

Analisis Kekerasan Dan Cacat Porositas Terhadap Variasi Temperature Pada Al-Si Dengan Metode Lost Foam Casting

Analysis Of Hardness And Porosity Defects On Temperature Variation On Al-Si With Lost Foam Casting Method

Moh. Ja'far Baihaqi¹, Johan Wayan Dika² dan Mashudi³

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar

e-mail: ¹baihaqij24@gmail.com, ²johan.wayandika@gmail.com, ³bangkitkholil@gmail.com

Abstrak

Aluminium Silicon memiliki kelebihan dibandingkan logam lain, diantaranya bobotnya ringan, tahan terhadap korosi serta sebagai konduktor panas dan listrik. Tetapi dalam pengaplikasiannya, aluminium silicon masih memiliki kelemahan dalam sifat mekanik. Penelitian ini, bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur pada paduan Al-Si. Hasil material dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan dan masukan yang bermanfaat bagi ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan rekayasa pengecoran logam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu piston dilebur dahulu dalam tungku pembakaran kemudian dengan temperatur 775°C, 800°C dan 825°C dituang ke dalam cetakan pasir sehingga menjadi sebuah spesimen. Kemudian dilakukan uji kekerasan menggunakan alat uji microvickers dan cacat porositas menggunakan uji porositas. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa paduan AlSi-Styrofoam dapat meningkatkan sifat mekanik. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada temperatur 825°C sebesar 134,1 HV dengan cacat porositas 20% dan nilai kekerasan terendah terdapat pada 775°C sebesar 112,3 HV dengan cacat porositas 8,4%.

Katakunci: Pengecoran, Al-Si-Styrofoam, Kekerasan(Microvickers), Cacat Porositas

Abstract

Aluminum Silicon has advantages over other metals, including light weight, resistance to corrosion and as a conductor of heat and electricity. But in its application, aluminum silicon still has a weakness in mechanical properties. This study aims to analyze the effect of temperature variations on Al-Si alloys. The material results from this research are expected to be used as references and useful inputs for science related to metal casting engineering. The method used in this research is that the piston is melted first in a furnace and then at a temperature of 775°C, 800°C and 825°C is poured into a sand mold so that it becomes a specimen. Then the hardness test was carried out using a microvickers test equipment and the porosity defects were carried out using the porosity test. The results of the study showed that the AlSi-Styrofoam alloy could improve the mechanical properties. The highest hardness value is at a temperature of 825°C at 134.1 HV with a porosity defect of 20% and the lowest hardness value is at 775°C at 112.3 HV with a porosity defect of 8.4%.

Katakunci: Pengecoran, Al-Si-Styrofoam, Kekerasan(Microvickers), Cacat Porositas

PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan salah satu teknik pembuatan sebuah produk dengan cara memanaskan logam sampai cair di dalam tungku peleburan kemudian logam cair tersebut dituangkan ke dalam cetakan yang sudah dibuat yang sudah serupa dengan produk yang akan dibuat dengan bentuk benda aslinya [1]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengecoran logam sehingga hasil coran tersebut dapat dikatakan baik diantaranya perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan dari logam cair dalam cetakan, terdapat aliran logam cair di dalam rongga cetak, pembekuan logam dari kondisi cair, pengaruh penggunaan material cetakan.

Salah satu jenis material yang paling sering digunakan dalam pengecoran adalah aluminium [2]. Hal ini dikarenakan sifat aluminium yang tahan pada korosi serta mempunyai hantaran listrik cukup baik. Aluminium dapat dihasilkan melalui proses pengolahan murni atau dicampur dengan unsur kimia lain seperti pengecoran (*casting*) atau pembentukan (*forming*) [3]. *Mechanical properties* yang terdapat pada hasil pengecoran aluminium masih dikatakan rendah

History of article:

Received: November, 2021 : Accepted: Desember, 2021

[4]. Aluminium murni memiliki sifat bisa cor dan mempunyai sifat mekanis yang buruk, oleh sebab itu perlu diberikan unsur tambahan atau perpaduan [5]. Hasil penelitian lain [6] menunjukkan bahwa agar aluminium mempunyai kekuatan yang baik biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur-unsur seperti Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, dan sebagainya. Dari sekian banyak unsur paduan, silikon merupakan unsur yang paling sering digunakan khususnya pada komponen otomotif [7].

