

**ANALISA KEKUATAN BENDING ALUMINIUM TERHADAP
VARIASI KAMPUH SAMBUNGAN
LAS SMAW**

SKRIPSI

Oleh

RIDHUAN HIDAYATULLAH

NIM : 06121381722054

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

**ANALISA KEKUATAN BENDING ALUMINIUM TERHADAP
VARIASI KAMPUH SAMBUNGAN LAS SMAW**

SKRIPSI

Oleh
Ridhuan Hidayatullah
NIM: 06121381722054
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Mengesahkan:



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin

Drs. Harlin, M.Pd.
NIP. 196408011991021001

Pembimbing

Imam Syofii, S.Pd., M. Eng.
NIP. 198305032009121006

**ANALISA KEKUATAN BENDING TERHADAP VARIASI
KAMPUH SAMBUNGAN LAS SMAW**

SKRIPSI

oleh

Ridhuan Hidayatullah

NIM : 06121381722054

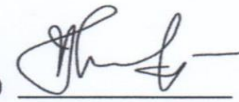
Telah diujikan dan lulus pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 11 September 2021

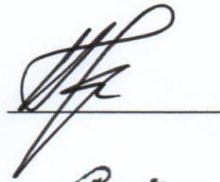
TIM PENGUJI :

1. **Imam Syofi'i, S. Pd., M. Eng. (Ketua/ Pembimbing 1)**



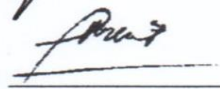
2. **Drs. Harlin, M.Pd.**

(Penguji 1)




3. **Drs. H. Darlius, M.M., M.Pd.**

(Penguji 2)



Palembang, 11 September 2021
Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pend.Teknik Mesin


Drs. Harlin, M.Pd
NIP. 196408011991021001



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridhuan Hidayatullah NIM : 06121381722054

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Analisa kekuatan bending aluminium terhadap variasi kampuh sambungan las smaw” ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya. Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Palembang, 26 Februari 2021



Yang membuat pernyataan,

Ridhuan Hidayatullah

NIM: 06121381722054

PRAKATA

Skripsi dengan judul “Analisa kekuatan bending aluminium terhadap variasi kampuh sambungan las smaw” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Imam Syofii, S.Pd.,M.Eng., sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Sofendi, M.A., Ph.D., selaku Dekan FKIP Universitas Sriwijaya, Bapak Drs. Harlin, M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini. Ibu Nopriyanti, M.Pd., selaku dosen Pembimbing Akademik serta seluruh staff dan dosen Pendidikan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan motivasi selama proses perkuliahan.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi pendidikan teknik mesin dan pengembangan ilmu pengetahuan, serta dapat menjadi sarana informasi dan menambah pengetahuan bagi masyarakat.

Palembang, Februari 2021



Penulis,

Ridhuan Hidayatullah

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang Maha pengasih lagi Maha penyayang, karena berkat limpahan dan rahmat-Nya penulis diberi kesempatan dan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan dan menyusun skripsi yang berjudul **“ANALISA KEKUATAN BENDING ALUMINIUM TERHADAP VARIASI KAMPUH SAMBUNGAN LAS SMAW”** Alhamdulillah berkat izin Allah SWT Skripsi ini dapat terselesaikan guna menyelesaikan program Sarjana Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya.

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

- Alhamdulillah syukur kepada sang pencipta alam Rabb yang maha segalanya Allah SWT, yang telah banyak memberikan Nikmat dan Karunia-Nya tanpa henti.
- Rasulullah SAW junjungan seluruh umat yang membawa dunia dari kegelapan menuju dunia yang terang benderang.
- Orang tua, Ibu dan ayah yang selalu menjaga dalam do'a dan memberi semangat serta motivasi penulis.
- Terima kasih atas do'a dan kasih sayang yang telah dicurahkan kepada penulis. Mbak santi, mas santo, mas yadi, mbak lastri, mas tono dan kak dedi yang telah mendo'akan dan memotivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
- Terima kasih kepada Madik, Kelvin, Agung febriansyah, Ready hidayat, Harun, Agung Wijaya dan sahabat yang ada saat dibutuhkan. Terimakasih telah memberi semangat dan ikut mendo'akan dalam kelancaran pembuatan skripsi ini.
- Bapak Imam Syofii, S.Pd., M.Eng., selaku Pembimbing. Terima kasih atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini.

