

e.2.4._SNNTM_2015.pdf

by

Submission date: 20-Sep-2021 01:03PM (UTC-0500)

Submission ID: 1653143907

File name: e.2.4._SNNTM_2015.pdf (425.31K)

Word count: 2437

Character count: 14951

ANALISIS STRUKTUR MIKRO PADUAN Al-19,6Si-2,5Cu,2,3Zn (SCRAP) HASIL PENGECORAN EVAPORATIVE

Rudi Siswanto

Teknik Mesin, Akademi Teknik Pembangunan Nasional (ATPN) Banjarbaru

E-mail : rudi_sieswanto@yahoo.co.id

ABSTRAK

Aluminium rongsok (scrap) banyak dihasilkan dari rumah tangga, IKM, kantor, pabrik dan sebagainya. Selama ini Al rongsok tersebut hanya dikumpulkan oleh pengepul kemudian dijual ke industri pengecoran. Al rongsok dapat didaur ulang dan berpotensi menghasilkan produk berbagai komponen. Dengan memanfaatkan Al rongsok daur ulang dan mengembangkannya menjadi suatu produk alternatif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dari hasil pengecoran evaporative. Tungku untuk peleburan menggunakan tungku krusibel dengan bahan bakar arang kayu. Material untuk pengecoran digunakan paduan Al-19,6Si-2,5Cu- 2,3Zn rongsok.

Metode pengecoran evaporative menggunakan styrofoam sebagai pola yang ditimbun dalam pasir cetak. Metode ini akan menghasilkan coran yang sesuai dengan pola styrofoam yang dibentuk. Peleburan dilakukan dengan cara mencairkan Al di dapur krusibel kemudian dituang pada variasi temperatur tuang 650, 660, 670 dan 680 °C.

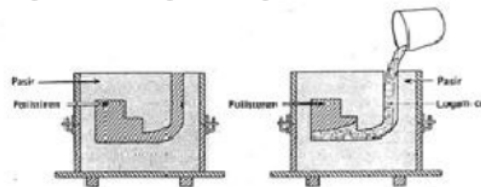
Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan semakin tinggi tempertur tuang struktur Hypereutectic Si hadir diantara dendrit dari serpihan pendek tipis menjadi serpihan panjang tebal.

Kata kunci : Pengecoran evaporative, Al-19,6Si-2,5Cu,2,3Zn (Scrap), struktur mikro

PENDAHULUAN

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 *styro foam*. Pola pengecoran *evaporative* termasuk pola sekali pakai, dimana menggunakan pola dari bahan yang dapat menguap jika terkena panas logam cair. Proses pengecon ini dilakukan dengan cara pola dan sistem saluran dari *styrofoam* di tanam dalam pasir cetak. Cawan tuang (*pouring basin*) dengan posisi muncul di permukaan pasir cetak, sebagai saluran masuk logam cair. Proses penuangan dilakukan dengan cara, logam cair dituang pada cawan tuang, sehingga bersamaan dengan logam cair masuk mengisi posisi sistem saluran dan pola yang terbakar (mencair/menguap). Pola *polystyrene foam* yang dituang cairan logam dapat membentuk gap (adanya ruang pemisah) antara logam cair dan pola yang belum terkena cairan. Pada pengecoran aluminium, pola terurai menjadi

cair dan gas (Zhao dkk, 2003). Pada saat proses pencetakan, pola yang umumnya terbuat dari *polistiren* akan menguap dan logam cair akan mengisi rongga cetakan (Surdia dan Chijiwa,1975), prinsip pengecoran sebagaimana gambar 1.



Gambar 1. Prinsip pengecoran *evaporative*

Pasir cetak yang digunakan pada pengecoran evaporative bisa dari pasir silika, pasir zirkon, pasir olivine dan kromate (pasir gunung, pantai, sungai). Pasir cetak bias digunakan berulang dan dalam jangka yang lama. Pasir cetak dapat digunakan secara terus menerus selama masih mampu menahan temperatur cairan ketika dituangkan (Lal, 1981). 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 (Sands dan Shivkumar, 2003). Hal ini karena rongga-rongga antar pasir akan semakin kecil dengan mengecilnya ukuran pasir sehingga gas hasil degradasi lebih sulit keluar melalui pasir. Pada pengecoran Al7%Si, ukuran pasir cetak memiliki factor dominan dalam menentukan nilai tegangan tarik dan elongasi benda cor (Kumar, et. al, 2007).

