

SKRIPSI

OPTIMASI KEKERASAN PADA PRODUK ALUMINIUM, *FLY ASH*, DAN ALUMINA DENGAN MENGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA PROSES *STIR CASTING*

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**RESTY AGUSTINA ANGRAENY
03051181520015**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

SKRIPSI

OPTIMASI KEKERASAN PADA PRODUK ALUMINIUM, *FLY ASH*, DAN ALUMINA DENGAN MENGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA PROSES *STIR CASTING*

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :
RESTY AGUSTINA ANGRAENY
03051181520015**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMASI KEKERASAN PADA PRODUK ALUMINIUM, *FLY ASH*, DAN ALUMINA DENGAN MENGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA PROSES *STIR CASTING*

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

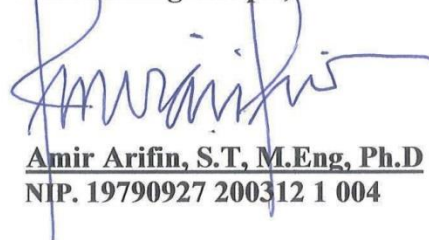
OLEH :
RESTY AGUSTINA ANGRAENY
03051181520015

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225-199702 1 001

Indralaya, Agustus 2019
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi,



Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19790927 200312 1 004

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda :
Diterima Tgl. :
Paraf :

SKRIPSI

Nama : RESTY AGUSTINA ANGRAENY
NIM : 03051181520015
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : OPTIMASI KEKERASAN PADA PRODUK ALUMINIUM, *FLY ASH*, DAN ALUMINA DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA PROSES *STIR CASTING*
Dibuat Tanggal : 05 JULI 2019
Selesai Tanggal : 08 AGUSTUS 2019

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Indralaya, Agustus 2019
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi,



Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19790927 200312 1 004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah:

Nama : Resty Agustina Angraeny

NIM : 03051181520015

Judul : Optimasi Kekerasa Pada Produk Aluminium, Alumina dan *Fly Ash* dengan Menggunakan Metode Taguchi pada Proses *Stir Casting*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Agustus 2019



Resty Agustina Angraeny

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah:

Nama : Resty Agustina Angraeny

NIM : 03051181520015

Judul : Optimasi Kekerasa Pada Produk Aluminium, Alumina dan *Fly Ash* dengan Menggunakan Metode Taguhci pada Proses *Stir Casting*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Agustus 2019



Resty Agustina Angraeny

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul **“Optimasi Kekerasan Pada Produk Aluminium, Fly Ash Dan Alumina Dengan Menggunakan Metode Taguchi Pada Proses Stir Casting”**.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan proposal penelitian skripsi ini kepada:

1. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan selaku Dosen pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi dan banyak memberikan sarana kepada penulis dari awal hingga selesainya proposal penelitian skripsi ini.
3. Bapak Gunawan, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang banyak memberikan motivasi, wawasan, dan ilmunya.
4. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan banyak memberikan motivasi, wawasan, dan ilmunya serta memberikan arahan kegiatan perkuliaha.
5. Kedua Orangtua Penulis Harya Udayana (Alm) dan Ani Maryani, yang selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doanya yang tulus membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya proposal penelitian skripsi ini.
6. Adik penulis Rama Albania Javier dan Marshal Refly Mahatma yang selalu memberikan tawa dan dukungan dalam menulis proposal penelitian skripsi.

