Teknika 20 (2): 415-422

JURNAL TEKNIKA
ISSN: 0854-3143
e-ISSN: 2622-3481
Journal homepage: http://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teknika
Journal Email: teknika@polsri.ac.id

Pemanfaatan Baja SKD 11 Sebagai Alternatif Pahat Bubut

M. Faiz Muamar Afriadi [1], Taufikurahman[2*], Yuli Asmara Triputra[3], Indra Gunawan[4], Hendradinata[5]

[1,*2,3,4,5]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia
*Email Penulis Korespondensi: taufikurrahman@polsri.ac.id

Abstrak

Keterbatasan kekerasan dan ketahanan aus baja pahat High Speed Steel (HSS) mendorong perlunya material alternatif dengan performa yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan baja SKD11 sebagai bahan alternatif pahat bubut berdasarkan pengujian kekerasan dan keausan. Metode penelitian meliputi perlakuan panas baja SKD11 melalui proses hardening dan tempering dengan variasi media quenching air dan oli. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode Vickers, sedangkan pengujian keausan dilakukan dengan metode gesek menggunakan Ogoshi Wear Testing Machine. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baja SKD11 dengan quenching air menghasilkan nilai kekerasan tertinggi sebesar 788,46 VHN, melebihi standar kekerasan baja HSS, serta memiliki ketahanan aus terbaik dibandingkan variasi lainnya. Berdasarkan hasil tersebut, baja SKD11 dinyatakan layak digunakan sebagai bahan alternatif pahat bubut karena memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang unggul, sehingga berpotensi meningkatkan umur pahat dan efisiensi proses pemesinan.

Kata kunci*— SKD11, HSS, perlakuan panas, kekerasan, keausan*

Abstract

The limitations of hardness and wear resistance of High Speed Steel (HSS) tool steel encourages the need for alternative materials with better performance. This study aims to analyze the feasibility of SKD11 steel as an alternative material for lathe tools based on hardness and wear testing. The research method includes heat treatment of SKD11 steel through hardening and tempering processes with variations in water and oil quenching media. Hardness testing was carried out using the Vickers method, while wear testing was carried out by the friction method using the Ogoshi Wear Testing Machine. The results showed that SKD11 steel with water quenching produced the highest hardness value of 788.46 VHN, exceeding the hardness standard of HSS steel, and had the best wear resistance compared to other variations. Based on these results, SKD11 steel was declared suitable for use as an alternative material for lathe tools because it has superior hardness and wear resistance, thus potentially increasing tool life and machining process efficiency.

Keywords*— SKD11, HSS, heat treatment, hardness, wear*

Received: August 13, 2025; Online Available: February 24, 2026

1. PENDAHULUAN

Proses pemesinan merupakan salah satu proses manufaktur yang banyak digunakan dalam industri untuk menghasilkan komponen mesin dengan tingkat ketelitian dan kualitas permukaan tertentu [1]. Pembubutan adalah proses pemesinan yang paling umum digunakan, di mana material dipotong menggunakan pahat bubut yang bersentuhan langsung dengan benda kerja yang berputar. Dalam proses ini, pahat bubut memegang peranan penting karena menerima beban mekanik dan termal selama proses pemotongan berlangsung [2].

Pahat bubut harus memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan benda kerja serta ketahanan aus yang baik agar mampu mempertahankan kinerja pemotongan secara optimal [3]. Gesekan yang terjadi antara pahat dan benda kerja selama proses pembubutan menyebabkan peningkatan temperatur dan keausan pada pahat. Keausan pahat yang berlebihan dapat menurunkan kualitas permukaan hasil pemesinan dan memperpendek umur pakai pahat [4]-[5]. Oleh karena itu, pemilihan material pahat yang tepat menjadi faktor penting dalam menunjang keberhasilan proses pembubutan [6].

High Speed Steel (HSS) merupakan salah satu material pahat bubut yang masih banyak digunakan karena memiliki ketangguhan yang baik dan relatif mudah diasah [7]. Namun, pahat HSS memiliki keterbatasan dalam ketahanan panas dan keausan, terutama pada kondisi pemotongan dengan kecepatan tinggi [8]-[9]. Keterbatasan tersebut menyebabkan umur pakai pahat menjadi relatif singkat sehingga diperlukan material pahat alternatif dengan sifat mekanik yang lebih baik [10].

