

Pengaruh Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Baja SKD 11 Dalam Proses Hardening

Rozaq Kurniawan¹, Lisa Agustriyana^{2*}

^{1,2}Politeknik Negeri Malang

Abstrak: Mesin pencacah organik merupakan mesin untuk menghancurkan sampah organik menjadi ukuran yang lebih kecil. Dalam proses pencacahan sampah organik, kemungkinan adanya batu atau kerikil yang tercampur dalam sampah organik dapat mengakibatkan tumpul pada pisau, oleh karena itu penelitian ini difokuskan untuk mendapatkan karakteristik pisau yang kuat dan ulet. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan media pendingin yang paling efektif dalam meningkatkan sifat mekanik baja SKD 11 setelah proses hardening, seperti kekerasan dan ketangguhan untuk penggunaan pada pisau pencacah sampah organik. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan variasi variabel bebas media pendingin (Air PDAM daerah malang, Air garam dengan kadar 10%, dan Oli SAE 40), sedangkan variabel terikat yang dipilih adalah nilai kekerasan dan nilai ketangguhan material. Metode pengolahan data menggunakan One-way Anova. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh media pendingin terhadap kekerasan dan ketangguhan. Semakin tinggi nilai kekerasan maka semakin rendah nilai ketangguhan, variasi media pendingin Oli SAE 40 adalah variasi media pendingin yang paling optimal untuk digunakan pada pisau pencacah sampah organik yang memiliki nilai kekerasan dan ketangguhan yang tinggi. Media pendingin Air PDAM daerah malang menghasilkan nilai kekerasan yang paling tinggi dengan hasil rata-rata 52,5 HRC dan nilai ketangguhan sebesar 0,0129 J/mm². Pada media pendingin Oli SAE 40 menghasilkan nilai ketangguhan yang paling tinggi dengan hasil rata-rata 0,029 J/mm² dan nilai kekerasan sebesar 44,9 HRC. Kata kunci: media pendingin, pisau pencacah, proses hardening, uji impak, uji kekerasan.

Kata kunci: Media Pendingin, Pisau Pencacah, Proses Hardening, Uji Impak, Uji Kekerasan.

DOI:

<https://doi.org/10.47134/jme.v1i4.3220>

*Correspondence: Lisa Agustriyana

Email: lisaagustriyana@yahoo.com

Received: 17-08-2024

Accepted: 27-09-2024

Published: 23-10-2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: An organic shredder is a machine for shredding organic waste into smaller sizes. In the process of shredding organic waste, the possibility of stones or pebbles mixed in organic waste can cause bluntness in the blade, therefore this research is focused on obtaining strong and ductile blade characteristics. The purpose of this research is to determine the most effective cooling media in improving the mechanical properties of SKD 11 steel after the hardening process, such as hardness and toughness for use in organic waste chopping knives. The research method used is an experimental method with variations in the independent variables of cooling media (PDAM water in the unfortunate area, salt water with 10% content, and SAE 40 oil), while the dependent variables selected are the hardness value and toughness value of the material. The data processing method uses One-way Anova. The results showed that there was an effect of cooling media on hardness and toughness. The higher the hardness value, the lower the toughness value, the SAE 40 oil cooling media variation is the most optimal cooling media variation for use on organic waste chopping knives which have high hardness and toughness values. The cooling media of PDAM water in the unfortunate area produces the highest hardness value with an average result of 52.5 HRC and a toughness value of 0.0129 J/mm². In SAE 40 oil cooling media produces the highest toughness value with an average result of 0.029 J/mm² and a hardness value of 44.9 HRC.

Keywords: Cooling Media, Chopping Blade, Hardening Process, Impact Test, Hardness Test.

Pendahuluan

Pengelolaan sampah yang kurang efektif dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Jika tidak dikelola dengan baik, sampah dapat menimbulkan masalah serius, seperti penyebaran berbagai penyakit, lingkungan yang kotor, bau tak sedap, dan dapat menjadi faktor pemicu banjir di suatu wilayah akibat tersumbatnya saluran air oleh sampah (Muslimin et al., 2022).

Menurut system Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2022 timbunan sampah di Indonesia mencapai 21,1 juta ton. Dari jumlah keseluruhan sampah yang dihasilkan secara nasional, sebanyak 65,71% telah dikelola secara efektif. Sementara itu, sekitar 34,29% belum mendapatkan pengolahan yang memadai. Data diatas mencerminkan adanya tantangan dalam pengolahan sampah diberbagai daerah di seluruh Indonesia, Banyak orang juga mulai mengelolah sampah organik menjadi kompos dan pupuk cair (Chaudhari, 2023).

