

## PENGARUH TIPE SALURAN PENGECORAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO ALUMINIUM AL 6061 DENGAN METODE SAND CASTING

Heni Hendaryati<sup>1\*</sup>, Mohamad Irkham M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang

\*Email: heni@umm.ac.id

### ABSTRACT

*Industrial development is developing very rapidly, one of which is in the field of metal casting. In the foundry industry, aluminum is one of the most used types. This is because aluminum has many advantages over other types of metal, namely: good corrosion resistance, relatively high mechanical properties, and good formability. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the duct system on the tensile strength and impact strength of Al 6061 aluminum using the sand casting method. A variation of this line system is to use a direct line, split line, and split line with an adder. From the results of the study, it was found that the highest average tensile strength occurred in the specimens using a split channel pattern with an adder, which was 120,25 MPa, while the lowest average tensile strength occurred in the specimens using a direct channel pattern which was 65,49 MPa. This also occurs for the impact price, where the highest impact value occurs in the variation of the split channel system pattern with an addition of 0,0081 Joule / mm<sup>2</sup> and the lowest impact value is using the direct channel pattern which results in an impact value of 0,005508 Joule / mm<sup>2</sup>.*

*Keywords: aluminium, sand casting, pattern, mechanical properties*

### PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan salah satu metode dalam pembuatan suatu benda. Metode dalam pengecoran logam berkembang menjadi berbagai macam jenis seiring dengan berjalannya waktu, perkembangan ilmu pengetahuan dan meningkatnya kebutuhan manusia [1]. Salah satu metode pengecoran yang banyak dipakai adalah dengan menggunakan metode cetakan pasir. Metode ini adalah salah satu metode pengecoran dengan cara memasukkan logam cair ke dalam cetakan pasir yang telah dibuat, dimana keunggulan dari proses ini adalah prosesnya yang mudah dan murah [2]. Bahan pasir yang dibuat untuk cetakan ini sangat beragam, seperti pasir sungai, pasir laut, dan pasir gunung. Pasir sungai dan laut yang memiliki kandungan lumpur dan garam yang dapat menyebabkan coran melepuh dan keropos. Pasir gunung dipilih karena selain murah dan mudah untuk didapat pasir gunung juga mengandung campuran lempung merata yang tinggi dan kebanyakan dapat dipakai setelah dicampur dengan air. Pasir gunung memiliki kemampuan lebih kuat dalam mengikat air, sehingga baik digunakan untuk proses pengecoran [3]. Salah satu bagian penting dalam proses pengecoran cetakan pasir adalah dengan sistem saluran, karena sistem saluran merupakan bagian dari cara masuknya logam cair ke dalam cetakan pasir [4]. Aluminium adalah material ketiga terbanyak yang terdapat pada lapisan bumi. Material ini adalah yang paling populer setelah besi dan baja [5]. Banyaknya penggunaan material akan secara langsung menyebabkan pula banyaknya jumlah limbah aluminium. Sehingga perlu dilakukan langkah untuk memanfaatkan pemanfaatan limbah aluminium menjadi produk yang dapat

digunakan lagi [6]. Material aluminium yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan aluminium jenis Al 6061.

### METODOLOGI PENELITIAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan aluminium Al 6061. Aluminium jenis ini memiliki beberapa unsur tambahan, antara lain Si, Cu, Mg, dan Cr. Komposisi dari material jenis ini bisa dilihat pada Tabel 1.



