

# PENGARUH WAKTU TAHAN, TEMPERATUR, DAN *QUENCHING* TERHADAP PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM DENGAN METODE *GRAVITY DIE CASTING*

Darma Satria<sup>1</sup>, Indra Gunawan<sup>2</sup>\*, Almadora Anwar Sani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

\*email korespondensi: [wawan.ig89@gmail.com](mailto:wawan.ig89@gmail.com)

## INFORMASI ARTIKEL

Received:  
28/07/2023

Accepted:  
10/12/2023

Online-Published:  
01/03/2024

## ABSTRAK

Limbah aluminium hasil kerja praktikum di bengkel dan laboratorium CNC Politeknik Negeri Sriwijaya terbilang cukup banyak, dan terbuang begitu saja. Hal ini dapat menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Oleh karena itu dilakukan proses *casting* untuk mengurangi dampak tersebut, selanjutnya limbah tersebut akan di daur ulang kembali. Limbah aluminium yang telah di daur ulang melalui proses peleburan (*casting*) juga dapat menjadi produk untuk digunakan kembali, khususnya pada kerja praktik di bengkel ataupun laboratorium CNC. *Casting* ini dilakukan dengan metode *gravity die casting* yang menggunakan cetakan permanen agar lebih efisien. *Casting* dilakukan dengan eksperimen untuk meningkatkan kualitas produk. Dalam penelitian ini, tiga variabel digunakan, yaitu temperatur peleburan: 700°C dan 800°C, *holding time* dalam cetakan: 10 menit dan 15 menit, dan *quenching* (air dan air garam 20%). Penelitian ini menggunakan metodologi *Taguchi* dan *Anova*, yang bertujuan agar dapat menemukan pengaruh dan hasil nilai kekerasan yang tinggi guna meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan. Hasil nilai kekerasan tertinggi yaitu dengan eksperimen temperatur 800°C, *holding time* 10 menit, dan *quenching* air garam 20%, yaitu 59,79 Kg/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci** : Limbah Aluminium, Daur Ulang, Gravity Die Casting

## ABSTRACT

Aluminum waste from practicum work in the CNC workshop and laboratory of Politeknik Negeri Sriwijaya is quite a lot and is wasted. This can cause pollution to the environment. Therefore, a casting process is carried out to reduce this impact, then the waste will be recycled again. Aluminum waste that has been recycled through the casting process can also become a product for reuse, especially in practical work in CNC workshops or laboratories. This casting is done using the gravity die casting method which uses a permanent mold to make it more efficient. To improve the casted product's quality, experiments are conducted. Three variables are used in this investigation, including melting temperatures of 700°C and 800°C., holding time in the mold: 10 minutes and 15 minutes, and quenching (cooling media: water and 20% brine). The methodology used in this research is Taguchi and Anova, which aims to find the influence and results of high hardness values to improve product quality. The highest hardness value result is with experimental temperature of 800°C, holding time of 10 minutes, and quenching of 20% salt water, which is 59.79 Kg/mm<sup>2</sup>.

© 2024 The Authors. Published by  
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan  
(Indexed in SINTA)

doi:  
[doi.org/10.5281/zenodo.10729894](https://doi.org/10.5281/zenodo.10729894)