Baja SKD11 merupakan baja perkakas dengan kandungan karbon dan unsur paduan yang tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan alternatif pahat bubut [11]-[12]. Melalui proses perlakuan panas, baja SKD11 dapat mengalami peningkatan kekerasan dan ketahanan aus yang signifikan [13]-[14]. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa baja SKD11 memiliki kinerja yang baik dalam proses pembubutan [15].

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dinyatakan dalam bentuk pertanyaan sebagai berikut:

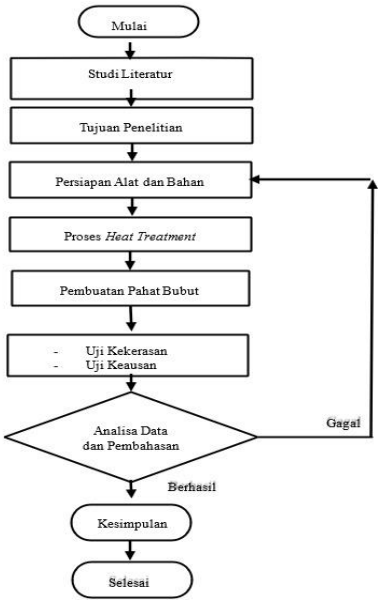
1. Apakah baja SKD11 yang telah diberi perlakuan panas memiliki tingkat kekerasan yang memenuhi atau melampaui karakteristik baja HSS sebagai material pahat bubut?
2. Bagaimana ketahanan aus baja SKD11 dibandingkan dengan baja HSS berdasarkan hasil pengujian keausan?
3. Media *quenching* manakah yang menghasilkan performa terbaik pada baja SKD11 sebagai bahan pahat bubut?

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan baja SKD11 sebagai bahan alternatif pahat bubut berdasarkan karakteristik kekerasan dan ketahanan aus dengan membandingkannya terhadap baja HSS. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemanfaatan limbah material secara efektif serta mendukung penerapan konsep ekonomi sirkular pada industri manufaktur.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini objek yang digunakan yaitu baja skd 11, termasuk baja karbon tinggi dilakukan pengujian keausan dan pengujian kekerasan agar dapat mengetahui kerusakan yang terjadi pada skd 11 dengan perlakuan. Pengujian keausan adalah proses untuk mengukur kemampuan material untuk bertahan terhadap gesekan, abrasi, atau penggunaan berulang dalam situasi operasional yang sesungguhnya. Pengujian ini penting dalam berbagai industri untuk memastikan kualitas dan umur pakai produk. Pengujian keausan sendiri memiliki beberapa fungsi meningkatkan kualitas produk, mengukur umur pakai produk, maksudnya pengujian keausan memungkinkan untuk memperkirakan umur pakai produk dalam kondisi operasional yang sesungguhnya. Ini membantu pengguna atau konsumen untuk mengetahui seberapa lama produk tersebut dapat digunakan sebelum perlu diganti atau diperbaiki.

Tahapan penelitian secara keseluruhan disajikan dalam bentuk diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram alir tersebut menggambarkan urutan proses penelitian mulai dari studi literatur, penetapan tujuan penelitian, persiapan alat dan bahan, proses *heat treatment*, pembuatan pahat bubut, pengujian kekerasan dan keausan, hingga analisis data dan penarikan kesimpulan.



Gambar 1 Diagram Alir

Untuk menentukan kesesuaian material, pengujian keausan membantu dalam menentukan apakah material tertentu cocok untuk aplikasi tertentu. Rumus nilai keausan spesifik dapat dilihat pada Formula (1).

$$Ws = \frac{B.bo^3}{8.r.po.lo} \quad (1)$$

Dimana:

Ws = Keausan Spesifik (mm2 /kg) B = tebal disc (mm)
r = radius disc (mm)
Bo = lebar keausan yang didapat dari hasil pengamatan mikroskop
(mm) po = beban tekan (kg)
lo = jarak tempuh dari proses pengausan (mm)

Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen. Untuk para insinyur perancang, kekerasan sering diartikan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan sesuatu mengenai kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam. Terdapat tiga jenis ukuran kekerasan, tergantung pada cara melakukan pengujian, yaitu kekerasan goresan (*scratch hardness*), kekerasan lekukan (*indentation hardness*), kekerasan pantulan (*rebound*). Uji kekerasan merupakan kemampuan suatu benda terhadap pembebanan yang tepat, sehingga ketika gaya tertentu diberikan pada suatu benda uji akan mengalami deformasi pada benda tersebut. Bagi perancang, kekerasan dipandang sebagai indikator kemudahan pemrosesan dan memberikan informasi penting mengenai kekuatan serta perlakuan panas logam. Dalam konteks rekayasa, uji kekerasan yang paling diperhatikan adalah kekerasan lekukan. Berbagai metode uji kekerasan lekukan yang umum digunakan meliputi uji kekerasan *Vickers, Brinell,* dan *Rockwell Brinell*.

Metode *Vickers* merupakan metode pengujian kekerasan yang menentukan daya tahan material terhadap penetrasi indentor intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136° yang ditekan pada permukaan material uji. Pengujian kekerasan *Vickers* pada penelitian ini dilakukan mengacu pada standar ASTM E92 untuk material logam. Beban uji yang digunakan berada pada rentang 1 kgf hingga 120 kgf, dan nilai kekerasan dinyatakan dalam *Vickers Hardness Number* (VHN) yang dihitung menggunakan Persamaan (2).

Pada setiap spesimen, pengujian kekerasan *Vickers* dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan pada titik yang berbeda untuk meminimalkan pengaruh ketidakhomogenan material dan meningkatkan akurasi serta reprodusibilitas hasil pengujian. Nilai kekerasan yang digunakan dalam analisis merupakan nilai rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut.

$$VHN = 1{,}854 \frac{P}{d^2} \quad (2)$$

Dimana : P = Beban yang diberikan (KgF)
d = Luas penekanan (mm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Uji Keausan*

Tabel 1 Hasil Pengujian Keausan

No	Spesimen	b0	B	r	P0	lo	Keausan Spesifik
1	SKD 11 OLI	0,8942	3	13	6,36	30	0,00987421
2	SKD 11 AIR	0,6676	3	13	6,36	30	0,00550397

Berdasarkan hasil pengujian keausan yang disajikan pada Tabel 1, terlihat bahwa penggunaan media *quenching* yang berbeda memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai keausan spesifik baja SKD11. Spesimen SKD11 dengan media *quenching* oli menghasilkan lebar keausan (b_0) sebesar 0,8942 mm dengan nilai keausan spesifik sebesar 0,00987421 mm³/kg·m. Sementara itu, spesimen SKD11 dengan media quenching air menunjukkan lebar keausan yang lebih kecil, yaitu 0,6676 mm, serta nilai keausan spesifik yang lebih rendah sebesar 0,00550397 mm³/kg·m.

Nilai keausan spesifik yang lebih kecil pada spesimen *quenching* air menunjukkan bahwa material tersebut memiliki ketahanan aus yang lebih baik dibandingkan dengan spesimen *quenching* oli. Hal ini disebabkan oleh laju pendinginan air yang lebih cepat, sehingga menghasilkan struktur martensit yang lebih dominan dan tingkat kekerasan yang lebih tinggi. Struktur martensit yang terbentuk mampu meningkatkan ketahanan permukaan material terhadap mekanisme keausan abrasif selama proses pengujian gesek.

Sebaliknya, pada spesimen *quenching* oli, laju pendinginan yang lebih lambat menyebabkan terbentuknya struktur mikro yang relatif lebih lunak, seperti martensit yang tidak sempurna atau campuran dengan bainit, sehingga ketahanan terhadap gesekan menjadi lebih rendah. Kondisi ini mengakibatkan peningkatan lebar jejak keausan dan nilai keausan spesifik yang lebih besar.

Hasil pengujian ini menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik antara nilai keausan spesifik dan ketahanan aus material, di mana semakin kecil nilai keausan spesifik, maka semakin tinggi ketahanan aus yang dimiliki material. Dengan demikian, baja SKD11 yang diberi perlakuan *quenching* menggunakan media air memiliki performa ketahanan aus yang lebih baik dan berpotensi lebih unggul untuk diaplikasikan sebagai bahan pahat bubut dibandingkan dengan baja SKD11 yang menggunakan media quenching oli.