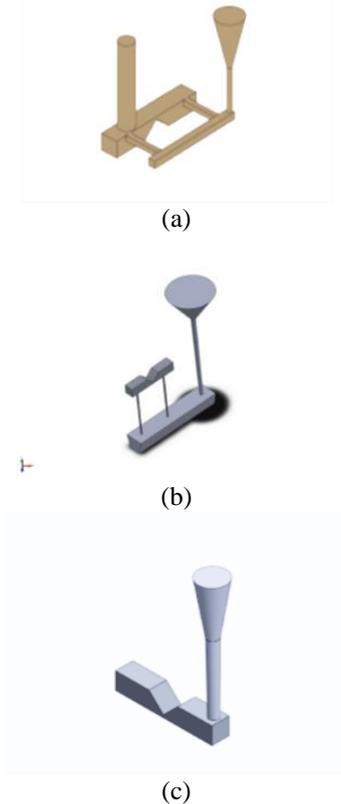
Gambar 1. Material pelat aluminium 6061

Kualitas hasil coran sangat dipengaruhi oleh sistem pola dalam pengecoran tersebut. Pola dalam proses pengecoran akan menentukan desain *riser* dan *gating system* dalam prakteknya [7]. Dalam penelitian ini pola yang digunakan adalah dengan menggunakan pola yang terbuat kayu. Karena selain murah, mudah, proses dalam pembuatannya juga tidak sukar.

Tabel 1. Komposisi Aluminium 6061

Paduan	Al	Si	Cu	Mg	Cr
6061	97.9	0.6	0.28	1	0.2

Sistem saluran dalam penelitian ini divariasikan dengan tiga macam, yaitu: model saluran A (saluran pisah). Model saluran B (saluran pisah dengan penambah), dan saluran C (saluran langsung) yang mana pada jenis ini saluran untuk masuknya logam cair langsung masuk melalui saluran turun.

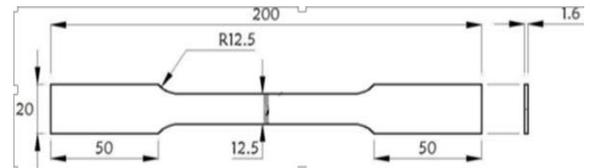


Gambar 2. Desain pola saluran

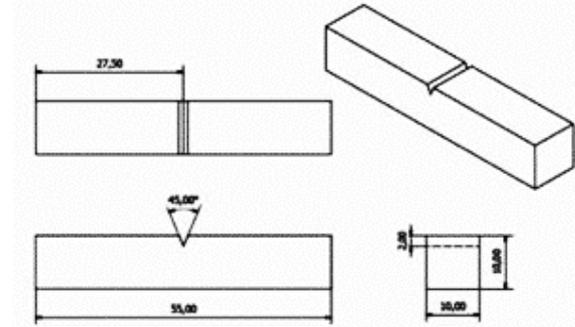
(a) Saluran pisah. (b) Saluran pisah dengan penambah  
(c) Saluran langsung

Salah satu cara untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu material adalah dengan cara menguji kekuatan tarik dan kekuatan *impactnya*[8]. Pengujian kekuatan tarik dibuat berdasarkan ASTM B-557-06 (*American Standard Testing Materials*) dengan dimensi spesimen dapat dilihat pada gambar 3. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik Shimadzu Corporation UH-300 kNX yang berada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Sedangkan untuk pengujian *impact* menggunakan metode charpy memiliki dimensi 10 x 10 x 55 mm dan memiliki takik (notch) berbentuk V dengan sudut 45° dengan kedalaman 2 mm ditengah. Pengujian ini didasarkan pada “standard method of tension testing metallic materials” dari ASTM Designation E23 “Annual Book Of ASTM Standars” American Society For Testing And Materials dengan dimensi spesimen dapat dilihat pada gambar 4. Pengujian ini dilakukan

dengan menggunakan alat uji Impact yang berada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik



Gambar 4. Spesimen Uji Impact [9]



Gambar 5. Alat Uji Tarik (Shimadzu UH-300kNX)

