

**TESIS**

**PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ARANG  
KAYU DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA PADA  
RECYCLE ALUMINIUM ALLOY 6061 TERHADAP  
KEKERASAN DAN KEAUSAN**



**HERIK HENCI AGRISA  
03032681923001**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**TESIS**

**PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ARANG  
KAYU DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA PADA  
RECYCLE ALUMINIUM ALLOY 6061 TERHADAP  
KEKERASAN DAN KEAUSAN**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan  
Gelar Magister Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**HERIK HENCI AGRISA  
03032681923001**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

# PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ARANG KAYU DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA PADA *RECYCLE* ALUMINIUM ALLOY 6061 TERHADAP KEKERASAN DAN KEAUSAN

## TESIS

Diajukan sebagai salah satu Syarat  
Untuk Mendapatkan Gelar Magister Teknik Mesin  
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh  
**HERIK HENCI AGRISA**  
NIM. 03032681923001

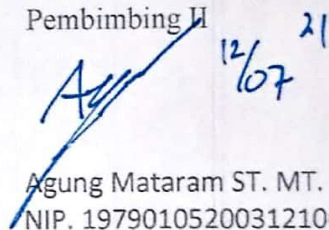
Palembang, 07 Juni 2021

Menyetujui  
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Nukman, MT  
NIP. 195903211987031001

Pembimbing II



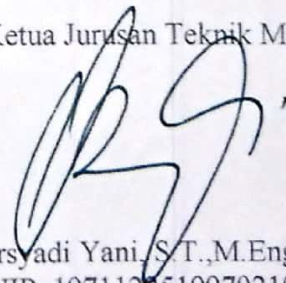
Agung Mataram ST, MT, Ph.D  
NIP. 197901052003121002

Mengetahui,  
Dekan, Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T  
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112251997021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis ilmiah berupa tesis dengan judul "PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ARANG KAYU DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA PADA RECYCLE ALUMINIUM ALLOY 6061 TERHADAP KEKERASAN DAN KEAUSAN" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada Tanggal 07 Juni 2021

Palembang, 07 Juni 2021

Pembimbing:

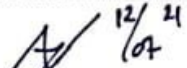
1. Prof. Dr. Ir. Nukman, MT

NIP. 195903211987031001

  
(.....)

2. Agung Mataram ST, MT, Ph.D

NIP. 197901052003121002

  
12/21  
07  
(.....)

Tim Penguji :

1. Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D

NIP. 197112251997021001

  
(.....)

2. Dr. Ir. Hendri Chandra, MT

NIP. 196004071990031003

  
(.....)

3. Amir Arifin, ST, M.Eng, Ph.D

NIP. 197909272003121004

  
(.....)



Koordinator Program Studi

Teknik Mesin

14/21  
07

Agung Mataram, ST, MT, Ph.D

NIP. 197901052003121002

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :**

**TESIS**

**NAMA : Herik Henci Agrisa  
NIM : 03032681923001  
JURUSAN : Teknik Mesin  
BIDANG STUDI : Material  
JUDUL SKRIPSI : Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Kayu dan  
Arang Tempurung Kelapa Pada *Recycle*  
Aluminium Alloy 6061 Terhadap Kekerasan dan  
Keausan  
DIBUAT TANGGAL : 23 Januari 2021  
SELESAI TANGGAL : 7 Juni 2021**

Palembang, 7 Juni 2021

Menyetujui  
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Nukman, MT  
NIP. 195903211987031001

Pembimbing II



Agung Mataram, ST, MT, Ph.D.  
NIP. 197901052003121002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadl Yani, ST, M.Eng, Ph.D.  
NIP. 197112251997021001



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Herik Henci Agrisa

NIM : 03032681923001

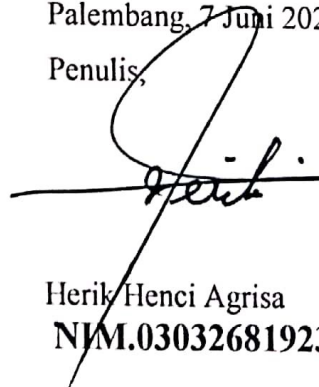
Judul : **Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Kayu dan Arang  
Tempurung Kelapa Pada Recycle Aluminium Alloy 6061  
Terhadap Kekerasan dan Keausan.**

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 7 Juni 2021

Penulis,



Herik Henci Agrisa

**NIM.03032681923001**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Herik Henci Agrisa

NIM : 03032681923001

Judul : **Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Kayu dan Arang Tempurung Kelapa Pada Recycle Aluminium Alloy 6061 Terhadap Kekerasan Dan Keausan.**

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palenbang, 7 Juni 2021



METRAI  
TEAPEL  
DCF42AJX289441730

Herik Henci Agrisa  
NIM.03032681923001

## RINGKASAN

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ARANG KAYU DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA PADA *RECYCLE* ALUMINIUM ALLOY 6061 TERHADAP KEKERASAN DAN KEAUSAN.

