



PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN KADAR AIR DENGAN BAHAN PENGIKAT BENTONIT TERHADAP KARAKTERISTIK PASIR CETAK DAN CACAT POROSITAS HASIL PENGECORAN LOGAM PADUAN Al-Si

Fajar Rizki Saputra¹, Budi Harjanto¹, Nyenyep Sriwardani¹

¹Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, UNS

Kampus V UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani Nomor 200, Surakarta, Telp/Fax. 0271 718419

Email: fajar.rizky29@gmail.com

Abstract

The purposes of this research was to learn (1) the effect of adding moisture content to the permeability of sand casting; (2) the effect of adding moisture content to the compressive strength of sand casting; and (3) the effect of adding moisture content to porosity defects in casting results. This research is conducted at Manufacturing Polytechnic, Ceper, Klaten. The method that used is pre-experimental design with design one-shot case study. The independent variable in this research are variations of moisture content of 4%, 6%, and 8%, with the dependent variable are permeability and compressive strength of sand casting, and porosity defect of Al-Si alloy cast. The permeability test by using permeability meter, compressive strength test by using universal strength machine, and porosity defect test of cast result on qualitative with visual observation and quantitative with calculation of porosity percentage. The results of the adding of moisture content of 4%, 6%, and 8% in the sand casting showed that: (1) The higher the addition of water measure on sand casting decrease the permeability value. The highest permeability value in the addition of 4% water measure is 103.67 cm³/min, while the lowest in the addition of 8% water measure is 83.00 cm³/min; (2) The higher water content in the printed sand further decreases the value of its compressive strength. The lowest compressive strength value occurred at 8% water measure increase of 39.00 KN/m², while the highest value of compressive strength was obtained at 4% water measure addition 47.56 KN/m²; (3) The higher water measure of sand casting will result in a higher percentage of porosity defects on the casting results. The lowest percentage of porosity defect was obtained by adding 4% water measure is 1.56% from total volume, while the highest was 8% water measure is 3.06% from total volume.

Keywords: *compressive strength, moisture content, permeability, porosity defects, sand casting.*

A. PENDAHULUAN

Subiantoro dalam (Suseno, 2013:81) akan mengalami kenaikan sebesar 7,56% per memperkirakan kebutuhan aluminium dunia tahun atau mencapai 81,09 juta ton. Namun dalam sektor otomotif hingga tahun 2020 meningkatnya permintaan pasar akan produk

logam aluminium masih kurang diimbangi dengan peningkatan kualitas produk (Slamet & Hidayat, 2010: 80). Masih banyak ditemukan cacat pada hasil pengecoran menggunakan metode cetakan pasir (*sand casting*). Cacat yang timbul salah satunya, yakni cacat porositas (Budiyono, 2014: 2). Faktor yang mempengaruhi kualitas pengecoran cetakan pasir, diantaranya adalah komposisi pasir cetak (Tarkono, dkk., 2013: 1). Komposisi utama pasir cetak, terdiri dari pasir silika, bentonit, air dan bahan aditif.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Purwono (2005: 68) mengenai penggunaan variasi kadar air sebesar 10%, 11%, 12%, dan 13%, dengan penggunaan bentonit 4%, hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran kadar air dengan bahan pengikat bentonit yang paling optimal yakni dengan campuran kadar air 10% sehingga dapat menghasilkan cetakan dengan tingkat permeabilitas dan kekuatan tekan yang baik. Sesuai standar SNI 15-0312-1989 dalam (Desiana, 2012: 34) kadar air standar yang digunakan dalam pasir cetak adalah 3% s.d. 6%, sedangkan penggunaan bentonit pada cetakan pasir yang banyak digunakan industri pengecoran tradisional di Ceper, Klaten, Jawa Tengah yakni sebesar 7,5% s.d. 9,1% (Program PPG Teknik Mesin UNY, 2008: 46).