Sampah umumnya berupa sampah organik dan anorganik. Sampah organik : Sisa makanan; Sayur busuk; dan sisa hasil proses pengolahan tanaman dapat dimanfaatkan sebagai kompos dan pupuk cair. Sedangkan sampah anorganik yang tidak dapat diperbaharui dan sulit untuk terurai seperti plastik, kaleng minuman dapat dimanfaatkan untuk suatu kerajinan (Bachtiar et al., 2021).

Sampah organik disisi lain, sangat bermanfaat jika dikelola dengan baik (Syarifah et al., 2022). Pengelolaan yang tepat dapat mengubah sampah organik menjadi kompos, pupuk, atau sumber energi, yang semuanya dapat memberikan manfaat lingkungan dan ekonomi. Namun, pengelolaan sampah organik seringkali menjadi tantangan karena volumenya yang besar dan cepatnya proses pembusukan, yang dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Untuk mengatasi masalah sampah organik dibuat mesin pencacah sampah organik. Mesin ini dirancang untuk proses pengolahan sampah, dengan harapan dapat mengurangi beban sampah organik yang tidak terkelola dengan baik (Zhang, 2023).

Mesin pencacah sampah organik sangat bergantung pada ketajaman pisau. Ketajaman pisau sangat mempengaruhi kinerja mesin pencacah sampah organik. Pisau yang tajam memungkinkan mesin untuk bekerja secara efisien dan efektif dalam mencacah sampah organik. Agar pisau dapat memenuhi fungsinya, diperlukan sifat bahan yang kuat dan ulet untuk mempertahankan ketajaman dalam jangka waktu yang lebih lama (Jaelani et al., 2021). Dalam Proses pencacahan sampah organik, kemungkinan adanya batu atau kerikil yang tercampur dalam sampah organik dapat mengakibatkan tumpul pada pisau oleh karena itu penelitian ini difokuskan untuk mendapatkan karakteristik pisau yang kuat dan ulet. Proses heat treatment diperlukan untuk menghasilkan material yang kuat dan tahan terhadap goresan, dengan harapan dapat meningkatkan ketangguhan bahan yang digunakan dalam proses pencacahan sampah organik (Kozłowska, 2023).

Metodologi

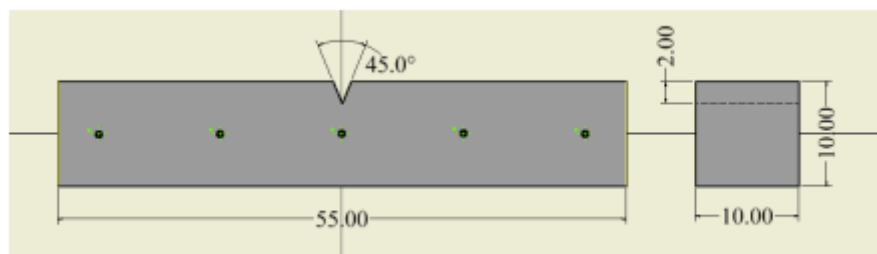
Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium pengujian dan

perlakuan bahan teknik mesin politeknik negeri malang. Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 1 Januari 2024 sampai tanggal 20 Juli 2024.



Gambar 1. Proses Pemanasan

Pada penelitian ini menggunakan variabel bebas yaitu Media pendingin (Air Pdam daerah malang, Air garam dengan kadar 10%, Oli SAE 40) dengan variabel terikat yaitu Uji Kekerasan Rockwell dan Uji Impak Charpy. Metode Pengambilan Data dilakukan dengan mempersiapkan baja SKD 11 dengan ukuran spesimen dimensi 55 mm x 10 mm x 10 mm dengan kedalaman takik 2 mm dan sudut 45° sesuai Standar ASTM E23. Bentuk spesimen dapat dilihat pada Gambar dibawah, kemudian Material dipanaskan seperti pada gambar diatas hingga mencapai suhu 900°C, Setelah mencapai suhu 900°C, material ditahan pada suhu tersebut selama 24 menit untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Selanjutnya, material didinginkan menggunakan berbagai media seperti air PDAM Daerah Malang, air garam kadar 10%, dan oli SAE 40. Selanjutnya, dilakukan pengujian kekerasan dengan mengambil 5 titik pada satu spesimen dan pengujian impak untuk pengambilan data (Long, 2024). Setelah mendapat data dari hasil penelitian, selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software statistic* untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.