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Juni 2021

Herik Henci Agrisa Dibimbing Oleh Prof. Dr. Ir. Nukman, MT

*The Effect Of Additional Powder Of Wood Charcoal And Coconut Shell Charcoal On Recycle Aluminum Alloy 6061 On Hardness And Wear.*

xxiii + 26 halaman, 4 tabel, 9 gambar

### RINGKASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh campuran peleburan aluminium Alloy (6061) dengan serbuk arang batok kelapa dan campuran peleburan aluminium alloy (6061) dengan serbuk arang kayu terhadap kekerasan dan keausan. Aluminium Alloy (AA) 6061 merupakan paduan aluminium yang umumnya diaplikasikan untuk automotif maupaun alat-alat konstruksi, aluminium Alloy mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti tahan terhadap korosi, dapat diperlakukan panas, ketangguhan baik serta sifat mampu las yang baik. Serbuk arang kayu adalah arang yang terbuat dari serbuk yang dibakar, serbuk ini mudah didapat di tempat penggergajian sedangkan serbuk arang batok kelapa adalah arang yang berbahan dasar batok kelapa yang didapat dari proses karbonisasi. Peleburan menggunakan bahan berupa potongan aluminium yang telah dimasukkan kedalam tabung silinder yang meleleh terlebih dahulu, dimana suhu leleh diukur dengan kisaran suhu minimum 700°C dan untuk mencapai peleburan yang merata telah dibakar selama 5 sampai 15 menit sebelum dituangkan dalam cetakan. Sampel diuji diperoleh dari penuangan serbuk arang kayu dan arang batok kelapa paduan aluminium. Coran aluminium dalam bentuk silinder dipotong dengan tebal 1 cm untuk uji kekerasan sampel dibentuk lingkaran dengan diameter 5 cm lalu dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode Brinell. Penambahan serbuk arang ke dalam cetakan sesaat sebelum penuangan cairan aluminium, hasilnya telah menurunkan nilai kekerasan material. Penambahan sebanyak 12.5 gram serbuk arang telah menurunkan nilai kekerasan yang semula 31.66 BHN menjadi 29.90 BHN. Namun penambahan sebanyak 25 arang batok kelapa, nilai kekerasan turun menjadi 30.04 BHN. Begitu juga dengan menambahkan 37.5 gram serbuk arang telah menurunkan nilai kekerasan menjadi 30.08 BHN. Penambahan 12.5, 25 dan 37.5 grams serbuk arang telah mempengaruhi kekerasan Brinell. Semakin banyak serbuk arang batok kelapa dan arang kayu yang ditambahkan akan menurunkan nilai kekerasan Brinell.

**Kata kunci:** aluminium paduan 6061, arang batok kelapa, arang kayu, kekerasan.



## SUMMARY

THE EFFECT OF ADDITIONAL POWDER OF WOOD CHARCOAL AND COCONUT SHELL CHARCOAL ON RECYCLE ALUMINUM ALLOY 6061 ON HARDNESS AND WEAR.

Scientific papers in the form of a thesis, Juni 2021

Herik Henci Agrisa; Supervised by Prof. Dr. Ir. Nukman, MT

Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Kayu Dan Arang Tempurung Kelapa Pada Recycle Aluminium Alloy 6061 Terhadap Kekerasan Dan Keausan.

