

PROYEK AKHIR

**REDESAIN ISOLASI TERMAL PADA *OVEN*
ELEKTRODA LAS LISTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GUSTI NGURAH INDRA PAWITRA

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

PROYEK AKHIR

**REDESAIN ISOLASI TERMAL PADA *OVEN*
ELEKTRODA LAS LISTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GUSTI NGURAH INDRA PAWITRA
NIM. 2115213051

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**REDESAIN ISOLASI TERMAL PADA *OVEN* ELEKTRODA
LAS LISTRIK**

Oleh

I GUSTI NGURAH INDRA PAWITRA
NIM. 2115213051

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
program D3 Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali


Disetujui Oleh

Pembimbing I



Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP. 199202162020122006


Pembimbing II



ACC 19/08
2024.

I Wayan Marlon Managi, S.T., M.T.
NIP. 198905082022031003

Disahkan Oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

REDESAIN ISOLASI TERMAL PADA *OVEN* ELEKTRODA LAS LISTRIK

Oleh:

I GUSTI NGURAH INDRA PAWITRA

NIM. 2115213051

Proyek Akhir ini telah di pertahankan di depan dosen penguji dan diterima untuk dapat dicetak sebagai buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:
(21 Agustus 2024)

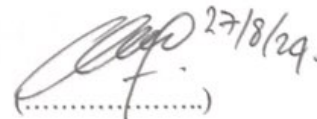
Tim Penguji

Tanda Tangan

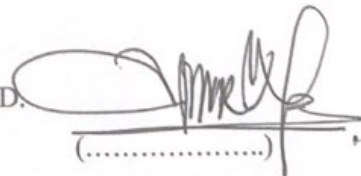
Penguji I : I Made Agus Putrawan, S.T., M.T.
NIP : 198606132019031012


(.....)

Penguji I : Made Ardikosa Satrya, S.T., M.T.
NIP : 195005312022031005


(.....)

Penguji III : Prof. I Nyoman Suamir, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP : 196503251991031002


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Gusti Ngurah Indra Pawitra
NIM : 2115213051
Program Studi : D3 Teknik Mesin
Judul Proyek Akhir : Redesain Isolasi Termal Pada *Oven* Elektroda Las Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan Perundang-undang yang berlaku.

Badung, 21 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



I Gusti Ngurah Indra Pawitra

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk, dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak I Wayan Suastawa, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin.
5. Ibu Risa Nurin Baiti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Wayan Marlon Managi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat yang telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini
11. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali

Badung, 21 Agustus 2024
I Gusti Ngurah Indra Pawitra

ABSTRAK

Oven elektroda yang dibuat sebelumnya masih memiliki beberapa kekurangan salah satunya yaitu isolasi termal yang hanya terdapat pada bagian bawah di dekat elemen pemanas, sehingga pada bagian samping dan atas panas akan dapat keluar sehingga akan menghambat tercapainya suhu optimal dan mengurangi efisiensi *oven*. Redesain isolasi termal pada *oven* elektroda las listrik bertujuan agar suhu ruang *oven* tetap terjaga dan panas bagian luar *oven* dapat dikurangi. Penulis mengganti isolasi termal dan memilih bahan isolasi termal berupa *ceramic fibre board*. Penulis melakukan percobaan untuk menentukan ketebalan yang cocok untuk redesain isolasi termal. *Oven* elektroda las listrik dapat mencapai suhu 150°C dengan laju kenaikan suhu 35,4°C/menit. Redesain pada isolasi termal *oven* elektroda las listrik dapat meningkatkan laju kenaikan suhu sebanyak 30,7 kali dari *oven* tanpa isolasi termal.

Kata Kunci: isolasi termal, oven elektroda las listrik, *ceramic fibre board*, ketebalan isolasi termal, laju kenaikan temperatur.

REDESIGN OF THERMAL INSULATION IN AN ELECTRODE WELDING OVEN

ABSTRACT

Electrode ovens that were made before still have several shortcomings, one of which is thermal insulation which is only found at the bottom near the heating element, so that on the sides and top the heat will be able to escape so that it will inhibit the achievement of optimal temperature and reduce oven efficiency. The redesign of the thermal insulation on the electric welding electrode oven aims to maintain the temperature of the oven chamber and reduce the heat of the outside of the oven. The author replaced the thermal insulation and chose a thermal insulation material in the form of ceramic fibre board. The author conducted an experiment to determine the suitable thickness for thermal insulation redesign. The electric welding electrode oven can reach a temperature of 150°C with a temperature rise rate of 35.4°C/min. The redesign of the thermal insulation of the electric welding electrode oven can increase the temperature rise rate by 30.7 times that of the oven without thermal insulation.

