

Heat Treatment Pada Mata Pisau Alat Penghancur Arang Biomasa Untuk Meningkatkan Nilai Kekerasan Dengan Variasi Temperatur

Agustinus Otu^{1*}, Jack C.A Pah²⁾, Jahirwan Ut Jasron³⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto, Penfui Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author, E-mail: godlicfmesin@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Kerusakan yang sering terjadi dalam pengaplikasian baja ST 41 adalah keausan. Keausan terjadi akibat pengaruh dari gaya luar berupa gesekan dan merupakan faktor yang paling dominan dalam kerusakan fungsi permesinan. Akibatnya, usia pakai dan performa berbagai komponen mesin berkurang serta secara tidak langsung akan meningkatkan biaya perawatan. Perlakuan panas mempunyai tujuan meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, meningkatkan tegangan tarik logam dan sebagainya. Penelitian ini menunjukkan bahwa Heat Treatment dengan temperatur yang berbeda dan media pendingin yang berbeda dapat mempengaruhi kekerasan baja karbon rendah secara signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan baja karbon rendah tertinggi diperoleh pada temperatur 950°C dengan media pendingin oli, yaitu sebesar 44,30 HRC. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan temperatur dan media pendingin yang tepat dapat meningkatkan kekerasan baja karbon rendah secara optimal. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa proses pemanasan oven dapat dikontrol dan diprediksi dengan baik, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk proses pemanasan selanjutnya.

ABSTRACT

The most common damage in the application of ST 41 steel is wear. Wear occurs due to the influence of external forces in the form of friction and is the most dominant factor in the damage to the function of machinery. As a result, the service life and performance of various machine components are reduced and indirectly will increase maintenance costs. Heat treatment has the purpose of increasing ductility, eliminating internal stress, refining crystal grains, increasing hardness, increasing the tensile strength of the metal and so on. This study shows that Heat Treatment with different temperatures and different cooling media can significantly affect the hardness of low carbon steel. The results showed that the highest hardness of low carbon steel was obtained at a temperature of 950°C with oil cooling media, which was 44.30 HRC. This shows that the selection of the right temperature and cooling media can optimally increase the hardness of low carbon steel. This study also shows that the oven heating process can be well controlled and predicted, so it can be used as a reference for subsequent heating processes.

Keywords: Low Carbon Steel, Heat Treatment, Temperature, Hardness Test,

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri tidak akan lepas dari pemanfaatan logam terutama baja. Hal ini terbukti dengan banyaknya penggunaan baja pada berbagai komponen-komponen mesin, bahan kerja dan konstruksi bangunan, baik dalam bentuk pelat, lembaran, pipa dan sebagainya. Penggunaan baja dapat disesuaikan dengan kebutuhan karena memiliki jenis yang beragam dengan sifat dan karakter yang berbeda-beda. Baja ST 41 adalah salah satu baja yang banyak digunakan

dalam keperluan industri. Baja ST 41 merupakan baja yang memiliki kandungan karbon (C) rendah yaitu sebesar 0,10-0,20% (Sigit Gunawan dan Budi Harton, 2021).

Kemajuan bidang industri tidak terlepas dari perkembangan industri perkakas atau pandai besi besar maupun kecil meningkatkan persyaratan penggunaan baja keras yang dibutuhkan oleh konsumen. Permintaan masyarakat akan teknologi pengerasan logam ini semakin meningkat, maka peneliti telah mencoba untuk mengaplikasikan pengetahuan tentang pengerasan logam pada pisau dengan

bahan baja karbon rendah. Pandai besi sering menggunakan baja ini untuk membuat peralatan rumah tangga. Pada industri pembuatan pisau atau pandai besi sendiri mengalami beberapa permasalahan, diantaranya banyak konsumen yang mengeluhkan keausan dan kekuatan dari pisau yang diproduksi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi keausan dan kekuatan pisau, diantaranya adalah media pendinginan pada saat proses perlakuan panas (Heat Treatment).

Temperatur pada perlakuan panas sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan ataupun laju korosi material tersebut, karena saat baja dipanaskan sampai titik temperatur austenit kemudian didinginkan secara mendadak/quenching dengan kecepatan pendinginan di atas kecepatan pendinginan kritis agar terjadi pembentukan martensit dan diperoleh kekerasan yang tinggi. Media pendingin yang digunakan berpengaruh terhadap laju pendinginan dalam terbentuknya struktur martensite hasil transformasi austenite. Martensite inilah yang akan menentukan seberapa jauh peningkatan sifat mekanis hasil perlakuan panas. Media pendingin selain mempengaruhi sifat mekanis dapat mempengaruhi sifat fisis. Dari proses quenching spesimen sering sekali mengalami cracking, distorsi, dan ketidakseragaman kekerasan yang diakibatkan oleh tidak seragamnya temperatur larutan pendingin.