- Bapak Drs. Harlin, M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. Terima kasih atas bimbingan yang telah diberikan selama proses perkuliahan
- Ibu Nopriyanti, M.Pd. Selaku dosen Pembimbing Akademik. Terima kasih atas motivasi dan ilmu pengetahuan selama proses perkuliahan.
- Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan motivasi selama proses perkuliahan.
- Seluruh staff dan karyawan Pendidikan Teknik Mesin yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini.
- Teman-teman ptm 2017 yang secara tidak langsung memberikan motivasi dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini
- Almamater ku, Terima kasih Universitas Sriwijaya.
- Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

MOTTO

- *Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap. (QS. Al-Insyirah: 6-8).*
- *Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui. (QS. Al-Baqarah: 216)*
- *Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya (QS. Al- Baqarah: 286)*
- *Jangan tuntutan Tuhanmu karena tertundanya keinginanmu, tapi tuntutan dirimu karena menunda adabmu kepada Allah*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
PRAKATA	v
PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II KAJIAN TEORI	5
2.1 Pengelasan	5
2.1.1 Pengertian Pengelasan.....	5
2.1.2 Prinsip Pengelasan.....	5
2.1.3 Perubahan Sifat Logam Setelah Proses Las	8
2.1.4 Arus Pengelasan	9
2.1.5 Elektroda	11
2.2 Alumunium.....	12
2.2.1 Pengertian Alumunium	12

2.2.2	Klasifikasi Aluminium dan Paduannya.....	12
2.2.3	Pengelasan Aluminium dan Paduannya	13
2.3	Pengelasan Alumunium.....	13
2.4	Kampuh dan Sambungan Las.....	15
2.4.1	Pengelasan	15
2.4.2	Membaca dan Mengaplikasikan Simbol-Simbol Las.....	15
2.5	Pengujian Bending	18
2.6	Penelitian yang Relevan	20
2.7	Kerangka Konseptual	21
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Metode Penelitian.....	23
3.2	Tempat Dan Waktu Penelitian	23
3.3	Bahan dan Alat	24
3.4	Spesifikasi Bahan Uji	24
3.5	Prosedur Penelitian.....	24
3.5.1	Prosedur Pembentukan Spesimen.....	24
3.5.2	Prosedur Pengelasan SMAW.....	25
3.5.3	Prosedur Pengujian Spesimen.....	25
3.6	Pengumpulan Data	26
3.7	Instrumen Penelitian.....	26
3.8	Diagram Alir Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Deskripsi Peneltian.....	28
4.1.1	Deskripsi Persiapan Alat dan Bahan.....	28
4.1.2	Deskripsi Pembentukan Spesimen.....	29
4.1.3	Deskripsi Proses Pengelasan SMAW	30
4.1.4	Deskripsi Proses Pengujian Bending	32
4.2	Hasil Penelitian	36
4.2.1	Menghitung Hasil Kekuatan Bending	37
4.2.2	Tegangan Lengkung atau Bending	38

4.3 Pembahasan.....	38
4.4 Implementasi Penelitian	39
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Simpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Shielded Metal Arc Welding (SMAW).....	7
Gambar 2.2 Las listrik dengan elektroda berselaput	8
Gambar 2.3 Distribusi Temperatur Saat Pengelasan	9
Gambar 2.4 Perlakuan Panas Logam Las	9
Gambar 2.5 Elektroda Las	13
Gambar 2.6 Sambungan Tumpuk/ Lap Joint	15
Gambar 2.7 Sambungan Sudut / Corner Joint	16
Gambar 2.8 Sambungan Tepi / Edge Joint	16
Gambar 2.9 Sambungan T / Tee joint	17
Gambar 2.10 Simbol las Sambungan Pangkal (Butt/groove joint)	17
Gambar 2.11 Sampel Uji Standar JIS	18
Gambar 2.12 Sampel Uji Pelat Baja Dan Baja Bentuk	19
Gambar 2.13 Sampel Uji Batangan Ferro Dan Non Ferro	19
Gambar 2.14 Sampel Uji Logam Tipis	20
Gambar 4.1 Proses Pembentukan Kampuh Pada Spesimen	29
Gambar 4.2 Proses Pembentukan Kampuh Pada Spesimen	30
Gambar 4.3 Hasil Pembentukan Spesimen	30
Gambar 4.4 Persiapan Mesin Las dan Elektroda	31
Gambar 4.5 Proses Pengelasan	31
Gambar 4.6 Hasil Spesimen Setelah Dilakukan Proses Pengelasan	32
Gambar 4.7 Meteran dan Kunci Pas	32
Gambar 4.8 Pengukuran Lebar Tumpuan	33
Gambar 4.9 Pengencangan Baut Tumpuan	33
Gambar 4.10 Pemasangan Penekan	34