Pada industri manufaktur berbasis logam, proses pengecoran masih menjadi pilihan utama dalam memproduksi komponen/elemen mesin. Pemilihan pembuatan produk permesinan menggunakan proses pengecoran ini bisa mengerjakan berbagai bentuk produk yang rumit dan kompleks, misalnya pada pembuatan komponen-komponen otomotif (*block* silinder, *head* silinder, piston, stang piston), rumah pompa, poros, baling-baling, sudu (*impeller*) dan lain-lain.

Penggunaan aluminium dalam industri sangat beragam. Standar mutu dari aluminium paduan ditentukan oleh komposisi kimia paduannya seperti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni. Paduan aluminium dengan silikon (Al-Si) sering digunakan pada komponen-komponen mesin kendaraan seperti piston dan blok mesin. Paduan Al-Si adalah material yang digunakan hampir 85-90% dari total aluminium paduan produk pengecoran (Wijoyo et. al, 2012).

Penelitian tentang pengecoran evaporative telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Shin dan Lee (2004) mengatakan, peningkatan temperatur penuangan nilai porositas semakin tinggi. Bichler dkk. (2003) mengungkapkan, dengan peningkatatan temperatur tuang maka semakin besar pula persentase porositas. Peningkatan temperatur tuang paduan Al-Si7, meningkatkan persentase porositas. Porositas tertinggi pada temperatur tuang 740 °C yang mencapai nilai 2,09% dan porositas terendah 0,5% pada temperatur tuang 680 °C (Karim, 2012). Porositas menurun dengan naiknya ukuran ayakan pasir. Ukuran ayakan pasir 0.2 mm memiliki porositas terbanyak yaitu 2.09% dibanding dengan porositas pada ukuran ayakan 0.8 mm mencapai 1.91%. Secara

visual terlihat semakin besar ukuran ayakan pasir semakin kecil cacat (*blowhole*) serta semakin kecil pula bekas butir pada permukaan coran (Karim, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hasil benda cor diantaranya temperatur penuangan, ukuran dan bentuk pasir, penggetaran, coating (pelapisan) cetakan dan lain-lain (Sutiyoko, 2013). Pengecoran *evaporative* memiliki banyak keuntungan, cetakan dari pola berbahan *styrofoam* mudah dibuat dan murah (Barone, 2005). Pasir yang digunakan dapat dengan mudah digunakan lagi karena tidak menggunakan pengikat (Behm dkk, 2003). Penggunaan cetakan foam meningkatkan keakuratan dimensi dan memberikan peningkatan kualitas coran dibandingkan dengan cetakan konvensional (Monroe, 1992). Sudut-sudut kemiringan draf dapat dikurangi atau dieliminasi (Barone, 2005). Pengecoran *evaporative* dapat memproduksi benda yang kompleks/bentuknya rumit, tidak ada pembagian cetakan, tidak memakai inti, mengurangi tenaga kerja dalam pengecorannya (Monroe, 1992). Pengecoran *lost foam* dapat memproduksi benda-benda ringan (Kim dan Lee, 2005).

Pengecoran *evaporative* juga memiliki beberapa kekurangan. Pasir yang tidak diikat akan memicu terjadinya cacat pada benda cor karena pasir yang jatuh ke logam cair (Kumar dkk, 2007). Usaha untuk mengikat cetakan styrofoam adalah dengan membuat cetakan tersebut vakum dimana cetakan dilapisi dengan lapisan *polyethylene* dimana proses ini menghasilkan emisi ke gas hasil pembakaran *styfoam* yang dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan pekerja (Behm dkk, 2003).

