

Rekayasa Peningkatan Kekerasan Permukaan *Gear Sprocket* Sepeda Motor dengan Metode *Quenching* Variasi Media Pendingin

Rauuf Nur Fattah¹, Sugiyanto², Bambang Hari Priyambodo^{1*}, Achmad Nurhidayat², Rizqi Ilmal Yaqin³

¹Mechanical Engineering Department, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta

²Mechanical Engineering Department, Universitas Surakarta

³ Ship Machinery Department, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai

*Penulis korespondensi: bambang.hari.priyambodo@gmail.com

Histori artikel: diserahkan 4 Agustus 2023, direviu 20 September 2023, direvisi 20 Oktober 2023

ABSTRACT

This study used an experimental research method, which is a research method that aims to understand the causal process by treatment and conducting controlled testing on a sample of research subjects. This research uses quantitative methods by taking research data in the form of numbers. The material used in this study is the gear sprocket. A gear sprocket is a motor component that transmits power from the engine to the rear wheels so that the motor can run optimally. The sprocket gear was heat treated at 850 °C with a holding time of 20 minutes. The variations of quenching media are mineral water, dromus coolant, and SAE 40 oil. Hardness and microstructure tests were carried out for each specimen to determine the effect of different cooling media on the quenching process. The results of this study indicate the highest specimen hardness value was obtained at 301 HV by immersion in mineral water media. The lowest hardness was obtained at 207 HV with SAE 40 oil media immersion. Meanwhile, the non-treatment material hardness is 150 HV. In this case, there was an increase in the highest hardness of about two times compared to non-treated specimens. Observation of the microstructure shows that the grain size of the mineral water quenching specimens looks smaller than that of the non-treatment models. This phenomenon supports the idea that quenching can increase the surface hardness of the gear sprocket.

Keywords: *Sprocket, quenching, hardness, struktur mikro*

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v5i1.19418>

WEB : <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/19418>

PENDAHULUAN

Perkembangan industri dan teknologi berkembang pesat terutama pada industri metalurgi khususnya dunia otomotif yang menggunakan logam. Teknologi kendaraan bermotor berkembang cepat seiring dengan pertumbuhan penjualan kendaraan bermotor (Wisnujati, 2017). Part *Sprocket* original merupakan produk yang telah teruji sesuai standar bahan, kualitas dan mutunya. Jauh dari standar pembuatan, barang tiruan masih belum pasti dari segi bahan, mutu dan mutu produk (Sundari, *et al.*, 2018).

Keausan permukaan mudah terjadi pada *sprocket* karena adanya gaya gesek yang terjadi. *Sprocket* harus diberi kekerasan permukaan yang lebih

tinggi sementara intinya tetap keras. Kekerasan permukaan adalah ketahanan material terhadap kompresi atau defleksi/penetrasi. Properti ini terkait dengan ketahanan aus, ketahanan material terhadap goresan atau gesekan. Oleh karena itu perlu dilakukan proses perawatan permukaan (Priyambodo *et al.* 2022; Wang, 2020; Babasafari *et al.* 2020). Dalam hal ini sesuai kebutuhan dan fungsi alat, dapat dilakukan pengerasan pada bagian tertentu.

Penelitian ini menggunakan metode *heat treatment* untuk memberikan perlakuan permukaan. Proses *heat treatment* material memiliki keunggulan dalam meningkatkan sifat mekanik (Atmoko *et al.* 2021; Kandpal *et al.* 2019; Agboola *et al.* 2020). Material yang diberi *heat treatment* akan mengalami perubahan fasa, struktur mikro dan *kristalografi* (Priyambodo *et*

al. 2021; Adeleke et al. 2019). Perlakuan panas baja dilakukan dengan melibatkan pendinginan yang terkontrol. Pendinginan dilakukan dengan membiarkan bahan dipanaskan sampai suhu austenite, mendingin secara perlahan di udara alami atau dengan merendamnya dalam cairan pendingin. (Atmoko et al., 2023; Priyambodo et al. 2021).