Dikaitkan dengan kedua literatur mengenai standar penggunaan kadar air dan

bentonit tersebut, maka penggunaan kadar air yang digunakan pada pengujian sebelumnya melebihi standar dan penggunaan bentonitnya kurang dari standar. Pasir cetak yang kelebihan kadar air, maka kekuatan tekan dan permeabilitasnya akan menurun karena ruangan antara butir pasir ditempati oleh bentonit yang kelebihan air, sehingga apabila permeabilitasnya kurang baik maka akan menyebabkan cacat porositas dan (Saputra, dkk., 2012: 2).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa lebih lanjut mengenai pengaruh variasi penambahan kadar air dengan bahan pengikat bentonit terhadap karakteristik pasir cetak dan cacat porositas hasil pengecoran logam paduan Al-Si.

B. KAJIAN PUSTAKA

Pengecoran

Pengecoran logam merupakan proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkannya ke dalam rongga cetakan, sehingga akan terbentuk suatu model yang sesuai dengan bentuk dan pola cetakan. Kelebihan utama dalam penggunaan teknik pengecoran untuk pembentukan logam tentunya karena mampu mencetak produk dari berbagai macam jenis logam dengan bentuk yang kompleks, selain itu beberapa metode pengecoran sangat sesuai digunakan untuk keperluan produksi produk logam secara massal.

Sand Casting

Sand casting masih menjadi salah satu metode pengecoran yang paling banyak digunakan, Dwiyanto (2010:10) menyatakan bahwa pasir hingga saat ini masih mendominasi sebagai material cetakan karena pasir memiliki beberapa keunggulan, yakni: (a) dapat mencetak logam dengan titik lebur yang tinggi, seperti baja, nikel dan titanium; (b) dapat mencetak benda cor dengan ukuran yang kompleks; (c) memiliki nilai *permeabilitas* yang baik.

Jenis cetakan pasir yang digunakan dalam penelitian ini yakni menggunakan cetakan pasir basah (*green sand mold*). Keunggulan cetakan pasir basah, antara lain memiliki kemampuan *collapsibility*, *reusability* dan *permeabilitas* yang baik, serta harganya yang lebih murah.

Pasir Cetak

Pasir cetak adalah suatu material yang berbentuk butiran halus yang dipersiapkan untuk membuat cetakan yang akan digunakan dalam proses pengecoran cetakan pasir. Pasir silika (SiO_2) sangat cocok digunakan sebagai bahan pasir cetak karena mempunyai kemampuan tahan terhadap suhu tinggi dan sangat minim terjadi penguraian. Hal ini karena pasir silika berisi kotoran yang lebih sedikit dibanding pasir pantai ataupun pasir kali (Surdia, & Chijiwa, 2013: 110).

Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung di dalam pasir cetak yang dinyatakan dalam persentase. Air berfungsi sebagai media perekat antara bahan pengikat dengan pasir, sehingga antara pasir dengan bahan pengikat dapat saling merekat dan menguatkan cetakan (Purwono, 2005: 37). Heine, dkk., (1967: 88) menyatakan besar kadar air standar untuk pasir cetak yakni antara 1,5% s.d. 8%. Hurst (1996: 56) menyatakan penambahan air pada pasir cetak yakni sebesar 4% s.d. 6%. Sesuai standar SNI 15-0312-1989 dalam (Desiana, 2012: 34) kadar air standar yang digunakan dalam pasir cetak adalah 3% s.d. 6%.

Abu Serbuk Gergaji Kayu Meranti

Purbowo (2003: 44) menyatakan bahwa ditamhkannya bahan aditif abu serbuk gergaji pada campuran cetakan pasir bertujuan untuk meningkatkan *permeabilitas* dan kekuatan cetakan pasir, memperbaiki sifat *plastisitas* pasir, meningkatkan ketahanan cetakan terhadap temperatur tinggi, dan menghasilkan permukaan produk yang lebih baik.

Aluminium

Aluminium memiliki kombinasi sifat yang menarik (seperti kerapatan rendah, kuat, dan mudah difabrikasi), selain itu sifat ini dapat dikembangkan dan dimodifikasi melalui penambahan paduan dan pemrosesan

tertentu. Beberapa sifat aluminium, antara lain: (a) massa jenisnya $2,7\text{gr/cm}^3$; (b) titik leburnya 660°C ; (c) warnanya mengkilap; (d) tahan terhadap korosi; (e) *non magnetic* (Schonmetz & Gruber, 1985: 126).

