

## PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PERLAKUAN PANAS AGING TERHADAP SIFAT MEKANIK ALUMINIUM AA 6061

Jaelani Sidik<sup>1\*</sup>, M. Sholihin<sup>2</sup>, Riyan Arthur<sup>3</sup>

### ABSTRAK

*Aluminum 6061 is widely used in industry such as automotive industry, household appliances and construction. With its use in various fields with different characteristics, surely a method is needed to increase the value of its strength. This study aims to increase the mechanical strength value of aluminum 6061. Aging heat treatment is a method that can increase the value of mechanical strength. The aging temperature variations in this study are 175, 200 and 225 with holding time of one hour and cooled in the open air. Then the test consists of hardness test, tensile test and impact test. The results show that aging process can affects of the mechanical properties of aluminum. Maximum hardness value, maximum tensile strength and highest impact value are reached at an aging temperature of 175 ° C with values of 31.66 HRB, 231.67 Mpa and 0.0290 Kg.m / mm<sup>2</sup>, respectively. But the increasing temperature of aging, the value of hardness, tensile strength values trend to decrease. The decrease in mechanical properties of aluminum 6061 is due to the condition of over aging at temperatures of 200 ° C and 225 ° C.*

**Keywords:** *Aluminium 6061, temperature aging, hardness, tensile strength, impact*

### PENDAHULUAN

Aluminium merupakan jenis material logam yang memiliki sifat ketahanan terhadap korosif yang baik dan sifat-sifat baik lainnya sebagai sifat logam dengan *density* 2.70 g/cm<sup>3</sup> dan modulus elastisitas 10 x 10<sup>6</sup> psi (Surdia & Saito, 1999)(Askeland & Fulay, 2009). Karena sifatnya yang baik, Aluminium banyak digunakan di gunakan oleh industri pesawat, otomotif dan konstruksi karena sifatnya yang ringan dan kuat (Gunawan, 2017).

Salah satu jenis aluminium paduan yang banyak digunakan dalam dunia industri, yaitu Aluminium paduan seri 6061. Alumunium 6061 banyak digunakan untuk membuat beberapa part kendaraan bermotor dalam industri otomotif (Demir & Gündüz, 2009). Komposisi paduan utama dalam alumunium 6061 yaitu magnesium (Mg) dan silica (Si) (Randhiko, dkk,

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Wahidiyah, Kediri, Indonesia

<sup>2</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Wahidiyah, Kediri, Indonesia

<sup>3</sup> Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia

\*Corresponding author:

e-mail: [jaelani\\_s@uniwa.ac.id](mailto:jaelani_s@uniwa.ac.id)

2018). Karena penggunaannya di berbagai industri yang memiliki karakteristik kekuatan berbeda, diperlukan sebuah proses untuk meningkatkan kekuatan mekanik aluminium Paduan. Proses perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan Aluminium paduan (Pranata, dkk, 2014).

*Artificial aging* merupakan metode heat treatment untuk meningkatkan kekuatan aluminium. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rezaei, et.al (2011) menunjukkan bahwa perlakuan panas *artificial aging* dapat meningkatkan nilai kekerasan dan kekuatan Tarik. Peningkatan sifat mekanik memungkinkan terjadi karena adanya pembentukan pertisipat pada matriks Aluminium, dalam hal ini yaitu endapan  $Mg_2$  dan Si yang mampu menghambat pergerakan dislokasi (Junus, et al., 2014)(Almansour, et al., 2015). Dengan demikian, memberikan perlakuan *artificial aging* terhadap material dengan pemilihan waktu yang tepat dapat meningkatkan nilai kekuatan mekanik yang optimum (Pranata et al., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat mekanik aluminium 6061 akibat perlakuan *artificial aging*. Variasi temperature *aging* bertujuan untuk mencari temperatur yang optimum dalam meningkatkan sifat mekanik Aluminium 6061.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Politeknik Kediri. Dalam penelitian ini digunakan bahan material Aluminium paduan seri 6061. Sebelum dilakukan pengujian, bahan penelitian dibuat spesimen untuk setiap pengujian, pengujian tarik dan pengujian kekerasan. Spesimen uji tarik dibuat dengan mengikuti standar ASTM D638, sedangkan untuk spesimen uji Kekerasan dibuat spesimen dengan dimensi 20x20x10 mm. untuk pengujian Impak, spesiemen dibuat menurut standar ASTM E23. Spesimen diberikan perlakuan perlakuan panas *aging* dengan variasi tempeartur 175°C, 200°C dan 225°C dengan waktu tahan pemanasan 1 jam kemudian didinginkan diudara terbuka. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini tersusun secara sistematis dengan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1.

## Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

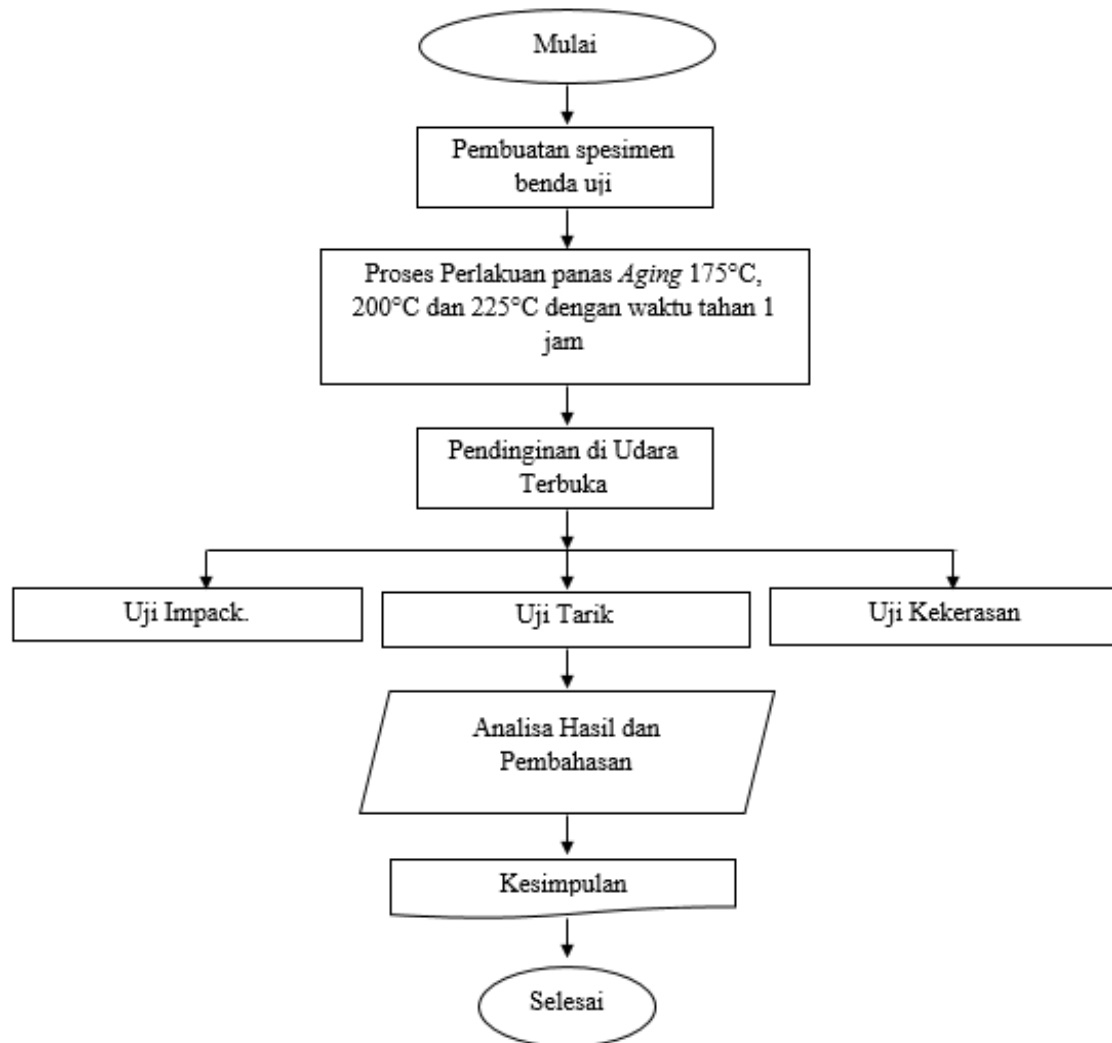
1. Tungku Pemanas
2. Mesin uji Tarik (WDW-20E)
3. Mesin uji kekerasan *Rockwell Hardness Tester* (Time Group)
4. Mesin uji impak Universal *Impact Tester* (Hung Ta Instrumen)
5. Pemotong logam

