

**PENGARUH MEDIA PENDINGIN DAN WAKTU TUNGGU TERHADAP
POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO MATERIAL
AL PADUAN (RONGSOKAN) MENGGUNAKAN
METODE PENGECORAN *EVAPORATIVE***

Komang Aria Kresna Kepakisan¹⁾, Rudi Siswanto²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin,
Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
JL. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan,70714
E-mail: aryaayyawae@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to know the effect of cooling media and holding time to porosity, hardness and micro structure of Al alloy material (scrap) using evaporative casting method. The method used in this research is the experimental method of smelting Al Alloy piston scrap and poured at 700°C in Styrofoam pattern mold with 10 and 15 minutes holding time, then cooled with medium air, brine, and water of PDAM for 30 minutes. The material used is excavator aluminum alloy (scrap) izumi piston with silicon aluminum alloy (Al-12% Si). The highest hardness value obtained from the results of cooling casting with the brine cooling medium for 10 minutes that is equal to 217,996 kg / mm² average HV. At porosity, the highest value was obtained at holding time of 15 minutes with PDAM water cooling medium 5.088% against raw material. While the result of visual observation with 50x magnification of microstructure of specimen to raw material, Si material in raw material has significant length increase. The conclusion of the research results is that re-casting with variations of cooling medium and waiting time will increase hardness and increase porosity, except on brine cooling medium.

Keywords: MTTR, MTTF, RCM (Reliability Centered Maintenance)

PENDAHULUAN

Salah satu unsur kimia jenis logam ringan yang mempunyai karakteristik tahan terhadap korosi dan memiliki hantaran listrik yang cukup baik adalah Aluminium (Al). Aluminium dapat dihasilkan melalui proses pengolahan murni ataupun dicampur dengan unsur kimia lain seperti pengecoran (*casting*) atau pembentukan (*forming*). Produk dari bahan aluminium yang sudah tidak bisa digunakan (produk bekas), masih bisa dimanfaatkan lagi salah satunya untuk memproduksi ulang suku cadang kendaraan bermotor, seperti piston, *connecting rod*, *gear*, *pulley* dan beberapa *part* lainnya.

Aluminium rongsokan diperoleh dari limbah *spare part* mesin. Kelebihan dalam penggunaan aluminium rongsokan sebagai bahan dasar pengecoran adalah mudah didapatkan dan murah sehingga bisa menekan biaya produksi, selain itu aluminium memiliki titik lebur yang tidak terlalu tinggi sekitar 600 oC dan kemampuan untuk dipadukan dengan unsur logam lain seperti besi. Implikasi yang didapat dari penggunaan aluminium bekas adalah penurunan kualitas dan tidak memenuhi standar material jika kurang tepat dalam pemilihan metode dan jenis aluminium bekas yang digunakan.

Pada penelitian ini akan dilakukan kajian untuk mengetahui bagaimana pengaruh waktu tunggu dan pengaruh media pendingin pada proses pengecoran logam aluminium bekas pada tungku krusibel dengan menggunakan metode pengecoran *evaporative* dengan memanfaatkan styrofoam bekas sebagai pola cetakan. Kemudian didinginkan dengan media udara (suhu ruang), air PDAM, dan air garam

Pengujian dilakukan terhadap hasil pengecoran aluminium bekas tersebut untuk mengetahui cacat porositas, nilai kekerasan dan struktur mikro yang terjadi pada produk aluminium hasil pengecoran. Diharapkan hasil penelitian ini dapat mengurangi dan mengolah limbah aluminium piston bekas menjadi barang yang memiliki nilai jual dan kualitas yang lebih baik.

Aluminium (Al)

Logam aluminium adalah logam yang mempunyai sifat ringan yang pemanfaatannya sangat luas. Selain ringan juga memiliki kelebihan lain seperti pengantar panas yang baik. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tetapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, dan konstruksi.

Aluminium mempunyai beberapa sifat-sifat karakter fisis antara lain memiliki berat jenis sekitar 2,65-2,8 kg/dm³, mempunyai daya hantar listrik dan panas yang baik, tahan terhadap korosi, dalam beberapa bahan, titik lebur 6600C dan susunan *atom face centered cubic*. Karakteristik penting lainnya dari aluminium termasuk kepadatan rendah (yang hanya sekitar tiga kali lipat dari air), daktilitas (yang memungkinkan untuk ditarik ke dalam kawat), dan kelenturan (yang berarti dapat dengan mudah dibentuk menjadi lembaran tipis).