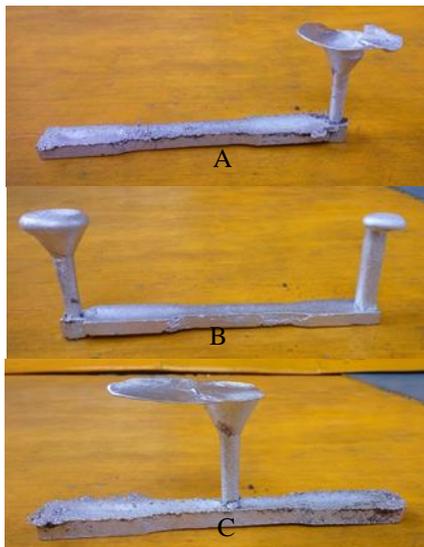


Gambar 6. Alat Uji Impact

## HASIL DAN PEMBAHASAN

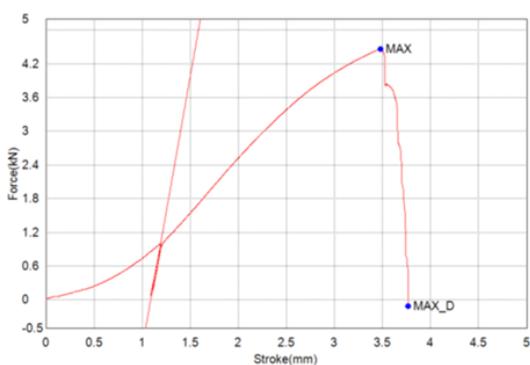
### Hasil Uji Tarik

Dari proses pengecoran yang telah dilakukan dengan memvariasikan sistem saluran, yaitu sistem saluran pisah, sistem saluran pisah dengan penambah, dan sistem saluran langsung, didapatkan hasil sebagaimana terlihat pada Gambar 7.

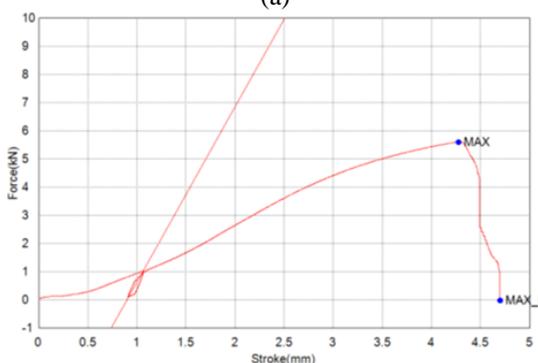


Gambar 7. Hasil coran dengan menggunakan ketiga variasi pola

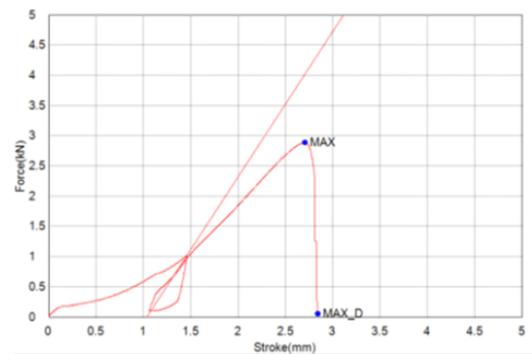
Gambar 7 menunjukkan hasil coran dari ketiga variasi pola yang telah dibuat. Pada gambar A terlihat bahwa dari hasil yang telah dibuat terjadi sedikit penyusutan, sedangkan pada gambar B dan C tidak terlihat terjadinya penyusutan. Penyusutan ini biasanya akan menimbulkan cacat coran porositas yang mana akan terjadi kekosongan yang diakibatkan adanya gas yang terjebak pada saat logam mengalami proses pembekuan [10]. Setelah hasil coran didapatkan, maka dilakukan pengujian tarik dari setiap variasi. Dari setiap variasi akan dilakukan perhitungan rata-ratanya. Pengujian kekuatan tarik dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Besarnya tegangan maksimum yang terjadi akan dijadikan acuan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dari setiap spesimen.



(a)



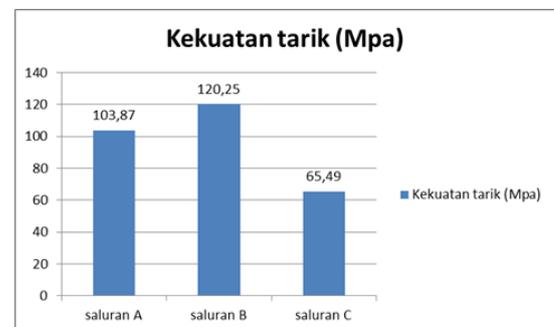
(b)



(c)

Gambar 8. Grafik uji tarik dari ketiga variasi

Dari grafik uji tarik yang terlihat pada gambar 8 dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai kekuatan tariknya, setelah dilakukan perhitungan, dari setiap variasi dan dirata-rata didapatkan nilai kekuatan tariknya.