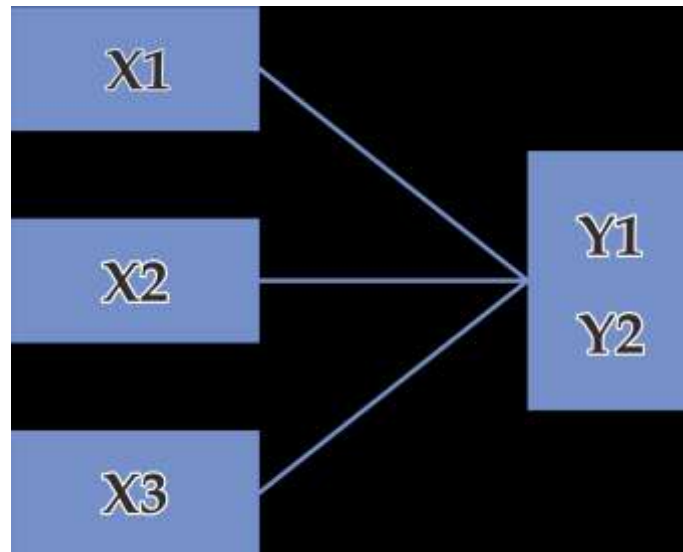
Aluminium paduan merupakan bahan logam yang banyak digunakan pada berbagai aplikasi. Produk-produk aluminium sering dihasilkan melalui proses pengecoran. Aluminium paduan hasil pengecoran banyak dijumpai pada industri otomotif seperti, handle rem, bottom, dudukkan *shockbreaker* dan lain sebagainya. Penggunaan paduan aluminium untuk komponen otomotif dituntut memiliki kekuatan yang baik [8]. Paduan al-si memiliki beberapa keunggulan yaitu berat jenis yang rendah, koefisien pemuaian termal dari unsur silikon sangat rendah [9]. Paduan aluminium dengan kandungan si (7 - 9) % dan mg (0,3 - 1,7)% dikeraskan dengan presipitasi, dimana akan terjadi presipitasi mg_2si dan memiliki sifat mekanis yang sangat baik. Paduan aluminium yang mengandung magnesium sekitar (4 - 10)% mempunyai sifat yang baik terhadap korosi, memiliki tegangan tarik 30 kg/mm² dan sifat mulur diatas 12%. Paduan aluminium-tembaga dan aluminium-magnesium merupakan paduan aluminium yang sangat baik jika diberikan proses perlakuan panas.

Terdapat berbagai metode pengecoran yang digunakan untuk mendapatkan hasil cor dengan kekuatan yang optimal [10]. Hal ini diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, diantaranya metode *high pressure die casting*, *low pressure die casting*, pengecoran *sentrifugal* dan *gravity die casting*, dan metode pengecoran cetakan tidak tetap adapun jenisnya pengecoran cetakan pasir, *investment casting* dan *lost foam casting*. Pengecoran aluminium paduan salah satunya dapat dilakukan dengan cetakan pasir dengan pola sekali pakai dengan bahan model dari foam atau disebut metode *lost foam casting*, yaitu suatu metode dimana model atau pola pengecoran dari foam dapat hilang akibat penguapan saat kontak dengan logam cair saat proses penuangan. Dengan proses pengecoran cetakan pasir dengan metode *lost foam casting* (model dari styrofoam) dengan bahan cor dari aluminium paduan daur ulang, diharapkan lebih praktis dan ekonomis untuk kegiatan industri pengecoran skala kecil pada umumnya. Dalam pengerjaan pengecoran khususnya *lost foam casting* selalu diharapkan untuk mendapatkan kualitas bagus baik dari segi desain hasil benda coran maupun kekuatan materialnya dengan cara meminimalisir terjadinya faktor-faktor kegagalan [11].