Pengecoran *Evaporative*

Pengecoran *evaporative* (*evaporative casting*) adalah salah satu metode pengecoran logam, dimana pola (*pattern*) dan sistem saluran (*gating system*) menjadi satu kesatuan yang dibuat dari bahan styrofoam. Pola pengecoran *evaporative* termasuk pola sekali pakai yang memanfaatkan proses penguapan pola karena logam cair panas.

Ukuran butiran dan berat jenis dari styrofoam mempengaruhi produk dalam pengecoran *evaporative*. Dengan berat jenis styrofoam yang rendah maka jumlah gas yang terbentuk pada saat pola menguap menjadi sedikit. Berat jenis styrofoam berbanding terbalik terhadap berat jenis produk pengecoran.

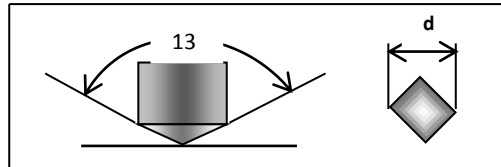
Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui karakter dan sifat mekanik hasil pengecoran melalui gambar struktur mikronya dengan perbesaran 50X.

Pengujian Kekerasan

Menggunakan metode *Vickers* untuk mengetahui tingkat kekerasan material dengan cara menekan piramida intan 136° pada permukaan sampel pengujian tersebut.

Angka kekerasan *Vickers* (HV) merupakan perbandingan beban uji (F) dalam Newton yang dikali dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan ujung piramida intan (A) dalam mm^2 .



Gambar 1. Indentor Vickers

Pengujian Porositas

Porositas dipengaruhi oleh berat jenis (*density*) material. Densitas aktual dan densitas teoritis ditentukan untuk mengetahui tingkat porositas.

Densitas teoritis diperoleh dengan perhitungan standar ASTM E 252-06. Sedangkan untuk menentukan densitas aktual menggunakan teori Archimedes yaitu perbandingan massa di udara dengan selisih massa di udara dan air yang dihitung dengan persamaan :

$$\rho_m = \left(\frac{W_a}{W_a - W_w} \right) \times \rho_{fluida} = \quad (\text{Sudibyo dkk, 2013}) \quad (1)$$

di mana:

- ρ_m : densitas terukur (gram/cm^3)
- ρ_{fluida} : massa jenis fluida (gram)
- W_a : berat *specimen* dalam udara (gram)
- W_w : berat *specimen* dalam air (gram/cm^3)

Densitas aktual dan densitas teoritis produk pengecoran digunakan untuk memperoleh tingkat porositas dalam satuan persentase.

$$p\% = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho_{th}} \times 100\% \right) = \quad (\text{Sudibyo dkk, 2013}) \quad (2)$$

di mana:

