

## Karakterisasi Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Assab 608 Hasil Perlakuan Panas Untuk Aplikasi Outer Oleo Strut Landing Gear

*(Mechanical Properties And Micro Structure Characterization Of Assab 608 Results Of Heat Treatment For Outer Oleo Strut Landing Gear Applications)*

**Muhammad Halim Asiri\***

Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo No.225, Kota Makassar 90231 , Indonesia

### Inti Sari

Outer oleo strut adalah salah satu komponen landing gear yang berfungsi sebagai penopang benturan pendaratan dan meredam osilasi output vertikal. Outer oleo strut dibuat dengan material ASSAB 608 melalui proses perlakuan panas. ASSAB 608 adalah baja paduan rendah dengan unsur pemuat utama yaitu chromium, molybdenum dan nikel. Baja jenis ini mempunyai keuletan, ketangguhan, kekuatan yang tinggi dan ketahanan terhadap beban dampak. Metode yang digunakan adalah perlakuan panas. Proses pemanasan dilakukan ditemperatur austenit (950°C) ditahan selama 30 menit dan didinginkan secara cepat di oli, kemudian dilanjutkan dengan proses temper pada temperatur 300 °C. Untuk mengetahui karakteristik hasil proses, maka dilakukan pemeriksaan komposisi, pengujian kekerasan, pengujian dampak, dan pengujian metalografi.

**Kata Kunci:** Outer oleo strut; ASSAB 608; perlakuan panas; karakterisasi.

### Abstract

The outer oleo strut is one of the components of the landing gear that functions as a support for landing collisions and dampens vertical output oscillations. The outer oleo strut is made with ASSAB 608 material through a heat treatment process. ASSAB 608 is a low alloy steel with the main alloying elements being chromium, molybdenum and nickel. This type of steel has ductility, toughness, high strength and resistance to impact loads. The method used is heat treatment. The heating process is carried out at austenite temperature (950°C) held for 30 minutes and cooled rapidly in oil, then followed by a tempering process at a temperature of 300 C. To determine the characteristics of the results of the process, the composition examination, hardness test, impact test, and metallographic test were carried out.

**Key Words :** Outer oleo strut; ASSAB 608; heat treatment; characterization.

## PENDAHULUAN

### Published by

Department of Chemical Engineering  
Faculty of Industrial Technology  
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

### Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)  
Makassar- Sulawesi Selatan

### Email :

jcpe@umi.ac.id

### \*Corresponding Author

halimasiri@gmail.com



### Journal History

Paper received : 09 Mei 2022

Received in revised : 23 Mei 2022

Accepted : 01 Juni 2022

Seiring dengan perkembangan manufaktur di Indonesia, terutama dalam bidang transportasi pada proses pembuatan pesawat terbang yang telah mengalami kemajuan sangat pesat. Salah satu komponen pesawat terbang yang sangat penting adalah *landing gear*. *Landing gear* merupakan komponen yang dibuat dengan struktur paling tangguh diantara yang lainnya dikarenakan *landing gear* akan menopang pesawat saat landing maupun *take off* [1]. Dari segi urutan mendesain, *landing gear* merupakan komponen utama pada pesawat yang terakhir dirancang. *Outer oleo strut* adalah salah satu komponen di *landing gear* yang berfungsi sebagai sebuah peredam kejutan (*shock absorber*) yang menopang benturan pendaratan dan meredam osilasi output vertikal *Outer oleo strut* umumnya dibuat dengan material ASSAB 608 (AISI 4340). ASSAB 608 adalah baja paduan rendah dengan unsur penguat utama yaitu chromium, molybdenum dan nikel. Baja jenis ini mempunyai keuletan, ketangguhan, kekuatan yang tinggi dan ketahanan terhadap beban impact. Oleh karena itu diperlukan material yang mampu untuk mendukung *operational conditions*. Untuk meningkatkan karakteristik material ASSAB 608 maka dilakukan proses perlakuan panas [2].

Proses perlakuan panas berupa pengerasan dilakukan untuk mendapatkan sifat mekanik yang tangguh pada komponen *outer oleo strut* adalah proses perlakuan panas.

