

Pengaruh Variasi Ukuran Pasir Dan Densitas *Lost Foam* Terhadap Kontur Permukaan Dan Porositas Hasil Pengecoran (Al-7%Si) Dengan Metode Pengecoran *Evaporative Casting*

I Made Bayu Cokro Dwi Prana, I Ketut Gede Sugita, I Putu Gede Agus Suryawan
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Evaporative casting merupakan metode pengecoran logam dengan cara menuangkan logam cair kedalam cetakan pasir dengan menggunakan polystyrene foam sebagai pola cetakan. Pada pengecoran logam sering ditemui cacat berupa cacat porositas yang terjadi akibat terjebaknya gas hidrogen pada saat proses penuangan logam ke dalam cetakan, maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cacat porositas dan karakteristik kontur permukaan yang dihasilkan dari pengecoran logam dengan metode evaporative dengan variasi ukuran pasir dan densitas lost foam. Penelitian ini dilakukan dengan mempersiapkan cetakan pasir dengan variasi mesh 0,180 mm, mesh 0,250 mm, dan mesh 0,315 mm dan densitas lost foam dengan variasi 0,011 g/cm³, 0,016 g/cm³, dan 0,038 g/cm³. Proses pengecoran dimulai dari peleburan paduan aluminium silikon (Al-7%Si) dengan suhu tuang 700°C kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruangan. Dilanjutkan dengan pembuatan spesimen uji untuk melakukan pengujian kontur permukaan dan porositas. Hasil dari penelitian ini menunjukkan variasi ukuran pasir dan densitas lost foam pada pengujian kontur permukaan berbanding dengan pengujian porositas, dimana pada pasir dengan ukuran mesh 0,315 mm dan lost foam densitas 0,011 g/cm³ menghasilkan prosentase porositas paling sedikit yaitu 3,8% namun karakteristik kontur permukaan yang dihasilkan meningkat. Nilai dari kontur permukaan yang dihasilkan yaitu 0,10 mm berbeda dengan pasir dengan ukuran mesh 0,180 mm dan lost foam densitas 0,016 g/cm³ yang memiliki karakteristik permukaan yang lebih rata dengan nilai 0,03 mm.

Kata kunci : evaporative casting, kontur permukaan, porositas, variasi ukuran pasir.

Abstract

Evaporative casting is a method of metal casting by pouring liquid metal into the sand mold using polystyrene foam as a molding pattern. In evaporative casting often found defects in the form of porosity defects caused by hydrogen gas trapped at the time of casting the metal into the mold, therefore this study aims to determine the porosity defects and surface contour characteristics which resulted from metal casting by evaporative method with variation of sand size and lost foam density. This research is done by preparing sand molds with mesh variations 0,180 mm, 0,250 mm, and 0,315 mm and lost foam density variations 0,011 g/cm³, 0,016 g/cm³, and 0,038 g/cm³. The casting process starts from smelting silicon aluminum alloys (Al-7%Si) with a pour temperature of 700°C then cooled up to room temperature. Followed by the manufacture of test specimens to perform surface contour and porosity testing. The results of this study show results variations in sand size and lost foam density surface contour testing compared to porosity testing, where on sand with size 0,315 mm and lost foam density 0,011 g/cm³ resulting in the least porosity percentage that is 3,8% but the resulting surface contour characteristics increase. The value of the resulting surface contours is 0,10 mm different from the sand with a mesh size 0,180 mm and lost foam density 0,016 g/cm³ which has a flatter surface characteristic with a value of 0,03 mm.

Keywords : evaporative casting, surface contour, porosity, sand size variation.

1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan di industri kerajinan makin pesat terlihat banyaknya permintaan export barang kerajinan ke luar negeri. Pada industri kerajinan, aluminium sering digunakan sebagai bahan yang dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kerajinan khususnya handycraft seperti asbak, hiasan meja, vas bunga, patung, dll.