Karakteristik dari logam cair terhadap styrofoam tentu akan mempengaruhi hasil dari pengecoran. Temperatur penuangan cairan ke dalam cetakan akan mempengaruhi hasil benda cor. Pola Styrofoam perlu dibuat agar sisa karbon hasil pembakaran Styrofoam dapat terkumpul pada tempat yang mudah dihilangkan pada waktu proses pemesinan. Pola styrofoam dibenamkan dalam pasir silika akan menjadi ruang tempat keluarnya gas hasil pengecoran. Pemilihan ukuran dari butiran pasir (mesh) berbeda akan menghasilkan benda cor dengan karakteristik berbeda pula [12]. Metode alternatif yang dapat digunakan untuk memproduksi dengan jumlah sedikit, dengan bentuk yang rumit adalah dengan menggunakan metode pengecoran dengan pola cetakan *polystyrene foam* atau yang lebih dikenal dengan pengecoran evaporatif (*lost foam casting*). *Lost foam casting* secara luas digunakan untuk coran paduan aluminium untuk menghasilkan komponen yang mempunyai bentuk yang kompleks [13]. Suhu penuangan paduan Al-7%Si yang lebih tinggi akan meningkatkan kekasaran permukaan benda cor. Superheat (suhu diatas temperature cair) yang lebih akan menjadikan cairan logam mudah terserap ke celah-celah diantara pasir yang menyebabkan kekasaran benda cor meningkat. Kekerasan hasil pengecoran menggunakan pola konvensional akan semakin meningkat seiring meningkatnya temperatur logam cair yang dituangkan ke dalam cetakan. Selain itu uji cacat porositas yg dihasilkan dari pengecoran temperature tinggi akan mendapat nilai lebih rendah sedangkan dengan pengecoran temperature rendah akan mendapat nilai cacat porositas yang besar.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah rancangan penelitian eksperimental. Jenis pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Dalam penelitian kuantitatif dituntut untuk menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dari hasilnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekerasan dan cacat porositas pada paduan Al-Si (piston Mitsubishi) yang ditahan selama kondisi lebur dengan temperature 775°C, 800°C dan 825°C. Dalam menentukan kekerasan dan cacat porositas pada paduan aluminium silikon (piston Mitsubishi), data yang telah didapat dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Data yang telah diperoleh dari hasil pengujian kekerasan dan cacat porositas.



Gambar 1. Diagram Rancangan Penelitian

Keterangan:

X1 = Spesimen mengalami perlakuan panas dengan temperatur 775°C

X2 = Spesimen mengalami perlakuan panas dengan temperatur 800°C

X3 = Spesimen mengalami perlakuan panas dengan temperatur 825°C

Y1 = Uji Kekerasan

Y2= Cacat Porositas

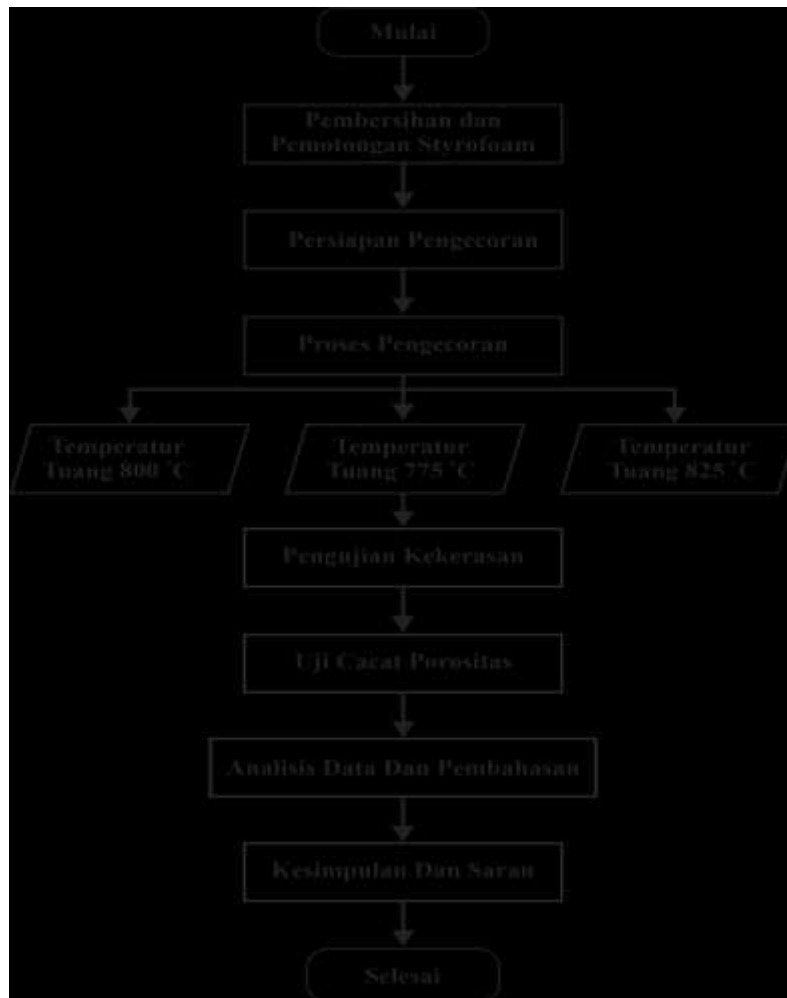
Untuk setiap perlakuan diambil sampel sebanyak 3.