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (hardening), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan quenching. Hasil dari proses hardening pada baja, akan menimbulkan tegangan dalam (internal stress) dan rapuh (Britles), sehingga baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan. Oleh karena itu pada baja tersebut perlu dilakukan proses lanjut yaitu proses temper. Proses tempering akan menurunkan kegetasan, kekuatan tarik dan kekerasan sampai memenuhi syarat penggunaan, sedangkan keuletan dan ketangguhan meningkat. Kekerasan merupakan sifat ketahanan dari bahan

terhadap penekanan (Jordi, M., Yudo, H., & Jokosisworo, S. 2017). Dari latar belakang diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Heat Treatment Pada Mata Pisau Alat Penghancur Arang Biomasa Untuk Meningkatkan Nilai Kekerasan”.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini,

1. Gurinda
2. Jangka Sorong
3. Amplas
4. Oven Pemanas
5. Sampel Mata Pisau
6. Alat Uji Kekerasan (Rockwell)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: Potongan Material baja karbon dari mata pisau alat penghancur arang biomasa.

Desain Perlakuan Panas

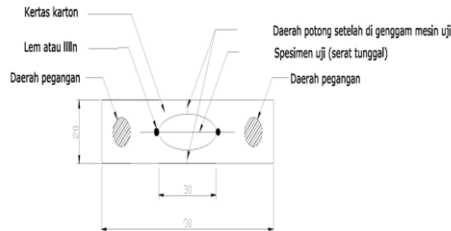
- Mempersiapkan semua bahan yang akan digunakan dalam melakukan pengujian.
- Menguji komposisi kimia terutama kadar karbon dari material pisau.
- Menyiapkan spesimen, dengan memotong menjadi ukuran yang sama sesuai jumlah yang dibutuhkan.

Variabel Pengujian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Variabel bebas dalam penelitian ini adalah temperatur hardening 750°C, 850° dan 950°C.
- Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekerasan.
- Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah lama holding time 30 menit media quenching pada air dan oli.

Spesimen Uji Tarik



Gambar 1. Bentuk Spesimen Uji Tarik

dapat dipastikan memiliki permukaan yang halus dan rata, sehingga hasil pengujian dapat lebih akurat.



Gambar 3. Hasil Deburring spesimen uji Baja carbon rendah (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Pada penelitian ini dilakukan uji kekerasan pada spesimen uji baja carbon rendah dengan dimensi Panjang 10 cm, lebar 5 cm dan tebal 0,3 cm. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan dari spesimen uji baja carbon rendah. Seperti pada Gambar 4.1. Adapun sebelum pengujian dilakukan tahapan pengujian seperti pada sub bab, sebagai berikut.



Gambar 2. Spesimen uji Baja carbon rendah (Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tahapan Pengujian

1. Deburring Spesimen

Deburring spesimen uji adalah proses penghilangan bagian yang kasar atau tajam pada permukaan spesimen uji yang dapat terbentuk akibat proses pemotongan atau pembentukan. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa permukaan spesimen uji rata dan halus, sehingga hasil pengujian dapat lebih akurat dan dapat diandalkan. Dengan melakukan deburring, bagian yang tajam atau kasar dapat dihilangkan, sehingga tidak mempengaruhi hasil pengujian. Selain itu, deburring juga dapat mencegah kerusakan pada peralatan pengujian atau instrumen yang digunakan. Dengan demikian, spesimen uji

2. Uji kekerasan Spesimen

Uji kekerasan spesimen untuk menentukan tingkat kekerasan spesimen baja carbon rendah. Dimana kekerasan adalah kemampuan material untuk menahan deformasi atau penetrasi oleh gaya luar. Uji kekerasan spesimen dapat dilakukan dengan metode Uji kekerasan Rockwell. Tujuannya untuk mengetahui sifat mekanik spesimen, seperti ketahanan terhadap aus, deformasi, atau kerusakan. Hasil uji kekerasan dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan spesimen yang tepat untuk aplikasi tertentu. Pengujian kekerasan ini dilakukan menggunakan metode perlakuan temperatur dan tanpa perlakuan temperatur sebagai berikut.