Semakin tinggi temperatur peleburan berpengaruh pada struktur butir fasa α -Al semakin halus. Semakin lama waktu peleburan juga meningkatkan struktur butir fasa α -Al semakin halus (Siswanto, 2011). Temperatur penuangan logam cair pada proses pengecoran, tergantung dari jenis logam yang akan dipergunakan. Menurut Surdia dan Chijiwa, 1996), jenis logam dan temperatur tuangnya dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Temperatur tuang berbagai jenis logam

Jenis Logam	Temperatur Tuang (°C)
Aluminium	650 – 750
Tembaga	1.100 – 1.250
Besi cor	950 – 1.100
Baja cor	1.250 – 1.450
	1.500 – 1.550

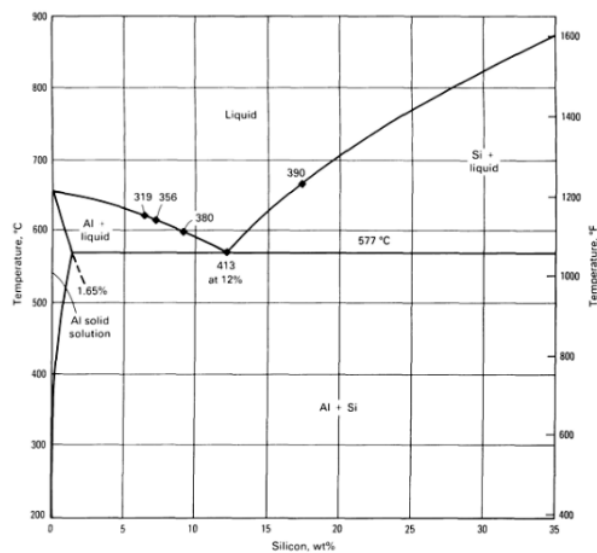
Paduan Al-Si memiliki sifat mampu cor yang baik, tahan korosi, dapat diproses dengan permesinan dan dapat dilas. Diagram fasa dari Al-Si digunakan sebagai pedoman umum untuk menganalisa perubahan fasa pada proses pengecoran paduan Al-Si. Paduan aluminium murni dan paduan eutektik mempunyai mampu alir yang baik, hal ini disebabkan kerana jarak pembekuan yang pendek. Sebaliknya paduan yang mempunyai jarak pembekuan yang panjang mempengaruhi sifat mampu alir menjadi jelek (Campbell, 2003).

Kandungan silikon pada diagram fase Al-Si ini terdiri dari 3 macam (ASM Handbook, 2004) yaitu :

- a. *Hipoeutectic* yaitu apabila terdapat kandungan silikon (Si < 11.7 %) dimana struktur akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah struktur ferrite (*alpha*) kaya aluminium, dengan struktur eutektik sebagai tambahan.
- b. *Eutectic* yaitu apabila kandungan silikon yang terkandung didalamnya sekitar (11.7 % - 12.2 %). Pada komposisi ini paduan Al-Si dapat membeku secara langsung (*dari fasa cair ke padat*).
- c. *Hypereutectic* yaitu apabila komposisi silikon (Si > 12.2 %), sehingga kaya akan silikon dengan fasa eutektik sebagai fasa tambahan. Keberadaan struktur kristal silikon primer pada daerah ini mengakibatkan karakteristik yaitu:
 - (1) Ketahanan aus paduan meningkat.
 - (2) Ekspansi termal yang rendah.
 - (3) Memiliki ketahanan retak panas (*hot tearing*) yang baik.

Fungsi lain dari unsur silikon dapat mereduksi koefisien ekspansi termal dari paduan Aluminium. Selama pemanasan terjadi, pemuai volume paduan tidak terlalu besar. Hal ini akan menjadi sangat penting saat proses pendinginan dimana akan terjadi penyusutan volume paduan Aluminium (ASM International, 2004).

Bentuk dari diagram fasa dari paduan Al-Si ditunjukkan sebagaimana gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram fasa paduan Al-Si (ASM Handbook, 2004)

9 METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari bahan coran dari paduan Al-19,6Si-2,5Cu,2,3Zn (*Scrap*), bahan pola (*styrofoam*), bahan bakar (arang kayu) dan pasir cetak (50 mesh).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu peralatan peleburan (tungku krusibel), peralatan ukur (termokopel, mistar sorong), timbangan digital dan peralatan pengamatan struktur mikro (Vickers Hardness Tester).