Gambar 2. Alat Uji Kekerasan(Microvickers)

Variable dalam penelitian ini yaitu bahan pengecoran menggunakan piston bekas(Al-Si) dan penambahan styrofoam, temperatur yang digunakan 775°C, 800°C dan 825°C, cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir dengan metode *Lastfoam Casting*, pengujian kekuatan kekerasan material menggunakan alat uji microvickers dan foto cacat porositas. Dalam variabel temperature penelitian ini menggunakan suhu 775°C, 800°C dan 825°C hal ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kekerasan dan cacat porositas pada paduan aluminium silicon dan *styrofoam*. Instrumen dalam penelitian ini adalah alat uji kekerasan(microvickers) yang digunakan untuk memperoleh data kekerasan. instrumen merupakan alat bantu bagi peneliti didalam menggunakan metode pengumpulan data. Alat yang digunakan untuk menunjang keberhasilan dalam penelitian ini antara lain Jangka Sorong, Timbangan Analog, Dapur Krusibel, Digital Thermometer, Kerangka Cetak Mesin uji Kekerasan(Microvickers) dan uji cacat porositas.

Objek pada penelitian ini adalah coran paduan Al-Si dan *Styrofoam* sebanyak 9 spesimen. Spesimen dalam bentuk balok dengan ukuran panjang 7 cm, lebar 2,2 cm dan tinggi 1,8 cm untuk uji kekerasan dan cacat porositas. Total semua spesimen yang dibutuhkan adalah 12 dengan ukuran dan bentuk yang sama. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yang dilakukan dengan cara merangkum hasil penelitian dari pengujian dan pengamatan yang dilakukan. Data yang diperoleh berupa nilai rerata ditampilkan dalam bentuk tabel, dan histogram sehingga lebih mudah dibaca.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

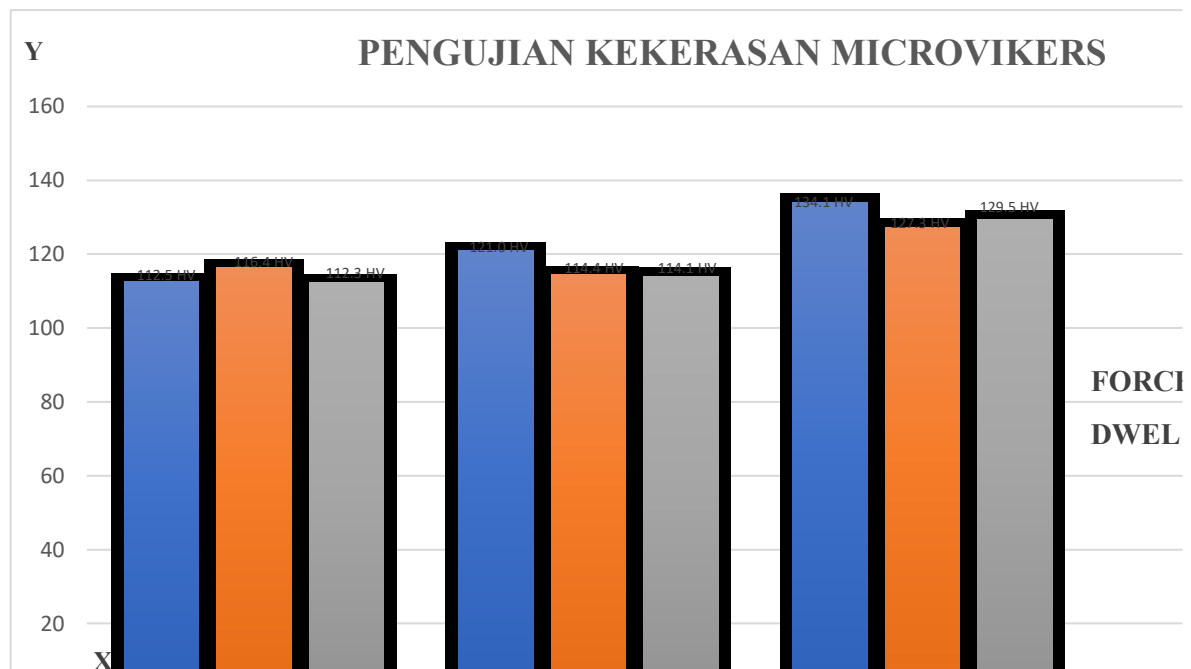
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data pada penelitian ini menggambarkan sebuah data yang akan diperlihatkan di bawah ini. Sebelum melakukan penelitian, peneliti mempersiapkan alat dan bahan terlebih dahulu dengan menyiapkan bahan pengecoran piston bekas dan Styrofoam. Cetakan pengecoran yang digunakan yaitu cetakan pasir, alat pengecoran, alat uji spesimen *microvickers* dan kamera sebagai penunjang penelitian. Peneliti mempersiapkan bahan dan pembedaan Styrofoam. Selanjutnya piston bekas harus dilebur dahulu untuk membuang keraknya agar mendapatkan aluminium silikon yang murni setelah itu aluminium silikon murni dilebur hingga suhu 775°C, 800°C dan 825°C sehingga nanti dapat dilihat perbedaannya.