Penggunaan aluminium sebagai salah satu bahan baku kerajinan handycraft lebih sering digunakan karena mudah didapatkan dan banyak memiliki keunggulan diantaranya : mudah difabrikasi dan tahan korosi. Namun pada proses produksinya khususnya pada proses pengecoran kerajinan handycraft sering mengalami cacat yaitu permukaan

yang kasar dan lubang-lubang yang diakibatkan oleh cacat porositas yang terjadi pada saat proses pengecoran dan mengakibatkan bertambahnya biaya produksi untuk proses polishing. Cacat porositas terjadi akibat gas atau udara yang terjebak pada proses pengecoran, apabila menggunakan pasir cetak dengan ukuran butiran lebih kecil menyebabkan waktu pengisian logam cair ke dalam cetakan akan lebih lama [1]. Ini dikarenakan rongga-rongga antara pasir akan mengecil, dengan mengecilnya ukuran pasir sehingga gas hasil degradasi akan lebih sulit keluar melalui rongga pasir. Adanya gas terperangkap dalam material dan permukaan pasir cetak yang mengembang melatar belakangi penelitian penggunaan *styrofoam* sebagai bahan material dan

pola cetakan cor yang di variasikan dengan ukuran pasir silika untuk mengetahui dan meminimalisir cacat yang terjadi pada pengecoran dengan menggunakan teknik pengecoran *evaporative*.

2. Dasar Teori

2.1 Evaporative (*Lost Foam Casting*)

Pengecoran *evaporative (lost foam casting)* merupakan pengecoran dengan memakai pola dari bahan *polystyrene foam* atau yang biasa disebut dengan *styrofoam* dan dipatenkan oleh Shroyer pada tahun 1958 [2]. *Polapolysterene foam* (PS) ditanam pada pasir cetak kemudian logam yang telah dicairkan dituangkan dan membentuk sesuai pola

2.2 Pasir Cetak

Pasir cetak dapat digunakan secara berkala selama bisa menahan temperatur saat penuangan. Pasir silika, pasir zirkon, pasir olivine dan kromate dapat digunakan sebagai pasir cetak pada pengecoran lost foam.

Waktu pengisian logam cair ke dalam cetakan akan lebih lama apabila menggunakan pasir cetak yang memiliki ukuran lebih kecil. Kecepatan penuangan semakin besar dengan bertambahnya ukuran pasir cetak. Ini disebabkan rongga pasir akan mengecil, dengan mengecilnya ukuran pasir sehingga gas hasil saat pengecoran lebih susah keluar melewati rongga pasir.

2.3 Pola *Polysterene Foam / Styrofoam*

Polysterene atau *styrofoam* merupakan sebuah monomer, sebuah hidrokarbon cair yang dibuat secara komersial dari minyak bumi. Pada suhu ruangan, *polysterene* adalah sebuah polimer dengan monomer, sebuah hidrokarbon cair yang dibuat secara komersial dari minyak bumi. Pada suhu ruangan, *polistirena* biasanya bersifat padat, dapat mencair pada suhu yang lebih tinggi, *polistirena* tergolong senyawa aromatik.

2.4 Aluminium

Aluminium adalah logam yang mempunyai sifat tahan korosi. Untuk meningkatkan sifat mekaniknya, logam aluminium dicampurkan dengan dengan silikon, magnesium, zirkon, dan nicle [3].

2.5 Silikon

Silikon merupakan unsur kimia dalam table periodik yang memiliki lambang Si. Pada suhu ruangan silikon berbentuk padat. Silikon memiliki massa lebih besar saat berbentuk cair di bandingkan dalam wujud padatnya.

2.6 Kontur Permukaan

Untuk mengukur kontur permukaan, sensor (*stylus*) alat digerakkan secara vertical atau horizontal lurus dengan jarak yang telah ditentukan. saat jarum bergerak dan saat sebelum jarum berhenti

alat ukur menghitung berdasarkan data yang diterima oleh jarum.

2.7 Standar Deviasi

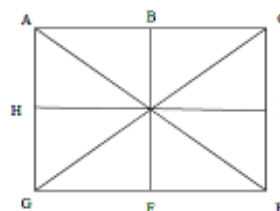
Standar deviasi adalah ukuran keragaman data statistik yang sering dipakai. Standar deviasi adalah akar kuadrat dari varian

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (1)$$

Nilai yang dihasilkan adalah nilai yang berbentuk kuadrat. Untuk menyamakan nilai satuannya maka varian diakar kuadratkan hingga hasilnya adalah standar deviasi.