7. Para sahabat saya Khoirun Nisa, S.T, Dwita Istiqomah, S.T, Hariani, Feby Dwi Safitri, S.T dan Siti Ajeng Hummaira, S.T yang menemani kuliah saya setiap hari selama hamper 4 tahun dan menjadi orang yang paling peduli jika temannya punya masalah, yang selalu menemani dengan ceria hari-hari saya selama hampir 4 tahun perkuliahan. Bacod Squad Kosan Orange Fitriyah Anggraini, S.P, Dri Heppi, S.pd, Erna Rosalina, Eliza, Rahmi Okta Saputri, S.km dan Dwi Ayu Oktafianti yang menjadi sahabat saya dari pertama kali kost di kosan orange ini, sahabat yang selalu membuta keseruan, kegokilan dan kegilaanya.
8. Teruntuk Nanda Arula Mustaqim yang selalu menemani penulis dari bangku sekolah menengah atas hingga penulis bias mendapat gelar sarjana yang memberikan masukan, dukungan dan motivasi.
9. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membagikan ilmu Teknik Mesin.
10. Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
11. Teknik Mesin 2015, teman dan keluarga yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar proposal penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan proposal penelitian skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xxiii
DAFTAR GAMBAR.....	xxv
DAFTAR TABEL.....	xxvii
BAB 1	PENDAHULULUAN..... 1
1.1	Latar Belakang..... 1
1.2	Rumusan Masalah 3
1.3	Batasan Masalah..... 3
1.4	Tujuan Penelitian 4
1.5	Manfaat Penelitian 4
BAB 2	TINJAUAN PUSTAKA..... 5
2.1	Komposit..... 5
2.2	Aluminium 6
2.2.1	Aluminium murni 9
2.2.2	Solidifikasi/Pembekuan Logam Cair 10
2.2.3	Aliran Logam Cair dan Shrinkage..... 11
2.2.4	Klasifikasi dan Pengelompokan Aluminium..... 15
2.3	Alumina..... 19
2.4	Fly Ash..... 20
2.4.1	Jenis-jenis Abu Terbang Batubara..... 20
2.5	Stir Casting 21
2.6	Metode taguchi 23
2.6.1	Orthogonal Array (OA) Taguchi 24
2.6.2	Rasio Signal Terhadap Noise 25
2.6.3	Analisis Varians (ANOVA) Dua Arah 26
2.5	Pengaplikasian Aluminium Matrix Composite 27
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN..... 29
3.1	Diagram Alir Penelitian 29
3.2	Persiapan Alat dan Bahan 30
3.2.1	Persiapan Alat..... 30

3.2.2	Persiapan Bahan	30
3.2.3	Persiapan Paduan.....	31
3.2.4	Persiapan Peleburan.....	31
3.2.5	Proses Stir Casting.....	32
3.2.6	Penuanagn Logam cair	32
3.2.7	Pembuatan Spesimen.....	32
3.3	Pengujian Sifat Mekanik.....	34
3.3.1	Pengujian Kekerasan Brinell.....	34
3.3.2	Pengujian Struktur Mikro	35
3.3.3	Pengujian SEM.....	36
3.3.4	Pengujian XRF	37
3.3.5	Pengujian X-Ray Diffraction (XRD).....	37
3.4	Menentukan Matrik Orthogonal Array (OA) Taguchi	38
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Hasil Pengujian Komposisi Kimia	39
4.2	Hasil Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)	39
4.3	Hasil Pengujian SEM.....	41
4.4	Hasil Pengujian Kekerasan	42
4.5	Hasil Pengujian Struktur Mikro	51
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
	DAFTAR RUJUKAN.....	i
	LAMPIRAN	i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Solidifikasi logam Cair di Dalam Cetakan	11
Gambar 2.2	Turbulensi Permukaan Logam Cair	14
Gambar 2.3	Perpindahan Panas dari Logam Cair-Dinding Cetakan-Udara Luar selama Proses Pembekuan/ Solidifikasi	15
Gambar 2.4	Skema Proses Stir Casting	22
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4.1	Grafik Aluminium dan Alumina	40
Gambar 4.2	Hasil Pengujian SEM Perbesaran 500x	41
Gambar 4.3	Hasil Pengujian SEM Perbesaran 1000x	42
Gambar 4.4	Grafik Kekerasan rata-rata Setiap Vektor dan Level	47
Gambar 4.5	Hasil Pengujian Struktur Mikro	52
Gambar 4.6	Hasil Pengujian Struktur Mikro	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat-sifat Fisik Aluminium.....	9
Tabel 2.2	Sifat-sifat Mekanik Aluminium.....	10
Tabel 2.3	Klasifikasi Paduan Aluminium tempaan.....	19
Tabel 2.4	Pengkodean Aluminium Cor Berdasarkan Aluminium Association .	19
Tabel 2.5	Sifat Fisik dan Mekanik Alumina.....	20
Tabel 2.6	Sampel Reka Pembentangan Untuk L ₉	25
Tabel 3.1	Variabel dan Variasi Proses Stir casting	38
Tabel 3.2	Matriks Orthogonal Array	38
Tabel 4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia Aluminium Kaleng Minuman Bekas	39
Tabel 4.2	Peak List Aluminium	40
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kekerasan Brinell.....	43
Tabel 4.4	Kekerasan Permukaan Rata-rata.....	44
Tabel 4.5	Kekerasan Permukaan Rata-rata S/n Ratio	45
Tabel 4.6	Nilai Kekerasan Permukaan Rata-rata Setiap Faktor dan Level	46
Tabel 4.7	ANOVA Rata-rata	49
Tabel 4.8	ANOVA Pooling	50