**Keywords** : Aluminum Waste, Recycle, Gravity Die Casting

## 1 PENDAHULUAN

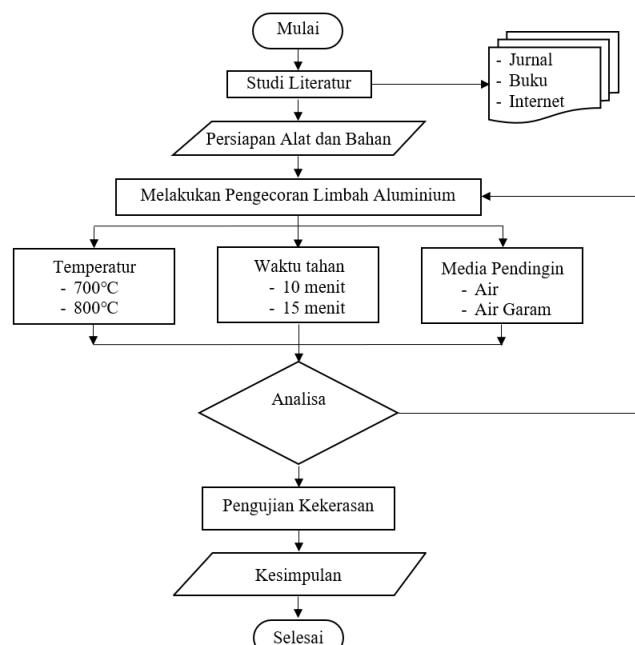
Aluminium yang digunakan banyak dihasilkan dari rumah tangga, bengkel, kantor, pabrik dan sebagainya pada. Selama ini sisa-sisa Al hanya dikumpulkan oleh pemilik dan dijual ke industri pengecoran pengecoran. Itu dapat didaur ulang menjadi berbagai produk untuk berbagai produk alternatif dan berpotensi menjadi sumber usaha. (Jurni & Siswanto, 2019). Logam aluminium (Al) dibuat dari bijih aluminium, yang membutuhkan banyak energi dan sangat mahal. Salah satu masalah utama dengan proses ini adalah keterbatasan. (Drihandono & Budiyanto, 2016). Logam aluminium sangat ringan dan banyak digunakan. Aluminium merupakan logam yang ringan, dan juga pengantar panas yang baik. (Kepakisan & Siswanto, 2019).

Aluminium sisa hasil praktikum pada proses permesinan di bengkel produksi jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Sriwijaya hanya menjadi limbah aluminium (tatal) yang kemudian dibuang begitu saja setelah tak dapat digunakan kembali. Para peneliti sekarang mencoba membuat bahan yang kuat dari bahan daur ulang. (Ponco K.S dkk., 2016). Pengecoran gravitasi adalah cara untuk menghasilkan bentuk logam dari cetakan pasir. Dalam proses ini, cetakan permanen yang mempunyai konduktivitas termal yang tinggi dan memiliki beberapa karakteristik yang serupa dengan cetakan pasir sebaiknya dirancang dari material yang kokoh dan dapat digunakan berulang kali.. (Prakoso, 2021). Kelebihan dan kekurangan pengecoran cetakan permanen, Untuk tugas yang membutuhkan volume yang lebih besar atau permukaan akhir yang lebih baik, pengecoran cetakan permanen biasanya digunakan. (Francis, 2016). Spesimen uji ini menggunakan besi cor dan aluminium. Aluminium dicetak dengan *molding* pasir basah, sedangkan besi cor dicetak dengan dapur kupola. (Purkuncoro & Taufik, 2016). Pendingin tidak dapat dihilangkan dari proses permesinan karena berfungsi untuk mendinginkan dan menstabilkan *temperature* material dan pahat. Pendinginan juga berdampak akan kualitas dari kekasaran permukaan material apabila daya serap termal pendinginan yang digunakan tinggi, hasil permukaan material jadi lebih baik, dan juga sebaliknya, apabila daya serap termal pendinginan rendah, hasil permukaan material jadi lebih buruk. (Saputra dkk., 2021)

Karena itu, penelitian terkait diperlukan hal tersebut dikarenakan hasil dari peleburan limbah aluminium ini akan digunakan kembali sebagai bahan praktikum, untuk itu juga perlu diketahui kualitas dari kekerasan hasil peleburan, sehingga diangkatlah judul pengaruh waktu tahan, temperatur, dan media pendingin terhadap peleburan limbah aluminium dengan metode *gravity die casting*.