2.8 Metode *Union Jack*

Pengukuran garis lurus pada bidang yang tak terhingga harus menentukan jumlah garis yang akan diukur. Garis-garis tersebut disusun sesuai pola dan diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1 : Metode *Union Jack*

2.9 Pengujian Porositas

Porositas bisa diketahui dengan melakukan pengukuran densitas yang diperlihatkan pada gambar 2 dan perhitungan prosentase porositas dapat diketahui dengan membandingkan densitas sampel material dengan densitas berdasarkan teori. Persamaan yang digunakan untuk menghitung densitas sampel dan teoritis adalah sebagai berikut:

Densitas Sample

$$\rho_m = \frac{m_s}{(m_s - m_g)} \times \rho_{H_2O} \quad (2)$$

Dimana :

ρ_m = Sample densitas (Gram/cm³)

m_s = Sample kering massa (Gram)

m_g = Massa sample yang direndam dalam air (Gram)

ρ_{H_2O} = Massa jenis air (1 Gram/cm³) / (1000kg/m³)

Densitas teoritis

$\rho_{th} = \rho_{Al} \cdot V_{Al} + \rho_{Si} \cdot V_{Si}$ (Paduan aluminium silikon)

ρ_{th} = Densitas teoritis (Gram/cm³)

ρ_{Al} = Densitas aluminium (Gram/cm³) (2700kg/m³) / (2,70g/cm³)

ρ_{Si} = Densitas silikon (Gram/cm³) (2320kg/m³) / (2,32g/cm³)

V_{Al} = Fraksi volume aluminium

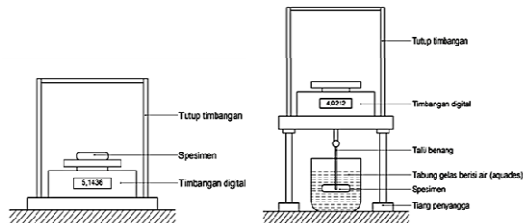
V_{Si} = Fraksi volume silikon

Perhitungan porositas

$$Porosity = 1 - \frac{\rho_m}{\rho_{th}} \quad (3)$$

ρ_m = Densitas sample (Gram/cm³)

ρ_{th} = Densitas teoritis (Gram/cm³)



Gambar 2 : Pengukuran Densitas

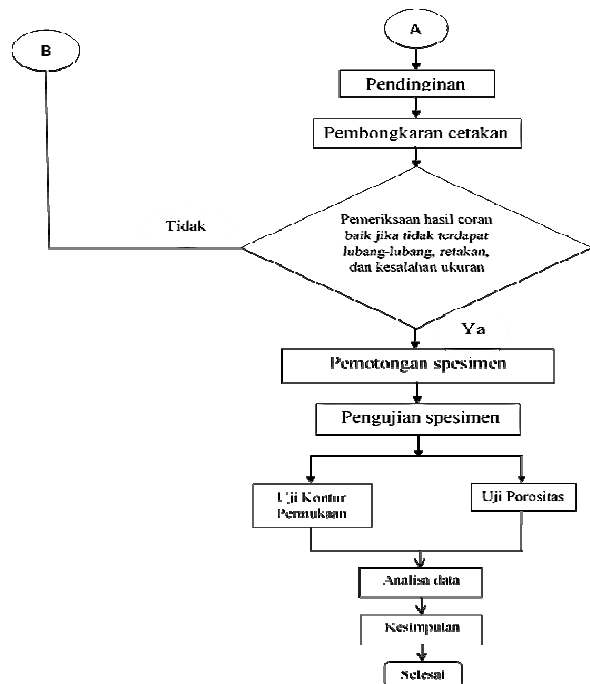
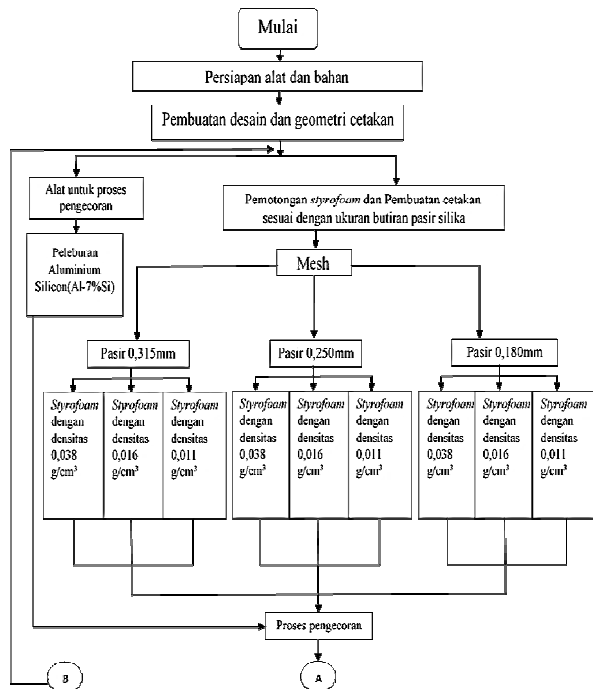
2.10 Tes Metallography

Untuk dapat melihat struktur mikro dari suatu material khususnya logam kita bisa menggunakan teknik *Metallography*. *Metallography* adalah ilmu yang mempelajari karakteristik, struktur dari suatu logam atau paduan.