OPTIMASI KEKERASAN PADA PRODUK ALUMINIUM, FLY ASH DAN ALUMINA DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA PROSES STIR CASTING

Amir Arifin*, Resty Agustina Angraeny

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

*e-mail: amir@unsri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menaikkan sifat mekanik Aluminium dengan mencari parameter proses yang optimum agar mendapat sifat mekanik yang lebih baik dengan memanfaatkan alumina dan fly ash sebagai bahan penguatnya. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan metode Taguchi. Matrik ortogonal yang digunakan adalah L_9 . Parameter prosesnya yaitu dengan komposisi 90Al-5FA-5Al₂O₃, 85Al-10FA-5Al₂O₃, 80Al-15FA-5Al₂O₃, waktu yang diperlukan yaitu 1, 2, dan 3 menit, kecepatan putar 400, 500 dan 700 rpm, serta temperatur pengadukan 700, 750, dan 800 °C. Parameter tersebut di leburkan lalu dilakukan proses stir casting. Analisa ketangguhan dilakukan dengan menggunakan pengujian kekerasan brinell. Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa Waktu pengadukan sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan (BHN) dengan persentase 24,979%, karena memiliki persentase kontribusi tertinggi terhadap sifat mekanik dibandingkan komposisi, kecepatan pengadukan dan temperature tuang. Sedangkan temperature penuangan kurang berpengaruh karena memiliki persentase kontribusi yang rendah dan nilai persen kontribusi *error* sebesar 32,158% yang berarti bahwa semua faktor yang signifikan sudah cukup dalam proses eksperimen (syarat metode Taguchi untuk kontribusi $\leq 50\%$).

Kata kunci: aluminium, fly ash, alumina, metode Taguchi, stir casting

Indralaya, Agustus 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP.19711225 1997021001



Pembimbing



Amir Arifin, S.T., M.Eng, Ph.D
NIP.197909272003121004

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan kualitas teknologi di bumi pada saat ini semakin berkembang oleh karena itu membutuhkan pengolahan bahan teknik dengan campuran dan kombinasi bahan yang baik, sehingga teknologi yang dihasilkan akan semakin baik pula. Perkembangan material pada beberapa tahun belakang ini menjadi menjadi bahan perbincangan didalam dunia industri di dunia, contohnya aluminium matrix komposit atau paduan-paduan lainnya. Pengaplikasian aluminium sudah banyak sekali seperti pada pembuatan bahan konstruksi dan alat-alat permesinan maupun peralatan-perakatan dalam kehidupan sehari-hari, namun pemilihan bahan belum tentu sesuai dengan yang diinginkan atau diperlukan, sebagai contoh diperlukannya material yang memiliki sifat yang tangguh, kuat, ulet, ringan, keras, tahan terhadap temperature tinggi dan berbagai kemampuan lain dalam penggunaannya. Oleh karena itu banyak dikembangkan material-material komposit atau paduan-paduan lainnya untuk mengatasi masalah tersebut (Afandi, 2011).

Material yang terdiri dari 2 kombinasi atau lebih material adalah komposit, komposit terbentuk dalam skala makroskopik dan menyatu secara fisik (Van Vlack, 1992). Unsur – unsur pembentuk komposit disebut penguat (serat atau partikel dan pengikat (matrik). Matrik berfungsi untuk mengisi ruang dalam komposit, mengikat serat agar tetap pada posisinya, mentransfer tegangan ke serat, menjaga permukaan serat dari pengikisan dan menjaga serat dari pengaruh lingkungan luar (Shackelford, 1992).

Logam yang memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan merupakan logam yang ringan serta sifat - sifat lainnya adalah Aluminium. Aluminium adalah logam yang mempunyai kekuatan yang relatif lunak dan rendah. Biasanya aluminium sering dicampur dengan logam lainnya sehingga dapat membentuk aluminium paduan. Material aluminium ini bisa

dimanfaatkan bukan hanya untuk peralatan rumah tangga saja, tetapi juga dapat digunakan untuk keperluan, industry, konstruksi, dan lain sebagainya (Surdia, 1992).