Gambar 9. Grafik Kekuatan tarik dari ketiga variasi

Dari gambar 9 grafik kekuatan tarik rata-rata dengan memvariasikan model saluran, didapatkan bahwa kekuatan tarik rata-rata yang tertinggi terjadi pada spesimen dengan model saluran pisah dengan penambah, yaitu sebesar 120,25 Mpa. Kemudian diikuti dengan model saluran A (saluran pisah) yang memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 103,87 Mpa. Sedangkan kekuatan tarik rata-rata yang terkecil terjadi pada spesimen dengan model saluran langsung dengan nilai kekuatan tarik sebesar 65,49 Mpa. Hal ini bisa disebabkan karena kekuatan tarik suatu material juga dipengaruhi oleh kecepatan pendinginan yang terjadi. Semakin cepat laju pembekuan yang terjadi, maka material yang didapatkan kekuatannya akan semakin tinggi, begitu juga sebaliknya.



Gambar 10. Bentuk patahan spesimen tarik

Pengamatan foto makro pada Gambar 10 menunjukkan bentuk patahan dari spesimen hasil pengujian kekuatan tarik dapat diketahui bahwa pada spesimen B (saluran pisah dengan penambah) bentuk patahan yang terjadi termasuk ulet. Sedangkan pada saluran model A (saluran pisah) dan model C (saluran langsung) bentuk patahannya termasuk *brittle*. Pada bentuk patahan dari kedua model ini memiliki bentuk patahan yang relatif lurus, namun juga terjadi sedikit perbedaan, dimana pada model A bentuk patahannya memiliki amplitudo yang cukup besar.

### Hasil Uji Impact

Dari spesimen uji *impact* yang telah dibuat sesuai dengan variasi masing-masing, selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui besarnya energi serap dan harga *impact* dari setiap spesimen. Dalam menghitung energi serap yang terjadi pada setiap spesimen digunakan rumusan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E_s &= \text{energi awal} - \text{energi yang tersisa} \\ &= m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h' \\ &= m \cdot g(R - R \cos \alpha) - m \cdot g(R - R \cos \beta) \\ &= m \cdot g \cdot R(\cos \beta - \cos \alpha) \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} E_s &= \text{energi serap (J)} \\ m &= \text{berat pendulum (kg)} \\ g &= \text{percepatan gravitasi} = 9,8 \text{ m/s}^2 \\ R &= \text{panjang lengan pendulum} = 0,27 \text{ m} \\ \alpha &= \text{sudut pendulum sebelum diayunkan} \\ \beta &= \text{sudut pendulum setelah diayunkan} \end{aligned}$$

Nilai energi serap rata-rata dari semua spesimen bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Energi serap rata-rata

NO	Variasi	E. Serap (Joule)
1	S. Pisah dengan Penambah	0,8100
2	S. Pisah	0,6804
3	S.Langsung	0,5508

Tabel 2 menunjukkan bahwa energi serap yang tertinggi terjadi pada spesimen pengecoran dengan menggunakan model saluran pisah dengan penambah, dimana nilai energi serapnya adalah sebesar 0,81 Joule. Sedangkan pada model saluran langsung didapatkan angka energi serap yang terkecil dari ketiga variasi yang lain, yaitu di angka 0,5508 Joule. Untuk lebih jelas dalam mengetahui besarnya energi serap pada tiap variasi model saluran dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik energi serap rata-rata