3. Metode Penelitian

3.1 Diagram Alir Penelitian

Proses dari penelitian diperlihatkan pada diagram alir pada gambar 3.



Gambar 3 : Alur Penelitian

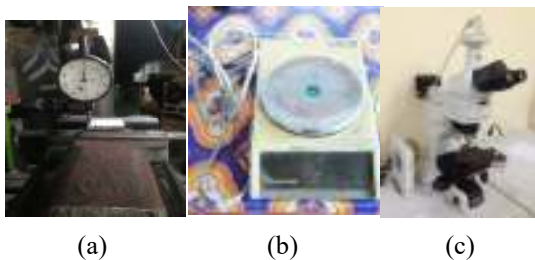
3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat diperlihatkan pada gambar 4,; (a) Alumunium, (b) Silikon, (c) Pasir silika, (d) *Styrofoam*.



Gambar 4 : Bahan-bahan Penelitian

Pada penelitian ini mempergunakan peralatan serta bahan seperti dapur peleburan, blower, kowi, tang panjang, pasir cetak, *Thermocouple*, dan peralatan pemotong *styrofoam*, gergaji tangan, amplas, autosol, dan kain beludru. Alat uji spesimen hasil pengecoran ditunjukkan pada gambar 5 yaitu: (a) Dial Gauge, (b) Timbangan digital (c) Microscop optic.

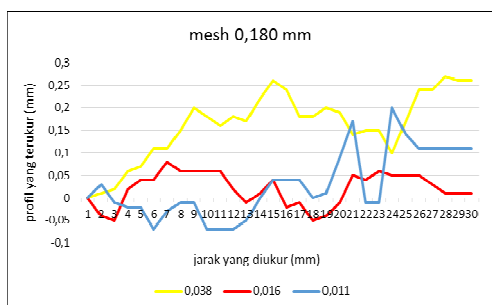


(a) (b) (c)

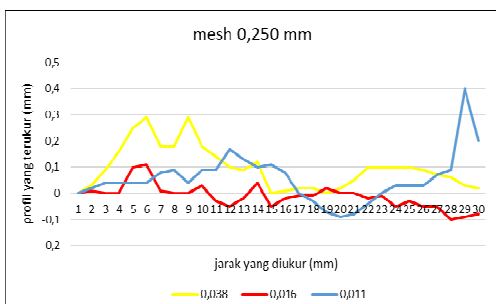
Gambar 5 : Alat Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

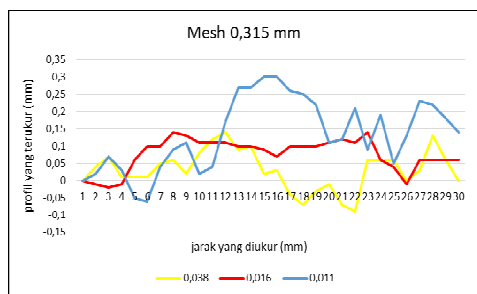
4.1 Data Hasil Pengujian Kontur Permukaan



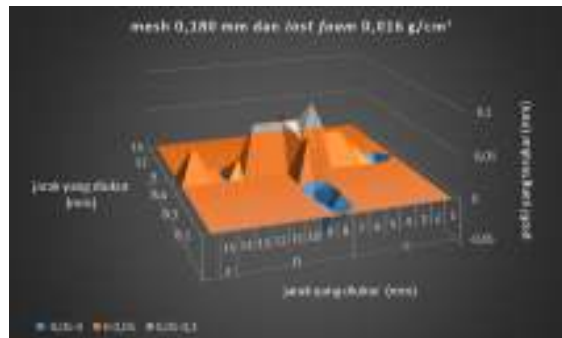
Gambar6 Grafikperbandingan KonturPermukaanSpesimenPasir Cetak dengan Mesh 0,180 mm danPolaCetakanPolystyrene Foam Densitas 0,038 g/cm³, 0,016 g/cm³, 0,011 g/cm³



