HV. Adanya perbedaan hasil kekerasan pada variasi waktu penahan (*Holding Time*) karena pada temperature *austenite* yang lama pada baja akan memperoleh pemanasan yang homogen. Pemanfaatan Oli sebagai media *quenching* pada proses *hardening* baja S50C, juga memberikan pengaruh terhadap struktur mikro dimana material yang melalui proses *hardening* dengan media *quenching* Oli memiliki struktur mikro berupa *martensite* yang menyerupai jarum (*lath*) dan juga terlihat juga fasa *Austenite* sisa, hal ini pun terjadi akibat pendinginan yang sangat cepat, kemudian menghasilkan fasa martensit yang bersifat keras dan getas.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Gata, B. Suharno, B. Harjanto, dan M. Eng, "PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN HOLDING TIME DENGAN MEDIA QUENCHING OLI MESRAN SAE 40 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA ASSAB 760."
- [2] IRAWATI ADELINA, "ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN AUSTENISASI PADA PERLAKUAN PANAS Pengerasan TERHADAP STRUKTUR MIKRO, NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN

- IMPAK PADA BAJA KARBON AISI 1050,” Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya , Surabaya, 2017.
- [3] A. Ibrahim, Jufriad, dan M. Nur Mujaddedy, “ANALISA PENGARUH QUENCHING DAN TEMPERING TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA AISI 1050,” *Mesin Sains Terapan*, vol. 4, 2020.
- [4] J. Hasil Karya Ilmiah, D. Joko Purnomo, S. Jokosisworo, dan U. Budiarto, “JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisa Pengaruh Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70,” *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 07, no. 1, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [5] Sidney, H, dan Anver, *Introduction to Physical Metallurgy*, 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill, Inc., 1974.
- [6] P. Trihutomo, A. Kekerasan, P. Berbahan, dan B. Karbon, “ANALISA KEKERASAN PADA PISAU BERBAHAN BAJA KARBON MENENGAH HASIL PROSES *HARDENING* DENGAN MEDIA PENDINGIN YANG BERBEDA.”
- [7] W. A. Arzak, “ANALISIS SIFAT MEKANIS PADA MATA PISAU MESIN SERUT KAYU BERBAHAN BAJA KARBON SEDANG HASIL PROSES *HARDENING* DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN.”
- [8] S. Sudianto, “Perbandingan Pemahaman Matematika Siswa antara yang Menggunakan Adobe Flash CS3 dengan Software iMindMapTM pada Pokok Bahasan Limit Fungsi,” vol. 1, 2019.
- [9] Dieter, *Metalurgi Mekanik*. Jakarta: Erlangga, 1985.
- [10] R. Dwisaputro, M. Saiful Anwar, dan Rusnaldy, “PENGARUH PERLAKUAN PANAS BAJA TAHAN KARAT MARTENSITIK AISI 410 TERHADAP STRUKTURMIKRO DAN KETAHANAN KOROSI,” *Metalurgi*, vol. 5, 2018.
- [11] G. Suhandoyo, “ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGINAN NANOFLUIDA PARTIKEL AI2O3 PADA PROSES QUENCHING – TEMPERING TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 4140,” 2022.