## 2. BAHAN DAN METODA

Berikut adalah gambar *flowchart* pada penelitian ini



Gambar 1. *Flowchart*

## 2.1.1 Alat Penelitian

### a. Alat pelebur aluminium



**Gambar 2.** *Electric Melting Furnace*

*Electric melting furnace* adalah alat utama dalam penelitian ini yang dapat meleburkan aluminium/logam sehingga dapat di daur ulang kembali. *Electric melting furnace* mampu meleburkan logam sampai dengan temperatur 1150°C, dan hal ini dapat dijadikan variasi pada faktor eksperimen yang dilakukan.

Wadah peleburan mempunyai spesifikasi yang khusus untuk digunakan dalam proses peleburan logam, wadah peleburan juga bisa disebut dengan cetakan grafit atau cetakan ingot yang merupakan cetakan permanen sebagai konduktivitas termal yang baik dalam proses peleburan limbah aluminium. Pada perancangan tungku krusibel perlu dipertimbangkan beberapa hal diantaranya biaya perawatan yang ekonomis, mudah pindahkan, mudah dibuat, sistem operasi sederhana, dan biaya operasional yang rendah (A. A dkk., 2020).

### b. Alat *profile project PJ-A3000* mitutoyo



**Gambar 3.** *Hydraulic Universal Material Tester*

Untuk melakukan pengukuran pada titik diameter spesimen uji kekerasan dan selanjutnya dilakukan perhitungan dengan rumus *brinell* pada persamaan 1.

- Alat uji kekerasan *brinell*
- Cetakan permanen
- Tang
- Penjepit wadah grafit
- Kabel roll
- Timer (smartprhone)*
- Gerinda tangan
- Sarung tangan
- Gelas ukur (1000ml)
- Amplas P400 dan P600

## 2.1.2 Bahan Penelitian

- Limbah aluminium
- Air
- Air garam (kadar 20%)

## 2.2 Proses Pembuatan Spesimen

Tabel 1. Menyajikan informasi terkait dengan faktor dan level dalam eksperimen yang akan dilakukan, adapun faktor dan level tersebut terdiri dari 3 faktor yaitu temperatur peleburan, *holding time* dalam cetakan, dan *quenching*. Dari ketiga faktor tersebut diberikan 2 level pada masing-masing faktor, yaitu untuk temperatur peleburan menjadi 700°C dan 800°C, dan *holding time* menjadi 10 menit dan 15 menit, terakhir *quenching* yaitu air dan air garam. Material utama untuk penelitian ini adalah aluminium yang diambil dari velg bekas. Dalam pengecoran, suhu tuang bervariasi antara 660, 710, dan 760°C (Purwanto dkk., 2021).

**Tabel 1.** Faktor Eksperimen

No	Faktor	Level	
1	Temperatur	700°C	800°C
2	<i>Holding Time</i>	10 menit	15 menit
3	<i>Quenching</i>	Air	Air Garam

Aluminium adalah logam ringan yang banyak digunakan di banyak tempat alat transportasi baik darat, laut, udara dan bahan bangunan. Paduan aluminium mudah dilebur karena titik lelehnya yang rendah yaitu 660°C. (L. A dkk., 2017). Sifat mekanis aluminium paduan dan struktur mikronya sangat dipengaruhi oleh pilihan proses pengecoran dan komposisi paduan (Sun dkk., 2012).

### 2.2.1 Proses persiapan

- Pengumpulan limbah aluminium
- Pemisahan limbah aluminium dari benda asing
- Pembentukan limbah aluminium menjadi berbentuk bulat atau lonjong sesuai dengan wadah peleburan

### 2.2.2 Proses peleburan

- Menggunakan APD lengkap seperti sarung tangan, sepatu *safety*, dll
- Alat peleburan dinyalakan dan dipanaskan dengan temperatur 300°C - 500°C selama 15 menit
- Limbah aluminium dimasukkan ke dalam wadah peleburan
- Temperatur peleburan pada alat juga dinaikkan menjadi 700°C dan 800°C, kemudian tunggu hingga material melebur
- Limbah aluminium yang telah lebur selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan permanen, dan selanjutnya lakukan perlakuan seperti *holding time* dan *quenching*

