

Research Article

## Analisa Ketebalan Lapisan Permukaan Baja AISI 1020 Setelah Proses Perlakuan Panas *Pack Carburizing* Menggunakan Serbuk Arang Tempurung Kelapa dan $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Fatkhurrohman Fatkhurrohman<sup>1\*</sup>, Moh. Nor Ali Aziz<sup>2</sup>, Indah Nurpriyanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

\*Corresponding author: [fatkhurrohman.ft@upnjatim.ac.id](mailto:fatkhurrohman.ft@upnjatim.ac.id)

### ARTICLE INFO

Article History:

Received : 31 July 2024

Revised : 09 August 2024

Accepted : 04 February 2025

Available online: 4 February 2025

**Keywords:** Heat treatment; pack carburizing; AISI 1020 steel; coconut shell charcoal; case of depth

**Kata Kunci:** Perlakuan panas; *pack carburizing*; baja AISI 1020; arang tempurung kelapa; ketebalan lapisan

### ABSTRACT

*AISI 1020 steel is a low-carbon steel that is currently widely used on the market as a raw material for making industrial and automotive components such as gears. Therefore, it is necessary to increase the hardness of AISI 1020 steel through a heat treatment process, one of which is using the pack carburizing method. This research aims to analyze the microstructure and case of depth of AISI 1020 steel after the pack carburizing process. The pack carburizing method was used in this research because this method can optimally increase the surface hardness of steel. AISI 1020 steel was used as the main material in this research, coconut shell charcoal was added as a carbon source, and  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  as an energizer. The quenching process uses SAE 20w-40 oil. In this research, the pack carburizing process uses variations in temperature and holding time of 850°C, 875°C, 900°C and 40 minutes, 50 minutes respectively. The results of highest case of depth is obtained at a temperature of 900°C with a holding time of 50 minutes of 0.46µm. It can be concluded that the pack carburizing heat treatment process has an influence on the microstructural components of pearlite and ferrite. The case of depth resulting from heat treatment also increases along with increasing temperature and holding time for the pack carburizing process*

### ABSTRAK

Baja AISI 1020 merupakan baja karbon rendah yang saat ini banyak digunakan di pasaran sebagai bahan baku dalam pembuatan komponen perindustrian dan otomotif seperti roda gigi. Oleh sebab itu perlu dilakukannya peningkatan kekerasan pada baja AISI 1020 melalui proses perlakuan panas, salah satunya menggunakan metode *pack carburizing*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa ketebalan lapisan permukaan dari

baja AISI 1020 setelah dilakukan proses *pack carburizing*. Metode *pack carburizing* digunakan dalam penelitian ini karena metode tersebut dapat meningkatkan kekerasan permukaan pada baja secara optimal. Baja AISI 1020 digunakan sebagai bahan utama dalam penelitian ini, ditambahkan arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebagai energizer. Proses *quenching* menggunakan media oli SAE 20w-40. Dalam penelitian ini, proses *pack carburizing* menggunakan variasi temperatur dan waktu tahan masing-masing  $850^\circ\text{C}$ ,  $875^\circ\text{C}$ ,  $900^\circ\text{C}$  dan 40 menit, 50 menit. Hasil analisa ketebalan lapisan paling tinggi didapatkan pada temperatur  $900^\circ\text{C}$  waktu tahan 50 menit sebesar  $0,46\mu\text{m}$ . Dapat disimpulkan bahwa proses perlakuan panas *pack carburizing* memberikan pengaruh terhadap komponen struktur mikro pearlite dan ferrite. Ketebalan permukaan hasil perlakuan panas juga mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya temperatur dan waktu tahan proses *pack carburizing*.