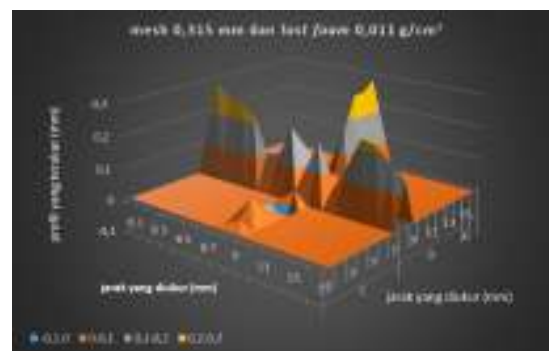
Gambar7 Grafikperbandingan KonturPermukaanSpesimenPasir Cetak dengan Mesh 0,250 mm danPolaCetakanPolystyrene Foam Densitas 0,038 g/cm³, 0,016 g/cm³, 0,011 g/cm³



Gambar8 Grafikperbandingan KonturPermukaanSpesimenPasir Cetak dengan Mesh 0,315 mm danPolaCetakanPolystyrene Foam Densitas 0,038 g/cm³, 0,016 g/cm³, 0,011 g/cm³



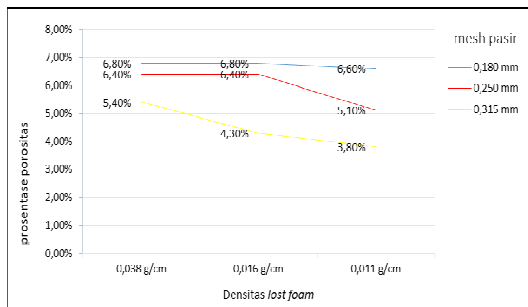
Gambar 9 Grafik karakteristik permukaan spesimen pasir cetak dengan mesh 0,180 mm dan pola cetakan polystyrene foam densitas 0,016 g/cm³ metode Union Jack



Gambar 10 Grafik karakteristik permukaan spesimen pasir cetak dengan mesh 0,315 mm dan pola cetakan polystyrene foam densitas 0,011 g/cm³ metode Union Jack

Dalam proses pengukuran kontur permukaan hasil coran, spesimen akan diukur kerataannya dengan menggunakan dial gauge. Hasil yang diperoleh dengan alat ini selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik guna menggambarkan karakteristik permukaan hasil coran. Pada spesimen yang menggunakan cetakan pasir dengan mesh 0,180 mm dengan pola cetakan lost foam densitas 0,038 g/cm³, 0,016 g/cm³, 0,011 g/cm³ didapatkan kontur permukaan dengan standar deviasi yaitu 0.07 mm, 0.03 mm, 0.07 mm. Pada spesimen dengan cetakan pasir mesh 0,250 mm dengan pola cetakan lost foam densitas 0,038 g/cm³, 0,016 g/cm³, 0,011 g/cm³ didapatkan kontur permukaan dengan standar deviasi yaitu 0.08 mm, 0.04 mm, 0.09 mm. Pada spesimen dengan cetakan pasir mesh 0,315 mm dengan pola cetakan polystyrene foam densitas 0,038 g/cm³, 0,016 g/cm³, 0,011 g/cm³ didapatkan kontur permukaan dengan standar deviasi yaitu 0.06 mm, 0.04 mm, 0.10 mm. Berdasarkan hasil pengukuran, peneliti mengetahui spesimen dengan cetakan pasir mesh 0,180 mm dan pola cetakan polysterene foam densitas 0,016 g/cm³ memiliki permukaan yang paling rata sedangkan spesimen dengan cetakan pasir mesh 0,315 mm dan pola cetakan polystyrene foam 0,011 g/cm³ memiliki struktur permukaan yang paling kasar.