3.2 *Hasil Pengujian Kekerasan*

Tabel 2 Hasil Uji Kekerasan Baja SKD 11

Variabel	Bahan	Indentor	Titik	Beban (P) kgf	d1 (mm)	d2 (mm)	D	VHN
Baja SKD 11 Air	SKD 11	Piramida Intan	1	30	0,265	0,265	0,265	792,0256319
			2	30	0,267	0,266	0,2665	783,1348627
			3	30	0,265	0,265	0,265	792,0256319
			4	30	0,266	0,267	0,2665	783,1348627
			5	30	0,266	0,264	0,265	792,0256319
Rata-rata							**0,2656**	**788,4693242**
Baja SKD 11 Oli	SKD 11	Piramida Intan	1	30	0,291	0,291	0,291	656,8179403
			2	30	0,289	0,29	0,2895	663,641977
			3	30	0,293	0,292	0,2925	650,0986193
			4	30	0,292	0,291	0,2915	654,5666379
			5	30	0,293	0,293	0,293	647,8817459
Rata-rata							**0,2915**	**654,6013841**
Raw material	SKD 11	Piramida Intan	1	30	0,42	0,42	0,42	315,3061224
			2	30	0,424	0,424	0,424	309,3850125
			3	30	0,421	0,42	0,4205	314,556732
			4	30	0,425	0,425	0,425	307,9307958
			5	30	0,426	0,426	0,426	306,4868082
Rata-rata							**0,4231**	**310,7330942**

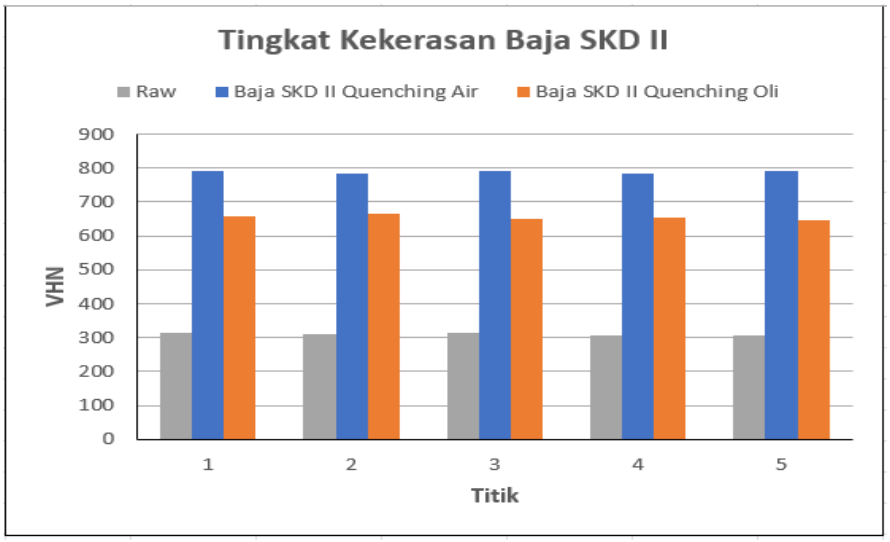
Berdasarkan hasil pengujian kekerasan yang disajikan pada Tabel 2, baja SKD11 dengan media *quenching* air menghasilkan nilai kekerasan rata-rata tertinggi sebesar 788,47 VHN. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan spesimen dengan media *quenching* oli yang memiliki kekerasan rata-rata sebesar 654,60 VHN, serta material tanpa perlakuan panas yang hanya mencapai 310,73 VHN. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan panas, khususnya media *quenching*, memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat kekerasan baja SKD11.

Perbedaan nilai kekerasan yang dihasilkan dipengaruhi oleh laju pendinginan selama proses *quenching*. Media pendingin air memiliki laju pendinginan yang lebih cepat dibandingkan oli, sehingga mampu menghambat difusi atom karbon dan mendorong terbentuknya struktur martensit dalam jumlah yang lebih besar. Struktur martensit ini bersifat keras dan berkontribusi langsung terhadap peningkatan nilai kekerasan material.