Permeabilitas Pasir Cetak

Permeabilitas merupakan kemampuan pasir cetak untuk mengalirkan atau membebaskan gas-gas yang terperangkap dalam cetakan pasir. Astika (2010:135) menyatakan bahwa ruang antara butir-butir pasir cetak harus dapat dilalui oleh gas-gas hasil reaksi yang dilepaskan oleh logam panas pada saat dilakukan proses penuangan logam cair ke dalam cetakan. Apabila cetakan tak dapat mengeluarkan gas-gas pada cetakan pasir dengan baik, maka akan terjadi cacat pengecoran berupa rongga udara atau lubang-lubang pada hasil pengecoran.

Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan cetakan pasir untuk dapat menahan aliran logam cair yang mempunyai tekanan pada waktu masih panas yang bisa menyebabkan cetakan pasir itu mengalami kerontokan. Kekuatan tekan yang kurang mengakibatkan cetakan mudah rontok, karena tidak kuat menahan tekanan dari cairan logam yang panas. Sebaliknya kekuatan tekan yang berlebihan akan mengakibatkan sulitnya proses pembongkaran cetakan (Astika, 2010: 135).

Cacat Porositas

Porositas adalah suatu cacat atau *void* pada produk cor yang dapat menurunkan kekuatan dan kualitas benda hasil pengecoran. Pratama dalam (Sudiby, 2013: 12) menyatakan bahwa cacat porositas ini berupa timbulnya lubang berpori yang diakibatkan oleh gelembung gas hidrogen yang terbentuk karena reaksi kimia antara aluminium dengan uap air yang terperangkap di dalam cetakan.

Cacat porositas yang disebabkan oleh gelembung gas (*gasholes*). terdapat 2 jenis, yaitu *blowholes* dan *pinholes* (Bhone, 2004:1). Cacat *blowholes* merupakan cacat porositas berupa lubang bulat yang ukuran diameternya kurang lebih 3 mm. Cacat *pinholes* merupakan cacat porositas berupa lubang kecil seukuran jarum pada benda hasil pengecoran.

C. METODE PENELITIAN

Pengolahan Pasir Cetak

Mencampurkan pasir silika, bentonit, abu serbuk gergaji, dan air dengan komposisi seperti pada tabel 1 dengan menggunakan *sand mixer* hingga tercampur dengan rata.

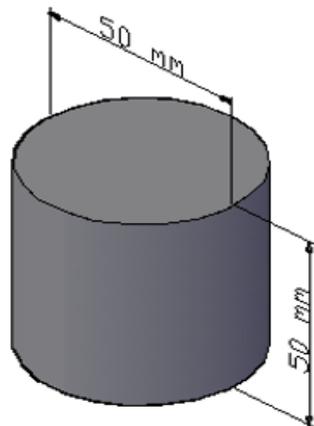
Tabel 1. Komposisi campuran pasir cetak

Kadar Air* (%)	Pasir Silika (gram)	Bentonit (gram)	Abu Serbuk Gergaji (gram)
4	1820	160	20
6	1820	160	20
8	1820	160	20

Keterangan: (*) merupakan % berat dari jumlah berat total pasir cetak

Pengujian Karakteristik Pasir Cetak

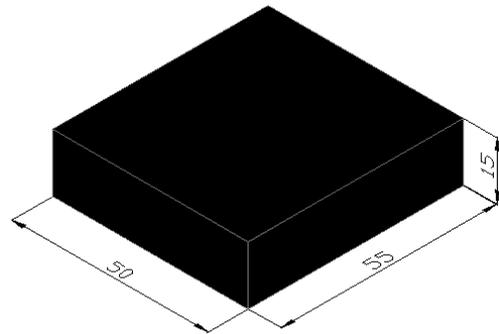
Pengujian permeabilitas dan kekuatan tekan pasir cetak dilakukan di laboratorium Politeknik Manufaktur Ceper yang mengacu standar SNI 15-0312-1989 dengan spesimen bentuk silinder berukuran $\varnothing 50\text{mm} \times 50\text{mm}$ seperti pada gambar 1. Pengujian permeabilitas menggunakan alat *permeability meter*, sedangkan untuk pengujian kekuatan tekan menggunakan alat *universal strength machine*



Gambar 1. Spesimen Uji Karakteristik Pasir Cetak

Pengecoran Logam Aluminium

Proses pengecoran diawali dengan pembuatan cetakan menggunakan pola dengan dimensi $50\text{mm} \times 55\text{mm} \times 15\text{mm}$. Pengecoran dilakukan menggunakan logam aluminium silikat (Al-Si) pada temperatur tuang 680°C . Spesimen penelitian yang sudah mengeras (dingin) kemudian dikeluarkan dari cetakan dan dibersihkan dari sisa pasir yang menempel.