Untuk menghitung besarnya harga *impact* pada setiap spesimen, bisa didapatkan dari besarnya energi serap yang terjadi dibagi dengan luasan penampang setiap spesimen. Rumus untuk perhitungan harga *impact* bisa dengan menggunakan cara sebagai berikut:

$$HI = E_s / A$$

Dengan

HI = harga impact (J/mm<sup>2</sup>)

E<sub>s</sub> = energi serap (J)

A = luasan penampang spesimen (mm<sup>2</sup>)

Dari perhitungan harga *impact* setiap spesimen, didapatkan HI sesuai variasi model saluran yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Rata-rata Harga Impact

NO	Variasi	Harga Impact (Joule/mm <sup>2</sup> )
1	S. Pisah dengan Penambah	0,008100
2	S. Pisah	0,006804
3	S.Langsung	0,005508

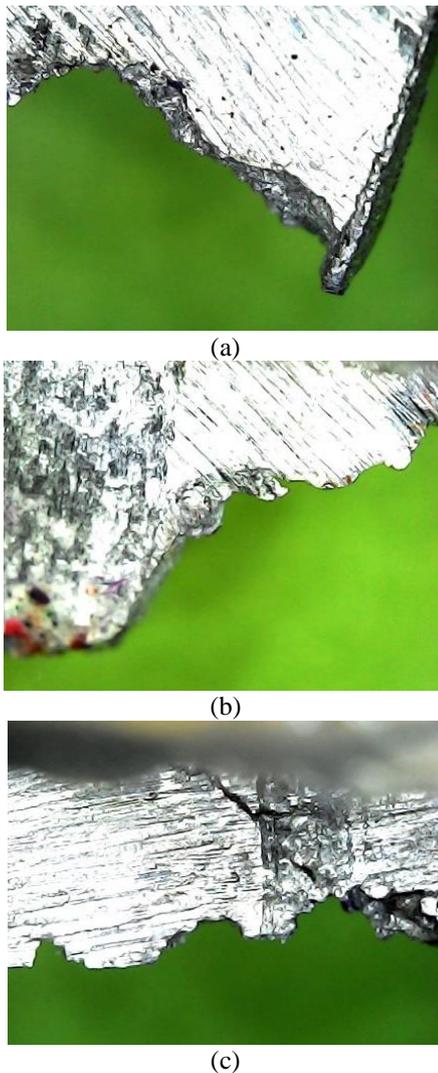
Karena luas dari bidang permukaan spesimen *impact* dari setiap variasi sama-sama memiliki nilai 100 mm<sup>2</sup>, maka nilai dari harga impact juga sesuai dengan nilai energi serap rata-rata dari semua spesimen.

### Analisis Bentuk Patahan

Dari hasil patahan semua spesimen yang terjadi, untuk mengamati lebih teliti dari patahan ini dilakukan uji foto mikro. Foto mikro diambil sesuai dengan variasi model saluran yang dilakukan, yaitu model A untuk saluran pisah, model B untuk saluran pisah dengan penambah, dan model C untuk saluran langsung.

Struktur mikro atau metalografi merupakan susunan dari struktur yang bentuknya berbeda dan tergantung dari proses ketika pembentukan struktur itu sendiri, yang mana ukurannya sangat kecil dan bentuknya yang tidak beraturan [11].

Struktur mikro patahan yang ditunjukkan pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa bentuk permukaan pada spesimen B (pola saluran pisah dengan penambah) bentuknya terlihat patahan ulet, yang mana hal ini sesuai dengan teori bahwa ketika energi *impact* semakin naik maka bentuk patahan dari suatu material semakin menunjukkan ke arah bentuk patahan ulet. Fenomena ini juga dipengaruhi oleh kecepatan pembekuan dari material logam tersebut. Hal yang berbeda ditunjukkan pada bentuk patahan pada variasi C, variasi dengan model saluran langsung. Dimana pada model saluran langsung ini, bentuk patahan yang terjadi terlihat *brittle*. Hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin material memiliki kekuatan *impact* yang semakin menurun, yang diikuti oleh menurunnya temperatur, maka patahan yang terjadi semakin ke arah *brittle*.