a. Pengujian tanpa Het tretment

Pengujian tanpa menggunakan Het tretment ini dilakukan pada 12 spesimen baja carbon rendah, perlakuan yang dimaksud merupakan perlakuan spesimen tanpa menggunakan temperatur panas. Spesimen yang sudah dilakukan proses Deburring secara langsung diuji kekerasan menggunakan metode Rockwell.

b. Pengujian menggunakan Het tretment

Pengujian menggunakan Het tretment ini dilakukan pada 12 spesimen baja carbon rendah, perlakuan yang dimaksud merupakan perlakuan spesimen menggunakan temperatur panas. Spesimen yang sudah dilakukan proses Deburring dipanaskan dengan temperatur

750°C, 850°C dan 950°C (Heat treatment). Spesimen setelah perlakuan Heat treatment kemudian di rendam (Quencing) dengan media pendinginan air dan media pendinginan oli. Diharapkan spesimen baja carbon rendah mengalami peningkatan nilai kekerasan yang signifikan dari material yang tidak diberikan Heat treatment. Spesimen yang sudah dilakukan proses Heat treatment secara langsung diuji kekerasan menggunakan metode Rockwell. Adapun pengujian kekerasan dengan menggunakan metode RockWell dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Uji kekerasan baja carbon rendah menggunakan metode RockWell (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

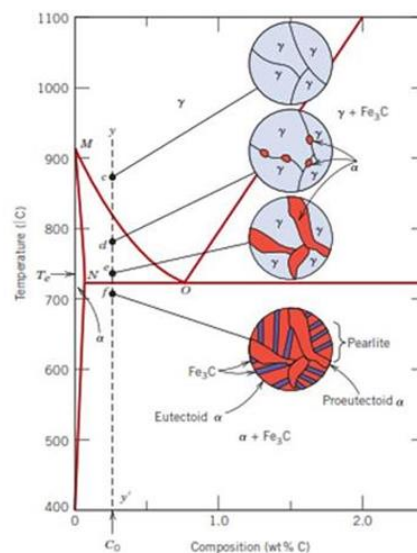
Proses Pendinginan Lambat pada Baja Hipoeutektoid

Proses Pendinginan Lambat pada Baja Hipoeutektoid Pada paduan besi dan karbon, dimana kandungan karbonnya dibawah 0,8% berat maka dapat dikatakan merupakan baja hipoeutektoid. Batas eutektoid sebenarnya berada pada kandungan karbon sebesar 0,76% berat. Pada pendinginan lambat, dan demikian juga pada pemanasan lambat, perubahan fasa pada baja eutektoid dapat dijelaskan dengan menggunakan diagram fasa besi-karbida besi.

Data Hasil Uji Kekerasan

1. Data hasil pengujian kekerasan tanpa menggunakan Heat Treatment
Pengujian kekerasan tanpa menggunakan metode Heat Treatment dilakukan terhadap 12 spesimen baja karbon

rendah, yang kemudian langsung diuji kekerasannya untuk memperoleh data tentang sifat mekanik material dalam kondisi aslinya. Hasil pengujian kekerasan ini kemudian dianalisis dan disajikan dalam bentuk data yang dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut.



Gambar 5. Diagram Fasa Besi-Karbida Besi
Sumber: Callister, William, Materials Science and Engineering., 7th ed., Jhon Wiley and Sons inc, 2007.

Tabel 1. Data pengujian kekerasan tanpa menggunakan Heat Treatment

Temp (°C)	Media Quencing	Kekerasan RockWell					Rata-rata RockWell
		1	2	3	4	5	
750°C	Air	19,9	23,1	26,1	26,2	25,9	25,62
		27,4	27,8	26,2	28,8	24,8	
	Oli	26,2	27,2	27,2	26,9	27,5	26,47
		22,5	27,6	26,2	26,7	26,7	
850°C	Air	23,2	2,7	25	22,5	22,2	20,06
		19,8	22,1	21	20,7	21,4	
	Oli	26,2	26,8	26,2	26,6	27	24,64
		16,3	24,8	24,1	25,5	22,9	
950°C	Air	18,1	20,2	20	21	19,9	19,97
		19,3	20,4	19,6	18,6	22,6	
	Oli	25,3	29,7	27	29,3	28,7	25,87
		23,4	25	20,6	23,5	26,2	