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Kekerasan

Metode Rockwell digunakan dalam pengujian kekerasan dalam penelitian ini dengan beban uji 588.4 N. Pada pengujian kekerasan, masing-masing sample uji dilakukan pengujian sebanyak 3 titik. Kemudian dari tiga titik pengujian dihitung guna mendapatkan nilai rata-rata dan ditulis dengan skala *Hardness Rockwell B* (HRB). Tabel 1 menunjukkan terjadi peningkatan nilai kekerasan pada Aluminium 6061 akibat perlakuan panas *aging*. Dimana Peningkatan maksimum terjadi pada temperatur 175°C dengan nilai rata-rata 31.66 (HRB). Penurunan nilai kekerasan terjadi seiring meningkatnya temperatur *aging*. Penurunan nilai kekerasan diakibatkan karena pada suhu 200°C dan 225°C sudah memasuki kondisi *over aging*.

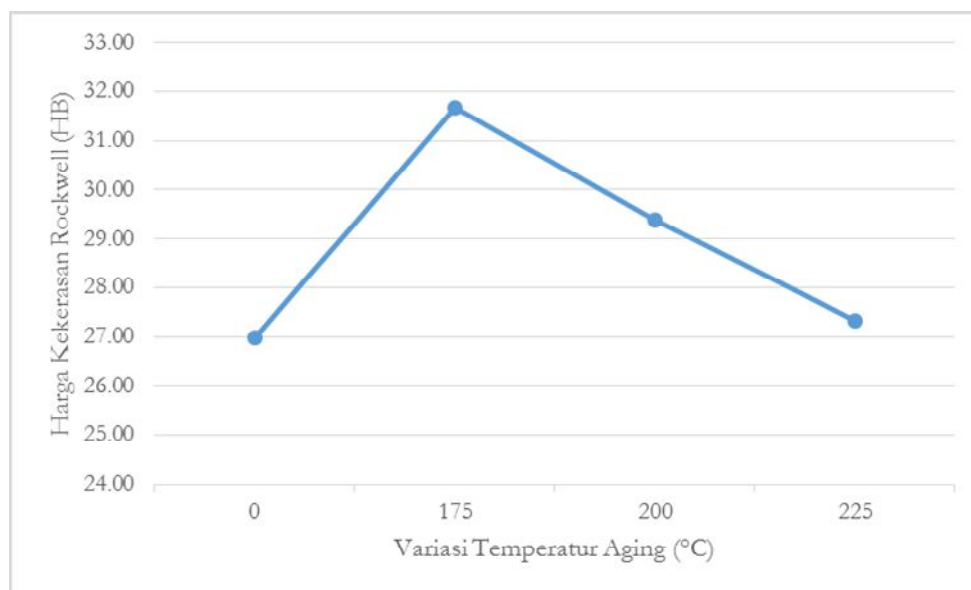
Pada Gambar 2 menunjukkan perlakuan panas *aging* dapat mempengaruhi nilai kekerasan Aluminium 6061. Peningkatan tersebut diakibatkan terjadinya proses *precipitation hardening* spesimen dan tertahannya pergerakan dislokasi saat terjadinya deformasi yang disebabkan dengan terbentuknya partikel pertisipat hasil proses *aging* (Smith, 1995) (Alhamidi, dkk, 2016). Membentuknya partikel pertisipat hasil proses *aging* berperan dalam meningkatkan nilai kekerasan Aluminium 6061 dengan menghambat pergerakan dislokasi. Peningkatan nilai kekerasan maksimum terjadi pada suhu 175°C dengan nilai HRB 31.66. Menurut (Zulfia, et al., 2013) kekerasan maksimum terjadi dikarenakan partikel pertisipat yang terbentuk akibat proses *aging* cukup besar dan rapatnya jarak antara partikel tersebut, sehingga pergerakan dislokasi dapat terhambat dengan maksimum.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Tabel 1 Data Hasil Uji Kekerasan

