

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI BERAT PENAMBAHAN BATUBARA
60 MESH PADA ALUMINIUM COR TERHADAP KEKUATAN
LELAH**



ALDO PANGESTU

03051281621046

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

SKRIPSI
**PENGARUH VARIASI BERAT PENAMBAHAN BATUBARA
60 MESH PADA ALUMINIUM COR TERHADAP KEKUATAN
LELAH**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH
ALDO PANGESTU
03051281621046

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI BERAT PENAMBAHAN BATUBARA 60 MESH PADA ALUMINIUM COR TERHADAP KEKUATAN LELAH

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

ALDO PANGESTU
03051281621046

Palembang, Des 2020

Diperiksa dan Disetujui Oleh:
Pembimbing Skripsi



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T.
NIP. 19590321 198703 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA	Agenda No. : Diterima Tanggal : Paraf :
---	--

SKRIPSI

NAMA : ALDO PANGESTU

NIM : 03051281621046

**JUDUL : PENGARUH VARIASI BERAT PENAMBAHAN
BATUBARA 60 MESH PADA ALUMINIUM COR
TERHADAP KEKUATAN LELAH**

DIBERIKAN : NOVEMBER 2019

SELESAI : DESEMBER 2020

Palembang, Nov 2020

Diperiksa dan Disetujui Oleh:
Pembimbing Skripsi



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T.
NIP. 19590321 198703 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yanti, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Varias Penambahan Berat Batubara 60 Mesh Pada aluminium cor terhadap kekuatan lelah” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Juni 2020.

Palembang, Desember 2020

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

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

()

Anggota :

2.	Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D NIP. 197901052003121002
3.	Ir. Helmy Alian, M.T NIP. 195910151987031006

()
()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T.
NIP. 19590321 198703 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aldo Pangestu

NIM : 03051281621046

Judul : Pengaruh Variasi Berat Penambahan Batubara 60 Mesh Pada Aluminium Cair Terhadap Kekuatan Lelah.

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.

Palembang, Nov 2020



Aldo Pangestu

NIM. 03051281621046

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aldo Pangestu

NIM : 03051281621046

Judul : Pengaruh Variasi Berat Penambahan Batubara 60 Mesh Pada
Aluminium Cor Terhadap Kekuatan Lelah

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 dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Nov 2020



Aldo pangestu

NIM. 03051281621046

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-NYA penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan baik. Penelitian skripsi ini berjudul “Pengaruh Variasi Berat Penambahan Batubara 60 Mesh Pada Aluminium Cair Terhadap Kekuatan Lelah”.

Penelitian skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, banyak bantuan serta dukungan yang didapatkan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak terkait, antara lain:

1. Muksin dan Retno Dumilah selaku kedua orang tua yang terus menjadi semangat serta motivasi penulis dalam menyelesaikan pendidikan.
2. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T. selaku pengajar sekaligus dosen pembimbing yang terus memberikan masukan – masukan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Ketua jurusan dan seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya selaku pengajar yang telah membekali penulis dengan ilmu yang bermanfaat sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
4. Panji Janatama Aryadi selaku teman seperjuangan penulis dalam menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Rekan – rekan asisten laboratorium metalurgi teknik mesin unsri yang menjadi motivasi bagi penulis.
6. Teman – teman Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya lainnya yang juga banyak memberikan bantuan kepada penulis pada saat menyelesaikan pendidikan.
7. Teruntuk kamu yang kelak akan menjadi teman hidup penulis dan akan mendengarkan semua cerita penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Serta teman – teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu dan tentunya sangat berpengaruh terhadap perkembangan penulis hingga saat ini..

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam dunia pendidikan dan industri.