Gambar 2. Bentuk Spesimen



Gambar 3. Alat Uji Kekerasan



Gambar 4. Alat Uji Impak

Hasil dan Pembahasan

Data yang didapatkan sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan akan diinput kedalam tabel dibawah.

Tabel 1. Pengujian Kekerasan

Media Pendingin	Kekerasan (HRC)					$\bar{x}$
	1	2	3	4	5	
Air PDAM	50	55	54	53	52	52,8
	56	57	53	55	56	55,4
	47	51	50	51	52	50,2
	52	54	57	54	54	54,2
	49	53	54	50	55	52,2
	49	51	50	50	50	50
	53	50	51	53	53	52
	54	54	53	53	54	53,6
	53	55	58	57	53	55,2
	$\bar{x}$					52,84
Air Garam Kadar 10%	45	53	52	50	50	50
	45	50	52	45	45	47,4
	45	45	45	47	46	45,6
	47	46	48	44	46	46,2
	46	45	43	49	43	45,2
	46	43	45	47	44	45
	46	47	48	47	47	47
	52	50	50	49	51	50,4
	45	45	44	52	49	47
	$\bar{x}$					47,089
Oli SAE 40	47	45	46	46	43	45,4
	44	41	52	47	43	45,4
	43	45	50	42	47	45,4
	44	43	44	44	42	43,4
	40	44	44	47	48	44,6
	43	42	50	41	47	44,6
	45	47	41	46	50	45,8
	44	44	44	47	41	44
	43	46	42	46	49	45,2
	$\bar{x}$					44,867

Pengujian impak masing masing berjumlah 9 spesimen dengan variasi media pendingin (Air PDAM, Air Garam kadar 10%, Oli SAE 40). Pada tabel 4.2 merupakan hasil pengujian impak setelah proses hardening Baja SKD 11. Dalam pengujian impak charpy, Untuk mencari harga impak sebagaimana dalam persamaan berikut :

$$E_p = E_{p1} - E_{p2}$$

E_p = energi impak (joule)

E_{p1} = energi potensial (joule)

E_{p2} = energi potensial (joule)

$$EP = m \times g \times h$$

E_p = energi potensial (Joule)

m = massa benda (Kg)

h = ketinggian pendulum sebelum menabrak spesimen (m)

untuk mengetahui harga impak sebagaimana dalam persamaan berikut :

$$HI = E/A$$

HI = Harga impak (J/mm²)

E = Energi impak (J)

A = Luas penampang diluar takikan (mm²)

Data uji impak

Berat Pendulum = 22,25 kg

Panjang Lengan = 0,6 m

Sudut Awal = 120 °

Luas Penampang = 440 mm²

Tabel 2. Uji Impak

Media Pendingin	Sudut Akhir (°)	E_{p1} (Joule)	E_{p2} (Joule)	E_p (Joule)	Harga Impak(J/mm ²)
Air	116,4	24,911	19,286	5,626	0,013
	114,3	24,911	18,844	6,068	0,014
	116	24,911	19,202	5,709	0,013
	113,8	24,911	18,737	6,174	0,014
	112,7	24,911	18,502	6,410	0,015
	118	24,911	19,617	5,294	0,012
	117,3	24,911	19,473	5,438	0,012
	117,2	24,911	19,452	5,459	0,012
	118,5	24,911	19,720	5,191	0,012
	$\bar{x}$				0,0129
Air garam	109,3	24,911	17,762	7,149	0,016
	105,6	24,911	16,940	7,971	0,018
	104,8	24,911	16,760	8,151	0,019
	110,3	24,911	17,982	6,930	0,016
	106,6	24,911	17,164	7,747	0,018
	104,5	24,911	16,693	8,219	0,019

Media Pendingin	Sudut Akhir (°)	Ep 1 (Joule)	Ep2 (Joule)	Ep (Joule)	Harga Impak(J/mm2)
Oli	104,4	24,911	16,670	8,241	0,019
	105,1	24,911	16,828	8,084	0,018
	106	24,911	17,030	7,882	0,018
		$\bar{x}$			0,0179
	82,4	24,911	11,584	13,327	0,030
	83	24,911	11,723	13,188	0,030
	85,1	24,911	12,210	12,702	0,029
	84,8	24,911	12,140	12,771	0,029
	87	24,911	12,651	12,260	0,028
	89	24,911	13,117	11,794	0,027
	84,3	24,911	12,024	12,887	0,029
	83,6	24,911	11,862	13,050	0,030
	86	24,911	12,419	12,493	0,028
		$\bar{x}$			0,0289