Gambar 4. Specimen Pengujian

Penelitian pertama, peneliti melakukan pengujian kekerasan specimen paduan Al-Si-Styrofoam yang memiliki temperatur 775°C dengan menggunakan alat uji microvickers dengan hasil uji specimen 1=11,25 HV specimen 2=116,4 HV specimen 3=112,3 HV. Penelitian kedua, peneliti melakukan pengujian kekerasan specimen paduan Al-Si-Styrofoam yang memiliki temperatur 800°C dengan menggunakan alat uji microvickers dengan hasil uji spesimen 1=121,0 HV spesimen 2=114,4 HV spesimen 3=114,1 HV. Penelitian ketiga, peneliti melakukan pengujian kekerasan specimen paduan Al-Si-Styrofoam yang memiliki temperatur 825°C menggunakan alat uji microvickers dengan hasil uji spesimen 1=134,1 HV specimen 2=127,3 HV spesimen 3=129,5 HV.



Gambar 5. Grafik uji kekerasan (Microvickers)

Rata rata dari hasil penelitian yaitu nilai terendah berada pada temperatur 775°C dan tertinggi terdapat pada temperatur 825°C, sehingga bisa dikatakan bahwa semakin besar temperatur peleburan semakin tinggi pula nilai kekerasan yang didapat.



Gambar 6. Spesimen Uji Cacat Porositas

Pengujian porositas merupakan pengujian untuk memeriksa cacat pada coran. Pengujian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap penghitungan densitas benda hasil coran lalu dengan menggunakan perbesaran gambar dengan foto mikro sehingga hasil yang didapat valid dan saling menguatkan. Untuk menguji nilai porositas spesimen digunakan dengan menghitung berat spesimen di udara dan menghitung berat spesimen di air, setelah itu dilakukan perhitungan porositas melalui rumus.

$$\text{Spesimen 1 (775}^{\circ}\text{C)} = (73,18 \text{ gram} - 67 \text{ gram}) / 73,18 \text{ gram} \times 100\% = 8,4 \%$$

$$\text{Spesimen 2 (800}^{\circ}\text{C)} = (73,18 \text{ gram} - 59 \text{ gram}) / 73,18 \text{ gram} \times 100\% = 19 \%$$

$$\text{Spesimen 3 (825}^{\circ}\text{C)} = (73,18 \text{ gram} - 58 \text{ gram}) / 73,18 \text{ gram} \times 100\% = 20 \%$$

Dari presentase 3 spesimen tersebut dapat dilihat bahwa hasil produk dari variasi temperatur tuang 775°C memiliki tingkat porositas yang paling banyak dibandingkan temperatur tuang 800°C dan temperatur 825°C. Porositas terbentuk akibat gelembung – gelembung udara yang larut dan terperangkap selama proses penuangan, selama proses pembekuan dimana temperatur mengalami penurunan, maka kelarutan *hydrogen* dalam aluminium menurun. Hal ini mengakibatkan *hydrogen* keluar melalui bagian yang lebih tinggi dari cetakan. Sebagian gelembung tidak sempat keluar melalui saluran udara dan terjebak di dalam cetakan yang tercampur dengan logam sehingga menyebabkan porositas. Porositas terjadi akibat adanya *back pressure* dari *Styrofoam*. Temperatur yang rendah akan banyak terbentuk porositas akibat *back pressure* tersebut, hal ini dikarenakan ketika logam cair dengan temperatur tuang rendah mencoba untuk mendorong *Styrofoam*, tekanan yang dihasilkan dari temperatur tersebut tidak terlalu kuat, akhirnya tertahan dan cepat dingin akibat pengaruh dari cetakan pasir.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan bahwa paduan aluminium silikon(Al-Si) dan Styrofoam dengan variasi 775°C, 800°C dan 825°C dapat mempengaruhi tingkat kekerasan benda uji dan cacat porositas. dengan kekuatan kekerasan tertinggi pada temperatur 825°C dan cacat porositas paling banyak pada temperatur 775°C sehingga bisa dikatakan bahwa paduan aluminium silikon(Al-Si) dan Styrofoam dengan variasi temperatur dapat mempengaruhi kekerasan serta cacat porositas.