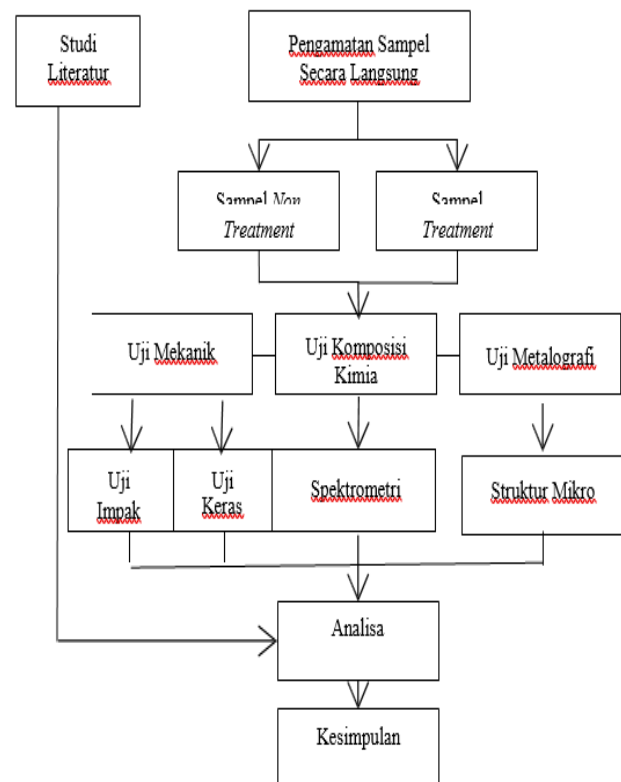
Setiap analisis QFD untuk tiap kebutuhan konsumen, yang dianggap sangat penting yaitu material rangka yang kuat tapi memiliki bobot yang ringan, tingkat kesulitan persentase tertinggi yaitu pada bagian rangka meja 25%, pada tingkat kepentingan yaitu pada bagian rangka meja 33%, dan pada perkiraan biaya yaitu pada alat bagian rangka 50% [3]

Untuk menghasilkan suatu produk yang menuntut keuletan dan perlu dilakukan proses pemanasan ulang atau temper.

Sifat mekanik dan struktur mikro paduan terner Zr-Nb-Mo untuk biomaterial. Paduan zirkonium dapat digunakan sebagai bahan implan. Paduan Zr-5Nb-xMo (x= 0, 1, 3 dan 5 %wt) dilakukan perlakuan pelarutan dengan variasi temperatur 900°C, 950°C dan 1000°C dengan pendinginan cepat menggunakan medium air [4].

## METODE PENELITIAN

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 : Diagram alir

### Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang di pergunakan selama penelitian ini adalah:

1. Tungku Pemanas( Resistance Furnace)
2. Thermocouple Type-K
3. Jangka sorong
4. Penjepit spesimen
5. Mesin grinding dan polishing
6. Mikroskop optik
7. Alat uji kekerasan Rockwell
8. Gergaji tangan (sawing tool)
9. Alat uji impact ferrous
10. Mesin Low Speed Cutting tool

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. ASSAB 705 (baja AISI 4340)
2. Resin dan hardener.
3. Kertas ampelas grade 120, 240, 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 2000.
4. Larutan etsa nital 3%
5. Kain Bludru
6. Larutan alumina 0,03 mikron

### Langkah-langkah Penelitian

#### Persiapan Spesimen

Adapun banyaknya jumlah spesimen dalam penelitian ini berjumlah 3 spesimen, dengan perincian 1 spesimen non treatment, 2 spesimen uji dampak hasil machining (1 spesimen treatment sekaligus untuk uji kekerasan dan metalografi, 1 spesimen non treatment untuk uji kekerasan dan uji dampak awal).

#### Proses Heat Treatment

Salah satu specimen uji dampak dilakukan proses perlakuan panas meliputi hardening dan tempering. Proses hardening dilakukan dengan memanaskan specimen pada temperatur austenisasi sebesar 850 °C, di tahan pada temperatur tersebut selama 30 menit, lalu di quenching ke media pendingin oli sampai ke suhu kamar. Setelah proses hardening dilakukan proses tempering pada suhu 300°C dan ditahan pada suhu tersebut selama 20 menit, lalu diikuti dengan pendinginan di udara terbuka. Proses Heat treatment lebih jelas di representasikan [5].