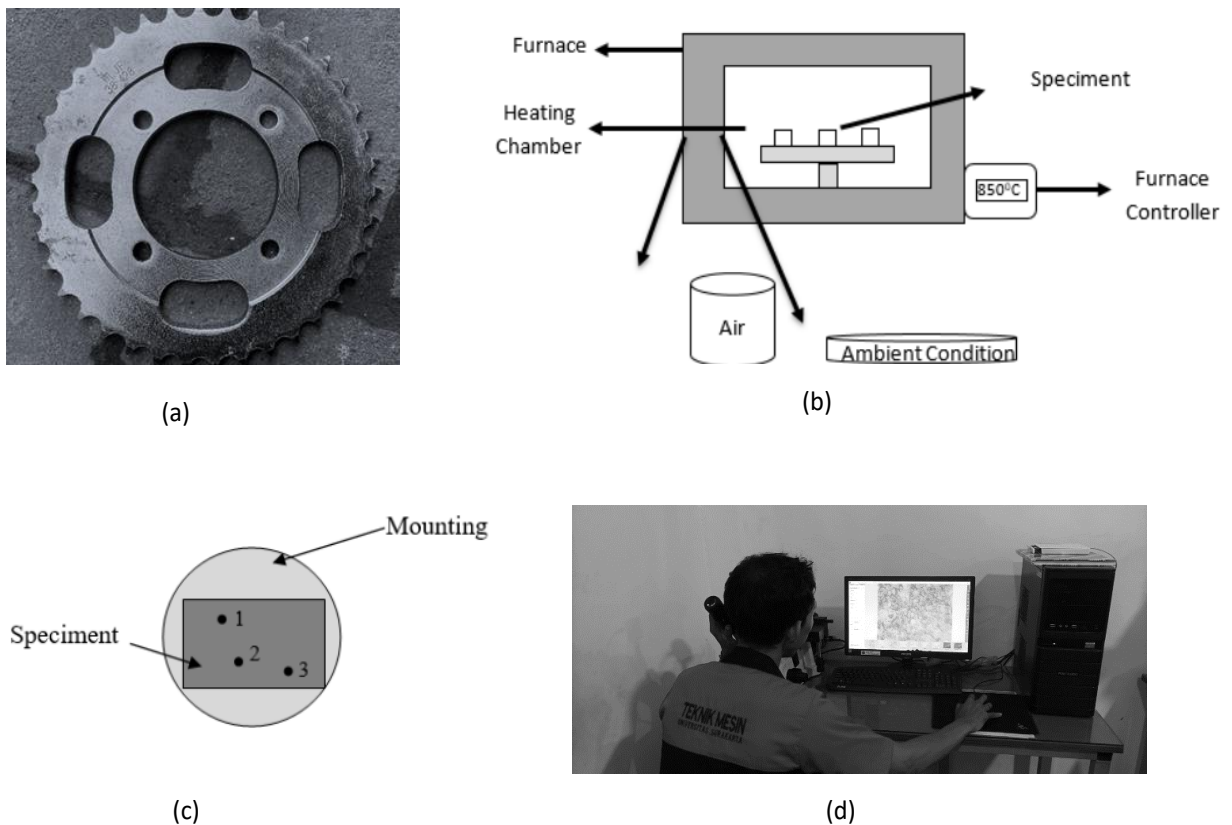
Pada pembuatan *gear sprocket home industri* biasanya menggunakan media pendingin oli untuk proses *quenching*. Permasalahan yang umum terjadi pada *gear sprocket* adalah cepat terjadi keausan akibat gesekan dengan rantai. Pokok yang menjadi penelitian yaitu metode proses *heat treatment*. Seberapa besar pengaruh *heat treatment* dengan metode *quenching* terhadap karakteristik *gear sprocket*.

Penelitian ini menguji pengaruh *quenching* dengan variasi media pendingin terhadap tingkat kekerasan (*vickers*) dan struktur mikro *gear sprocket*. Pengujian struktur mikro dan uji kekerasan (*vickers*) bertujuan untuk mengetahui penambahan nilai kekerasan dan perubahan unsur yang terjadi pada *gear sprocket*.

METODE PENELITIAN

Spesimen

Spesimen penelitian menggunakan *gear sprocket*. Spesimen ditunjukkan pada Gambar 1a.