4.2 Data Hasil Pengujian Porositas

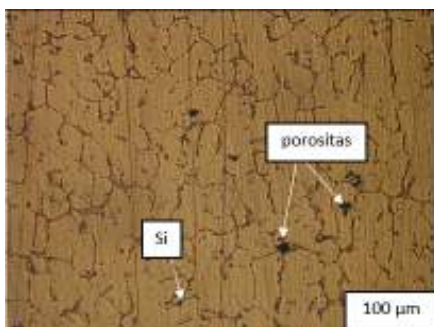


Gambar 10 Grafik hasil perbandingan presentase porositas dari variasi ukuran mesh pasir dan densitas *lost foam* pada paduan aluminium silikon (Al-7%Si)

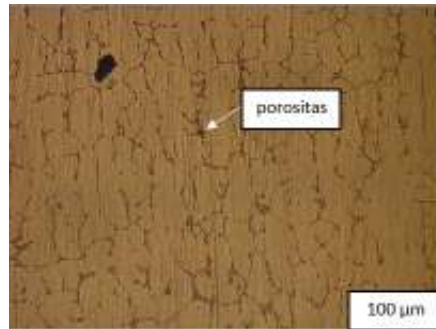
Berdasarkan pengujian porositas yang dilakukan menunjukkan presentase porositas terbanyak diperlihatkan pada spesimen dengan ukuran mesh pasir 0,180 mm dan *lost foam* densitas 0,038 g/cm³ yaitu 6,8% sedangkan presentase porositas terendah diperlihatkan oleh spesimen dengan mesh pasir 0,315 mm dan *lost foam* dengan densitas 0,011 g/cm³ yaitu 3,8%. Ini menunjukkan bahwa ukuran butiran pasir yang lebih besar dan densitas *lost foam* yang kecil menghasilkan presentase porositas paling kecil, ini dikarenakan pola cetakan *styrofoam* yang cepat melebur dan rongga pasir yang besar menyebabkan gas yang terperangkap pada proses pengecoran lebih mudah keluar.

4.3 Pengamatan Struktur Mikro

Hasil pengamatan struktur mikro ditunjukkan pada gambar 11 sampai gambar 13.



Gambar 11 struktur mikro dengan mesh pasir 0,315 mm dan densitas *lost foam* 0,011 g/cm³



Gambar 12 struktur mikro dengan mesh pasir 0,315 mm dan densitas *lost foam* 0,016 g/cm³



Gambar 13 struktur mikro dengan mesh pasir 0,315 mm dan densitas *lost foam* 0,038 g/cm³

Dari pengamatan foto struktur mikro pengecoran *evaporative* aluminium silikon diperlihatkan perbedaan antara setiap foto spesimen, ini dikarenakan variasi densitas *lost foam* dan variasi ukuran pasir. *Lost foam* dengan densitas 0,011 g/cm³ memiliki bentuk butiran paling rapat dan batas butir tampak jelas dibandingkan *lost foam* 0,016 g/cm³ dan 0,038 g/cm³ memperlihatkan batas butir yang kurang jelas. Ukuran pasir juga berpengaruh pada hasil dari struktur mikro, semakin besar ukuran mesh pasir semakin jelas terlihat bentuk dan batas butir.

5 Kesimpulan

Dari penelitian ini menunjukkan bahwa variasi ukuran mesh pasir dan densitas *lost foam* pada pengecoran *evaporative* paduan aluminium silikon memperlihatkan hasil dimana semakin tinggi karakteristik kontur permukaan maka presentase porositas yang dihasilkan pada spesimen hasil coran semakin sedikit, hal ini ditunjukkan dari hasil pengamatan struktur mikro yang memperlihatkan hasil presentase porositas yang paling minim diantara spesimen yang lainnya. Ini dikarenakan pola cetakan pasir dengan ukuran butiran mesh yang lebih besar dan densitas *lost foam* yg kecil mengakibatkan logam cair yang dituangkan memiliki pola permukaan hasil coran menjadi bergelombang dan tidak rata, tetapi porositas yang dihasilkan semakin sedikit ini disebabkan *lost foam* yang lebih cepat melebur dan rongga-rongga pasir yang besar menyebabkan gas yang terjebak pada saat proses penuangan lebih mudah keluar dari dalam cetakan. Namun sebaliknya pada penggunaan pasir dengan ukuran mesh paling

kecil akan menghasilkan spesimen dengan karakteristik kontur permukaan yang rendah tetapi prosentase porositas yang dihasilkan menjadi lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sand, S., Shivkumar, S., 2003, *Influence of coating thickness and sand fineness on mold filling in the lost foam casting process*, *Journal of Materials Science*, Vol. 38, pp.667– 673.
- [2] Sutiyoko, Lutiyaatmi,(2013), *Kekerasan dan struktur mikro besi cor kelabu padapengecoran evaporative dengan variasi ukuran pasir cetak*, Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Ceper Klaten.
- [3] Surdia, Tata & Chijiwa, kenji. (1982). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.