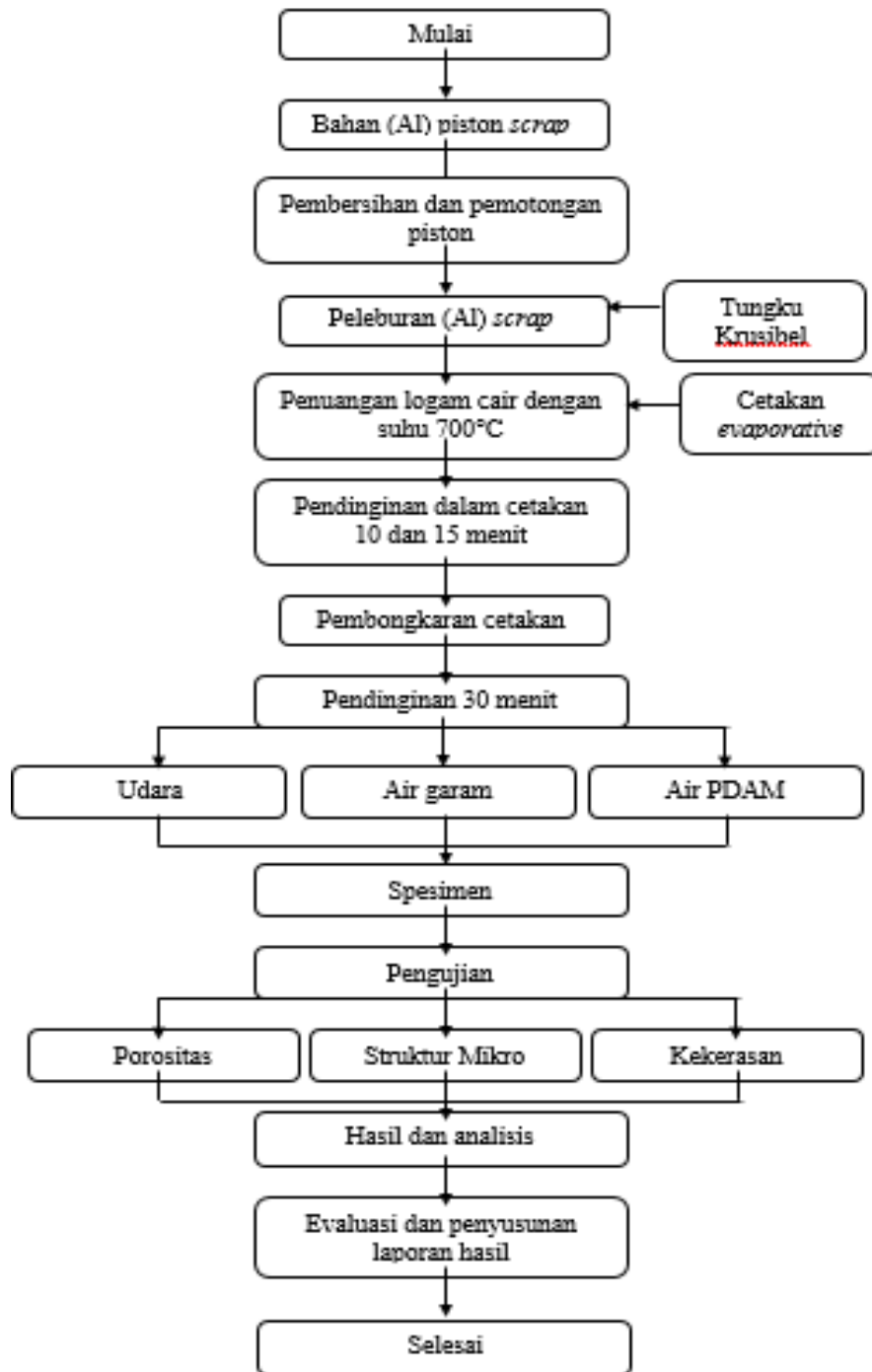
- P% : tingkat porositas (%)
- ρ_m : densitas aktual (gr/cm^3)
- ρ_{th} : densitas teoritis (gr/cm^3)

METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimen (uji laboratorium). Yaitu melakukan pengecoran logam dengan variasi media pendingin dan waktu tunggu menggunakan metode pengecoran *evaporative* dengan bahan Al bekas (rongsokan) piston *excavator*. Hasil pengecoran kemudian dibuat spesimen. Kemudian dilakukan pengujian laboratorium terhadap spesimen untuk mengetahui porositas, kekerasan, dan struktur mikro.

Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini terdapat dalam diagram alir penelitian seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Pengujian Raw Material

Dari hasil pengujian yang dilakukan diantaranya adalah pengujian struktur Mikro, pengujian porositas, dan pengujian kekerasan dari pengecoran ulang Al paduan (rongsokan) piston selain melakukan pengujian pada hasil pengecoran daur ulang, juga melakukan pengujian komposisi material yang digunakan sebagai bahan penelitian, hasil pengujian komposisi material yang digunakan sebagai penelitian dapat di lihat dalam Tabel 1.