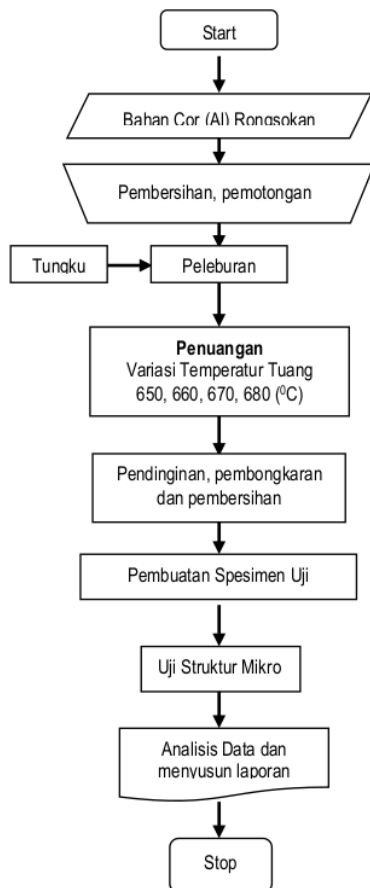
Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen (uji laboratorium). Paduan Al rongsokan panaskan dalam tungku krusibel sampai logam mencair dengan variasi temperatur tuang. Setelah logam cair mencapai temperatur yang dikehendaki, kemudian dituang dalam cetakan pola *styrofoam* yang dibenamkan di dalam pasir dan selanjutnya didinginkan di udara (temperatur ruang). Produk hasil pengecoran dikeluarkan dari cetakan dan dibersihkan, kemudian dibuat spesimen, selanjutnya dilakukan pengamatan struktur mikro Hasil dan dilakukan analisis.

7
Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas : temperatur tuang (650,660, 670,680) °C ; ukuran pasir cetak (50 mesh). Variabel terikat : struktur mikro.

Diagram Alir Penelitian



8
 Gambar 3. Diagram alir penelitian
HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil Pengecoran Evaporative

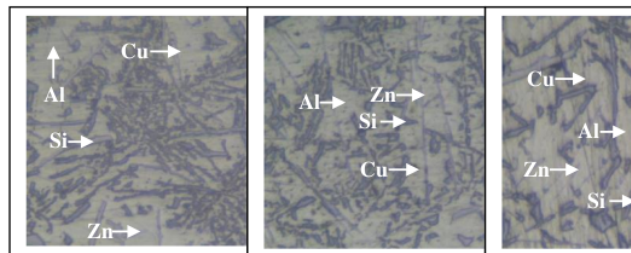
Berdasarkan hasil pengecoran dilakukan dengan variasi temperatur tuang ; (650, 660, 670, 680) °C, maka diperoleh hasil pengecoran sebagaimana Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Hasil (specimen) pengecoran evaporative

Hasil Foto Struktur Mikro

Pengamatan hasil foto struktur mikro dari pengecoran evaporative dengan variasi temperature tuang (650, 660, 670, 680) °C, ditunjukkan sebagaimana gambar 5.



evaporative temperature tuang
 A (A) 650 °C, B) 660 °C, (C) 670 °C, (D) 680 °C. (100x).

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan struktur mikro dari pada gambar 5 (A,B,C,D) tersebut dapat dijelaskan ebagai berikut. Pada struktur mikro dengan temperature tuang 650 °C sebagaimana gambar 5.A. terlihat bahwa matrik hypereutectic Si hadir membentuk serpihan kecil, tipis , pendek dan rapat

(sedikit memanjang, tidak merata, membentuk gerombolan), diantara dominasi Al dendrite, sedikit Cu dan Zn.

Pada struktur mikro dengan temperature tuang 660 °C sebagaimana gambar 5.B. terlihat bahwa matrik hypereutectic Si hadir masih membentuk serpihan kecil, agak tebal, pendek dan kurang rapat (sedikit memanjang, tidak merata, kurang membentuk gerombolan), diantara dominasi Al dendrite, sedikit Cu dan Zn.

Pada struktur mikro dengan temperature tuang 670 °C sebagaimana gambar 5.C. terlihat bahwa matrik hypereutectic Si hadir membentuk serpihan membesar, tebal, panjang dan tidak rapat (merata, tidak bergerombol), diantara dominasi Al dendrite, sedikit Cu dan Zn.