#### Pemeriksaan Komposisi

Pengujian komposisi dilakukan di Metal Industries and Development Center (MIDC) Bandung. Pengujian ini menggunakan alat Oxford Instrument PMI-Master Smart Optical Emission Vacuum Spectrometric Analysis untuk baja karbon dan baja paduan rendah. Pemeriksaan ini mengacu pada standar ASTM E415-99a.

#### Pengujian Kekerasan

Sebelum diuji kekerasan, specimen dilakukan preparasi awal yaitu membersihkan dan meratakan permukaan dengan mesin grinding dan kertas ampelas grade 60. Pengujian kekerasan dilakukan dengan mesin uji kekerasan rockwell yang mengacu pada standar ASTM E18 [6]. Spesimen yang di uji adalah specimen non treatment dan treatment. Spesimen treatment dilakukan beberapa kali pengujian yaitu setelah quenching, dan tempering. Proses pengujian kekerasan dilakukan sebanyak tiga kali [5].

#### Pengujian Impak

Specimen Treatment berupa quenching dan tempering dilakukan pengujian dampak dengan menggunakan mesin uji dampak ferrous. Metode yang digunakan adalah metode charpy. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM E23. Spesimen bakalan yang berbentuk rounded di lakukan proses machining untuk membentuk specimen charpy type A yaitu dengan takikan berbentuk V [7].

#### Pemeriksaan Metalografi

Metalografi yang dilakukan adalah metalografi kualitatif untuk mengobservasi struktur mikronya. Pemeriksaan metalografi ini mengacu kepada ASTM E3 untuk persiapan specimen dan langkah observasinya [3]

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Pemeriksaan Komposisi

Berikut ini adalah data hasil pemeriksaan komposisi untuk specimen ASSAB 608 dibandingkan dengan standar komposisi dari supplier.

**Tabel 1.** Hasil pemeriksaan komposisi kimia spektrometri dengan data supplier

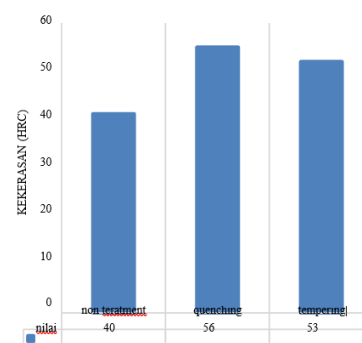
| Unsur          | Hasil Uji | Komposisi as |
|----------------|-----------|--------------|
| Persentase (%) |           |              |
| Karbon (C)     | 0.33      | 0.36         |
| Silika (Si)    | 0.32      | 0.25         |
| Mangan (Mn)    | 0.79      | 0.70         |
| Kromium (Cr)   | 1.66      | 1.40         |
| Nikel (Ni)     | 1.51      | 1.40         |
| Molybdenum     | 0.28      | 0.20         |

#### Hasil Pengujian Kekerasan

Berikut adalah tabel dan grafik kekerasan specimen setelah dilakukan proses perlakuan panas.

**Tabel 2.** Nilai pengujian kekerasan material

| Spesimen                            | Nilai Kekerasan (HRC) rata-rata |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| <i>Non-Treatment</i>                | 40                              |
| <i>Treatment</i> Oil Quench (850°C) | 56                              |
| Tempering (300°C)                   | 53                              |



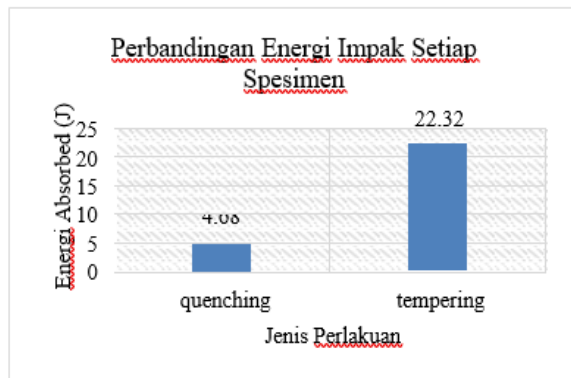
**Gambar 2.** Grafik pengujian kekerasan