GAMBAR 1. (a) Spesimen *gear sprocket*, (b) metode *heat treatment*, (c) posisi indentasi pada pengujian Vickers, dan (d) pengamatan struktur mikro

Metode Eksperimen

Preparasi spesimen diawali dengan pemotongan spesimen dengan format 15x10x7 mm, dilanjutkan dengan penghalusan permukaan.

Penelitian ini menggunakan 3 varian cairan pendingin untuk proses *quenching* yaitu air mineral, *coolant Dromus*, oli SAE 40. Gears sebelumnya telah melewati pengujian dan preparasi komposisi kimia, kemudian dilakukan

proses perlakuan panas dengan menggunakan tungku sebagai pemanas. pemanas specimen diatur pada suhu 850 °C, gear material mencapai suhu 850 °C kemudian disimpan selama 25 menit dan kemudian dilakukan pendinginan (Atmoko et al., 2021). Diagram skema proses *heat treatment* dapat dilihat pada Gambar 1b. Pengamplasan dilakukan pada permukaan benda uji dengan amplas *grit* 100 sampai 2000, kemudian dilakukan pemolesan (Prabowo, 2019).

Kekerasan Vickers

Kekerasan Vickers dilakukan untuk mendapatkan nilai kekerasan material gear sprocket sebelum dan sesudah perlakuan panas. Beban indikator yang digunakan sebesar 9,8 N dengan waktu indentasi 15 detik sesuai ASTM

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian komposisi dilakukan sebelum dilakukan *heat treatment*. Komposisi yang terkandung pada specimen *gear sprocket* dapat dilihat pada Tabel 1.

Uji kekerasan permukaan

Pengujian kekerasan permukaan dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan *heat treatment* dengan metode *quenching*. Pengukuran kekerasan specimen menggunakan alat uji jenis *microhardness* dengan metode pengujian specimen *non-treatment* dan *treatment* dengan penekanan 9,8 N ditahan 15 detik disajikan pada Gambar 2.

Hasil penelitian ini, nilai kekerasan specimen tertinggi diperoleh sebesar 301 HV, dengan

E92 (Priyanto et al. 2023). Permukaan specimen dilakukan 5 kali pengujian untuk pengambilan data kekerasan, seperti terlihat pada diagram Gambar 1c. Pengujian kekerasan menganalisis dan membandingkan sampel sebelum dan sesudah perlakuan panas.

Foto Mikro

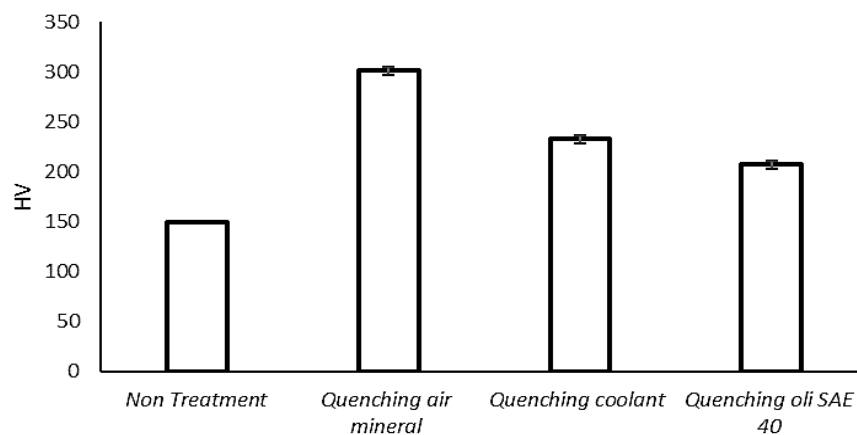
Permukaan specimen dikorosikan dengan larutan nital 3% selama 4-5 detik dan dikeringkan dengan heat gun. Terakhir, amati struktur mikro dengan mikroskop optik perbesaran 100x seperti terlihat pada Gambar 1d.

quenching media air mineral. Kekerasan terendah diperoleh sebesar 207 HV, dengan *quenching* media oli SAE 40. Specimen *non-treatment* mempunyai nilai kekerasan specimen 150 HV jauh dibawah specimen yang dilakukan *quenching*. Perbandingan nilai kekerasan specimen dengan perbedaan media pendingin disebabkan oleh perbedaan kekentalan atau viskositas dari jenis fluida tersebut. Semakin rendah viskositasnya, laju pendinginan dapat berlangsung lebih cepat, sehingga permukaan specimen dapat langsung turun suhunya. Sedangkan apabila fluida pendingin dengan viskositas yang lebih tinggi menyebabkan laju pendinginan pada permukaan specimen sedikit terhambat karena molekul-molekul cairan tidak mudah untuk berpindah tempat sehingga pada permukaan specimen lebih lama penurunan suhunya (Priyambodo et al., 2023). Oleh karena itu, specimen dengan *quenching* air mineral memiliki kekerasan tertinggi dibandingkan specimen lainnya.