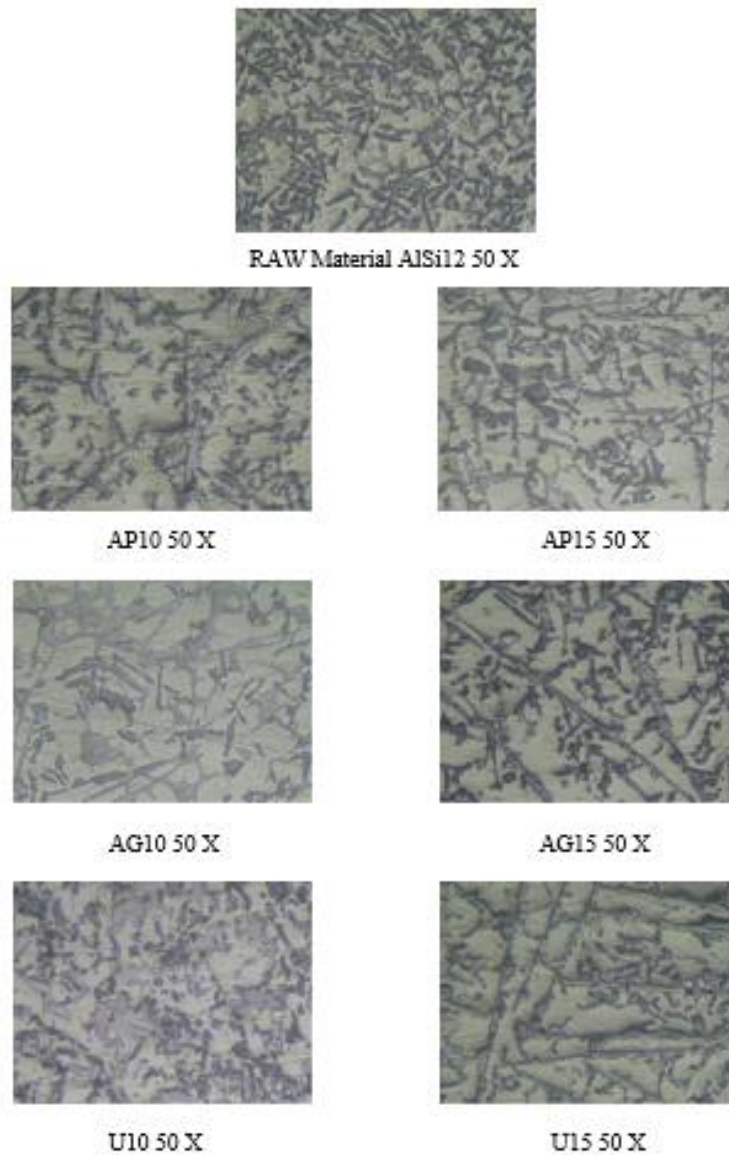
Tabel 1. Komposisi Al paduan (rongsokan)

<u>Unsur</u>	<u>%</u>	<u>Unsur</u>	<u>%</u>	<u>Unsur</u>	<u>%</u>
Si	12.6027	Cr	0.028	P	0.0046
Fe	0.4788	Ni	1.1893	Pb	0.0023
Cu	1.2265	Zn	0.0341	Sb	0.0008
Mn	0.0317	Ti	0.051	Sn	0.0021
Mg	1.0624	Ca	0	Al	83.28

Pada Tabel 1, terlihat unsur yang lebih dominan adalah unsur Al 83,28% dan Si 12,6027 % material piston tersebut termasuk jenis eutektik yaitu dengan suhu lebur 577% °C

Struktur Mikro

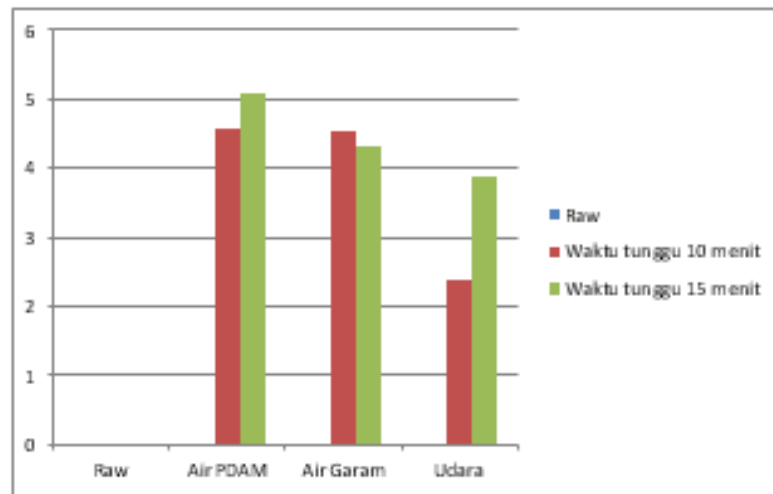
Pengujian struktur mikro dilakukan bertujuan untuk mengetahui bagaimana susunan struktur mikro yang dimiliki oleh material dari hasil pengecoran ulang dan struktur mikro material sebelum dilakukan pengecoran ulang seperti yang terlihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Mikro Dengan Pembesaran 50 x 1 Strip 10 μ m

Dari hasil pengamatan struktur mikro dengan perbesaran 50x terhadap spesimen uji, Si dalam hasil pengecoran ulang mengalami penyebaran yang merata dan membentuk serat memanjang. Perbedaan secara visual hasil pengecoran ulang dengan raw material terlihat jelas pada bentuk serat Si yang mengalami pertambahan panjang.