Gambar 4.11 Meletakkan Spesimen Pada Tumpuan	34
Gambar 4.12 Proses Pengujian Bending	35
Gambar 4.13 Beban Pmaks	35
Gambar 4.14 Hasil Pengujian	36
Gambar 4.15 Grafik Kekuatan Bending (N/mm ²)	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Diameter Elektroda Dengan Arus Pengelasan	10
Tabel 2.2 Kesesuaian Logam Pengisi dan Logam Induk.....	14
Tabel 3.1 Hasil Pengujian	26
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Bending	36

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Usul Judul Proposal Skripsi
- Lampiran 2 Verifikasi Pengajuan Judul Skripsi
- Lampiran 3 Kesiadaan Membimbing Skripsi
- Lampiran 4 Surat Keputusan Pembimbing
- Lampiran 5 Izin Penelitian
- Lampiran 6 Sertifikat Welder
- Lampiran 7 Sertifikat Pelatihan Kerja Berbasis Kompetensi
- Lampiran 8 Surat Keterangan Telah Penelitian/ Pengujian
- Lampiran 9 Rumus Pengolahan Data
- Lampiran 10 Rencana Pembelajaran Semester (RPS) las busur.
- Lampiran 11 Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Pengujian Bahan
- Lampiran 11 Persetujuan Sidang Skripsi
- Lampiran 12 Kartu Bimbingan

ANALISA KEKUATAN BENDING ALUMINIUM TERHADAP VARIASI KAMPUH SAMBUNGAN LAS SMAW

Oleh:

Ridhuan Hidayatullah

NIM: 06121381722054

Pembimbing : (Syofii, S.Pd.,M.Eng)

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

ABSTRAK

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kampuh sambungan las pada pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) terhadap kekuatan Bending plat aluminium 6063. Terdapat tiga spesimen yang digunakan dalam penelitian ini, masing-masing spesimen dilakukan variasi kampuh yaitu kampuh v, kampuh $\frac{1}{2}$ v dan kampuh k. Hasil dari penelitian ini adalah spesimen yang pertama dengan pengelasan kampuh v mendapatkan hasil sebesar 330 kgf. Sedangkan spesimen kedua dengan pengelasan kampuh $\frac{1}{2}$ v mendapatkan hasil 305 kgf dan untuk proses pengelasan pada spesimen terakhir dengan pengelasan kampuh k mendapatkan hasil 290 kgf. Tegangan bending terbesar adalah 330 kgf pada spesimen yang dilakukan pengelasan dengan menggunakan sambungan las kampuh v, dan tegangan bending terkecil terdapat pada di sambungan las yang menggunakan kampuh k. Maka kampuh yang tepat dan baik untuk digunakan proses pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada aluminium 4043 adalah kampuh v.