Alumina atau Aluminium Oksida (Al_2O_3) merupakan bahan yang mempunyai ketahanan suhu tinggi hingga mencapai temperatur $1700^{\circ}C$, selain mempunyai ketahanan suhu yang tinggi alumina juga merupakan material yang sangat kuat dan keras sehingga sering dipakai sebagai bahan dibidang teknik. Selain itu Alumina juga mempunyai ketahanan listrik yang tinggi sehingga cocok digunakan sebagai bahan isolator listrik dan penghambat panas.

Fly Ash atau abu terbang merupakan sisa hasil dari pembakaran batubara. Semakin meningkatnya penggunaan batubara di dalam industri sebagai bahan bakar, maka semakin meningkat pula *fly ash* yang dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Pemanfaatan *fly ash* ini menjadi salah satu solusi berkurangnya masalah delingkungan yang ditimbulkan yaitu dengan cara mengembangkan *fly ash* pada aluminium sebagai komposit matriks logam. Aluminium diketahui sebagai logam yang memiliki ketahanan korosi dan penghantar listrik yang baik serta mempunyai sifat yang ringan oleh karena itu digunakan sebagai matriks dan *fly ash* sebagai penguat.

Pada penelitian ini, pembuatan material komposit menggunakan aluminium, alumina dan *fly ash*. Material aluminium dipilih karena memiliki hantaran listrik yang cukup baik, memiliki ketahanan korosi yang cukup baik, dan merupakan logam yang ringan. Akan tetapi aluminium merupakan material yang memiliki kekuatan lebih rendah dari besi dan baja. Oleh karena itu dibutuhkan Alumina yang merupakan material yang sangat keras dan kuat juga merupakan bahan yang tahan suhu tinggi, selain itu konduktivitas listriknya sangat rendah sehingga cocok sebagai isolator listrik. Untuk memadukan kedua material tersebut dibutuhkan *fly ash* yang berfungsi sebagai penguat dari kedua material tersebut agar terbentuk suatu material baru yang lebih kuat.

Berdasarkan hal tersebut maka akan dilakukan pencampuran antara aluminium dan alumina dengan menggunakan material pengikat *fly ash*. Metode yang digunakan adalah metode *stirr casing*. *Stir casting* yaitu

pencampuran atau pengabungan materila cair komposit dengan cara pengadukan (*stirring*) untuk mencapai hasil yang merata.

Kemudian dilakukan pengolahan data untuk proses optimasi dengan metode eksperimen yang digunakan adalah metode *Taguchi*. Metode eksperimen yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan menggunakan biaya serta sumber daya seminimal munagkin sehingga dicapai kondisi yang optimal dan efisien merupakan pengertian dari Metode *Taguchi* (Soejanto, 2009). Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian yang berjudul **“OPTIMASI KEKERASAN PADA PRODUK ALUMINIUM, FLY ASH, DAN ALUMINA DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA PROSES STIR CASTING ”**.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian optimasi kekerasan pada produk aluminium, *fly ash*, dan alumina dengan menggunakan metode taguchi pada proses *stir casting* ini adalah pemanfaatan alumina (Al_2O_3) dan *fly ash* yang digunakan sebagai bahan penguat dari aluminium, karena material aluminum memiliki kekuatan yang sangat rendah dibandingkan alumina (Al_2O_3) yang merupakan material yang kuat dan keras, guna dari pemanfaatan alumina (Al_2O_3) untuk menaikkan sifat mekanik Aluminium dengan mencari parameter proses yang optimum agar mendapat sifat mekanik yang lebih baik lagi.