Palembang, Des 2020

Aldo Pangestu

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI BERAT PENAMBAHAN BATUBARA 60 MESH
PADA ALUMINIUM COR TERHADAP KEUATAN LELAH

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, November 2020

Aldo Pangestu ; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T

XXIII + 65 halaman, 26 tabel, 30 gambar,

RINGKASAN

Logam Aluminium adalah salah satu logam ringan diantara logam lainnya, selain itu aluminium memiliki ketahanan korosi yang tinggi, karena logam ini sangat reaktif, karena terbentuk lapisan oksida tipis pada permukaannya, sehingga jika bersentuhan dengan udara dan lapisan ini terkelupas maka akan segera terbentuk lapisan baru. Aluminium mempunyai berat jenis $2,69 \text{ g/cm}^3$ dan titik cair (*melting point*) $660 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan berat jenis yang rendah, aluminium sangat cocok sebagai bahan konstruksi, meskipun kekuatan dari aluminium murni agak rendah akan tetapi kekuatan itu dapat ditingkatkan dengan menambahkan unsur paduan pada aluminium tersebut *alloy* sehingga kekuatannya mendekati kekuatan yang dimiliki baja konstruksi, yaitu dengan penambahan unsur paduan seperti tembaga (Cu), silikon (Si), magnesium (Mg), mangan (Mn), nikel (Ni) dan lain sebagainya, yang dapat mengubah sifat-sifat mekanis Aluminium. Pada penelitian ini pembuatan sampel dengan metode pengecoran lalu dibentuk menggunakan proses permesinan, pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan cairan logam tersebut ke dalam rongga cetakan sebelum aluminium dituangkan didalam cetakan baja berbentuk tabung akan ditambahkan dengan batubara 60 mesh dengan berat yang bervariasi. Sampel yang telah dibentuk diuji fatik didefinisikan sebagai proses perubahan struktur permanen progressive localized pada kondisi yang menghasilkan fluktuasi regangan dan tegangan dibawah kekuatan tariknya dan pada satu titik atau banyak

titik yang dapat memuncak menjadi retak (*crack*) atau patahan (*fracture*) secara keseluruhan sesudah fluktuasi tertentu. Berdasarkan hasil pengujian dari berbagai sampel yang telah dilakukan dengan uji fatik pada sudut 1(satu) derajat dan 2 (dua) derajat pada aluminium dengan penambahan batubara 25 gram meningkatkan kekuatan fatik dibandingkan dengan aluminium A6061 tanpa adanya penambahan batubara. Begitu pula sampel yang diberikan perlakuan panas sampel aluminium yang ditambahkan 25 gram batubara memiliki ketahanan fatik yang lebih baik. Pada pengujian XRF Berdasarkan pengujian didapat hasil data seperti tabel yang menggunakan alat uji komposisi kimia *X-Ray Fluorosense* (XRF) diketahui Al, Mg dan Si maka dapat kita lihat persentase unsur yang terdapat pada material . Pengujian komposisi material diatas dapat disimpulkan material yang ditunjukkan adalah aluminium seri AA 6061.

Kata Kunci : Aluminium, Batubara, Pengecoran (*Casting*), Uji Fatik, *X-Ray Fluorosense* (XRF)

1 SUMMARY

THE EFFECT OF WEIGHT VARIATION ADDING 60 MESH COAL TO CAST ALUMINUM ON FATIGUE STRENGTH

Scientific writing in the form of Thesis, September 2020

Aldo Pangestu; Supervised of Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T

XXIII+ 60 pages, 26 tables, 30 images,

SUMMARY

Aluminum metal is one of the light metals among other metals, besides aluminum has high corrosion resistance, because this metal is very reactive, because it forms a thin oxide layer on its surface, so that if it comes in contact with air and this layer peels off, a new layer will soon be formed. Aluminum has a specific gravity of 2.69 g / cm³ and a melting point of 660 °C with a low specific gravity, aluminum is very suitable as a construction material, although the strength of pure aluminum is rather low but that strength can be increased by adding alloying elements to it. aluminum is an alloy so that its strength is close to that of construction steel, namely by adding alloying elements such as copper (Cu), silicon (Si), magnesium (Mg), manganese (Mn), nickel (Ni) and so on, which can change the properties -Aluminum mechanical properties. In this study, sample making using the casting method is then formed using a machining process, metal casting is the process of making objects by melting metal and pouring the metal liquid into the mold cavity before the aluminum is poured into a tubular steel mold to be added with 60 mesh coal with varying weight . A sample that has been formed is fatigue tested is defined as a process of permanent, progressive localized structural change under conditions that produce fluctuations in strain and stress below its tensile strength and at one point or many points that can peak