Keywords: *thermal insulation, electrode welding oven, ceramic fibre board, thermal insulation thickness, the rate of temperature rise.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul Redesain Isolasi Termal Pada *Oven* Elektroda Las Listrik tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program Pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah di masa yang akan datang.

Badung, 21 Agustus 2024
I Gusti Ngurah Indra Pawitra

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	vii
Abstract dalam Bahasa Inggris.....	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis.....	3
1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali.....	4
1.5.3 Manfaat Bagi Pengguna.....	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1 Oven Elektroda Las Listrik.....	5
2.2 Isolasi Termal	6
2.2.1 Fibreglass	6
2.2.2 Serat Keramik	7

2.3	Perpindahan Panas	8
2.3.1	Perpindahan Panas Konduksi.....	8
2.3.2	Perpindahan Panas Konveksi.....	10
2.4	Elektroda <i>Shielded Metal Arc Welding</i> (SMAW)	11
2.4.1	Klasifikasi Elektroda.....	13
2.4.2	Simbol Elektroda	14
2.5	Daya dan Energi Listrik.....	15
BAB III. METODE PENELITIAN		17
3.1	Jenis Penelitian	17
3.1.1	Model Awal	17
3.1.2	Model Redesain	20
3.2	Alur Penelitian	21
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.3.1	Lokasi Penelitian.....	22
3.3.2	Waktu Penelitian.....	22
3.4	Penentuan Sumber Data.....	22
3.5	Sumber Daya Penelitian	22
3.5.1	Peralatan yang Digunakan	22
3.5.2	Komponen.....	23
3.6	Instrumen Penelitian	23
3.6.1	Multi Termokopel	23
3.6.1	<i>Stopwach</i>	25
3.6.2	Tabel data pengujian	25
3.6.3	Energi meter.....	25
3.7	Prosedur Penelitian	25
3.7.1	Pemilihan Material Isolasi Termal.....	25
3.7.2	Analisis Kebutuhan Isolasi Termal.....	26
3.7.3	Metode Apikasi Isolasi Termal.....	28
3.7.4	Tata Cara Pengujian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Hasil Pengujian Redesain	32

4.4.1 Data Pengujian Energi Listrik dan Waktu	32
4.4.2 Data Pengujian Suhu Permukaan.....	33
4.4.3 Analisis Perpindahan Panas Konduksi pada Permukaan.....	34
4.2 Pembahasan Hasil Data Pengujian	35
4.2.1 Perbandingan laju kenaikan suhu	35
4.2.2 Penyebaran suhu permukaan <i>oven</i>	36
4.2.3 Perbandingan Konsumsi Energi	37
4.3 Rincian Komponen dan Anggaran Biaya	37
BAB V. PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Konduktivitas termal logam dan non logam	9
Tabel 2.2	Nilai kira-kira koefisien perpindahan panas konveksi	11
Tabel 2.3	Syarat penyimpanan dan pengeringan elektroda	15
Tabel 3.1	Pengujian tanpa isolasi termal.....	18
Tabel 3.2	Jadwal pelaksanaan kegiatan	22
Tabel 3.3	Alat yang Diibutuhkan	23
Tabel 3.4	Komponen yang Dibutuhkan	23
Tabel 3.5	Data tebal isolasi termal, nilai R, dan volume dalam <i>oven</i>	27
Tabel 4.1	Pengujian dengan tebal isolasi termal 15 mm.....	32
Tabel 4.2	Pengujian dengan tebal isolasi termal 25 mm.....	32
Tabel 4.3	Suhu permukaan luar <i>oven</i> elektroda las listrik	33
Tabel 4.4	Laju kenaikan suhu permukaan <i>oven</i> elektroda las listrik	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Oven Elektroda Portable	6
Gambar 2.2	Isolasi termal fiberglass.....	7
Gambar 2.3	Isolasi termal serat keramik.....	8
Gambar 3.1	Desain awal oven elektroda.....	17
Gambar 3.2	Perpindahan panas konduksi pada plat baja.....	19
Gambar 3.3	Oven elektroda dengan isolasi termal	20
Gambar 3.4	Multi termokopel menggunakan arduino uno	23
Gambar 3.5	Rangkaian multi termokopel	24
Gambar 3.6	Energi meter	25
Gambar 3.7	Ceramic fibre board.....	26
Gambar 3.8	Kapasitas Oven elektroda las listrik	28
Gambar 3.9	Pemotongan ceramic fibre board.....	28
Gambar 3.10	Pemasangan ceramic fibre board pada oven	29
Gambar 3.11	Oven elektroda dengan isolasi fiberboard.....	29
Gambar 3.12	Penyetelan suhu oven	30
Gambar 3.13	Energi meter	31
Gambar 3.14	Tahap pengujian oven elektroda las listrik.....	31
Gambar 4.1	Grafik suhu terhadap waktu selama 1 jam	33
Gambar 4.2	Perpindahan panas konduksi pada dinding oven.....	34
Gambar 4.3	Simulasi perpindahan panas menggunakan Autodesk Inventor Nastran	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Lembar bimbingan Proposal Proyek Akhir.....	42
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan adalah proses menyatukan dua atau lebih bahan logam atau bahan serupa dengan cara melelehkan dan kemudian mendinginkan, sehingga terbentuk penyambungan yang kuat antar bahan tersebut. Tujuan utama dari pengelasan adalah untuk menciptakan kontinuitas struktural dan fungsional antara dua bahan atau komponen. Proses pengelasan melibatkan pemanasan bahan hingga mencapai titik leleh atau mendekati titik lelehnya, membentuk busur listrik, atau menggunakan tekanan tertentu agar bahan-bahan tersebut dapat meleleh dan bersatu. Setelah meleleh, bahan-bahan tersebut mengalami pendinginan dan membentuk sambungan tetap setelah mendingin.