Pada struktur mikro dengan temperature tuang 680 °C sebagaimana gambar 5.D. terlihat semakin jelas bahwa matrik hypereutectic Si hadir membentuk serpihan lebih besar, tebal, panjang dan tidak rapat (merata, tidak bergerombol), diantara dominasi Al dendrite, sedikit Cu dan Zn.

Perubahan temperatur tuang dari temperature rendah menuju temperature yang lebih tinggi pada paduan Al-19,6Si menyebabkan terjadinya perubahan struktur mikro, dimana dengan meningkatnya temperature tuang menyebabkan hypereutectic silicon akan berubah dari serpihan pendek tipis menjadi serpihan panjang tebal. Semakin tinggi temperature tuang memberikan jarak antara dendrite Al dan hypereutectic Silikon semakin lebar.

Hal ini berbeda dengan yang dilakukan Albonetti (2000) dan Wijoyo, et. Al. (2012) yang menggunakan material paduan Al-Si eutectic. Menurut Albonetti (2000), pertumbuhan eutektik silikon pada temperatur tuang rendah terdapat diantara DAS (*Dendrite Arm Spacing*) yang sempit sedangkan pada temperatur tuang yang tinggi Si terurai menjadi lebih luas diantara DAS. Dan menurut Wijoyo et.al. (2012), meningkatnya temperatur tuang logam cair mengakibatkan struktur mikro berubah dari eutektik silikon yang berupa serpihan-serpihan panjang dan tebal pada temperatur tuang rendah, menjadi serpihan-serpihan

pendek dan tipis diantara dendrite pada temperatur tuang tinggi.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan semakin tinggi tempertur tuang struktur *Hypereutectic* Si hadir diantara dendrite Al dari serpihan pendek tipis menjadi serpihan panjang tebal.

2 AFTAR PUSTAKA

Albonetti R., 2000 "Porosity and Intermetallic Formation in Lost Foam Castings of 356 alloy" Thesis The University of Western Ontario London, Ontario.

ASM International, 2004, "ASM Metal Handbook Vol.9"

12 Barone, M. R., Caulk, D. A., 2005, *A Foam Ablation Model for LostFoam Casting of Aluminum*, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 48, pp. 4132-4149.

6 Behm, S.U., Gunter, K.L. and Sutherland, J.W., 2003, *An Investigation into The Effect of Process Parameter Setting on Air Emission Characteristics in The Lost Foam Casting Process*, American Foundry Society.

2 Bichler, L., Ravindran, C., and Machin A., 2003. *Challenges In Lost Foam Casting of AZ91 alloy*, Material Science Forum Vols.426-432. Pp. 533-538

Campbell, J., 2003, "Casting 2nd Edition". Butterworth - Heinemann. pp. 74

Karim Ivan Junaidy Abdul, 2012, Pengaruh Temperatur Tuang serta Ukuran Ayakan Pasir terhadap Cacat Porositas dan *Blowhole* Coran Al-Si7 yang Dicor dengan Metode *Evaporative*, Proceedings Seminar Nasional Energi erbarukan & Produksi Bersih 2012 Universitas Lampung (UNILA), Bandar Lampung, ISSN 0016087403, hal. 71-73

2 Kim, K., and Lee, K., 2005, *Effect of Pro cess Parameters on Porosity in Aluminum Lost Foam Process*, *Journal Material*