into a crack or fracture as a whole after certain fluctuations. . Based on the results of tests from various samples that have been carried out with fatigue testing at an angle of 1 (one) degree and 2 (two) degrees on aluminum with the addition of 25 grams of coal, it increases the fatigue strength compared to aluminum A6061 without the addition of coal. Likewise, samples given heat treatment with aluminum samples added with 25 grams of coal had better fatigue resistance. In the XRF test, the results obtained from the test data such as tables using the X-Ray Fluorescence (XRF) and PMI-OES chemical composition assay, it is known that Al, Mg and Si, so we can see the percentage of elements present in the material. Testing the material composition above, it can be concluded that the material shown is aluminum AA 6061 series.

Keywords: Aluminum, Coal, Casting, Fatigue Test, X-Ray Fluorescence (XRF),

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Persetujuan.....	vii
Halaman Pernyataan.....	xi
Kata Pengantar.....	xiii
Ringkasan.....	xvii
Summary.....	xviii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar.....	xxi
Daftar Tabel.....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Masalah.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Aluminium Scrap.....	5
2.2 Sifat Fisik Aluminium.....	6
2.3 Aluminium Tanpa Paduan.....	7
2.4 Aluminium Alloy.....	8
2.5 Definisi Batubara.....	9
2.6 Penyaringan Ukuran.....	10
2.7 Pengecoran Logam.....	12
2.7.1 Pola Cetakan.....	13
2.8 X-Ray Fluorescence (XRF).....	14
2.9 Heat Treatment Aluminium Alloy.....	15
2.10 Proses Perlakuan Panas.....	16
2.10.1 Proses Solutio Heat Treatment (SHT).....	16

2.10.2	Proses Quenching.....	16
2.10.3	Proses Aging.....	17
2.11	Pengujian Sifat Mekanik Aluminium.....	17
2.11.1	Pengujian Fatik.....	18
2.12	Stress Cycle.....	19
2.13	Curve S-N.....	20
2.14	Kajian Pustaka.....	21
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.2	Peralatan Bahan.....	24
3.3	Prosedur Penelitian.....	25
3.4	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.5	Hasil Yang Diharapkan.....	30
BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Hasil Uji Komposisi Matreial.....	31
4.2	Analisa Data Pengujian Fatik.....	32
4.2.1	Sampel Non- Heat Treatment.....	32
4.2.2	Sampel Heat Treatment.....	32
4.3	Hasil Perhitungan Pengujian Fatik.....	34
4.3.1	Hasil Uji Fatik Non- Heat Treatment.....	35
4.3.2	Hasil Uji Fatik Heat Treatment.....	36
4.4	Pengamatan Visual.....	38
4.5	Patahan.....	42
4.6	Analisa Data.....	43
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.1	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Bahan utama Al skrap..... 6
Gambar 2.2	Tungku pembakaran..... 12
Gambar 2.3	Bentuk cetakan..... 13
Gambar 2.4	Alat uji XRF..... 14
Gambar 2.5	Diagram temperatur terhadap Al+Mg..... 15
Gambar 2.6	Tahapan pemanasan..... 17
Gambar 2.7	Dimensi sampel..... 19
Gambar 2.8	Variasi stress..... 19
Gambar 2.9	Skema pada mesin fatik..... 20
Gambar 3.1	Diagram alir..... 23
Gambar 3.2	Cetakan tabung baja..... 26
Gambar 3.3	Sampel fatik..... 26
Gambar 3.4	Dapur listrik..... 27
Gambar 3.5	Grafik waktu penahanan..... 28
Gambar 3.6	Fatik berulang torsion dan bending..... 28
Gambar 4.1	Siklus fatik aluminium pada sudut 1..... 35
Gambar 4.2	Siklus fatik aluminium pada sudut 2..... 36
Gambar 4.3	Siklus fatik Al dengan heat treatment sudut 1..... 37
Gambar 4.4	Siklus fatik Al dengan heat treatment sudut 2..... 37
Gambar 4.5	Patahan aluminium tanpa tambahan batubara..... 38
Gambar 4.6	Tampak samping patahan Al+Bb 12,5 gr..... 39
Gambar 4.7	Permukaan sampel Al+Bb 25 gr..... 39
Gambar 4.8	Permukaan aluminium tanpa tambahan batubara..... 40
Gambar 4.9	Permukaan patahan Al+Bb 12,5 gr..... 40
Gambar 4.10	Permukaan Al+Bb 25 gr..... 41
Gambar 4.11	Aluminium paduan tanpa penambahan batubara..... 41
Gambar 4.12	Aluminium ditambahkan batubara 12,5 gr..... 42
Gambar 4.13	Dengan penambahan batubara 25 gr..... 42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Aluminium sifat fisik.....	7
Tabel 2.2 Aluminium sifat mekanik.....	8
Tabel 2.3 Macam-macam jenis aluminium.....	9
Tabel 2.4 Ukuran mesh terhadap milimeter.....	11
Tabel 3.1 Rumus penghitungan fatik.....	28
Tabel 4.1 Data hasil uji komposisi kimia.....	31
Tabel 4.2 Hasil pengujian fatik.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A.1 Hasil Pengambilan Data.....	51
Lampiran A.2 Hasil Uji XRF.....	59