Kata kunci: Aluminium 6063, Varias kampuh , SMAW, kekuatan *Bending*

ANALYSIS OF BENDING STRENGTH ON VARIATIONS OF WELDED JOINTS SMAW

Oleh:

Ridhuan Hidayatullah

NIM: 06121381722054

Pembimbing : (Syofii, S.Pd.,M.Eng)

Mechanical Engineering Education Study Program

ABSTRACT

The method used in this reseacrh is experimental. This aims to determine the effect of variations in weld joint seam in Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welding on the bending strength of 6063 aluminium plate. There are three specimens used in this study, each specimen was carried out with variations of seam, namely seam v, seam $\frac{1}{2}$ v dan camp h k. The result of this research is that the frist specimen with v seam welding obtained a result of 330 kgf. While the second specimen with $\frac{1}{2}$ v welding got 305 kgf and the last specimen with k seam welding got 290 kgf. The largest bending strength is 330 kgf on the specimen which are welded using v joint welds, and the smallest bending strength are found in the k-joint welded joints. So the right and good seam to use the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welding process on 4043 aluminium is v seam.

Kata kunci: Aluminium 6063, Variations seam, SMAW, Bending strength



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan bagian terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peran utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. (Muh Anwar, 2019: 140). Metode pengelasan saat ini sangat banyak digunakan secara luas dalam industri rekayasa keteknikan dari yang sederhana sampai yang rumit, konstruksi ringan maupun berat, grating, tangga besi dan lain-lain. Dalam ilmu manufaktur sendiri terdapat turunan ilmu yang sangat bermanfaat bagi manusia yaitu pengelasan. Pengelasan adalah pekerjaan penyambungan logam dengan menggunakan proses pemanasan setempat, sehingga terjadi ikatan metalurgis antara logam yang disambung. Dengan ini perkembangan teknologi sekarang teknik pengelasan ikut berkembang dapat kita lihat dari banyaknya penemuan teknologi baru, sehingga pengelasan dapat dijadikan salah satu pilihan utama dalam pembuatan konstruksi.

Sambungan las merupakan ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Banyak faktor yang mempengaruhi proses pengelasan antara lain adalah cara atau prosedur pengelasan yang meliputi cara perakitan dan pembuatan konstruksi las yang sesuai dengan rancangan dan spesifikasi, dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut sedangkan faktor produksi dalam pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlakukan, urutan pelaksanaan dan persiapan pengelasan.

Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki sifat penghantar panas, sifat pantul sinar yang baik dan juga dapat digunakan pada komponen mesin, alat penukar panas dan komponen industri kimia. (Wirosumarto dan Okumuru, 2008). Penyambungan logam aluminium dengan menggunakan busur listrik sering juga disebut las listrik, las listrik merupakan suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas, dan elektroda sebagai tambahan. Pengelasan dengan metode SMAW (*Shield*

Metal Arc Welding) banyak digunakan karena proses pengelasan dengan metode ini menghasilkan sambungan yang kuat dan juga mudah digunakan.

Pemilihan variasi kampuh yang akan digunakan sangatlah berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik suatu material untuk mendapatkan hasil pengelasan yang sesuai dengan keinginan. Hasil pengelasan tidak hanya bentuk kampuh las yang baik, tetapi juga kekuatan dari sambungan las yang dihasilkan harus baik dan kuat.

Oleh karena itu penulis akan melakukan pengujian dan penelitian serta melakukan analisa mengenai pengaruh variasi kampuh sambungan las pada sifat fisik hasil pengelasan aluminium. Pengujian dan penelitian ini menggunakan uji bending untuk mengetahui hasil kekuatan bending pada pengelasan logam aluminium. Sehingga diharapkan setelah melakukan pengujian dan penelitian ini, akan dihasilkan suatu data yang tepat dan akurat untuk pemilihan variasi kampuh sambungan las yang baik sehingga menghasilkan pengelasan yang baik dan sempurna. Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“ANALISA KEKUATAN BENDING ALUMINIUM TERHADAP VARIASI KAMPUH SAMBUNGAN LAS SMAW.”**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas maka penulis dapat mengidentifikasi masalah dalam penelitian yaitu :

1. Kekuatan bending aluminium pada sambungan las SMAW
2. Pengaruh variasi kampuh las SMAW terhadap kekuatan bending pada aluminium

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka penulis merumuskan masalah yang dihadapi dalam penyusunan penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil dari kekuatan bending aluminium terhadap kampuh V sambungan las smaw ?