Pengujian Porositas



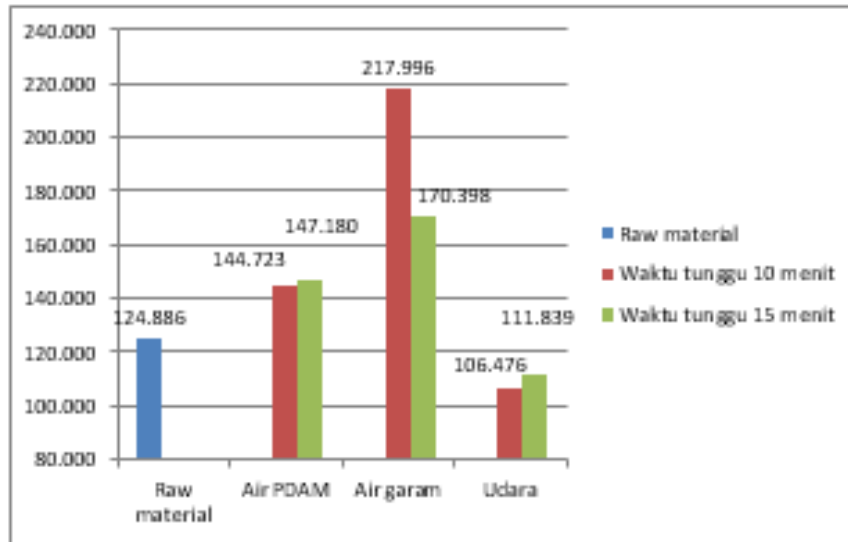
Gambar 4. Hasil Uji Porositas

Keterangan:

- AP10 yaitu media pendingin air PDAM dengan waktu tunggu dalam cetakan selama 10 menit.
- AP15 yaitu media pendingin air PDAM dengan waktu tunggu dalam cetakan selama 15 menit.
- AG10 yaitu media pendingin air garam dengan waktu tunggu dalam cetakan selama 10 menit.
- AP15 yaitu media pendingin air garam dengan waktu tunggu dalam cetakan selama 15 menit.
- U10 yaitu media pendingin udara dengan waktu tunggu dalam cetakan selama 10 menit.
- U15 yaitu media pendingin udara dengan waktu tunggu dalam cetakan selama 15 menit.

Dari Gambar 4 dapat kita lihat peningkatan porositas untuk spesimen media pendingin air PDAM dan waktu tunggu 15 menit dengan kode AP15 sebesar 5,0% terhadap spesimen *raw material*, untuk spesimen media pendingin air garam dan waktu tunggu 10 menit dengan kode AG10 mengalami peningkatan porositas sebesar 4,5% terhadap spesimen *raw material*, dan untuk spesimen media pendingin udara dan waktu tunggu 15 menit dengan kode U15 mengalami peningkatan porositas sebesar 3,9% terhadap spesimen *raw material*.

Pengujian Kekerasan



Gambar 5. Hasil Uji Kekerasan

Dari Gambar 5 dapat kita lihat peningkatan kekerasan untuk spesimen media pendingin air PDAM dan waktu tunggu 15 menit dengan kode AP15 sebesar 5,1% terhadap spesimen *raw material*, untuk spesimen media pendingin air garam dan waktu tunggu 10 menit dengan kode AG10 sebesar 4,5% terhadap spesimen *raw material*, dan untuk spesimen media pendingin udara dan waktu tunggu 15 menit dengan kode U15 sebesar 3,9% terhadap spesimen *raw material*.

Pembahasan

Berdasarkan hasil dari pengamatan visual dengan perbesaran 50x struktur mikro spesimen terhadap *raw material*, material Si dalam *raw material* mengalami pertambahan panjang yang signifikan. Hal ini berpengaruh besar pada persentase hasil pengujian porositas yang berada dikisaran 4-5% untuk media pendingin cairan yaitu air PDAM dan air garam, dan 2-3% untuk media pendingin udara.