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam permesinan ataupun kontruksi merupakan hal yang sering dijumpai dalam kehidupan begitu banyak penemuan teknologi dan ilmu baru yang diterapkan pada saat ini sebagai contoh penerbangan, otomotif dan kontruksi Gedung-gedung pencakar langit. Logam merupakan material utama yang selalu digunakan pada industry tersebut dan begitu banyak jenis logam seperti logam baja serta logam non baja. Salah satu logam non baja yang sering digunakan yaitu aluminium dikarenakan aluminium memiliki kekuatan dan anti korosi yang baik.

Ada beberapa jenis aluminium antara lain aluminium murni dan aluminium paduan, aluminium murni memiliki sifat mekanik dan fisik yang lebih rendah jika dibandingkan dengan aluminium paduan lain. Makanya aluminium murni perlu adanya tambahan unsur lain yang dapat meningkatkan sifat mekanik dan fisiknya yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam pemakaiannya tersebut.

Dikehidupan sehari-hari terdapat banyak limbah yang digunakan hasil proses permesinan yang dapat diolah lagi dengan cara dilebur kembali dan dilakukan pengcoran ulang menggunakan cetakan yang dapat ditempa kembali yang dapat dipergunakan lagi salah satunya limbah hasil pembuatan lemari hias atau yang sering disebut aluminium Skrap, dari hasil tersebut saya bertujuan dapat memanfaatkan aluminium limbah tersebut yang akan lebur kembali menjadi sampel hasil uji fatik yang akan mendapatkan perlakuan khusus yaitu ditambahkan batubara berukuran 60 mesh yang bervariasi berat batubara yang ditambakkannya.

Aluminium akan di proses ulang dengan cara meleburkan ulang aluminium skrap lalu kemudian dicetak ulang menggunakan cetakan tabung berbahan baja. Sebelum dituangkan di cetakan aluminium cair akan ditambahkan batubara halus 60 mesh yang diharapkan batubara dapat terbakar serta menyisakan karbon dan

karbon tersebut dapat terperangkap dalam aluminium yang dihapakan dapat meningkatkan sifat mekanik aluminium tersebut.

Penelitian skripsi ini akan menguji sifat mekanik aluminium dengan cara diberi beban uji fatik yaitu beban dinamis yang diberi beban terus menerus hingga aluminium tersebut patah yang akan dihitung waktu patah dan siklusnya. Pengujian nya antara lain: uji fatik, XRF dan pengamatan patahan sampel.

Dari hasil latar belakang tersebut penelitian ini akan diberikan judul **“PENGARUH VARIASI BERAT PENAMBAHAN BATUBARA 60 MESH TERHADAP KEKUATAN LELAH ”**

1.2 Rumusan Masalah

Dari teori yang dijelaskan pada latar belakang maka dapat ditentukan yang akan dibahas antara lain:

1. Mengulas apa pengaruhnya akibat penambahan batubara terhadap aluminium skrap pada sifat mekaniknya.
2. Mengulas kekuatan fatik yang disebabkan adanya penambahan batu bara 60 mesh dengan variasi berat berbeda.
3. Mengamati patahan pada sampel fatik.
4. Mengulas pengaruh perlakuan panas dan tidak adanya perlakuan panas pada kekuatan fatik sampel.