2. Bagaimana hasil dari kekuatan bending aluminium terhadap kampuh setengah V sambungan las smaw ?
3. Bagaimana hasil dari kekuatan bending aluminium terhadap kampuh K sambungan las smaw ?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui hasil kekuatan bending setelah menggunakan sambungan las SMAW kampuh V pada aluminium.
2. Untuk mengetahui hasil kekuatan bending setelah menggunakan sambungan las SMAW kampuh setengah V pada aluminium.
3. Untuk mengetahui hasil kekuatan bending setelah menggunakan sambungan las SMAW kampuh K pada aluminium.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan bahan logam aluminium dan kawat las aluminium. Variasi kampuh yang digunakan yaitu : kampuh V, kampuh setengah V, dan kampuh K. Setelah itu akan dilakukan proses pengelasan SMAW. Hasil pengelasan selanjutnya akan diuji bending.

1.6 Manfaat Penelitian

Peneliti mengharapkan hasil dari penelitian ini dapat memiliki manfaat bagi penelitian, bagi masyarakat dan bagi pendidik.

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pemilihan variasi kampuh sambungan las aluminium.
 - b. Dengan adanya hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan hasil pengelasan dengan menggunakan variasi kampuh sambungan las yang tepat.

2. Manfaat Praktis

- a. Sebagai pertimbangan dan perbandingan bagi pengembangan penelitian sejenis dimasa yang akan datang.
- b. Memberikan informasi mengenai variasi kampuh yang sesuai untuk proses pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin. 2017 . Elektroda E4043 (online) <http://id.dayangwelding.asia/e4043sd> (diakses 28 Maret 2021)
- American Welding Society (AWS). *Committee on Welding in Marine Construction. Subcommittee on Underwater Welding, American National Standards Institute, & American Welding Society. Technical Activities Committee. (1989). Specification for Underwater Welding. American Welding Society.*
- Arifin, J., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2017). Pengaruh jenis elektroda terhadap sifat mekanik hasil pengelasan smaw baja ASTM A36. *JURNAL ILMIAH MOMENTUM*, 13(1).
- Daryanto. 2013. *Teknik las*. Bandung : CV Alfabeta
- Dermawan, N. A. (2016). *Pengaruh Variasi Arus terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Kekuatan Sambungan pada Proses Pengelasan Alumunium dengan Metode SMAW* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Harsono Wiryosumarto, Okumura. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Herlina Nasmi. 2018. *Material Teknik*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Herlina Nasmi. 2019. *Teknologi Papan Komposit Diperkuat Serat Kulit Jagung*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- KEMBAREN, B. H., & Mohruni, A. S. (2012). *Pengaruh Variasi Kecepatan Las Dan Kuat Arus Terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E 6013* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Nukman, 2013. *Petunjuk Praktikum Material Teknik*. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Prasmayobi, U. (2016). Studi Kekuatan Bending Dan Kekerasan Pada Pengelasan Aluminium Dengan Menggunakan Las Smaw (Shielded Metal Arc Weling). *ENTHALPY*, 1(01).
- Purnomo. 2017. *Material Teknik*. Malang, Jawa Timur: CV Seribu Bintang.
- Sambiring, Dayana, Rianna. 2019. *Alat Penguji Material*. Yogyakarta: Guepedia.

- Sularso, Ir, MSME, dan Suga Kiyokatsu, 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Pramita
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sunaryo, H. (2008). *Teknik Pengelasan Kapal*. Jakarta: Dinas Pendidikan Nasional.
- Suripto, S. R. (2011). *Perancangan alat bantu las listrik dengan teknik pengelasan dua sisi berdasarkan prinsip ergonomi* (studi kasus bengkel las mulyana Sukoharjo).
- Syahrani, A., Naharuddin, N., & Nur, M. (2018). *Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro Pada Pengelasan Smaw Stainless Steel 312 Dengan Variasi Arus Listrik*. *Jurnal Mekanikal*, 9(1).
- UNY. 2008. *Modul Teori pengelasan logam*. Tersedia [online]. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/modul%20teori%20pengelasan.pdf> di akses pada tanggal 07 September 2020.
- Zaki, M., & Pratiwi, D. K. (2016). *Pengaruh Pengelasan Smaw Dan Tig Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Pipa Aluminium* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).