TABEL 1. Komposisi kimia *gear sprocket*

NO	UNSUR	SAMPEL UJI	
		616/22-S1659 (%)	Standar Deviasi
1.	C	0,094	0,0025
2.	Si	0,148	0,0089
3.	Mn	0,157	0,022
4.	P	0,335	0,119
5.	S	0,029	0,0024
6.	Cr	0,047	0,0052

7.	Mo	<0,0100	0,0045
8.	Ni	0,026	0,0027
9.	Cu	0,020	0,0005
10.	Al	<0,005	0,00000
11.	Mg	<0,005	0,00000
12.	Co	<0,005	0,0002
13.	Ti	<0,003	0,0029
14.	Nb	0,013	0,0009
15.	V	0,0081	0,0015
16.	W	<0,100	0,0021
17.	Fe	98,74	0,131

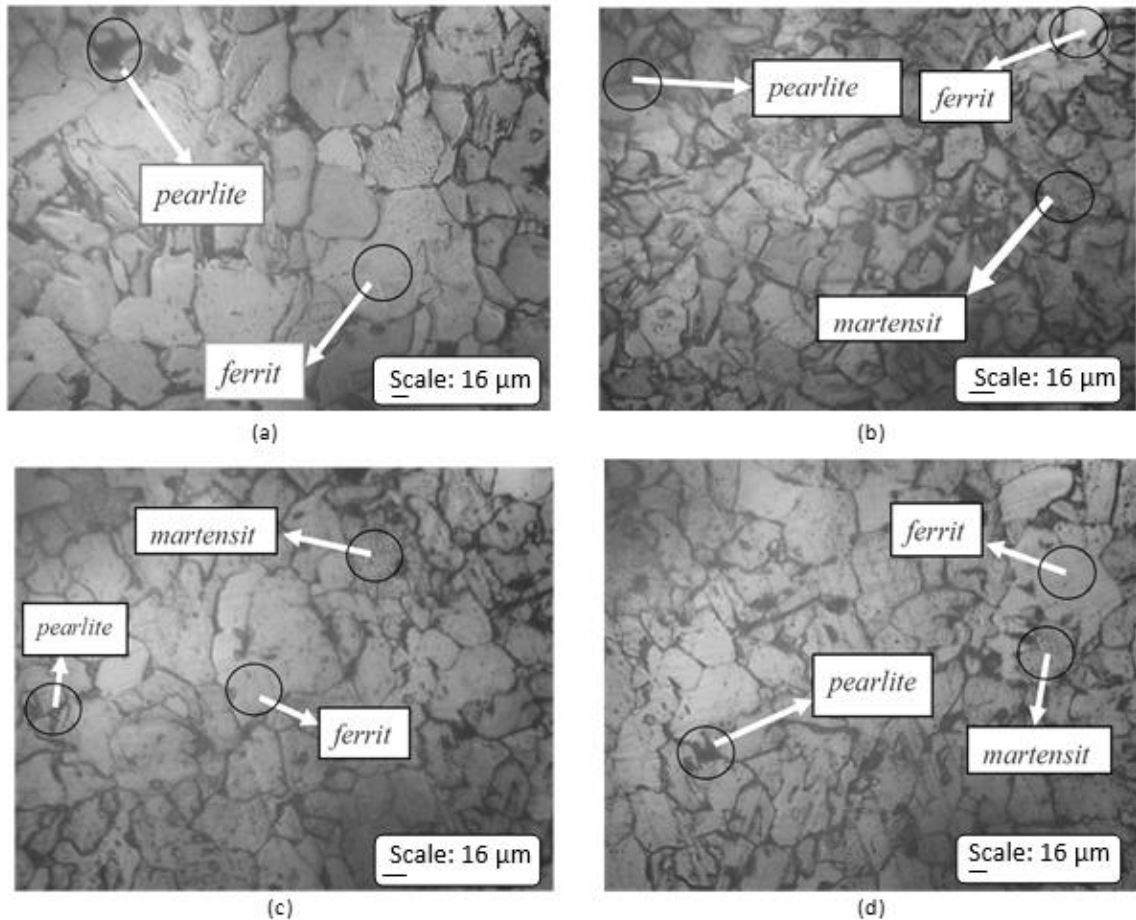


GAMBAR 2. Kekerasan permukaan spesimen

Uji struktur mikro

Struktur mikro dilakukan setelah pengujian kekerasan permukaan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dan fasa dari spesimen dengan pembesaran lensa 100x, yang disajikan pada Gambar 3. Spesimen *non-treatment* disajikan pada Gambar 3a terlihat fasa ferit dan perlit dengan ukuran butir yang relatif besar dibandingkan ukuran butir spesimen yang telah dilakukan *quenching*. Spesimen *non-treatment* ini yang menjadi pembanding acuan bagi spesimen lainnya yang telah dilakukan *quenching*. Gambar 3b adalah satu tampilan struktur mikro spesimen *quenching* air mineral. Butir terlihat lebih kecil dan halus serta muncul fasa martensit (Priyambodo, et al., 2021), dimana semakin kecil ukuran butir dapat diidentifikasi semakin keras sifat mekaniknya. Fasa martensit juga mempunyai sifat yang sangat keras, sehingga spesimen *quenching* air

mineral ini mempunyai kekerasan yang paling tinggi dibandingkan dengan spesimen lainnya sesuai dengan nilai hasil uji kekerasan. Gambar 3c disajikan tampilan struktur mikro spesimen *quenching oli*. Butir terlihat lebih kecil dibandingkan *non-treatment* serta muncul fasa martensit. Fasa martensit yang terbentuk pada spesimen *quenching oli* lebih sedikit dibandingkan treatment yang lain, sehingga spesimen *quenching oli* ini mempunyai kekerasan yang rendah dibandingkan dengan spesimen treatment lainnya, sesuai dengan nilai hasil uji kekerasan. Gambar 3d disajikan struktur mikro spesimen *quenching coolant*. Struktur butiran lebih kecil dibandingkan *non-treatment*. Fasa martensit muncul pada spesimen *quenching coolant* disebabkan pendinginan cepat. Spesimen *quenching coolant* mengalami peningkatan kekerasan dibandingkan *non-treatment*, struktur menunjukkan sesuai nilai hasil uji kekerasan.



GAMBAR 3. (a) Struktur mikro spesimen *non-treatment*, (b) Struktur mikro *quenching* air mineral, (c) Struktur mikro *quenching* oli SAE 40, dan (d) Struktur mikro *quenching* coolant

KESIMPULAN

Nilai kekerasan spesimen *non-treatment*, *quenching* air mineral, *quenching* coolant, dan *quenching* oli SAE 40 masing-masing sebesar 150 HV, 301 HV, 233 HV dan 207 HV. Spesimen *quenching* air mineral memiliki nilai kekerasan tertinggi dengan kenaikan 102% dibandingkan spesimen *non-treatment*. Proses *heat treatment* metode *quenching* menghasilkan perubahan struktur spesimen. Struktur mikro pada *quenching* air mineral terlihat lebih kecil dan halus dibandingkan spesimen *non-treatment*. Muncul fasa martensit yang memiliki sifat keras, hal ini mengkonfirmasi meningkatnya nilai kekerasan. Peningkatan nilai kekerasan berbanding lurus meningkat ketahanan aus, hal tersebut membuktikan bahwa metode *quenching* dapat menambah nilai kekerasan sehingga spesimen tahan aus. Dengan demikian masa pakai dari *gear sprocket* dapat tahan lama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Laboratorium Pengujian Logam Sekolah Tinggi Teknologi Surakarta Warga atas fasilitas yang diberikan untuk melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmoko, N.T. et al. (2021) 'Efek Perlakuan Panas (Heat Treatment) pada Besi Cor Kelabu terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro', *Creative Research in Engineering*, 1(2), p. 67. Available at: <https://doi.org/10.30595/serie.v1i2.10847>.
- Adeleke A.A., P. P. Ikubanni, T. A. Orhadahwe, J. O. Aweda, J. K. Odusote, and O. O. Agboola, "Microstructural assessment of AISI 1021 steel under