## 2.3 Metode Pengujian Kekerasan

### 2.3.1 Penggunaan alat *hydraulic universal material tester*

- Pengujian diawali dengan menyalakan alat
- Memasang pelat pada permukaan yang akan dijadikan landasan spesimen yang di uji
- Spesimen diletakkan diatas pelat yang telah terpasang
- Tombol pada alat ditekan dan ditahan sampai angka *digital* pada *display* mendekati 9,8 dan kemudian dilepaskan

### 2.3.2 Penggunaan alat *profile project PJ-A3000* mitutoyo

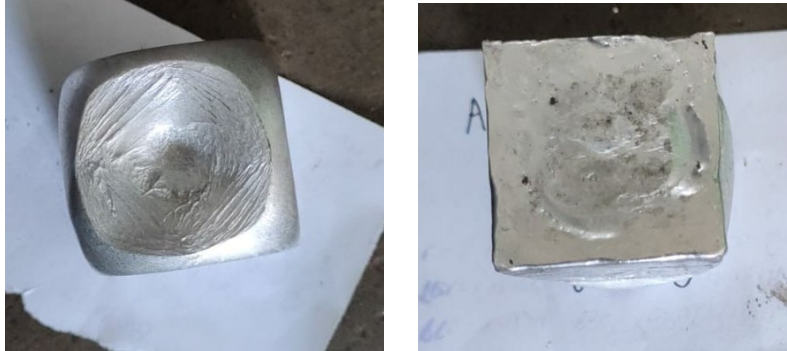
- Pengujian diawali dengan menyalakan alat
- Spesimen yang akan di ukur diameter titik uji kekerasan diletakkan pada landasan yang berbahan kaca
- Lampu pada alat dinyalakan agar terlihat jelas dimensi pada titik di layar
- Atur sumbu x dan y di tepi titik yang akan diukur serta jangan lupa diatur kembali ke titik 0 pada layar

e. Nilai yang didapat selanjutnya diolah menggunakan rumus pada persamaan (1)

$$HB = \frac{0,102 F}{\pi \cdot D_b \left( D_b - \sqrt{D_b^2 - D_i^2} \right)} \quad (1)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian



**Gambar 4.** Hasil Peleburan Aluminium

Gambar 4 menunjukkan dokumentasi dari hasil peleburan limbah aluminium dengan 4 eksperimen dari kombinasi 3 faktor dan 2 level yang terdapat pada tabel 1. Aluminium ini merupakan hasil dari cetakan permanen yang digunakan dalam proses peleburan sehingga hasilnya pun lebih rapi dan sempurna dari cetakan pasir, namun selanjutnya tetap akan dilakukan proses *finishing* agar bentuk dari setiap spesimen yang dileburkan ini lebih sempurna lagi sebelum akan dilakukan pengujian kekerasan dengan metode *brinell*. Porositas adalah suatu cacat dimana udara terperangkap akibat aliran turbulen logam cair saat proses penuangan melewati *gating system* yang dapat menurunkan kualitas hasil produk cor. (Wibowo dkk., 2017)



**Gambar 5.** Spesimen Hasil Pengujian Kekerasan

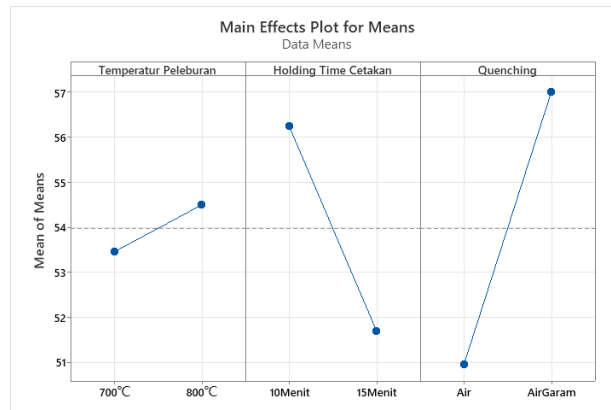
Gambar 5 menunjukkan contoh spesimen yang telah dilakukan pengujian kekerasan (*brinell*), terdapat beberapa titik pengujian yang dapat digunakan untuk selanjutnya mengetahui berapa besar angka kekerasan pada spesimen tersebut. Angka dari diameter lubang setelah proses pengujian kekerasan akan dihitung menggunakan alat alat *profile project PJ-A3000* mitutoyo yang dapat mengukur diameter dari lubang tersebut. Selanjutnya setelah didapat angka dari diameter tersebut maka dapat diolah datanya dengan menggunakan rumus pada persamaan (1).