Pengujian	Nilai Uji Kekerasan Rockwel (HRB)			
	Variasi Temperatur Aging (°C)			
	0	175	200	225
1	27.67	29.83	30.37	27.80
2	26.50	35.17	28.57	26.07
3	26.77	29.97	29.23	28.07
Rata-Rata	<b>26.98</b>	<b>31.66</b>	<b>29.39</b>	<b>27.31</b>



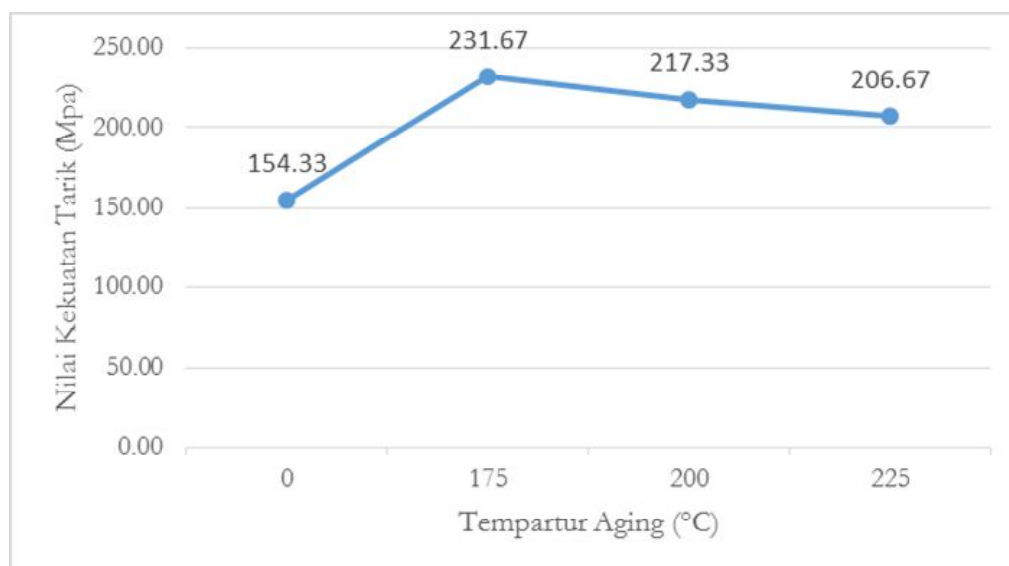
Gambar 2 Hubungan Temperatur *Aging* dan *Hardness Rockwell B*

Terjadi kondisi *over aging* pada suhu 200°C dan 225°C yang mengakibatkan nilai kekerasan menurun. Kondisi ini disebabkan karena pertisipat kembali pada fasa setimbang yang diakibatkan dengan meningkatnya temperatur *aging* (Mazda, 2016). Namun nilai kekerasan pada kondisi *over aging* masih lebih baik dibandingkan dengan nilai kekerasan tanpa perlakuan panas *aging*.

### Hasil Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian tarik, perlakuan panas *aging* berpengaruh terhadap peningkatan nilai kekuatan tarik Aluminium 6061. Secara umum, nilai kekuatan tarik meningkat dari kondisi awal atau tanpa perlakuan panas *aging*.