---

## 1. PENDAHULUAN

Baja karbon rendah merupakan salah satu jenis baja yang masih banyak digunakan dalam dunia industri sebagai bahan baku dalam pembuatan komponen-komponen mesin seperti roda gigi. Baja AISI 1020 merupakan salah satu baja yang tergolong baja karbon rendah dengan kandungan karbon 0,2% [1,2] sehingga perlu adanya perlakuan yang dapat meningkatkan kekerasan permukaannya. Salah satu perlakuan yang dapat digunakan yaitu menggunakan perlakuan panas dengan metode *pack carburizing*. *Pack carburizing* merupakan proses penambahan unsur karbon yang dipanaskan sampai temperatur tertentu dan ditahan pada temperatur tersebut selama waktu tertentu [3]. Pada pelaksanaannya, proses *pack carburizing* ditentukan oleh beberapa faktor sehingga dapat mempengaruhi struktur mikro dari baja setelah proses *pack carburizing*, faktor tersebut antara lain temperatur, waktu tahan, media *quenching* dan variasi karbon aktif [4][5][6]. Penelitian terkait *pack carburizing* pada baja karbon rendah telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Sundari, dkk. [7] menganalisis pengaruh *pack carburizing* terhadap sifat mekanik sproket sepeda motor dengan katalis menggunakan arang kayu gelam dan serbuk cangkang kerang. *pack carburizing* dilakukan pada suhu  $850^\circ\text{C}$  dan  $900^\circ\text{C}$  dengan media pendingin berupa air, oli bekas, oli silikon, dan udara. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh peningkatan nilai kekerasan optimum sproket imitasi dengan proses karburasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$  dengan waktu tahan 1 jam dengan pendingin air mengalami peningkatan kekerasan sebesar 43,07% dibandingkan sproket imitasi tanpa proses karburasi, dan 13,94% lebih tinggi diatas nilai kekerasan sproket asli. Rizki, dkk. [8] melakukan penelitian pada baja AISI 1020 menggunakan metode *pack carburizing* dengan variasi temperatur mulai dari  $880^\circ\text{C}$ ,  $900^\circ\text{C}$  dan  $920^\circ\text{C}$ . Media karbon yang digunakan yaitu arang tempurung kelapa dan arang cangkang sawit dengan waktu tahan 120 menit. Didapatkan bahwa nilai kekerasan maksimal berada pada temperatur *pack carburizing*  $920^\circ\text{C}$  sebesar 260,9 HV sedangkan terendah pada temperatur *pack carburizing*  $880^\circ\text{C}$  sebesar 209,2 HV. Santoso, dkk. [2] dalam penelitiannya menggunakan baja AISI 1020 sebagai bahan penelitian, didapatkan bahwa nilai kekerasan tertinggi pada temperatur  $900^\circ\text{C}$  dengan waktu tahan 60 menit sebesar 54,2 HRC. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa temperatur dan waktu tahan dapat memberikan dampak terhadap nilai kekerasan pada baja karbon rendah AISI 1020 namun belum dijelaskan secara spesifik terkait ketebalan lapisan permukaan hasil *pack carburizing*nya.

Dalam penelitian ini, dilakukan proses perlakuan panas dengan metode *pack carburizing* pada baja karbon rendah AISI 1020 dengan melakukan variasi pada temperatur 850°C, 875°C, 900°C dan waktu tahan selama 40 menit dan 50 menit. Tujuan pada penelitian ini untuk menganalisis ketebalan lapisan permukaan karbon pada baja AISI 1020 setelah dilakukan perlakuan panas *pack carburizing*.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baja karbon AISI 1020 yang dibeli dari PT. Krakatau Steel dengan komposisi kimia yang ditunjukkan pada Tabel 1. Serbuk arang didapatkan dari tempurung kelapa yang dihaluskan sebagai sumber karbon kemudian ditambahkan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dari EMSURE® ISO MERCK sebagai energizer. Untuk media pendingin proses *pack carburizing* menggunakan oli dengan ketentuan SAE 20w-40.

**Tabel 1.** Komposisi kimia Baja AISI 1020[9]

Fe	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cu
Balance	0.20	0.32	0.21	0.009	0.042	0.15	0.15

### 2.2 Persiapan spesimen

Persiapan spesimen diawali dengan menentukan jumlah spesimen yang akan dibuat yaitu sebanyak 18 spesimen. Proses *pack carburizing* menggunakan variasi temperatur dan waktu tahan, masing-masing 850°C, 875°C, 900°C; 40 menit dan 50 menit. Baja AISI 1020 menggunakan diameter 25,4mm dengan panjang 30mm seperti yang ditunjukkan Gambar 1 dibuat sebanyak 18 spesimen. Setiap spesimen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 diukur menggunakan mikrometer sekrup dengan hati-hati untuk memastikan dimensi spesimen seragam.