#### 3.2 Hasil Metode *Taguchi* dan *Anova* (*Minitab*)

**Tabel 2.** *Response Table for Means*

Level	Temperatur Peleburan	Holding Time Cetakan	Quenching
1	53.45	56.25	50.95
2	54.49	51.70	57.00
Delta	1.04	4.54	6.05
Rank	3	2	1

Tabel 2 diatas menyajikan hasil *mean* (rata-rata) dari semua eksperimen untuk masing-masing kombinasi faktor dan levelnya. Tabel diatas juga dapat menunjukkan Perbedaan (*delta*) dan urutan (*rank*) dari semua faktor dan level yang digunakan.



Gambar 6. Main Effects Plot for Means

Gambar 6 menunjukkan grafik nilai kekerasan rata-rata pada masing-masing faktor dan level yang digunakan pada proses penelitian. yaitu rata-rata nilai kekerasan pada masing-masing faktor dan level namun dalam bentuk grafik, sehingga dapat terlihat dengan jelas perbedaan dari pengaruh faktor ataupun level yang digunakan sebagai variabel bebas untuk studi ini. Titik tertinggi dari ketiga grafik tersebut menunjukkan level dari masing-masing faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan dari hasil peleburan limbah aluminium.

Tabel 3. Coefficients (Anova)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
No	(Constant)	50.143	6.684		7.502	.000
	Temperatur	1.060	2.526	.101	.420	.686
	Holding Time	-4.563	2.526	-.436	-1.806	.109
	Quenching	6.063	2.526	.579	2.400	.043

a. Dependent Variable: Kekerasan

Tabel 3 menyajikan nilai Sig. dan t pada setiap variabel bebas. Nilai F hitung pada media pendingin (*quenching*) yaitu  $0,043 < 0,05$  dan nilai t yaitu  $2.400 > 2.306$ , dari kedua hasil tersebut dapat diartikan untuk media pendingin (*quenching*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan (hipotesis diterima). Sedangkan untuk temperatur dan *holding time* yang masing-masing nilai Sig.  $> 0,05$  dan nilai t  $< 2.306$  maka diartikan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan (*dependent variable*).

#### 4. KESIMPULAN

Dilihat dari data pembahasan dan analisis yang diterapkan, kesimpulan penelitian ini yaitu:

- Berdasarkan pada tiga variabel bebas yang digunakan (temperatur peleburan, *holding time* dalam cetakan, dan media pendingin), variabel yang paling berpengaruh terhadap nilai kekerasan aluminium setelah dilakukan peleburan dengan metode *gravity die casting* adalah media pendingin (*quenching*) kemudian *holding time*, dan temperatur.
- Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada eksperimen dengan temperatur: 800°C, *quenching*: air garam, *holding time*: 10 menit, dengan nilai rata-rata kekerasan adalah 59,79 Kg/mm<sup>2</sup>.

#### DAFTAR PUSTAKA

- A, A., K, K., Hasbi, M., S, S., & Yuspian. (2020). Rancang bangun dan uji coba tungku krusibel dari tabung gas bekas dengan menggunakan sumber panas gas LPG. *Jurnal Teknologi Terapan*, 6 (2), 118–124. <https://doi.org/https://doi.org/10.31884/jtt.v6i2.258>