Berdasarkan Gambar 3, nilai kekuatan tarik maksimum terjadi pada temperatur *aging* 175°C dengan nilai kekuatan tarik (UTS) 231.67 Mpa. Temperatur *aging* sangat berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik Aluminium 6061. Pada suhu 200°C dan 225°C nilai kekuatan tarik menurun dibandingkan pada suhu 175°C dengan nilai kekuatan tarik masing-masing 217.33 dan 206.67 Mpa. Dengan demikian, semakin meningkatnya temperatur *aging*, mengakibatkan terjadinya penurunan nilai kekuatan tarik pada Aluminium 6061. Namun, jika dibandingkan dengan Aluminium 6061 tanpa perlakuan panas *aging* nilai kekuatan tarik pada temperatur *aging* 200°C dan 225°C masih lebih tinggi.



Gambar 3 Hubungan Temperatur Aging dan Nilai Kekuatan Tarik

### Hasil Uji Impak

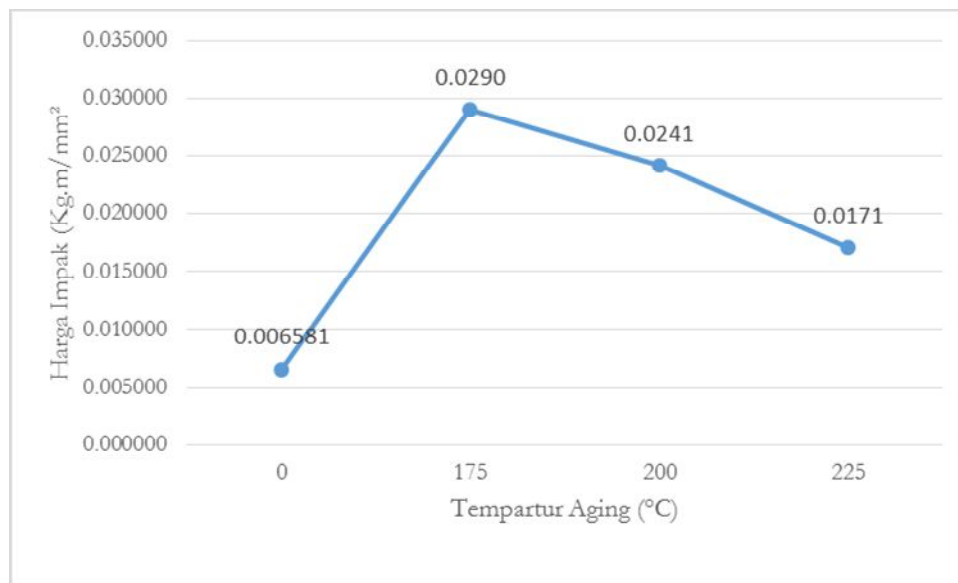
Tabel 2 menunjukkan peningkatan usaha yang dibutuhkan untuk mematahkan benda uji dengan perlakuan panas aging semakin meningkat dibandingkan tanpa perlakuan panas aging. Usaha terbesar untuk mematahkan benda uji terjadi pada temperatur 175 dengan usaha 5.6607 Kg.m. semakin besar usaha yang dibutuhkan untuk mematahkan benda uji, semakin besar harga impak yang dihasilkan. Hasil pengujian impak ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 2. Usaha Yang diperlukan Untuk Mematahkan Benda Uji

Pengujian	Usaha Yang Diperlukan Mematahkan Benda Uji ( Kg m)			
	Variasi Temperatur Aging (°C)			
	0	175	200	225
1	1.250201	5.5193	5.1738	3.2667
2	1.542439	5.6896	3.9178	2.9838
3	1.054887	5.7740	4.9987	3.7332
Rata-Rata	<b>1.283368</b>	<b>5.6607</b>	<b>4.7029</b>	<b>3.3287</b>

Berdasarkan Gambar 4, spesimen tanpa perlakuan panas aging memiliki harga impak sebesar 0.006581 Kg.m/mm<sup>2</sup>. Harga impak meningkat sangat drastis pada spesimen dengan perlakuan panas aging pada temperature 175 dengan harga impak sebesar 0.0290 Kg.m/mm<sup>2</sup>. Penignkatan terjadi selaras dengan meningkatnya kekuatan Aluminium 6061. Terjadi penurunan harga impak dengan semakin meningkatkan temperature aging, dimana pada suhu

200 harga impact menurun dengan harga impact 0.0241 Kg.m/mm<sup>2</sup> dan pada suhu 225 harga impact 0.0171 Kg.m/mm<sup>2</sup>.