Gambar 12. Foto mikro patahan dari tiap variasi

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kekuatan tarik didapatkan bahwa kekuatan tarik rata-rata yang terbesar terjadi pada spesimen dengan menggunakan pola saluran B dengan nilai sebesar 120,25 Mpa, sedangkan yang terendah terjadi pada spesimen dengan menggunakan pola saluran C dengan nilai sebesar 65,49 Mpa.
2. Kekuatan *impact* rata-rata yang tertinggi terjadi pada spesimen dengan model saluran A (saluran pisah dengan penambah) dengan nilai sebesar 0,0081 Joule/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kekuatan *impact* rata-rata yang terkecil terjadi pada spesimen dengan model saluran langsung dengan nilai kekuatan *impact* sebesar 0,005508 Joule/mm<sup>2</sup>.
3. Cacat penyusutan terjadi pada model saluran A, sedangkan hasil coran dengan menggunakan model pola saluran B dan C tidak terjadi cacat penyusutan.

## SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kekuatan tarik dan harga *impact* suatu material akan berbeda jika dilakukan dengan model saluran yang berbeda pada proses *sand casting*. Pada penelitian ini masih membahas mengenai pengaruh bentuk saluran terhadap sifat mekaniknya. Tentu masih sangat luas untuk mengembangkan penelitian ini dengan memvariasikan berbagai faktor lain yang mempengaruhi kualitas dan sifat mekanik dari suatu material jika dilakukan dengan menggunakan pengecoran *sand casting*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sumpena, 2017. "Pengaruh Paduan Serbuk Fe12% pada Aluminium terhadap Porositas dan Struktur Mikro dengan Metode Gravity Casting," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 1, no. 1, p. 20, doi: 10.30588/jeemm.v1i1.225.
- [2] Stephen D. Chastain, 2004. "Metal Casting A Sand Casting.pdf."
- [3] D. N. Febriani and M. A. Irfa'i. 2018. Optimalisasi Temperatur Tuang terhadap Struktur Mikro Paduan Al-Si Abstrak. *Jtm*, vol. 6, pp. 147–152.
- [4] M. T. Wijaya, Z. -, and W. -, 2017. "Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 219–224, doi: 10.24176/simet.v8i1.933.
- [5] M. Viqar Mohiuddin, A. Krishnaiah<sup>2</sup>, and S. Ferhathullah Hussainy<sup>3</sup>, 2015. "Influence of Sand Molding Process Parameters on Product Quality of Al-Si Alloy Casting - an Anova Approach," *Int. J. Adv. Res. Sci. Eng.*, vol. 8354, no. March, pp. 1751–1760,
- [6] B. Hidayanto, A. Wardoyo, and W. Darojad, 2018. "Pengaruh Variasi Temperatur Tuang pada Pengecoran Daur Ulang Al-Si terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan dengan Pola Lost Foam ". *J. Tek. Mesin Untirta*, vol. IV, no. 1, pp. 45–49,
- [7] R. Banchhor and S. K. Ganguly, 2014. "Optimization in Green Sand Casting Process for Efficient, Economical and Quality Casting," *Int. J. Adv. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 25–29,
- [8] L. Y. Pio, S. Sulaiman, A. M. Hamouda, and M. M. H. M. Ahmad, 2005, "Grain refinement of LM6 Al-Si alloy sand castings to enhance mechanical properties," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 162–163, no. SPEC. ISS., pp. 435–441, doi: 10.1016 / j.jmatprotec .2005 .02. 217.
- [9] American Society for Testing and Materials Annual, 1992. "Annual Book of ASTM Standards.," vol. Sec., 4.
- [10] A. R. S.ST. and M. T. Moch. Ahyarsyah, S.ST., M.T ; Kus Hanaldi, S.T., "Porositas Gas

- Dalam Proses Gravity Sand Casting Pada Nozzle Cup Material Sch 13,” pp. 1–10.
- [11] S. Dimas Surya Widodo, 2014 “Jurnal teknik mesin, tahun 22, no. 1, april 2014 39,” no. 1, pp. 39–45,.