Gambar 2. Pola Pengecoran Logam

Analisis Cacat *Gasholes*

Analisis dilakukan secara kualitatif atau pengamatan visual pada hasil pengecoran dan secara kuantitatif yaitu melalui metode perbandingan volume, dengan prinsip kerja membandingkan volume porositas dan volume benda pengecoran yang dilakukan setelah hasil pengecoran melalui proses *machining*. Saputra, dkk. (2014: 3) menyatakan prosedur yang dilakukan untuk menghitung persentase porositas, yakni:

- a) Mempersiapkan hasil pengecoran;

- b) Menimbang massa spesimen pada timbangan digital (m);
- c) Mengukur volume spesimen pada gelas ukur berisi air yang telah diketahui volumenya (V_t).

Persentase porositas dihitung dengan persamaan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%P &= \frac{V_p}{V_t} \times 100 = \frac{V_t - V_m}{V_t} \times 100\% \\ &= \frac{V_t - \frac{m}{\rho}}{V_t} \times 100\% \end{aligned}$$

Keterangan:

%P : Persentase porositas (%)

V_p : Volume porositas (cm^3)

V_m : Volume massa (cm^3)

V_t : Volume total (cm^3)

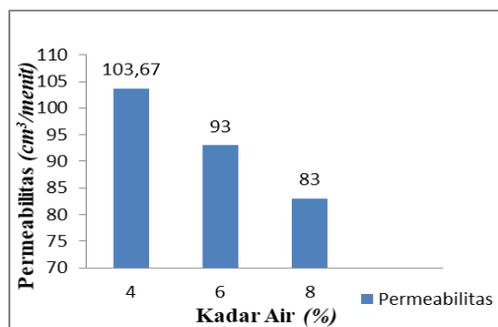
m : Massa (gr)

ρ : Massa jenis aluminium (gr/cm^3)

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Permeabilitas

Hasil pengujian permeabilitas dapat dilihat pada gambar 3.

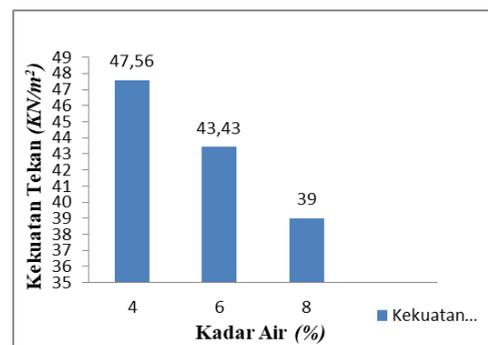


Gambar 3. Diagram Hasil Uji Permeabilitas

Hasil pengujian permeabilitas tertinggi diperoleh pada penambahan kadar air 4% yakni $103,67 \text{ cm}^3/\text{menit}$, sedangkan yang terendah pada penambahan kadar air 8% yakni $83,00 \text{ cm}^3/\text{menit}$. Data hasil penelitian diperoleh bahwa nilai permeabilitas menurun seiring bertambahnya kadar air, hal ini disebabkan ruangan antara butir-butir pasir menjadi sempit karena ruangan ditempati oleh bentonit yang kelebihan air. Cetakan pasir yang telah dipadatkan namun tidak bisa mengeluarkan gas atau udara, akan menimbulkan porositas yang disebabkan oleh gelembung gas yang terperangkap. Penelitian ini mendukung penelitian yang dilakukan Purwono (2005) tentang penambahan variasi kadar air, dimana salah satu hasil penelitiannya adalah semakin banyak kadar air yang digunakan maka kadar permeabilitas akan semakin menurun.