1.3 Batasan Masalah

Ada batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Material yang digunakan yaitu paduan Aluminium, Alumina (Al_2O_3), dan *fly ash*
2. Parameter pengujian, komposisi: 90Al-5FA-5 Al_2O_3 , 85Al-10FA-5 Al_2O_3 , 80Al-15FA-5 Al_2O_3 , waktu yang diperlukan yaitu 1, 2, dan 3

menit, kecepatan putar 500, 600 dan 700 rpm, serta temperatur pengadukan 700, 750, dan 800 °C

3. Uji karakteristik menggunakan pengujian kekerasan dan metallografi
4. Proses yang digunakan pada pengujian ini adalah metode *stir casting*
5. Optimasi yang digunakan untuk pengolahan data adalah metode Taguchi

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin peneliti peroleh dari penelitian ini, yaitu

1. Mencari parameter optimasi untuk mencapai nilai kekerasan yang maksimum
2. Mengkarakterisasi sifat fisis dari komposit aluminium dengan alumina melalui pengujian kekerasan dan pengujian struktur mikro.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin peneliti dapat dari penelitian ini, yaitu

1. Mengetahui nilai optimasi
2. Mengetahui karakteristik sifat fisis dari komposit aluminium dengan alumina melalui pengujian kekerasan dan pengujian struktur mikro
3. Meningkatkan sifat mekanik Aluminium

DAFTAR RUJUKAN

- ACI (1993 parts 1 226.3R-3). Manual of Concrete Practice.
- Afandi, Y. (2011). "fabrication of metal matrix composite alloy al 4,5 % Mg/sic by semi solid forming." The International Conference on Quality In Research (QIR)(26): 14.
- Beiser, A. (1992). Modern Technical Physics. Malang.
- Bienias, J., Walezak, M., & Sobezak, J (2003). "Microstructure and Corrosion Behavior of Aluminium Fly Ash Composites." Journal of Optoelectronics and Advanced Materials Vol.5, No.2: pp.493-502.
- Capral (, 2013). "Capral's Little Green Book." Australia: Capral's Ltd. 4.
- Didik Wahjudi, G. S. S. (, 2001). "Optimasi Proses Injeksi dengan Metode Taguchi." JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 3, No. 1.
- Gibson, F. (1994). Principles of Composites Material Mechanics, International Edition. New York, McGraw-Hill Inc.
- Handoyo, K. (2008). Material Komposit. Surabaya, Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS.
- Haumulu, P. W. and W. Triastuti (2011). "Optimalisasi Produk dengan menggunakan Metode Perancangan Toleransi Taguchi." Jurnal Universitas Diponegoro.
- Johan, A. (2009). "Karakterisasi Sifat Fisik dan Mekanik Bahan Refraktori " Jurnal Universitas Sriwijaya.
- Jones (1975). Mechanics of Composite Materials. Ltd, McGrawHill Kogakusha.
- Kartaman, M. (2010). "Fabrikasi Komposit Al/Al₂/Al₃ Coated dengan Metode Stir Casting dan Karakteristiknya." Jurnal Universitas Indonesia.
- Mackenzie, T. (2003). "Handbook of Aluminum" New York. Basel, Marcel Dekker, Inc.
- Pranowo Sidi, M. T. W. (2013). "Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc." Jurnal Rekayasa Mesin Vol 4, No.2: 7.

- Ratnasari, D., dkk (2009). "X-Ray Diffraction (XRD)" "X-Ray Diffraction (XRD)". Tugas Kimia Fisika. (2009): h. 2-3. <http://kimia.ft.uns.ac.id/file/kuliah/kimia%20Fisika/.../XRD%20III.pdf>. **2018**.
- Ross, P. J. (1988). *Techniques for Quality Engineering*. New York, McGrawhill, 1st ed.,.
- Shackelford (1992). "Introduction to Materials Science for Engineer", Third Edition. New York, USA, Publishing Company.
- Shubham, M., & Barnawal, A. (2003). "Effect of Process Parameter of Stir Casting on Metal Matrix Composites." *International Journal of Science and Research (IJSR)*.
- Soe, Y., & Kang, C. (1995). "The Effect of Applied Pressure on Particle Dispersion Characteristic and Mechanical Properties in Melt Stirring Squeeze Cast SiC/Al Composites." *J. Mater Process, Technol* **5**: 9.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Bandung, Graha Ilmu.
- Surappa, M. (2003). *Aluminium Matrix Composites Challenges and Opportunities* India Departement of Metallurgy, Indian Institute of Science
- Surdia, T. (1992). *Pengolahan Bahan Teknik*, F.T. Jakarta, Pradnya Paramitca.
- Surdia, T. (1999). *Pengetahuan Buku Teknik*. Jakarta, Pradnya Paramita.
- Van Vlack, L. H. (1992). *Ilmu dan Teknologi Bahan*, terjemahan Sriati Djaprie. Jakarta, Erlangga,.