Berdasarkan hasil dari uji porositas, persentase porositas yang dialami oleh spesimen pengecoran ulang mengalami peningkatan pada pendinginan selama 15 menit dengan media air PDAM dan udara terhadap pendinginan oleh media pendingin selama 10 menit dengan media pendingin air PDAM dan udara. Hal ini tidak berlaku pada media pendingin air garam yang dilakukan selama 10 dan 15 menit. Hal ini disebabkan oleh hal-hal teknis seperti pola cetakan pengecoran dan kecepatan penuangan logam cair pada cetakan pengecoran. Bentuk dari pola cetakan pengecoran dan kecepatan penuangan logam cair pada cetakan mempengaruhi konsistensi hasil pengecoran. Hal ini dapat mengakibatkan terjebaknya gas dalam logam hasil pengecoran yang akan mempengaruhi setiap hasil pengujian yang akan di lakukan.

Berdasarkan hasil uji kekerasan yang didapat, media pendingin mempengaruhi nilai kekerasan dari hasil pengecoran ulang *raw material*. Nilai kekerasan tertinggi didapat dari pendinginan hasil pengecoran dengan media pendingin air garam yaitu sebesar $217,996 \text{ kg/mm}^2$ *average HV* menggunakan media pendingin air garam selama 10 menit dan nilai kekerasan yang paling rendah didapat dari pendinginan hasil pengecoran dengan media pendingin udara yaitu sebesar $106,476 \text{ kg/mm}^2$ menggunakan media pendingin udara selama 10 menit. Namun, dalam pengujian kekerasan pada spesimen uji hasil pengecoran yang didinginkan menggunakan media pendingin air garam, terdapat penurunan angka kekerasan yaitu pada spesimen dengan waktu tunggu 15 menit terhadap spesimen dengan waktu tunggu 10 menit.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, yaitu semakin cepat waktu tunggu yang digunakan dalam mendinginkan produk pengecoran logam dan semakin cepat media pendingin mendinginkan hasil pengecoran logam, maka penambahan panjang struktur material Si dalam Al paduan, tingkat porositas dan nilai kekerasan akan semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashar L. H., Purwanto H., Respati S. M. B., 2012 "*Analisis Pengaruh Model Sistem Saluran Dengan Pola Styrofoam Terhadap Sifat Fisis dan Kekerasan Produk Puli Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang*", MOMENTUM, Vol. 8 1, April Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, pp 48-55
- ASM International. All Rights Reserved Aluminum-Silicon Casting Alloys: Atlas Microfractographs, 2004
- Norhadi, 2010, "*Studi Karakteristik Material Piston dan Pengembangan Prototipe Piston Berbasis Limbah Piston Bekas*", Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang
- Nuraini E., Martoyo, Sigit, 1996, "Pengaruh Suhu dan Media Pendingin Terhadap Perubahan Kekerasan dan Struktur Mikro pada Perlakuan Panas AlMg₂", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah PPNY-BATAN 1996 PEBN-BATAN, Komplek Puspitek Serpong, Tangerang.
- Roziqin K., Purwanto H., Syafa'at I., 2012, "Pengaruh Model Sistem Saluran pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76 mm dengan Cetakan Pasir", MOMENTUM, Vol. 8, No. 1, April Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, pp 33-39
- Septianto B. A. dan Setiyorini Y., 2013, "Pengaruh Media Pendingin pada Heat Treatment terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Friction Wedge AISI 1340", Jurnal Teknik POMITS, Vol. 2, No. 2, (2013) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), ISSN: 2337-3539, pp 342-347
- Siswanto R., 2015, "Analisis Struktur Mikro Paduan Al-19, 6Si-2,5Cu, 2,3Zn (Scrap) Hasil Pengecoran Evaporative", Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV) 7-8 Oktober Akademi Teknik Pembangunan Nasional Banjarbaru

Supriyanto, 2009, "Analisis Hasil Pengecoran Aluminium dengan Variasi Media Pendinginan", JANATEKNIKA Vol. 11, No. 2, Juli, ISSN: 1441-1152
Surdia, T. dan Cijjiwa K, 1991, Teknik Pengecoran Logam, PT Pradnya Paramita, Jakarta