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan pada penelitian skripsi ini yaitu:

1. Cetakan berupa bentuk silinder.
2. Bahan utama penelitian ini aluminium skrap serta batu bara 60 mesh.
3. Pengamatan komposisi kimia menggunakan alat X-Ray Fluorosense.
4. Sampel *Heat treatment* dan *Non Heat treatment*.

5. Pengujian fatik
6. Pengamatan Patahan Sampel menggunakan Kamera mikro.

1.4 Tujuan Penelitian

Sub bab ini menjelaskan tujuan ditulisnya skripsi ini :

1. Mengulas uji kekuatan fatik Aluminium menggunakan mesin fatik
2. Membandingkan kekuatan Lelah antara tidak perlakuan panas dan perlakuan panas
3. Mengamatan dengan visual dengan kamera mikroskop
4. Mengulas komposisi kimia aluinium dengan menggunakan alat XRF.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa hal penting yang dapat kita ambil kesimpulan dari skripsi antara lain :

1. Mengulas dan belajar dalam pembuatan sampel uji fatik.
2. Mengulas penggunaan uji fatik yang tepat dan akurat.
3. Pengamatan visual patahan aluminium dengan kamera mikroskop
4. Dapat membandingkan kekuatan fatik antara kedua sampel yang *heat treatment*

DAFTAR PUSTAKA

- Beny Hartawan, 2018. Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Artificial Aging Pada Aluminium Magnesium Silikon (Al-Mg-Si) yang Dicor Ulang Terhadap Sifat (Skripsi) oleh : Beny Hartawan Jurusan Teknik Mesin Analysis of the influence of heat treatment artificial aging on magnesi 1–80.
- Demir, H., and Gündüz, S., 2017. The effects of aging on machinability of 6061 aluminium alloy The effects of aging on machinability of 6061 aluminium alloy. *Materials and Design* 30, 1480–1483. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.08.007>
- Ferguson, H.A., 1991. Heat Treating of Powder Metallurgy Steels. *Heat Treating* 4, 229–236. <https://doi.org/10.1361/asmhba000>
- Firdaus, M.S., Nukman, Yani, I., Arifin, A., Arifta, P., and Surya, I., 2019. The effect of heat treatment on fatigue testing of aluminum cans. *Journal of Physics: Conference Series* 1198. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/7/072002>
- Grajcar, A., 2017. Thermomechanical processing of TRIP steels. *Rolling of Advanced High Strength Steels: Theory, Simulation and Practice* 189–223. <https://doi.org/10.1201/9781315120577>
- Herdiana, 2013. Pengayakan. *Journal of Chemical Information and Modeling* 53, 1689–1699.
- Najamudin, 2016. Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 Dengan Tipe Rotary Bending. *Jurnal Teknik Mesin* 2.
- Sinaga, R., 1998. Meningkatkan Sifat Mekanik Bahan Aluminium Paduan Al-Mg-Si 20–21.

- Speight, J.G., 2005. Handbook Of Coal Analysis, a John Wiley and Sons, Inc.
- Subagyo, N.I., 2017. Analisis Pengaruh Artificial Aging Terhadap Sifat Mekanis Pada Aluminium Seri 6061 6061.
- Surdia, Tata, and Saito, S., 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. *PT. Pradnya Paramita*, Jakarta.
- Surdia, T, and Saito, S., 1999. Pengetahuan Bahan Teknik, book. [https://doi.org/PT. Pradnya Paramita. Jakarta](https://doi.org/PT.PradnyaParamita.Jakarta)
- Wardoyo, W., and Sumpena, S., 2018. Pengaruh Variasi Temperatur Quenching pada Aluminium Paduan AlMgSi-Fe12% terhadap Keausan. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material* 2, 33. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v2i1.528>
- William D. Callister, J., and Rethwisch, D.G., 2012. Materials Science and Engineering and Introduction EIGHTH EDI.