**Gambar 1.** Spesimen baja AISI 1020

Bejana untuk proses *pack carburizing* terbuat dari baja karbon rendah dengan ketebalan 10 mm dengan panjang 500 mm, lebar 100 mm dan tinggi 100 mm. Selanjutnya spesimen baja AISI 1020 dimasukkan ke dalam bejana kemudian dilakukan proses perlakuan panas menggunakan *muffle furnace* dengan kontrol temperatur dan waktu tahan masing-masing 850°C, 875°C, 900°C dan 40, 50 menit.

### 2.3 Proses *pack carburizing*

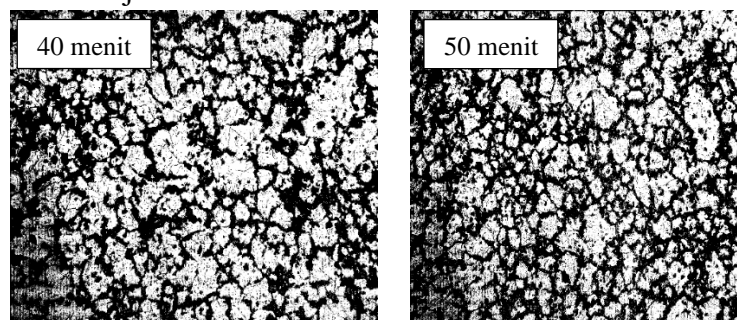
Proses *pack carburizing* diawali dengan serbuk arang dari tempurung kelapa yang telah dihaluskan sebagai sumber karbon yang dicampur dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebagai *energizer*. penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang berfungsi sebagai aktivator untuk mempercepat proses *pack carburizing*. Aktivator yang digunakan adalah 20% dari total berat karbon. Karbon aktif yang telah disiapkan dilakukan pencampuran dengan spesimen dalam bejana yang telah dibuat sebelumnya. Proses *pack carburizing* dilakukan pada suhu 850°C, 875°C, 900°C dengan waktu penahanan 40 dan 50 menit dalam *muffle furnace*. Kemudian benda uji didinginkan secara cepat dalam media oli SAE 20w-40 dan permukaan benda uji dihaluskan menggunakan mesin gerinda.

Setelah proses penggerindaan dilanjutkan diberi larutan etsa untuk proses pengambilan gambar menggunakan mikroskop optik. Hasil dari mikroskop optik nantinya akan dianalisa untuk mendapatkan ketebalan lapisan permukaan setelah proses *pack carburizing*.

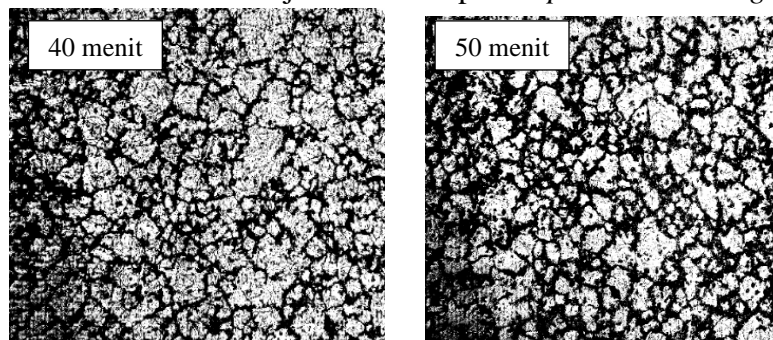
Proses analisa gambar hasil mikroskop optik menggunakan *software ImageJ* untuk mengukur ketebalan permukaan spesimen setelah proses *pack carburizing*.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