SARAN

Untuk memperoleh hasil yang optimal dan melanjutkan penelitian pada penelitian berikutnya ada beberapa hal yang perlu dicermati antara lain (1) Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan jenis logam paduan yang sama yaitu Al-Si-Styrofoam dengan menggunakan metode *investment casting* pada variasi temperatur yang sama dengan menambahkan *treatment* pada cetakan, (2) Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan jenis paduan yang lain dengan variasi temperatur dan (3) Dalam pemilihan bahan untuk pengujian disarankan untuk memilih bahan yang memiliki kadar sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Zainudin, M. Pd selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Muhammad Helmi Hakim, M.Si., S.Si selaku Dekan FIE, Nurhadi Saputro, S. Pd., M. Eng. selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Johan Wayan Dika, M.Pd. selaku dosen pembimbing I, Mashudi, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing II, Drs. Imam Sudjono, M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang yang telah memberikan tempat penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purkuncoro, A. E., & Taufik, A. (2016). Analisis Perbandingan Model Cacat Coran Pada Bahan Besi Cor Dan Aluminium Dengan Variasi Temperatur Tuang Sistem Cetakan Pasir. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 38-44.
- [2] Anwar, F. M., Hidayat, M. I. P., & Ramadhani, M. (2021). Simulasi Aliran pada Proses Pengecoran Connecting Rod Berbahan Aluminium 7075 untuk Mesin Motor 150 cc dengan Variasi Tinggi Sprue Cetakan dan Temperatur Penuangan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), F171-F176.
- [3] 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. *Jtam rotary*, 1(1), 23-32.
- [4] Rusnoto. 2013. Studi Kekuatan Impak pada Pengecoran Paduan Al-Si (Piston Bekas) dengan Penambahan Unsur Mg. *Jurnal Foundry*, (online), 3 (2) : 24-28, (<http://e-journal.polmanceper.ac.id/index.php/FOU/article/view/24>), diakses 1 Februari 2016
- [5] Pratika, I.D., Rasyid, A.H.A., Irfai, M.A. (2021). Perbandingan Metode Sand Casting Dengan Metode Centrifugal Casting Terhadap Kekuatan Bending Dan Porositas Paduan Aluminium Silikon. *Jtm*. Vol. 9, No. 1, PP. 65-70
- [6] Suprpto, S., Sujitno, T., & Taufik, T. (2016). Analisa Permukaan Material Aluminium Paduan (Alsiu) Hasil Nitridasi Ion. *Ganendra*, 19(2), 65-74.
- [7] Habibiy, M. N., Purwanto, H., & Respati, S. M. B. (2018). Analisa Pengaruh Penambahan Titanium (Ti) Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Produksi Sepatu Kampas Rem Daur Ulang Berbahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Dengan Metode Pengecoran Squeeze. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 10(2).
- [8] Danhardjo, D. (2013). Analisis Sifat Mekanik Paduan Al-Si Pada Cast Piston Dan Forged Piston. *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, 23(2).
- [9] Romli, R. (2012). Pengaruh proses pengelasan tig terhadap sifat mekanis bahan paduan aluminium. *Austenit*, 4(01).
- [10] Sumpena, S. (2017). Pengaruh Paduan Serbuk Fe12% pada Aluminium terhadap Porositas dan Struktur Mikro dengan Metode Gravity Casting. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 1(1), 20-25.
- [11] Purkuncoro, A. E., & Taufik, A. (2019). Pengaruh bentuk saluran pada proses pengecoran dengan model dari styrofoam terhadap sifat mekanis aluminium paduan al-si-cu. *Jurnal penelitian dan aplikasi sistem & teknik industri (pasti)*, 13(2).
- [12] Kumar, S., Kumar, P., & Shan, H. S. (2007). Effect of evaporative pattern casting process parameters on the surface roughness of Al-7% Si alloy castings. *Journal of materials processing technology*, 182(1-3), 615-623.
- [13] Guler, K. A., Kisasoz, A., & Karaaslan, A. (2014). Effects of pattern coating and vacuum assistance on porosity of aluminium lost foam castings. *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*, 55(5), 424-428.