Gambar 4 Hubungan Temperatur Aging dengan Harga Impact

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan sifat mekanik Aluminium 6061 akibat perlakuan panas aging. Hasil pengujian kekerasan, uji tarik dan uji impact mencapai peningkatan optimum pada suhu 175°C dengan nilai masing-masing 31.66 HRB, 231.66 Mpa dan 0.0290 Kg.m/mm<sup>2</sup>. Meningkatnya temperatur *aging* menyebabkan terjadinya penurunan sifat mekanik (kekerasan, kekuatan tarik dan harga impact) karena pada temperature tersebut sudah mencapai kondisi *over aging*, dalam penelitian ini kondisi *over aging* berada pada suhu 200°C dan 225°C. Namun, nilai sifat mekanik tersebut masih tinggi dibandingkan dengan Aluminium tanpa perlakuan panas *aging*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alhamidi, A. L. I., Fitrullah, M., & Dewi, M. (2016). Evolusi Mikrostruktur Paduan Al 6061 Hasil Proses Canai Dingin Terhadap Sifat Mekanik, *12*(1), 25–34.
- Almansour, A., Azizi, M., Jesri, A. M., & Entakly, S. (2015). Effect of artificial aging on Structure , Mechanical properties and Corrosion behavior of Aluminum Alloy 6061. *IJASR International Journal of Academic Scientific Research*, *3*(1), 24–33. Retrieved from <http://www.ijasrjournal.org/wp-content/uploads/2015/03/MS3-15.pdf>
- Askeland, D. R., & Fulay, P. P. (2009). *Essentials of Materials Science and Engineering* (2nd

- ed.). Toronto: Cengage Learning.
- Demir, H., & Gündüz, S. (2009). The effects of aging on machinability of 6061 Aluminium alloy. *Materials and Design*, 30 (5), 1480–1483. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.08.007>
- Pranata D.E.M., Alfirano, & Jajat, M. (2014). Analisis Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Paduan Al 2014 Hasil Proses Aging dengan Variasi Temperatur dan Waktu Tahan.
- Gunawan, S. (2017). Efek Perlakuan Panas Aging Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Impak Paduan Aluminium Aa 514.0. *T R a K Si*, 16(1), 42–50.
- Junus, S., Zulfia, A., Melisa, & Mariani, L. (2014). Pengaruh Waktu Aging Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Komposit Al-Si-Mg / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dengan Metode Stir Casting. *Jurnal ROTOR*, 7(2), 6–9.
- Mazda, B. T. (2016). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Holding Time dan Temperatur Aging Pada Perlakuan Panas Precipitation Hardening T6 Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium ADC 12.
- Randhiko, A., Haryadi, G. D., & Umardani, Y. (2018). Pengaruh Post Weld Heat Treatment (PWHT) T6 Pada Aluminium Alloy 6061-O dan Pengelasan Longitudinal Tungsten Inert Gas Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(3), 167–174. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/9608/9331>
- Rezaei, M. R., Toroghinejad, M. R., & Ashrafizadeh, F. (2011). Journal of Materials Processing Technology Effects of ARB and ageing processes on mechanical properties and microstructure of 6061 aluminum alloy. *Journal of Materials Processing Tech.*, 211(6), 1184–1190. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2011.01.023>
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik* (Vol. 4).
- Zulfia, A., Juwita, R., Uliana, A., Jujur, I. N., & Raharjo, J. (2013). Proses Penuaan (Aging) pada Paduan Aluminium AA 333 Hasil Proses Sand Casting. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(1), 13–20. <https://doi.org/10.9744/jtm.12.1.13-20>