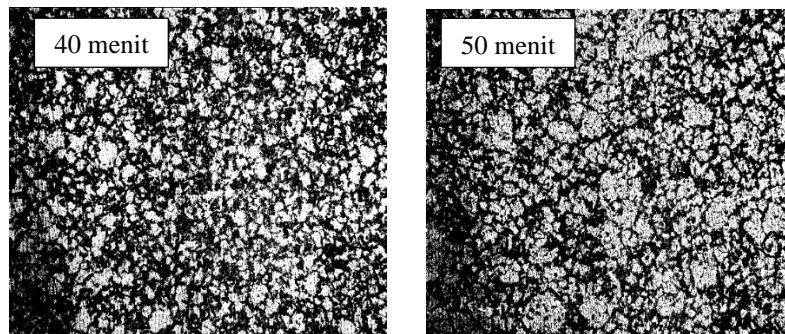
Hasil proses perlakuan panas dengan metode *pack carburizing* kemudian dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop optik untuk mendapatkan gambar detail dari spesimen. Gambar 2 menunjukkan hasil proses *pack carburizing* menggunakan temperatur 850°C dengan waktu tahan 40 menit didapatkan kandungan pearlite 46% dan ferrite 54% sedangkan untuk waktu tahan 50 menit didapatkan pearlite 51% dan ferrite 49%. Gambar 3 menunjukkan hasil proses *pack carburizing* menggunakan temperatur 875°C dengan waktu tahan 40 menit didapatkan kandungan pearlite 52% dan ferrite 48% sedangkan untuk waktu tahan 50 menit didapatkan pearlite 54% dan ferrite 46%. Gambar 4 menunjukkan hasil proses *pack carburizing* menggunakan temperatur 900°C dengan waktu tahan 40 menit didapatkan kandungan pearlite 60% dan ferrite 40% sedangkan untuk waktu tahan 50 menit didapatkan pearlite 61% dan ferrite 39%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses *pack carburizing* memberikan dampak terhadap strukturmikro baja AISI 1020. Perubahan strukturmikro pada baja AISI 21020 yang diakibatkan oleh proses perlakuan panas juga telah diteliti oleh beberapa peneliti, diantaranya Maritza, dkk. [10] dan Nasution, dkk. [11] yang mana dihasilkan bahwa proses perlakuan panas dan tekanan dapat merubah struktur mikro baja AISI 1020.