xxiii + 26 pages, 4 table, 9 pictures

### SUMMARY

The purpose of this study was to analyze the effect of aluminum alloy smelting mixture (6061) with coconut shell charcoal powder and aluminum alloy smelting mixture (6061) with wood charcoal powder on hardness and wear. Aluminum Alloy (AA) 6061 is an aluminum alloy that is generally applied to automotive and construction equipment, aluminum alloy has beneficial properties such as corrosion resistance, good handling and durability. Wood charcoal powder is charcoal made from burned powder, this powder is easily obtained at sawmills, while coconut shell charcoal powder is charcoal made from coconut shells which is easily obtained in coconut shells where people rarely use coconut shells. The smelting is done with materials such as pieces of aluminum that have been inserted into a cylindrical tube so that it melts first, where the melting temperature is measured with a minimum temperature range of 700°C and to achieve even melting has been burned for 5 to 15 minutes before being poured into the mold. The samples tested were obtained from the pouring of wood charcoal powder and aluminum alloy coconut shell charcoal. Aluminum castings in the form of cylinders are cut 1 cm for hardness test, the sample is formed in a circle with a diameter of 5 cm and a thickness of 1 cm and then the hardness test is carried out using the Brinell method. The addition of charcoal powder into the mold just before pouring the aluminum liquid, the result has decreased the value of the hardness of the material. The addition of 12.5 grams of charcoal powder has reduced the hardness value from 31.66 BHN to 29.90 BHN. However, with the addition of 25 coconut shell charcoal, the hardness value decreased to 30.04 BHN. Likewise, adding 37.5 grams of charcoal powder has reduced the hardness value to 30.08 BHN. The addition of 12.5, 25 and 37.5 grams of charcoal powder affected the Brinell hardness. (10) The more coconut shell charcoal powder and wood charcoal added, the lower the Brinell hardness value.

**Keyword** : Aluminum Alloy 6061, Coconut Shell Charcoal, Wood Charcoal, Hardness.

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pertama, penulis mengucapkan Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini, adapun pihak tersebut:

1. Keluarga Penulis, kedua Orang tua saya yang sangat saya sayangi selalu memberikan semangat, dukungan moral dan do'a kepada saya. Beserta adik-adik saya dan keluarga besar saya yang selalu memberikan support dalam menyelesaikan masa perkuliahan ini. Semoga Tesis ini dapat membanggakan kalian Aamiin.
2. Prof, Dr, Ir Nukman, M.T selaku Dosen Pembimbing Tesis I dan Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Prodi Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing Tesis II yang dimana semuanya dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, memotivasi serta banyak memberikan sarana kepada penulis dari awal hingga selesainya tesis ini ini.
3. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D dan Dr, Ir, Hendri Chandra, MT serta Amir Arifin, ST., M.Eng., Ph.D. selaku Tim Penguji Tesis Magister Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya yang juga memberikan bimbingan serta arahan dalam ruang lingkup Jurusan Teknik Mesin.
4. Agung Kristian selaku Staf Administrasi Prodi Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
5. Rekan-rekan magister jurusan teknik mesin universitas sriwijaya dan rekan sesama peneliti yang telah membantu saya dalam menjalankan penelitian,

membuat tesis sehingga bersama-sama Kami berbagi kondisi suka dan duka.

Dalam penulisan tesis ini, penulis sadar masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan. Penulis juga mengharapkan tesis dengan judul “PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ARANG KAYU DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA PADA RECYCLE ALUMINIUM ALLOY 6061 TERHADAP KEKERASAN DAN KEAUSAN” dapat memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di negara Indonesia serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Wassalamualaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Palembang, 7 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

TESIS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN PERSETUJUAN .....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN AGENDA .....	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	ix
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	xi
RINGKASAN .....	xiii
SUMMARY .....	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI .....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxi
DAFTAR TABEL .....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Metode Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Pengecoran.....	5
2.2 Paduan Aluminium Alloy 6061 .....	6
2.3 Peleburan .....	7
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	9
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	9
3.2.1 Spesimen Uji Kekerasan .....	10
3.2.2 Spesimen Uji Keausan .....	10
3.3 Aluminium Alloy 6061. ....	11
3.3.1 Sifat fisik, mekanis, thermal dan sifat listrik Aluminium Alloy 6061 .....	11
3.3.2 Komposisi kimia Aluminium Alloy 6061.....	12
3.4 Pengujian Kekerasan .....	12
3.5 Pengujian Keausan.....	15
3.6 Hasil yang diharapkan .....	16
BAB 4 HASIL & PEMBAHASAN .....	17

4.1 Kekerasan .....	17
4.2 Keausan .....	19
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>23</b>
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran.....	23
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>25</b>