Analisis

1. Media Pendingin terhadap Kekerasan Baja SKD-11 pada *Hardening*

Data yang telah diperoleh setelah pengolahan, akan dilakukan proses analisis menggunakan software uji statistik. Metode analisis yang digunakan adalah *One way anova*. Metode ini digunakan karena penelitian ini menggunakan satu variabel bebas dan dua variabel terikat.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Media Pendingin	2	305,13	152,564	55,42	0,000

Gambar 5. *Analysis of Variance*

Berdasarkan hasil pengujian Anova untuk media pendingin terhadap uji kekerasan didapatkan nilai P-value = 0,000 dengan menggunakan nilai alpha = 0,05 dapat dilihat pada tabel diatas, setelah melakukan pengolahan data menggunakan *software statistic*, didapatkan hasil nilai *p-value* dari variabel bebas kurang dari nilai alpha, sehingga hasil menunjukkan bahwa h_0 ditolak.

2. Media Pendingin terhadap Ketangguhan baja SKD-11 setelah proses *hardening*.

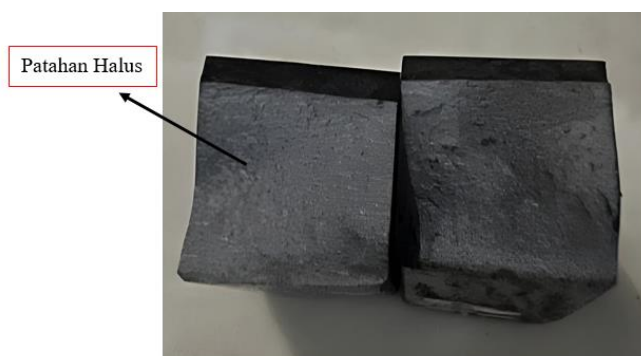
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Media Pendingin	2	0,001203	0,000601	552,70	0,000

Gambar 6. *Analysis of Variance*

Berdasarkan hasil pengujian Anova untuk media pendingin terhadap uji kekerasan didapatkan nilai $P\text{-value} = 0,000$ dengan menggunakan nilai $\alpha = 0,05$ dapat dilihat pada tabel diatas, setelah melakukan pengolahan data menggunakan *software statistic*, didapatkan hasil nilai $p\text{-value}$ dari variabel bebas kurang dari nilai α , sehingga hasil menunjukkan bahwa h_0 ditolak.

Hasil dan Pembahasan



Gambar 7. Hasil patahan dengan menggunakan air PDAM



Gambar 8. Hasil patahan dengan menggunakan air garam dengan kadar 10%



Gambar 9. Hasil patahan dengan menggunakan Oli SAE 40

Dari ketiga hasil patahan diatas air sebagai media pendingin menyebabkan pembentukan martensit yang keras namun rapuh, sehingga tidak cocok untuk pisau pencacah sampah organik. Air garam juga menciptakan material yang terlalu getas, tidak ideal untuk aplikasi tersebut. Sebaliknya, oli SAE 40 menghasilkan material yang lebih ulet

dan tahan terhadap beban, membuatnya lebih cocok untuk pisau pencacah sampah organik karena sifat mekaniknya yang seimbang dan umur pakai yang lebih Panjang (Han, 2023).

Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan proses pengolahan dan analisis data serta penjelasan maka akan didapatkan kesimpulan sebagai berikut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh media pendingin terhadap kekerasan dan ketangguhan. Semakin tinggi nilai kekerasan maka semakin rendah nilai ketangguhan, variasi media pendingin Oli SAE 40 adalah variasi media pendingin yang paling optimal untuk digunakan pada pisau pencacah sampah organik yang memiliki nilai kekerasan dan ketangguhan yang tinggi. Media pendingin Air PDAM daerah malang menghasilkan nilai kekerasan yang paling tinggi dengan hasil rata-rata 52,5 HRC dan nilai ketangguhan sebesar 0,0129 J/mm². Pada media pendingin Oli SAE 40 menghasilkan nilai ketangguhan yang paling tinggi dengan hasil rata-rata 0,029 J/mm² dan nilai kekerasan sebesar 44,9 HRC. Kata kunci: media pendingin, pisau pencacah, proses hardening, uji impak, uji kekerasan.