**Gambar 2.** Strukturmikro baja AISI 1020 proses *pack carburizing* T 850°C

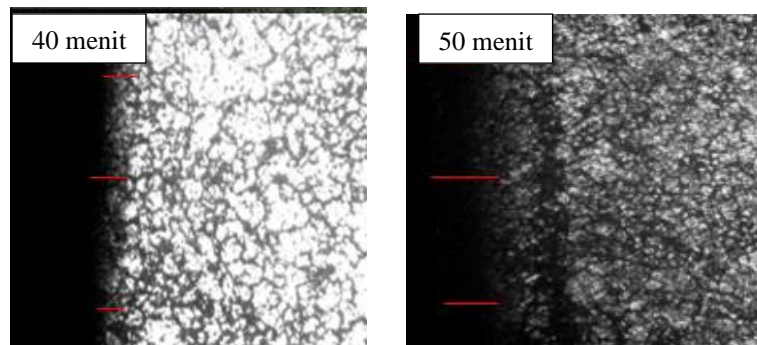


**Gambar 3.** Strukturmikro baja AISI 1020 proses *pack carburizing* T 875°C

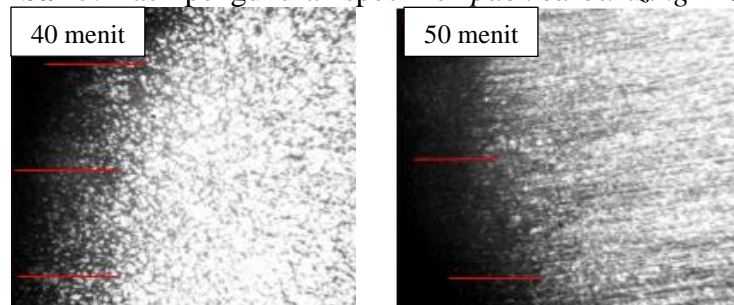


**Gambar 4.** Strukturmikro baja AISI 1020 proses *pack carburizing* T 900°C

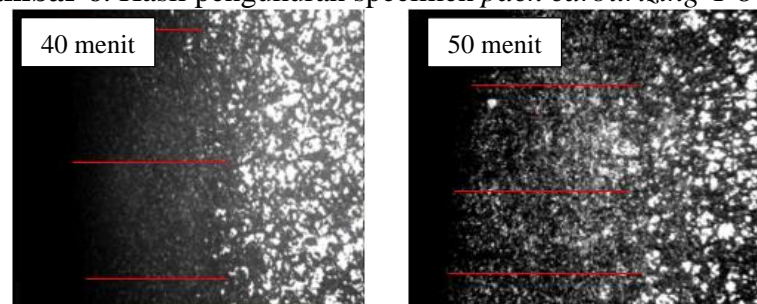
Pengukuran ketebalan lapisan permukaan dilakukan menggunakan *software ImageJ* dengan memasukkan gambar hasil mikroskop optic. Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran ketebalan lapisan permukaan pada specimen dengan temperatur 850°C waktu tahan 40 dan 50 menit. Gambar 6 menunjukkan hasil pengukuran ketebalan lapisan permukaan pada specimen dengan temperatur 875°C waktu tahan 40 dan 50 menit. Gambar 7 menunjukkan hasil pengukuran ketebalan lapisan permukaan pada specimen dengan temperatur 900°C waktu tahan 40 dan 50 menit.



**Gambar 5.** Hasil pengukuran specimen *pack carburizing* T 850°C



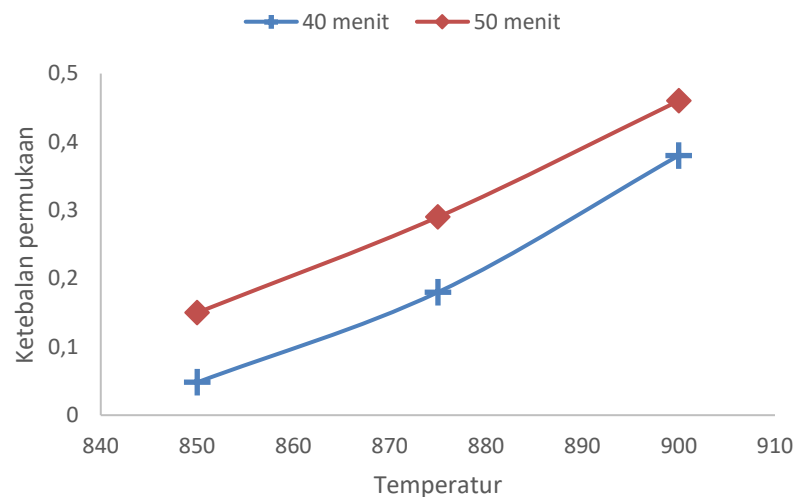
**Gambar 6.** Hasil pengukuran specimen *pack carburizing* T 875°C



**Gambar 7.** Hasil pengukuran specimen *pack carburizing* T 900°C

Hasil pengukuran ketebalan lapisan permukaan selanjutnya dsajikan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 8. Dapat dilihat bahwa ketebalan lapisan permukaan pada specimen *pack carburizing* T=850°C waktu tahan 40 menit yaitu 0,048 $\mu$ m, specimen *pack carburizing* T=850°C waktu tahan 50 menit yaitu 0,15 $\mu$ m, specimen *pack carburizing* T=875°C waktu tahan 40 menit yaitu 0,18 $\mu$ m, specimen *pack carburizing* T=875°C waktu tahan 50 menit yaitu 0,29 $\mu$ m, specimen *pack carburizing* T=900°C waktu tahan 40 menit yaitu 0,38 $\mu$ m dan specimen *pack carburizing* T=900°C waktu tahan 50 menit yaitu 0,46 $\mu$ m.

Berdasarkan Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa temperatur dan waktu tahan proses *pack carburizing* memberikan dampak terhadap ketebalan lapisan permukaan, hal serupa juga dikemukakan oleh peneliti lain seperti Genel dan Demirkol [12], ketebalan lapisan baja AISI 8620 mengalami kenaikan setelah dilakukan perlakuan panas *pack carburizing*. Ramli dan Wu-chun [13], menyatakan bahwa ketebalan lapisan permukaan baja SCM 420 mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya waktu tahan proses *pack carburizing*.