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	9
Gambar 3.2 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan .....	10
Gambar 3.3 Dimensi spesimen uji keausan .....	10
Gambar 3.4 Alat pengujian kekerasan Brinell dan bola baja .....	13
Gambar 3.5 Cara penekanan material yang diuji oleh bola baja(indentor).....	13
Gambar 3.6 Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine tipe OAT-U.	16
Gambar 4.1 Sample Uji Kekerasan .....	17
Gambar 4.2 Kekerasan Brinell .....	19
Gambar 4.3 Sample Uji Keausan.....	20
Gambar 4.4 Laju Keausan.....	21



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 sifat-sifat pada aluminium.A 6061.....	11
Tabel 4.1 Hasil Kekerasan/Brinell.....	17
Tabel 4.2 Tabel Hasil Keausan.....	20

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan industri pada saat ini sangat berarti pada era teknologi yang tercapai sekarang saat ini dalam masa waktu yang relatif singkat khususnya dalam ilmu material dan manufaktur. Berbagai macam metode, penemuan dan penciptaan produk-produk yang baru terus dilakukan manusia. Produk yang dihasilkan tidak dapat terlepas begitu saja dari penggunaan logam sebagai bahan dasar.

Dari tahun ke tahun paduan Aluminium yang digunakan meningkat terus pemakaiannya. Hal ini dilihat dari rangkingnya dimana pemakaian paduan aluminium berada dirangking kedua sesudah pemakaian baja atau logam besi serta rangking kesatu pada logam non ferro (Solechan, 2010). Umumnya dipakai aluminium pada dunia industri disebabkan mempunyai keistimewaan yaitu kuat, gampang diolah, awet dan tahan lama, juga termasuk sumber daya alam yang tidak bisa diperbarui yaitu aluminium. Mencapai lebih dari 500 ribu ton pertahun sebagai penyuplai aluminium yang dimiliki oleh Negara Indonesia, selaku penghasil tunggal aluminium di negara Indonesia cuma bisa menghasilkan 255 ribu ton pertahun yang dihasilkan oleh PT. Indonesia Asahan Aluminium dengan jumlah keperluan pada industri domestik nan memperoleh 600-800 ribu ton pertahun (Kementrian Perindustrian RI, 2012).

Penggunaan logam untuk berbagai keperluan sesuai dengan perkembangan teknologi membuat timbulnya pengetahuan tentang logam semakin lama semakin meluas, mendalam dan khusus. Salah satunya adalah pengetahuan peningkatan kekerasan permukaan Aluminium. Perlakuan mekanis yang diberikan ke material akan mempengaruhi sifat mekanis pada material tersebut (Utami and Chandra, 2017).

Aluminium adalah logam komersil yang paling dominan digunakan dalam konstruksi, mesin, rumah tangga, dan pesawat terbang. Penggunaan

aluminium dalam jumlah besar pada kehidupan sehari-hari menghasilkan limbah logam dalam jumlah besar. Aluminium dari berbagai kegiatan menghasilkan limbah, termasuk bahan yang dapat didaur ulang seperti kaleng minuman, peralatan masak, skrap, limbah kabel dan hamper semua negara didunia mendaur ulang bahan ini. Selain itu, paduan aluminium memiliki ketahanan korosi yang sudah terbentuk saat coran aluminium didinginkan. Pada logam aluminium, lapisan tipis oksida yang melekat kuat pada permukaan yaitu pada bagian luar paduan aluminium, bagian dalam dilindungi oleh sifat pelapisan yang stabil. Pada masa yang akan datang penggunaan Aluminium terbuka luas yaitu material utama serta material pendukung dimana cadangan bijinya melimpah di bumi ini. Aluminium profil dan plat banyak digunakan pada konstruksi dan hasilnya diperoleh melalui forging, roll dan ekstrusi.

Pemakaian Aluminium yang semakin luas didalam teknik mesin, terutama dipakai sebagai elemen mesin, secara umum elemen mesin diperlakukan dengan pemberian beban, dimana akibat pembebanan ini akan menimbulkan kerusakan-kerusakan mekanik. Sifat mekanik dari material dikenal antara lain kemampuan menerima pembebanan tarik dan tekan, kemampuan material menerima beban tekan permukaan yang disebut sebagai kekerasan permukaan material, serta kemampuan material menerima goresan pada permukaan.