Daftar Pustaka

- Adawiyah, R., Murdjani, & Hendrawan, A. (2014). Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening. *Jurnal Poros Teknik*, 6(2), 55–102.
- Alwarits, Daswarman, & Nasir, M. (2014). Pengaruh Media Pendingin pada Proses Hardening terhadap Peningkatan Kekerasan Baja Karbon Sedang. *Automotive Engineering Education Journals*, 3 No 4(e-ISSN:2302-335X), 1–5.
- Arianzas, G., & Prayitno, D. (2019). Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Hardening Terhadap Ketangguhan Baja S45C. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.33021/jmem.v4i1.655>
- ASM Handbook Heat Treating (Vol.4). (1991).
- Bachtiar, E., Muzakkir, M. A., Takwin, T., Gusty, S., & Nur, N. K. (2021). Kuat Tekan Dan Tarik Belah Pada Beton Yang Menggunakan Agregat Kasar Limbah Plastik. *Rekayasa Sipil*, 15(1), 22–28. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2021.015.01.4>
- Bahri, S. (2017). Analisa Perlakuan Panas Terhadap Baja Karbon Ns 1045. *Buletin Utama Teknik*, 13(2), 91–97.
- Chaudhari, R. (2023). To study the effect of controlled cooling on microstructures and hardness of medium carbon steel and alloy steel forged components. *Materials Today: Proceedings*, 72, 1896–1902. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.10.152>.
- Han, R. (2023). Effect of low-temperature hot rolling on the microstructure and mechanical Properties of air-cooling medium manganese martensitic wear-resistant steel. *Materials Characterization*, 203. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2023.113139>
- Hermawan, O. W. (2015). ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS KOMPONEN STUD PIN WINDER BAJA SKD-11 YANG MENGALAMI PERLAKUAN PANAS DISERTAI PENDINGINAN NITROGEN. 8(1), 17–25.
- Isworo, H., & Sumantri, D. (2020). Pengaruh Holding Time Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St41 Pada Proses Carburizing Arang Tempurung

- Kelapa. Elemen : *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 157–166.
<https://je.politala.ac.id/index.php/JE/article/view/124>
- Jaelani, M. A., Sidiq, M. F., & Wilis, G. R. (2021). Analisa Penguatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Organik Dengan Proses Heat Treatment Bertingkat. *Jurnal Crankshaft*, 4(1), 93–102. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v4i1.6024>
- Karmin, & Ginting, M. (2012). Analisis Peningkatan Kekerasan Baja Amutit Menggunakan Media Pendingin Dromus. *Jurnal Austenit*, 4(1), 1–7.
- Kozłowska, A. (2023). Microstructure evolution of medium-manganese Al-alloyed steel manufactured by double-step intercritical annealing: Effects of heating and cooling rates. *Materials Characterization*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2023.112816>
- Long, X. (2024). Effect of the cooling rate in the medium temperature zone on the phase transformation and microstructure of carbide-free bainitic steel. *Journal of Materials Research and Technology*, 29, 50–66. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2024.01.098>
- Muslimin, M., Ardiantoro, L., & Zahara, S. (2022). INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi Internet of Thing (IoT) untuk Pembuangan Akhir Sampah di Mojokerto. *Media Cetak*, 1(6), 897–906. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i6.1214>
- Nugraha, N., Septyangga Pratama, D., Sopian, S., Roberto Jurusan Teknik Mesin, N., Teknologi Industri, F., & Bandung, I. (2019). Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Rumah Tangga. In *Jurnal Rekayasa Hijau* (Vol. 3, Issue 3).
- Syahrillah, Gusti R. F., Firman, M., & Sugeng .P, M. A. (2016). Analisa Uji Kekerasan pada Poros Baja ST 60 dengan Media Pendingin yang Berbeda. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 01(02), 21–26.
- Syarifah, R. D., Amini, H. W., Nihayah, HusnatunSyarifah, R. D., Amini, H. W., Nihayah, H., & Luthfiyana, N. U. (2022). TRASH CAN-COMPOSTER: ALAT PENCACAH SAMPAH ORGANIK UNTUK PENCACAH SAMPAH LIMBAH PERTANIAN. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(3), 1712. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i3.7668>, & Luthfiyana, N. U. (2022). TRASH CAN-COMPOSTER: ALAT PENCACAH SAMPAH ORGANIK UNTUK PENCACAH SAMPAH LIMBAH PERTANIAN. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(3), 1712.
- Zhang, T. (2023). Effect of cooling medium on the κ carbide precipitation behavior, microstructure and impact properties of FeMnAlC low-density steel. *Materials Today Communications*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.107084>
<https://doi.org/10.31764/jmm.v6i3.7668>
- Zulfandy, D. (2010). Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja St37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas Annealing. *Jurnal Ekonomi*, 2(1), 41–49.