2. Data hasil pengujian kekerasan menggunakan Heat Treatment

Pengujian kekerasan menggunakan metode Heat Treatment dilakukan terhadap 12 spesimen baja karbon rendah, yang kemudian dipanaskan dalam oven pada temperatur 750°C, 850°C, dan 950°C untuk memantau

pengaruh Temperatur terhadap sifat kekerasan material. Setelah proses pemanasan, spesimen-spesimen tersebut kemudian didinginkan menggunakan metode Quenching dengan media pendingin air dan oli. Setelah spesimen-spesimen tersebut mencapai temperatur yang diinginkan, spesimen dibersihkan secara menyeluruh untuk menghilangkan kotoran dan residu yang mungkin terbentuk selama proses pendinginan. Selanjutnya, spesimen-spesimen tersebut diuji kekerasannya untuk mengetahui pengaruh media pendingin (air dan oli) terhadap sifat kekerasan baja karbon rendah. Hasil pengujian kekerasan ini kemudian disajikan dalam bentuk data yang dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

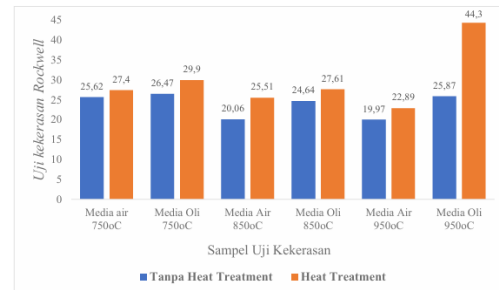
Tabel 2. Data Sampel Sampel hasil pengujian kekerasan menggunakan Heat Treatment

Temp (°C)	Media Quenching	Kekerasan RockWell					Rata-rata RockWell
		1	2	3	4	5	
750°C	Air	26,3	26,8	26,6	27	25,1	27,04
		28,5	27,9	27,7	27,9	26,6	
	Oli	28,6	29,1	28,4	30,5	29,2	29,9
		32,8	28	27,2	31,7	33,5	
850°C	Air	27,2	26,6	26	27,7	27,9	25,51
		21,6	24,4	23	24,2	26,5	
	Oli	28,2	29,8	27,4	29,7	30	27,61
		19,1	28,6	27,8	29,1	26,4	
950°C	Air	19,2	22,6	25,3	23,4	20	22,89
		24,2	21,7	26,6	22,2	23,7	
	Oli	49,2	49,4	46,1	44,6	46,8	44,3
		41,7	40,7	39,5	42	43	

Pembahasan

Setelah dilakukan penelitian uji kekerasan terhadap spesimen Baja carbon rendah, untuk membandingkan penggunaan media pendingin dan temperatur yang berbeda pada proses uji kekerasan. Dari hasil pengujian uji kekerasan yang dilakukan diketahui bahwa perbedaan jenis media pendingin dan temperatur yang digunakan pada proses uji kekerasan pada baja karbon rendah mempunyai pengaruh terhadap kekerasan. Hasil penelitian menunjukkan pada proses quenching menggunakan media air pada temperatur 750°C didapatkan rata-rata kekerasan 27,04 HRC, media pendinginan oli rata-rata sebesar 29,9 HRC. Pada temperatur 850°C nilai kekerasan menggunakan media pendinginan air rata-rata sebesar 25,51 HRC, media pendinginan oli rata-rata sebesar 27,61

HRC. Pada temperatur 950°C nilai kekerasan menggunakan media pendinginan air rata-rata sebesar 22,89 HRC, media pendinginan oli rata-rata sebesar 44,30 HRC. Rata-rata hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Hasil Pengujian Kekerasan pada Spesimen Baja Carbon Rendah

Temperatur dan Media Quenching sangat berpengaruh terhadap besar nilai kekerasan material baja carbon rendah, dimana semakin tinggi temperatur yang diberikan saat Heat Treatment maka akan semakin besar pula nilai uji kekerasan, Nilai uji kekerasan paling besar pada sampel pengujian pada Heat Treatment 950°C dengan media Quenching berupa oli sebesar 44,3 HRC. Berdasarkan grafik hasil pengujian 4.4 juga menunjukkan bahwa pengujian kekerasan menggunakan Heat Treatment lebih baik daripada tidak menggunakan Heat Treatment, sehingga menunjukkan bahwa kekerasan spesimen uji Baja carbon rendah akan lebih tinggi jika di berikan Heat Treatment pada temperatur 950°C dan di Quenching menggunakan media air. Besar nilai kekerasan sangat berpengaruh terhadap laju korosi, semakin keras material Baja carbon rendah, maka laju korosinya juga semakin tinggi karena adanya tegangan sisa yang dihasilkan saat proses pembentukan. Perbedaan termperatur dan laju pendinginan tidak hanya menghasilkan struktur mikro yang variatif. Tetapi juga menghasilkan tegangan sisa yang dapat mengakibatkan baja carbon rendah menjadi sensitif terhadap terbentuknya retak.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa Heat Treatment dengan temperatur yang berbeda dan media pendingin yang berbeda dapat mempengaruhi kekerasan baja karbon rendah secara signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan baja karbon rendah tertinggi diperoleh pada temperatur 950°C dengan media pendingin oli, yaitu sebesar 44,30 HRC. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan temperatur dan media pendingin yang tepat dapat meningkatkan kekerasan baja karbon rendah secara optimal. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa proses pemanasan oven dapat dikontrol dan diprediksi dengan baik, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk proses pemanasan selanjutnya.

Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah Heat Treatment dapat meningkatkan kekerasan baja karbon rendah, tetapi juga dapat mempengaruhi laju korosi dan tegangan sisa yang dihasilkan, sehingga perlu dilakukan pemilihan parameter yang tepat untuk mencapai hasil yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Adipura, A., & Nafi, M. (2022). Analisa Pengaruh Heat Treatment Temperring Dengan Variasi Waktu Tahan Dan Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah. In Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa (Vol. 1, No. 1, pp. 203-212).
- [2]. Aditia, S. L., Helmy, P., & Darmanto, D. (2021). Analisis Pengaruh Laju Korosi Terhadap Hasil Pengelasan SMAW Dengan Berbagai Media Pendingin (Doctoral dissertation, Universitas Wahid Hasyim).
- [3]. Bataviandi, F. A. D., Herman Pratikno, S. T., & Hadiwidodo, Y. S. (2022). Analisis Uji Ketahanan Coating Nanosilika Dan Geopolimer Sebagai Ketahanan Panas Dan Korosi Pada Baja Astm A36.
- [4]. Callister, William, Materials Science and Engineering., 7th ed., Jhon Wiley and Sons inc, 2007.
- [5]. Furqon, G. R., & Firman, M. (2016). Analisa Uji Kekerasan pada Poros Baja ST 60 dengan Media Pendingin yang Berbeda. Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1(1).
- [6]. Gunawan, A. R., Mufarida, N. A., & Finali, A. (2021) Pengaruh Variasi Temperatur Pemanas Dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja St 42 The Effect Of Temperature And Cooling Media Variation On The Hardness Level Of St 42 Steel.
- [7]. Handoyo, Y. (2015). Pengaruh quenching dan tempering pada baja jis grade S45C terhadap sifat mekanis dan struktur mikro crankshaft. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 3(2), 102-115.
- [8]. Jordi, M., Yudo, H., & Jokosisworo, S. (2017). Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW. Jurnal Teknik Perkapalan, 5(1).
- [9]. Khakim, A. L. (2020). Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah Untuk As Roda Sepeda Motor. Universitas Pancasakti Tegal.
- [10]. Kusniawati, E., Sari, D. K., & Putri, M. K. (2023). Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar pH, TURBIDITY, TSS, dan TDS. Journal of Innovation Research and Knowledge, 2(10), 4183-4198.
- [11]. Meli, M., Lubis, G. S., & Wicaksono, R. A. (2022). Analisa Pengaruh Heat

- Treatment Nilai Uji Kekerasan Pada Mata Pisau Mesin Pencacah Botol Limbah Plastik. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 3(2), 27-31.
- [12]. Panjaitan, A. (2015). Pengaruh Bahan Baku Arang Aktif Pada Proses Carburizing Terhadap Sifat Mekanis Baja Bohler EMS-45 Untuk Center Dead Mesin Bubut Konvensional. *Mekanik*, 1(2), 329-143.
- [13]. Perdana, D. (2017). Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Perlakuan Panas Baja AISI 304 Terhadap Laju Korosi. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(1), 67-72.
- [14]. Prasetyo, W. A. (2024). Analisis Performa Pompa Sea Water Guna Menunjang Operasional Bongkar Muat Di Kapal Mt. Gunung Kemala. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [15]. Ramadhan, Y. P. P. (2017). Analisis Pengaruh Variasi Waktu Tahan dan Media Pendingin Proses Hardening pada Sifat Kekerasan Baja Aisi 8655 sebagai Solusi Kegagalan pada Hammer Crusher (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [16]. Rifnaldy, R., & Mulianti, M. (2019). Pengaruh perlakuan panas hardening dan tempering terhadap kekerasan (hardness) baja AISI 1045. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 950-959.
- [17]. 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.