Rekayasa material pada saat ini mencapai penemuan-penemuan baru material dengan cara mengubah kemampuan fisik material untuk menahan atau mengatasi jenis-jenis beban baik statis maupun dinamis serta kemampuan material untuk dapat mengatasi kerusakan akibat perubahan mekanis (tarik, tekan, kejut, kekerasan dan keausan), rekayasa material ini diantaranya mencampurkan dua material yang berbeda sifat menjadi material baru.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berlandaskan konteks yang sudah diuraikan sebelumnya, pokok persoalan yang dicapai pada riset ini yaitu :

1. Pengaruh dari penambahan serbuk serbuk arang kayu, arang tempurung kelapa pada kekerasan akibat coran.
2. Pengaruh penambahan serbuk arang kayu, arang tempurung kelapa pada keausan akibat coran.

### **1.3 Batasan Masalah**

Supaya pengkajian pada tesis ini tidak jauh dari penelaahan yang dilakukan menjadi bertambah terarah dan terkonsentrasi, maka ditatalah pada interpretasi problem pada penulisan yaitu :

1. Bahan yang dipakai jenis Aluminium Alloy 6061
2. Material penambah arang kayu dan arang tempurung kelapa
3. Variasi dimensi Aluminium tebal = 1 cm berdiameter 5 cm, untuk memeriksa kekerasan Aluminium Alloy 6061
4. Variasi dimensi Aluminium tebal = 1 cm ukuran 3 cm x 2 cm, untuk memeriksa Keausan Aluminium Alloy 6061.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Analisis pada tesis tersebut bermaksud :

1. Menganalisa dan Mengevaluasi penambahan serbuk arang kayu dan arang tempurung kelapa sebesar 12,5 gr, 25 gr, 37,5 gr pada pengecoran Aluminium alloy 6061 terhadap keausan.
2. Menganalisa dan Mengevaluasi penambahan serbuk arang kayu dan arang tempurung kelapa sebesar 12,5 gr, 25 gr , 37,5 gr pada pengecoran Aluminium Alloy 6061 terhadap kekerasan.
3. Mengevaluasi pengaruh penambahan serbuk arang kayu dan arang tempurung Kelapa terhadap kekerasan dan keausan.

## 1.5 Metode Penulisan

Yang digunakan metode penulisan ini adalah :

1. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan digunakan untuk membahas teori dasar dari proses penambahan serbuk arang kayu dan arang tempurung kelapa terhadap Aluminium Alloy 6061 terhadap Keausan dan Kekerasan

2. Metode Penelitian

Metode penelitian digunakan untuk melakukan proses pengujian keausan pada permukaan Aluminium 6061 dan Kekerasannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Perindustrian RI, 2012. Indonesia Kekurangan Pasokan Aluminium  
[https://kemenperin.go.id/artikel/4046/Indonesia-KekuranganPasokan -Aluminium](https://kemenperin.go.id/artikel/4046/Indonesia-KekuranganPasokan-Aluminium)
- Kurniawan, A., 2015. Aluminium Mulai Digemari, Produsen Baja Gerah  
<https://edukasi.kompas.com/read/2015/06/18/070300415/Aluminium.Mulai.Digemari.Produsen.Baja.Gerah>
- Prasetyo, E., Saputra, P.H., n.d. Material Testing Book.
- Prasetyo, S., 2014. Pengaruh Proses Quenching Dengan Perbedaan Suhu dan Media Pendingin Pada Baja AISI 1045 dan AISI 4140 Dengan Variasi Holdingtime Terhadap Kekerasan dan Keausan.
- Solechan, 2010. Studi pembuatan prototipe material piston menggunakan limbah piston bekas dan adc 12 yang diperkuat dengan insert st 60 dan besi cor.
- Suopajarvi, H., Fabritius, T., 2013. Towards more sustainable ironmaking-an analysis of energy wood availability in finland and the economics of charcoal production. *Sustainability (Switzerland)*, 5 (3): 1188–1207. <https://doi.org/10.3390/su5031188>
- Surdia, T., Chijiwa, K., 2000. Teknik Pengecoran Logam, 8th ed. PT. pradnya paramita jakarta, Jakarta.
- Sustainability 5, 1188–1207. Smith, F. William. 1995. *Material Science and engineering. (second edition)*. New York: Mc Graw- Hill inc
- Utami, N.P.E., Chandra, H., 2017. Mechanical properties analysis of Al-9Zn-5Cu-4Mg cast alloy by T5 heat treatment, in: MATEC Web of Conferences.  
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201710101009>