**Gambar 8.** Hubungan temperatur *pack carburizing* dengan ketebalan lapisan permukaan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa temperatur dan waktu tahan memberikan pengaruh terhadap ketebalan lapisan permukaan hasil proses *pack carburizing*. Selain itu temperatur dan waktu tahan juga berdampak terhadap strukturmikro ferrite dan pearlite. Peningkatan ketebalan lapisan permukaan disebabkan karena banyaknya unsur karbon yang terdifusi kedalam struktur besi sehingga permukaan baja AISI 1020 mengalami kenaikan. Hal ini sejalan dengan struktur mikro, yang mana unsur pearlite semakin tinggi seiring naiknya temperatur dan waktu tahan pada saat proses *pack carburizing*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Maharjan, W. Zhou, and N. Wu, "Direct laser hardening of AISI 1020 steel under controlled gas atmosphere," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 385, no. January, p. 125399, 2020, doi: 10.1016/j.surfcoat.2020.125399.
- [2] E. Santoso, F. Fatkhurrohman, A. R. Firmansyah, and S. C. Putra, "Hardness and Microstructural Characterization of *Pack carburizing* AISI 1020 Low-Carbon Steel by Temperatur and Holding Time Variations," *Adv. Sustain. Sci. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 1, p. 02401023, 2024, doi: 10.26877/asset.v6i1.17583.
- [3] M. M. A. Bepari, *Carburizing: A Method of Case Hardening of Steel*, vol. 2–3. Elsevier Ltd., 2017. doi: 10.1016/B978-0-12-803581-8.09187-6.

- [4] R. R. Sakura and D. D. Iskandar, “Pengaruh Variasi Karbon Aktif dan Waktu Tahan Terhadap Kekerasan Material JIS G-3123 Menggunakan Metode *Pack carburizing*,” vol. 2, no. 1, pp. 31–35, 2017.
- [5] H. Hariningsih, T. Daryanto, and L. Lutiyatmi, “Pengaruh Variasi Media Quenching dan Tempering terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja AISI 1045,” *Creat. Res. Eng.*, vol. 2, no. 2, p. 52, 2022, doi: 10.30595/serie.v2i2.14317.
- [6] M. Margono, B. H. Priyambodo, and K. C. Nugroho, “Pengaruh Laju Pendingin Pada Proses Heat Treatment Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon S45C,” *Creat. Res. Eng.*, vol. 1, no. 2, p. 60, 2021, doi: 10.30595/serie.v1i2.10848.
- [7] E. Sundari, R. Fahlevi, and B. Besar, “Mekanis Sprocket Imitasi Sepeda Motor Menggunakan Katalisator,” *J. Austenit*, vol. 10, no. 2, pp. 72–78, 2018.
- [8] M. A. Rizki *et al.*, “Pengaruh Proses *Pack carburizing* Dengan Variasi Temperatur Dan Karbon Aktif Terhadap Kekerasan Permukaan Baja Aisi 1020,” vol. 6, no. 2, pp. 63–67, 2022, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/mesinsainsterapan/article/view/3323/2708>
- [9] “Wire rod steel product of PT. Krakatau Steel, "Katalog produk PT. Krakatau Steel," *Krakatau steel press*, 2018.
- [10] D. Maritza, M. Cardona, J. Wongsangam, H. Jimenez, and T. G. Langdon, “Effects on hardness and microstructure of AISI 1020 low-carbon steel processed by high-pressure,” *Integr. Med. Res.*, no. x x, pp. 2–7, 2017, doi: 10.1016/j.jmrt.2017.05.002.
- [11] M. N. Nasution, “Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Aisi1020 Terhadap Perlakuan Carburizing Dengan Arang Tempurung Kelapa,” *Bul. Utama Tek.*, vol. 15, no. 2, p. 165, 2020.
- [12] K. Genel and M. Demirkol, “Effect of case depth on fatigue performance of AISI 8620 carburized steel,” vol. 21, pp. 207–212, 1999.
- [13] N. Shell, W. Powders, and C. Duration, “Effective Case Depth and Wear Resistance of Pack Carburized,” 2022.