Hasil Pengujian Kekuatan Tekan

Hasil pengujian kekuatan tekan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Hasil Uji Kekuatan Tekan

Hasil pengujian kekuatan tekan tertinggi diperoleh pada penambahan kadar air 4% yakni $47,56 \text{ KN/m}^2$, sedangkan yang terendah pada penambahan kadar air 8% yakni $39,00 \text{ KN/m}^2$. Data hasil penelitian diperoleh nilai kekuatan tekan semakin menurun seiring bertambahnya kadar air pada pasir cetak, hal ini dikarenakan ketika pasir cetak telah kelebihan kadar air maka bahan pengikat (bentonit) akan menjadi pasta dan bentonit tidak mampu mengikat butiran pasir cetak secara optimal.

Pengujian ini dilakukan untuk memperbaiki dan menguatkan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Purwono (2005: 68), dimana pada penelitian tersebut menggunakan bentonit sebesar 4%, akan tetapi hanya dilakukan pengujian pasir cetak tanpa dilakukannya proses pengecoran. Fakta penelitian di lapangan pada saat pembuatan cetakan pasir dengan bentonit 4% mengalami kendala karena pasir cetak kekurangan bahan pengikat sehingga cetakan menjadi mudah rontok dan sulit untuk dibentuk. Mengatasi permasalahan tersebut maka peneliti melakukan penambahan bentonit menjadi sebesar 8%, alhasil bentonit lebih mampu mengikat pasir cetak sehingga mempunyai sifat mampu bentuk dan menjadi lebih kuat, yang memudahkan dalam proses pembuatan cetakan dan

mampu menahan panas lebih baik pada saat penuangan logam cair aluminium.

Hasil Pengujian Cacat Porositas

Hasil pengujian cacat porositas secara kualitatif dilakukan dengan pengamatan foto makro pada spesimen hasil pengecoran yang dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



(a) (b) (c)

Gambar 5. Hasil Coran Logam Aluminium Sebelum *Machining*

- (a. Penambahan Kadar Air 4%,
- b. Penambahan Kadar Air 6%,
- c. Penambahan Kadar Air 8%)



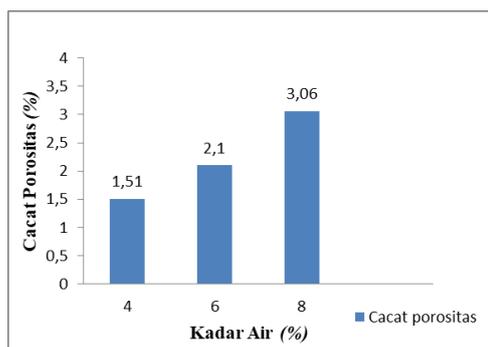
(a) (b) (c)

Gambar 6. Hasil Coran Logam Aluminium Sesudah *Machining*

- (a. Penambahan Kadar Air 4%,
- b. Penambahan Kadar Air 6%,
- c. Penambahan Kadar Air 8%)

Berdasarkan pengamatan foto makro pada permukaan benda hasil pengecoran, hampir semua variasi kadar air mengalami cacat *gasholes* namun dengan

jumlah yang tidak jauh berbeda. Pengujian kuantitatif dilakukan setelah spesimen penelitian melalui proses *machining* yang berguna untuk menguatkan hasil pengujian kualitatif (pengamatan foto makro), sehingga akan diketahui perbedaan tingkat persentase cacat porositas antar variasi kadar air. Hasil pengujian persentase cacat porositas dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Hasil Uji Persentase Cacat Porositas

Hasil pengujian persentase porositas tertinggi diperoleh pada penambahan kadar air 8% yakni 3,06%, sedangkan yang terendah pada penambahan kadar air 4% yakni 1,51%. Dari data hasil penelitian diperoleh data bahwa nilai persentase porositas benda hasil coran meningkat dari tiap komposisi seiring dengan bertambahnya kadar air pada pasir cetak. Hal ini juga berarti bahwa menurunnya nilai permeabilitas maka akan meningkatkan persentase cacat porositas pada benda coran.

Pengujian ini menguatkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Rohman

(2014:269) yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai permeabilitas, maka semakin tinggi pula kemampuan udara di dalam rongga cetak untuk dapat keluar melalui celah pasir cetak akibat tekanan yang diberikan oleh logam cair, sehingga porositas yang terjadi semakin berkurang.

E. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin banyak penambahan kadar air pada pasir cetak maka nilai permeabilitas pasir cetak akan semakin menurun.
2. Semakin banyak penambahan kadar air pada campuran pasir cetak maka nilai kekuatan tekan pasir cetak akan semakin menurun.
3. Penambahan kadar air yang semakin banyak pada campuran pasir cetak maka akan menghasilkan kualitas coran yang kurang baik.
4. Komposisi pasir cetak terbaik didapat pada penambahan kadar air 4%, hal ini terbukti pada komposisi tersebut menghasilkan nilai permeabilitas dan kekuatan tekan tertinggi, serta cacat *gasholes* yang terjadi paling sedikit.
5. Pengujian ini memperbaiki dan menguatkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, dengan penggunaan bentonit sebesar 8% sehingga bentonit

lebih mampu mengikat pasir cetak dan mampu menahan panas lebih baik pada saat penuangan logam cair aluminium.

DAFTAR PUSTAKA

- Astika, I. M., Negara, DNK. P., & Susantika, M. A. (2010). Pengaruh Jenis Pasir Cetak dengan Zat Pengikat Bentonit Terhadap Sifat Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Basah Cetakan Pasir (Sand Casting). (Pdf). Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M Vol. 4 No.2. Oktober 2010 (132-138).
- Bhone, N.R. (2004). Prediction of Blowholes in Sand Casting. Bombay: Department of Mechanical Engineering Indian Institute Of Technology.
- Budiyono, S. (2013). Perbandingan Kualitas Hasil Pengecoran Pasir Cetak Basah dengan Campuran Bentonit 3% dan 5% pada Besi Cor Kelabu. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Desiana, S. (2012). Pengaruh Variasi Waterglass Terhadap Kadar Air Dan Kadar Lempung Pada Pasir Cetak. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Dwiyanto. (2010). Pengaruh Perbedaan Casting Modulus Coran Terhadap Kekerasan Serta Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran Cetakan Pasir Paduan Aluminium. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Heine, R. W., Loper, C. R., & Rosenthal, P. C. (1967). Principles of Metal Casting. New York: Mc-Graw Hill.
- Hurst, S. (1996). Metal Casting: Appropriate Technology In The Small Foundry. London: Intermediate Technology Publications.
- Program PPG Teknik Mesin UNY. 2008. Teknik Pengecoran Logam.
- Purbowo, T. & Tjitro, S. (2003). Studi Penambahan Gula Tetes Pada Cetakan Pasir Terhadap Kuantitas Cacat Blow Hole. Jurnal Teknik Mesin Vol. 5, No. 2, Oktober 2003: 43-47.
- Purwono, A. A. (2005). Pengaruh Variasi Campuran Kadar Air Pada Pasir Cetak Basah Dengan Bahan Pengikat Bentonit Terhadap Permeabilitas Dan Kekuatan Tekan. Skripsi Dipublikasikan. Universitas Negeri Semarang.
- Saputra, A.G., Agustin, H.C.K., & Soeharto. (2014). Analisa Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Meranti Terhadap Karakteristik Pasir Cetak dan Cacat Porositas Hasil Pengecoran Aluminium 6061. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2301-9271.
- Schonmetz, A. & Gruber, K. (1985). Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam. Bandung: Angkasa.
- Slamet, S. & Hidayat, T. (2010). Pengaruh Model Saluran Tuang Pada Cetakan Pasir Terhadap Hasil Cor Logam. Dalam Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2010, hlm. 85. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- Sudiby, A. (2013). Pengaruh Penampang Ingate Terhadap Cacat Porositas Dan Nilai Kekerasan Pada Proses Pengecoran Aluminium Menggunakan Cetakan Pasir.

- Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Surdia, T. & Chijiwa, K. (2013). Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suseno, T. (2013). Analisis Prospek Perkembangan Bauksit. Jurnal M&E, Vol. 11, No. 3, September 2013. (Pdf).
- Tarkono, Harnowo, S., & Sewandono, D. (2013). Pengaruh Variasi Abu Sekam dan Bentonit pada Cetakan Pasir Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Coran Alumunium AA 1100. JURNAL FEMA, Volume 1, Nomor 3, Juli 2013. (Pdf).