Sebaliknya, penggunaan media *quenching* oli dengan laju pendinginan yang lebih lambat memungkinkan terbentuknya struktur mikro yang relatif lebih lunak, seperti martensit tidak sempurna atau fase bainit, sehingga nilai kekerasan yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan media *quenching* menjadi faktor penting dalam mengendalikan sifat mekanik baja SKD11 sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

Jika dibandingkan dengan standar kekerasan baja *High Speed Steel* (HSS) yang umumnya berada pada kisaran 735–760 VHN, baja SKD11 dengan *quenching* air menunjukkan nilai kekerasan yang setara bahkan lebih tinggi. Hasil ini sejalan dengan pengujian keausan, di mana spesimen dengan kekerasan tertinggi juga memiliki nilai keausan spesifik terendah. Korelasi tersebut menegaskan bahwa peningkatan kekerasan berperan langsung dalam meningkatkan ketahanan aus, sehingga baja SKD11 layak dipertimbangkan sebagai bahan alternatif pahat bubut.

3.3 *Hasil Analisa Data*



Gambar 2 Analisa data Uji Kekerasan

Berdasarkan Gambar 2, sumbu horizontal menunjukkan jumlah titik pengujian, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan nilai kekerasan *Vickers* (VHN). Grafik memperlihatkan bahwa spesimen baja SKD11 dengan perlakuan *quenching* air memiliki nilai kekerasan tertinggi pada seluruh titik pengujian, diikuti oleh quenching oli, sementara material tanpa perlakuan panas (*raw material*) menunjukkan nilai kekerasan terendah. Nilai kekerasan rata-rata tertinggi diperoleh pada quenching air sebesar 788,46 VHN, sedangkan nilai terendah terdapat pada *raw material* sebesar 310,73 VHN.

Perbedaan nilai kekerasan tersebut dapat dijelaskan berdasarkan perubahan mikrostruktur akibat perlakuan panas. Proses *hardening* yang diikuti *quenching* air menghasilkan laju pendinginan yang cepat sehingga mendorong pembentukan struktur martensit yang dominan. Struktur ini memiliki sifat keras dan tahan terhadap deformasi plastis. Sebaliknya, pada *quenching* oli, laju pendinginan yang lebih lambat memungkinkan terbentuknya struktur mikro yang relatif lebih lunak, sehingga nilai kekerasan yang dihasilkan lebih rendah. *Raw material* yang tidak mengalami perlakuan panas didominasi oleh struktur awal baja SKD11, sehingga memiliki kekerasan paling rendah.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa baja SKD11 dengan kandungan karbon dan kromium tinggi mampu mengalami peningkatan kekerasan yang signifikan setelah proses perlakuan panas, khususnya dengan media *quenching* cepat. Kandungan kromium berperan dalam pembentukan karbida keras yang meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus, sedangkan karbon memperkuat matriks martensit. Dengan demikian, hasil analisa data pada penelitian ini menguatkan temuan sebelumnya serta menunjukkan konsistensi pengaruh perlakuan panas terhadap peningkatan performa mekanik baja SKD11.

4. KESIMPULAN

Setelah melalui rangkaian proses mulai dari studi literatur, perancangan eksperimen, pelaksanaan uji kekerasan dan keausan, serta analisis data terhadap pemanfaatan baja SKD11 sebagai bahan alternatif pahat bubut, maka dapat disampaikan beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut, Kekerasan tertinggi didapat oleh media *Quenching* air, pengujian kekerasan menggunakan metode *Vickers* menunjukkan bahwa spesimen SKD11 yang melalui proses *quenching* dengan media air memiliki kekerasan tertinggi, yaitu 788,46 VHN, lebih tinggi dari standar kekerasan baja HSS (sekitar 735–760 VHN). Air adalah media *quenching* yang umum digunakan dalam perlakuan panas baja karena kemampuannya untuk memberikan laju