- A, L., Tiwan, & Mujiyono. (2017). Tungku krusibel dengan economizer untuk praktik pengecoran di jurusan pendidikan teknik mesin FT UNY. *urnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 2 (1), 21–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/dinamika.v2i1.13496>
- A., P., Azfanizam, A. S., Ariffin, M. K. A., & Ismail, M. I. S. (2017). . Robust Product Design : A Modern View of Quality Engineering in Manufacturing Systems. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*, 4(3220–3225).
- Drihandono, S., & Budiyanto, E. (2016). Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High Pressure Die Casting/HPDC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,79 %). *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro*, 5(2477-250X), 30–38.
- Francis, L. F. (2016). Chapter 3 - Melt Processes. Dalam L. F. Francis (Ed.), *Materials Processing* (hlm. 105–249). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385132-1.00003-3>
- Jurni, M., & Siswanto, R. (2019). PENGARUH TEMPERATUR TUANG DAN JENIS MATERIAL AL RONGSOK (PISTON SEPEDA MOTOR DAN KALENG MINUMAN) TERHADAP POROSITAS, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGECORAN EVAPORATIVE. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 1(2745–6331), 95–102.
- Kepakisan, K. A. K., & Siswanto, R. (2019). PENGARUH MEDIA PENDINGIN DAN WAKTU TUNGGU TERHADAP POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO MATERIAL AL PADUAN (RONGSOKAN) MENGGUNAKAN METODE PENGECORAN EVAPORATIVE. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 4(2745–6331), 23–32.
- Ponco K.S, R., Siahaan, E., & Darmawan, S. (2016). PENGARUH UNSUR SILIKON PADA ALUMINIUM ALLOY (Al – Si) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Poros*, 14(2442–4501), 1–78.
- Prakoso, D. A. (2021, Agustus 18). STUDI PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN METODE GRAVITY DIE CASTING DAN GRAVITY INVESTMENT CASTING TERHADAP DENSITY, POROSITAS, STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN. *Institutional Repository Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 1–10.
- Purkuncoro, A. E., & Taufik, A. (2016). ANALISIS PERBANDINGAN MODEL CACAT CORAN PADA BAHAN BESI COR DAN ALUMINIUM DENGAN VARIASI TEMPERATUR TUANG SISTEM CETAKAN PASIR. *Jurnal Teknik Industri*, 6(2615–3866), 38–44.
- Purwanto, H., Darmanto, Kholis, N., & Mufidin, W. (2021). Pengaruh Variasi Temperatur Tuang pada Pengecoran Daur Ulang Al-Si terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan dengan Pola Styrofoam. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, 5(2656–5897), 43–51.
- Saputra, A., Firdaus, & Gunawan, I. (2021). PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN OLI, DROMUS, MINYAK SAYUR TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA SS-400 PADA PROSES MESIN BUBUT KONVENSIIONAL (LATHE MACHINE). *MACHINERY JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN*, 2 (1)(2776-673X), 45–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.4748670>
- SUN, S., YUAN, B., & LIU, M. (2012). Effects of moulding sands and wall thickness on microstructure and mechanical properties of Sr-modified A356 aluminum casting alloy. Dalam *Transactions of Nonferrous Metals Society of China: Vol. 22 (8)*. Elsevier. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(11\)61402-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1003-6326(11)61402-7)
- Wibowo, A., Anggono, J., & Risonarta, V. Y. (2017). *Modifikasi dimensi desain Runner dan Sprue Well pada Gravity Die Casting Timah Putih untuk Mengurangi Waste Material dan Porositas*. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1235748&val=6502&title=MODIFIKASI%20DIMENSI%20DESAIN%20RUNNER%20DAN%20SPRUE%20WELL%20PADA%20GRAVITY%20DIE%20CASTING%20TIMAH%20PUTIH%20UNTUK%20MENGURANGI%20WASTE%20MATERIAL%20DAN%20POROSITAS>
- Winarni, S., Sunengsih, N., & Amazaina, T. G. (2017). PENERAPAN OPTIMASI MULTI RESPON DENGAN METODE GREY TAGUCHI TOPSIS. *SEMINAR NASIONAL STATISTIKA FMIPA UNPAD*, 6(2087–2590), 484–495.