Ada banyak metode pengelasan yang telah diterapkan, salah satunya yaitu *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Las SMAW dikenal juga sebagai las busur terlindungi atau las elektroda berlapis, elektroda yang berlapis fluks digunakan untuk menyatukan dua bahan logam dengan membentuk busur listrik. Fluks pada elektroda memberikan perlindungan terhadap atmosfer yang dapat menyebabkan kontaminasi pada logam yang sedang dileburkan, sehingga disebut "terlindungi." Dalam pengelasan tentunya selain mesin las, kawat las atau elektroda las merupakan hal yang penting. Pengelasan dengan metode las busur terbuka tentunya harus memperhatikan elektroda las tetap sesuai dengan standar agar kualitas pengelasan dapat optimal. Penyimpanan elektroda dilakukan untuk mencegah kontaminasi, meningkatkan stabilitas busur listrik, meningkatkan penetrasi dan kecepatan pengelasan maka diperlukan *oven* elektroda (Siswanto, 2018).

Peranan dari *Oven* elektroda sangatlah penting dalam menjaga kualitas kawat atau elektroda las tetap dalam keadaan baik, *oven* elektroda memiliki cara kerja yaitu dengan menggunakan elemen panas dan kontrol suhu untuk menjaga elektroda las tetap dalam keadaan baik dan sesuai standar, selain elemen panas dan kontrol suhu, tentunya diperlukan isolasi termal agar *oven* dapat mencapai suhu optimal

dan efisiensi termal yang lebih baik dibandingkan tanpa isolasi termal (Sukaini et al., 2013).

Oven elektroda sendiri sudah pernah dibuat oleh mahasiswa Politeknik Negeri Bali sebagai Proyek Akhir yaitu pada tahun 2023. Namun, *oven* elektroda masih memiliki beberapa kekurangan salah satunya yaitu isolasi termal yang hanya terdapat pada bagian bawah di dekat elemen pemanas saja, sehingga pada bagian samping dan atas panas akan dapat keluar sehingga akan menghambat tercapainya suhu optimal saat *oven* elektroda dan akan mengurangi efisiensi dari *oven* tersebut. Selain itu bodi *oven* yang terbuat dari plat baja juga akan lebih cepat panas jika tidak dilapisi dengan isolasi termal. Disini penulis ingin memperbaharui atau mengembangkan “Rancang Bangun *Oven* Elektroda Las Listrik Menggunakan *Heater* 500 Watt” agar lebih efisien dalam penggunaannya, dengan ini penulis ingin menambahkan komponen isolasi termal agar suhu ruang *oven* elektroda tetap terjaga dan panas bagian luar dari *oven* dapat dikurangi. Untuk itu penulis ingin meredesain isolasi termal “Rancang Bangun *Oven* Elektroda Las Listrik Menggunakan *Heater* 500 Watt” agar penggunaannya lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari redesain isolasi termal pada *oven* elektroda las listrik yaitu:

1. Berapa ketebalan lapisan isolasi termal yang digunakan untuk meningkatkan kinerja energi *oven* elektroda las listrik?
2. Apakah redesain isolasi termal dapat meningkatkan laju kenaikan temperatur dan mengurangi konsumsi energi dalam mencapai temperatur optimum 150°C dari *oven* elektroda las listrik?