#### Hasil Pengujian Impak

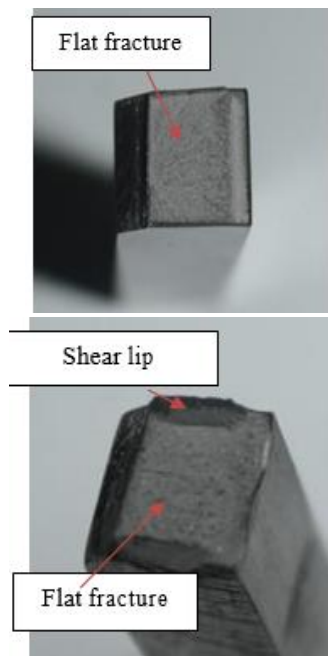
Hasil pengujian dampak disajikan dibawah ini.

**Tabel 3.** Hasil pengujian dampak

| Data                 | Jenis Perlakuan |           |
|----------------------|-----------------|-----------|
|                      | Quenching       | Tempering |
| Material             | ASSAB           |           |
| Temperatur uji       | 2               |           |
| Sudut Awal (°)       | 15              |           |
| Sudut Akhir (°)      | 1               | 130       |
| Energi Impak (joule) | 4,68            | 22,32     |



**Gambar 3.** Perbandingan energi impak setiap spesimen

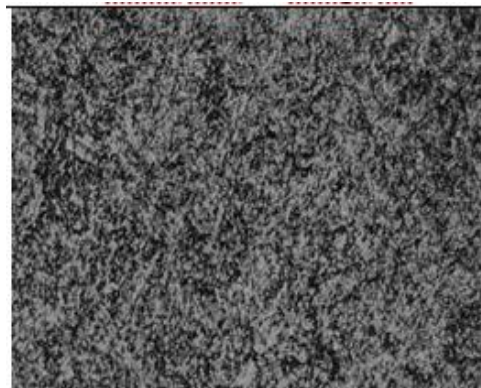


**Gambar 4 :** Morfologi perpatahan spesimen impak.

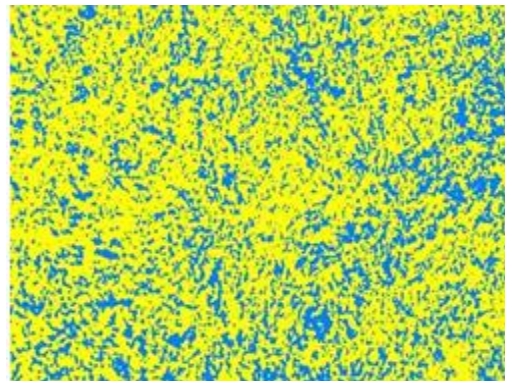
Dari gambar diatas terlihat (atas) material *quench* menunjukkan perpatahan getas ditunjukkan dengan sudut perpatahan 90°C. Material tempering (bawah) menunjukkan perpatahan campuran antara getas dengan ulet yang menunjukkan terjadinya *shear lip*

### Hasil Pengamatan Mikrostruktur

Tabel 3.5 Struktur mikro dan deskripsi fasa



**Gambar 5 :** Hasil struktur mikro menggunakan mikroskop optik



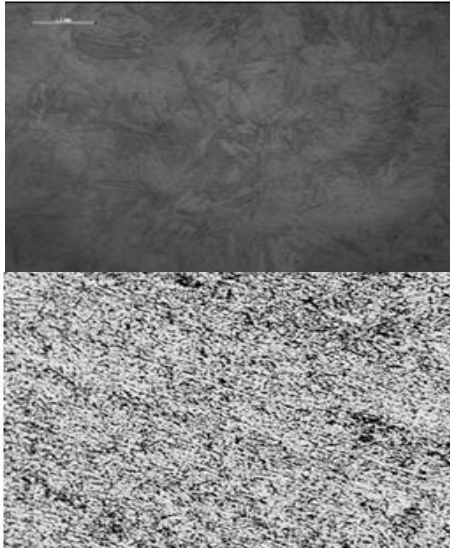
**Gambar 6 :** Perhitungan fraksi fasa menggunakan software kameramen