pendinginan yang tinggi. Pendinginan cepat ini sangat penting untuk mengubah fase austenit menjadi martensit, yaitu struktur mikro yang sangat keras namun rapuh. Dibandingkan dengan media lain seperti minyak atau udara, air memiliki kapasitas panas spesifik dan konduktivitas termal yang lebih tinggi, sehingga mampu menurunkan suhu material secara cepat dan efisien. Ketahanan aus terbaik juga didapat pada *Quenching* air, hasil uji keausan dengan metode gesekan menunjukkan bahwa baja SKD11 yang didinginkan menggunakan media air memiliki ketahanan aus paling tinggi, dengan nilai keausan spesifik yang lebih rendah dibandingkan media oli dan *raw material*. SKD11 layak menjadi alternatif pahat bubut, berdasarkan hasil uji kekerasan dan keausan, SKD11 terbukti memiliki performa mekanik yang baik. Ini menunjukkan bahwa SKD11 sangat layak digunakan sebagai bahan alternatif pahat bubut. Pengaruh unsur kimia penting pada performa, kandungan karbon (1,4–1,6%) dan kromium (11–13%) pada baja SKD11 berperan besar dalam meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus, terutama setelah proses *heat treatment* dan *quenching*.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya. Pertama, diperlukan optimasi proses *heat treatment* lebih lanjut dengan melakukan variasi suhu tempering dan durasi *holding time* guna memperoleh parameter perlakuan panas yang lebih optimal dan stabil untuk berbagai aplikasi pemotongan.

Kedua, disarankan untuk mengeksplorasi media *quenching* lain selain air dan oli, seperti larutan garam atau media polimer, untuk mengetahui potensi peningkatan performa mekanik serta mengurangi risiko distorsi termal pada material.

Ketiga, untuk validasi yang lebih komprehensif, perlu dilakukan uji pemotongan langsung (*real cutting test*) dengan menggunakan baja SKD11 dan HSS sebagai pahat bubut. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pahat secara nyata di lapangan, meliputi umur pahat dan kualitas hasil pemotongan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih pada Bapak Taufikurrahman dan Bapak Yuli Asmara yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian dan terima kasih juga kepada kedua orang tua yang memberikan dukungan dan bantuan atas terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Kalpakjian, *Manufacturing Engineering and Technology*. Addison Publishing Company Inc., 1992.
[2] G. E. Dieter, *Mechanical Metallurgy*. McGraw-Hill Book Company, 1988.
[3] A. P. Bayuseno, "Kajian pustaka tentang keausan pada pahat bubut," *Rotasi*, vol. 12, no. 2, pp. 38–41, 2010.
[4] H. Chandler, *Metallurgy for the Non-Metallurgist*. ASM International, 1998.
[5] H. Chandra dan D. K. Pratiwi, *Panduan Praktikum Material Teknik*. Universitas Sriwijaya, 2007.
[6] American Welding Society, *Welding Inspection Technology*, 5th ed. American Welding Society, 2008.
[7] S. Nugroho dan H. K. Senoaji, "Karakterisasi pahat bubut HSS tipe M2 dan A8," *Rotasi*, vol. 12, no. 3, pp. 19–26, 2010.
[8] S. Karagöz dan H. F. Fischmeister, "Kinerja pemotongan dan struktur mikro baja kecepatan tinggi," *Metallurgical and Materials Transactions A*, vol. 29, pp. 205–216, 1998.
[9] P. Jovičević-Klug dan B. Podgornik, "Comparative study of conventional and deep cryogenic treatment of HSS," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, pp.

13118–13127, 2020.
[10] Y. Handoyo, "Pengaruh quenching dan tempering pada baja JIS S45C," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 102–115, 2015.
[11] G. D. Considine, "Molybdenum," dalam *Van Nostrand's Encyclopedia of Chemistry*. Wiley-Interscience, 2005.
[12] J. Emsley, *Nature's Building Blocks*. Oxford University Press, 2001.
[13] D. H. Gunawan, *Pengaruh Suhu Tempering terhadap Baja K-460*. Universitas Diponegoro, 2005.
[14] H. Hasan, *Analisis Pengaruh Annealing Baja ST70 pada Proses Pembubutan*. Universitas Hasanuddin, 2020.
[15] Rabinaswil, *Optimasi Kekasaran Permukaan Baja SKD-11 Proses CNC Turning*. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2022.