- Science Technology*, Vol. 21 No.5, pp. 681-685.
- 6 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*, Vol. 182, pp. 615-623.
- Lal, S., Khan, R. H., 1998, Current status of vacuum sealed molding process, *Indian Foundry Journal*, Vol. 27, pp. 12-18.
- Monroe, R.M., 1992, *Expandable Patterns Casting*, American Foundryman's Society Inc., p.84.
- 2 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 Shin S. R., Lee Z. H., 2004. "Hydrogen Gas Pick -Up of Alloy Melt During Lost Foam Casting". *Journal Of Material Science* Vol. 39 1536-1569.
- Siswanto Rudi, 2011, *Pengaruh Temperatur dan Waktu Peleburan Pengecoran Tuang Terhadap Struktur Mikro Paduan Al-21%Mg*, **Jurnal Ilmiah Media SainS** Kopertis Wil. XI, ISSN : 2085-3548, Volume 3, Nomor 1, Hal. 1-116
- 11 Surdia, T. Dan Chijiwa, K., 1996, "Teknik Pengecoran Logam", Cetakan Ketujuh, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutiyoko, 2013, Metode pengecoran lost foam menjawab tantangan dunia Industri pengecoran logam, *Jurnal Foundry* Vol. 3 No. 2 Oktober ISSN : 2087-2259
- Wijoyo, Achmad Nurhidayat, Osep Teja Sulammunajat, 2012, "Kajian Komprehensif Struktur Mikro dan Kekerasan Terhadap Paduan Al-7,1Si-1,5Cu hasil Pengecoran Dengan Metode *Evaporative*", Prosiding SNST ke-3 Tahun 2012 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, ISBN 978-602-99334-1-3, hal. C.40-C.45.
- 3 Zhao, Q., Gustafson, T.W., Hoover, M., Flemings, M. C., 2003, Fold formation in the Lost Foam Aluminum Process, in: *S.K. Das (Ed.), TMS, Warrendale*, pp. 121-132.

ORIGINALITY REPORT

12%	%	12%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1** Faris Pusponegoro, Nandy Putra. "Manufacturing and performance testing of hybrid air conditioner water heater (H-ACWH)", AIP Publishing, 2020
Publication 3%
- 2** Suyitno, , and I.J. Abdul Karim. "Fluidity Dan Roughness During Lost-Foam Casting of AA356.1", Procedia Engineering, 2012.
Publication 3%
- 3** Caulk, D.A.. "A foam melting model for lost foam casting of aluminum", International Journal of Heat and Mass Transfer, 200607
Publication 1%
- 4** Kumar, S.. "Effect of evaporative pattern casting process parameters on the surface roughness of Al-7% Si alloy castings", Journal of Materials Processing Tech., 20070202
Publication 1%
- 5** Sulis Drihandono, Eko Budiyanto. "Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High

Pressure Die Casting/HPDC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,79 %)", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2017

Publication

6

B. Victor Omidiji. "A Statistical Analysis of Evaporative Pattern Casting Process Parameters for the Production of Aluminum Alloy Components", Journal of Casting & Materials Engineering, 2020

1 %

Publication

7

Agus Rahman Alamsyah. "Urgensi Maintainability Software e-SPT dan Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Alokasi Penerimaan Pajak Penghasilan (PPH) Pasal 25 Badan di KPP Madya Malang – Jawa Timur", Jurnal Ilmiah Bisnis dan Ekonomi Asia, 2017

<1 %

Publication

8

Iman Syahrizal, Daud Perdana. "Variasi jumlah dan panjang batang pengupas pada mesin pengupas buah pinang terhadap efisiensi pengupasan buah pinang kering", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2021

<1 %

Publication

9

Titiek Pujilestari, Irfa'ina Rohana Salma. "SENYAWA KIMIA DAN ARAH WARNA KAYU SECANG (Caesalpinia sappan Linn) DAN GAMBIR (Uncaria gambir) PADA BERBAGAI

<1 %

KONDISI EKSTRAKSI UNTUK PEWARNAAN
BATIK", Dinamika Kerajinan dan Batik:
Majalah Ilmiah, 2017

Publication

10

Andika Wisnujati, Mirza Yusuf, Dhini Fatimah.
"Karakterisasi hasil quenching besi cor pada
manufaktur roda gigi mesin tenun", Turbo :
Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2021

Publication

<1 %

11

T Endramawan, A Sifa, F Dionisius, A B Rifai. "
Effect of Natrium Carbonate (Na CO) on
porosity and hardness in the melting of
aluminium canned ", IOP Conference Series:
Materials Science and Engineering, 2021

Publication

<1 %

12

Vladimir Sharshin, Denis Sukhorukov, Elena
Sukhorukova. "Polymer composite material
for the manufacture of molds in the
production of evaporative patterns", IOP
Conference Series: Materials Science and
Engineering, 2020

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On