- rapid cyclic heat treatment process,” *Results Eng.*, vol. 4, p. 100044, 2019
- Agboola O.O. et al., “Optimization of heat treatment parameters of medium carbon steel quenched in different media using Taguchi method and grey relational analysis,” *Heliyon*, vol. 6, no. e04444, 2020.
- Atmoko, N.T. Priyambodo, B.H. Margono. Suryono, E. 2023. The heat treatment effect of cast iron on mechanical properties and microstructure. *AIP Conference Proceedings*, 2689 (1)
- Atmoko, N.T., Margono and Priyambodo, B.H. (2021) ‘Analisa Jenis Fluida Pendingin Proses Quenching pada Besi Cor Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro’, *Rotasi*, 23(3), p. 88.
- Babasafari Z., A. V Pan, F. Pahlevani, R. Hossain, and V. Sahajwalla, “Effects of austenizing temperature , cooling rate and isothermal temperature on overall phase transformation characteristics in high carbon steel, ” *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 9, no. 6, pp. 15286–15297, 2020.
- Kandpal B.C. et al., “Effect of heat treatment on properties and microstructure of steels,” *Mater. Today Proc.*, vol. xxx, no. xxxx, p. xxx, 2020.
- Prabowo, A.A., 2019, “Pengaruh Media Pendingin pada Proses Quenching terhadap Kekerasan, Struktur Mikro, dan Kekuatan Bending Baja AISI 1010”.
- Priyambodo B.H. Nugroho K.C. (2021) ‘Pengaruh Laju Pendingin Pada Proses Heat Treatment Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon S45C, *Creative Research in Engineering (CERIE)*,
- Priyambodo, B.H. et al. (2023) ‘Effect of cooling media on hardness and microstructural changes in S45C carbon steel during heat treatment process’, *Jurnal Polimesin*’, 21(3), pp. 346–350.
- Priyambodo, B.H. et al. (2022) ‘Effect of Oil Quenching and Shot Peening to Improve Hardness Behavior of S45C Carbon Steel’, in *Materials Science Forum*. Trans Tech Publications Ltd, pp. 27–33. Available at: <https://doi.org/10.4028/p-dt2v5c>.
- Priyambodo, B. H., & Nugroho, K. C. (2021). Pengaruh Laju Pendingin Pada Proses Heat Treatment Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon S45C. *Creative Research in Engineering (CERIE)*, 1(2), 60-66.
- Priyambodo, B.H. et al. (2023) ‘Effect of cooling media on hardness and microstructural changes in S45C carbon steel during heat treatment process’, *Jurnal Polimesin*’, 21(3), pp. 346–350.
- Priyambodo, B.H., Yaqin, R.I. Margono, Nugroho, K.C. 2021. Pengaruh Perlakuan Annealing dan Shoot Peening terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon JIS S45C. *Jurnal Teknologi Terapan (JTT)* 7 (2), 138-144.
- Priyanto, K. Palmiyanto, M.H. Priyambodo, B.H. Cahyono, E. 2023. Studi Variasi Temperatur Hardening Terhadap Kekerasan Baja Aisi 4340 Melalui Jominy Test: Studi Variasi Temperatur Hardening Terhadap Kekerasan Baja Aisi 4340 Melalui Jominy Test. *Teknika* 8 (1), 1-8
- Sundari, E., Fahlevi, R. and Besar, B. (2018) ‘Mekanis Sprocket Imitasi Sepeda Motor Menggunakan Katalisator’, *Jurnal Austenit*, 10(2), pp. 72–78.
- Wang, B., 2020, “Effects of quench-tempering and laser hardening treatment on wear resistance of gray cast iron, ” *J. Mater. Res. Technol.*, 9(4): 8163–8171.
- Wisnujati, A. (2017) ‘Analisis Perlakuan Carburizing Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Bahan Sprocketimitasi Sepeda Motor’, *Jurnal SIMETRIS*, 8.