**Tabel 4.** Hasil perlakuan *Quenching*

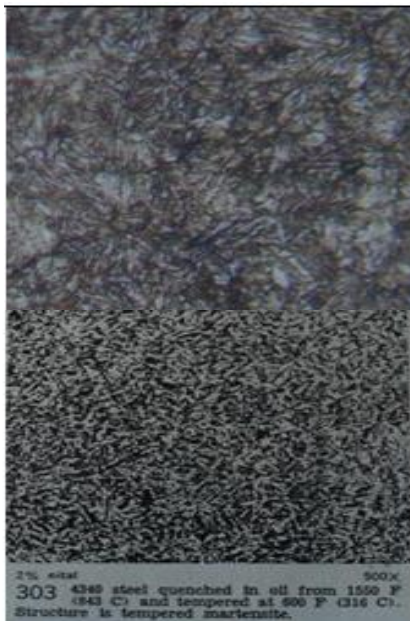
|  | Begin | End | % Area | Area |
|--|-------|-----|--------|------|
|  | 0     | 127 | 68.53  | 0.01 |
|  | 128   | 255 | 31.47  | 0.00 |
|  | Total |     | 100.0  | 0.01 |

Gambar diatas diperoleh melalui perlakuan *quenching oil* dengan menggunakan larutan ETSA Nital 3%, pembesaran 400x dengan fasa yang terlihat yaitu putih (ferit : 31,47%) dan hitam (perit 68,53).

**Gambar 7 :** Struktur tempering pembesaran 400x



Gambar 7 diperoleh melalui perlakuan *quenching oil* dengan menggunakan larutan ETSA Nital 3%, pembesaran 400x.



**Gambar 8.** Struktur mikro tempering pembesaran 1000x

Gambar 8 diperoleh melalui perlakuan tempering dengan menggunakan larutan ETSA Nital 3%, pembesaran 400x & 1000x (ASM Metal Handbook Hal. 39 no. 303

## Pembahasan

Pemeriksaan komposisi dilakukan untuk memastikan spesimen as received sesuai dengan standar data sheet komposisi kimia dari ASSAB 608. Dari hasil pengujian komposisi kimia menggunakan spektrometri, persentase unsur-unsur kimia memenuhi standar.

Dari hasil pengujian kekerasan terjadi penurunan kekerasan dari nilai kekerasan spesimen quenching yaitu 56 HRC menjadi 53 HRC setelah dilakukan proses tempering. Persentase penurunan sebesar 5,48%. Berdasarkan reference book failure analysis of heat treated steel components, untuk kekerasan landing gear memiliki rentang kekerasan 52-56 HRC[8].

Pengujian energi impak terhadap spesimen quenching oli dan tempering menunjukkan terjadinya peningkatan nilai energi yang diserap oleh spesimen temper. Energi yang mampu diserap spesimen tempering sebesar 22,32 joule dan spesimen quenching sebesar 4,68 joule [9]. Dengan peningkatan energi impak, spesimen tempering menjadi lebih tangguh ketika dikenai beban tiba-tiba.

Pemeriksaan metalografi kualitatif terhadap material quenching memperlihatkan fasa martensit yang ditunjukkan dengan struktur hitam runcing. Pada material yang di tempering merujuk pada ASM Metal Handbook volume 7 hal 39 nomor 303 memperlihatkan fasa martensit temper [10]. Dengan hadirnya martensit temper pada struktur mikro maka akan berpengaruh terhadap sifat mekanik berupa turunnya nilai kekerasan sebagaimana yang ditunjukkan oleh pengujian kekerasan. Penurunan ini terjadi karena selama proses tempering terjadi transformasi fasa martensit menjadi fasa martensit temper, martensit yang terbentuk dari proses quenching terdekomposisi menjadi fasa sementit dan ferit. Pada proses temper terjadi dekomposisi fasa martensit yang keras dan kuat menjadi fasa ferit dan partikel-partikel sementit. Fasa ferit merupakan fasa matrik dengan sifat lunak dan ulet, sedangkan fasa sementit yang terbentuk memiliki sifat yang keras. Matrik yang ulet dengan sebaran partikel yang keras akan menghasilkan suatu logam yang tangguh. Selain itu juga pada umumnya terlihat bahwa setelah melalui proses tempering, kekerasan material ASSAB 608 menjadi menurun. karena melalui temper, kekerasan dan kerapuhan dapat diturunkan sampai memenuhi persyaratan penggunaan. Kekerasan turun, ketangguhan dan keuletan baja akan meningkat.

## KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan yang didapat dari analisa ASSAB 608 untuk oleo strut pada landing gear pesawat terbang :

1. Pemeriksaan komposisi kimia menunjukkan komposisi kimia ASSAB 608 memenuhi standar (EN 10250 36CrNiMo4)
2. Proses quenching dan tempering meningkatkan nilai kekerasan ASSAB 608 dari kekerasan awal. Kekerasan awal pada material ASSAB 608 adalah 40 HRC. Kekerasan material quenching oli sebesar 56 HRC dan tempering 53 HRC.
3. Terjadi penurunan sudut pantul pada material tempering. Nilai sudut pantul pada impak dari material uji (ASSAB 608) setelah melakukan quenching oli adalah 145° dan setelah material di temper adalah 130°.
4. Energi impak setelah proses tempering meningkat yaitu sebesar 22,32 J dari 4,68 J pada proses quenching.
5. Struktur mikro as received adalah ferit dan perlit. Setelah dilakukan quenching oli terdapat fasa martensit yang ditandai dengan warna hitam. Struktur mikro proses tempering adalah martensit temper. [3]

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana penelitian atau donatur. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. B. Son, Lovely, Firman Zain, "METAL : Jurnal Sistem Mekanik dan Termal Analisis Respon Landing Gear pada Pesawat Tanpa Awak Saat Mendarat," vol. 02, pp. 87–93, 2020.
- [2] A. J. Ramadhan, I. Agustina, and M. Gufroni, "Perancangan Visualisasi Tiga Dimensi (3D) Pesawat Lepas Landas," *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.)*, vol. 2, no. 2, pp. 89–92, 2017, doi: 10.31328/jointecs.v2i2.476.
- [3] Nugroho Rizky, Handi, Yusrizal, and Sugiyanto Didik, "Metalik: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik," *Met. Manufaktur, Energi, Mater. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–45, 2022,

[Online].Available:

<http://https://journal.uhamka.ac.id/index.php/metalik>.

- [4] D. S. Nur Alam, P. Ambardi, and D. H. Prajitno, "Pengaruh Perlakuan Pelarutan Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Paduan Terner Zr-Nb-Mo Untuk Biomaterial," *Maj. Ilm. Pengkaj. Ind.*, vol. 13, no. 1, pp. 15–22, 2019, doi: 10.29122/mipi.v13i1.3089.
- [5] Y. Hestiningrum, "Pemodelan dan Analisis Pengaruh Perubahan Parameter Sistem Suspensi Oleo-Pneumatic Terhadap Gaya Redam Dan Gaya Pegas Serta Respn Dinamis Penumpang Pesawat Boeing 747-400 Saat Proses Landing Dan Takeoff," 2016.
- [6] Paksy, "Kerusakan Nose Wheel Steering Pada Pesawat Boeing 737 – 200 Series," *Kerusakan Nose Wheel Steer. Pada Pesawat Boeing 737 – 200 Ser.*, vol. 4, no. 1, pp. 39–53, 2017.
- [7] M. F. Rahman, P. Sarjana, J. T. Mesin, and F. T. Industri, "Sisi Kompresi Dan Ekspansi Dengan Variasi Diameter Piston , Orifice , Piston Rod Terhadap Gaya Redam Dan Respon Dinamis Sepeda Motor Yamaha Mio J Modelling and Analysis of the Effect of Compression and Expansion Sides Area With Variation of Piston , Orifi," 2017.
- [8] A. Alhamidi, "Proses Quenching and Partitioning Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Medium," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, p. 118, 2020, doi: 10.32497/jrm.v15i2.1869.
- [9] I. Fadhillah, "Analisis Struktur Mikro ( Metalografi )," *J. Ilm.*, p. 1, 2018.
- [10] B. Hermani, "Identifikasi Sukucadang Sepeda Motor Standar Pada Beban Hubungan Karakterisasi Dan Kuantitatif Bahan Baja Asli Abstrak Metallograpi," vol. 10, no. 1, pp. 33–46, 2019.