1.3 Batasan Masalah

Pada proposal proyek akhir dengan judul Redesain Isolasi Termal pada *Oven* elektroda Las Listrik, maka perlu adanya pembatasan masalah. Sehingga pembahasan yang dilakukan tidak keluar dari tujuan yang ada, adapun pembatasan permasalahan sebagai berikut:

1. Redesain hanya dilakukan pada isolasi termal dan mekanismenya.

2. Pengujian hanya dilakukan dengan target suhu maksimal 150°C.
3. Alat yang telah diredesain mampu meningkatkan laju kenaikan suhu dan mengurangi konsumsi energi dalam mencapai suhu optimal dibandingkan dengan tanpa isolasi termal.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari proyek akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III, Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan jenjang Diploma III, Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.
3. Dapat memberikan tambahan wawasan dan ilmu pengetahuan yang lebih selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari proyek akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Dapat menentukan ketebalan dari lapisan isolasi termal yang akan digunakan untuk meningkatkan kinerja energi *oven* elektroda las listrik.
2. Dapat mengidentifikasi apakah hasil dari redesain isolasi termal dapat meningkatkan laju kenaikan temperatur dan mengurangi konsumsi energi dalam mencapai suhu optimum 150°C dari *oven* elektroda las listrik.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi 3 yaitu:

1.5.1 Manfaat Bagi Penulis

1. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu-ilmu yang telah didapat selama perkuliahan.

2. Untuk mempelajari cara menganalisa suatu permasalahan pada peralatan dan solusinya.

1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali

Manfaat redesain isolasi termal pada *oven* elektroda las listrik bagi Politeknik Negeri Bali khususnya lab mekanik jurusan Teknik Mesin yaitu sebagai sarana penunjang fasilitas khususnya bidang pengelasan SMAW yang nantinya *oven* ini dapat digunakan lebih efisien dari sebelum diredesain agar dapat mempertahankan kualitas kawat las.

1.5.3 Manfaat Bagi Pengguna

Redesain isolasi termal pada *oven* elektroda las listrik diharapkan dapat menjaga kualitas elektroda las tetap baik sehingga pengguna dapat menjaga kualitas las tetap baik, serta meningkatkan efisiensi energi *oven* elektroda las Listrik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari data yang didapat setelah melakukan redesain isolasi termal pada *oven* elektroda las listrik dapat disimpulkan bahwa:

1. Redesain yang dilakukan pada isolasi termal *oven* elektroda las listrik menggunakan isolasi termal *ceramic fibre board* dengan ketebalan 25 mm. ketebalan 25 mm merupakan ketebalan yang ideal untuk *oven* elektroda las listrik. Dikarenakan penggunaan energi listrik yang lebih kecil dari pada ketebalan 15 mm dan tanpa isolasi termal dan tidak mengurangi kapasitas penyimpanan *oven* yaitu 10 kg dibandingkan ketebalan 50 mm yang tidak mencukupi untuk kapasitas 10 kg.
2. Redesain pada isolasi termal *oven* elektroda las listrik dapat meningkatkan laju kenaikan suhu sebanyak 30,7 kali dari *oven* sebelumnya yang tanpa isolasi termal. Isolasi termal *ceramic fibre board* dengan ketebalan 25 mm memiliki suhu permukaan luar yang paling rendah dari percobaan. Penggunaan Isolasi termal dapat memperlambat perambatan suhu ke bagian luar, sehingga energi yang digunakan lebih sedikit.

5.2 Saran

Dalam redesain isolasi termal pada *oven* elektroda las listrik ada beberapa saran yang ingin penulis sampaikan yaitu:

1. Penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji efektivitas berbagai jenis material isolasi termal lainnya yang mungkin lebih efisien atau ekonomis, serta untuk mengoptimalkan desain *oven* secara keseluruhan.
2. Penulis hanya mencoba 1 material isolasi dan 3 variasi ketebalan, diharapkan dalam penelitian selanjutnya ketebalan dan jenis isolasi termal lebih bervariasi agar dapat efisiensi energi dan biaya yang lebih baik.
3. Elemen pemanas menempel pada bagian atas *oven* elektroda las listrik sehingga menyebabkan bagian permukaan atas lebih panas dari permukaan luar

lainnya, sehingga diharapkan kedepannya agar desain dari *oven* elektroda las listrik dapat mendistribusikan suhu yang stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchori, L. 2009. Buku Ajar Perpindahan Panas Bagian 1.
- Bynum Jr, R.T. 2001. *Insulation Handbook*. The McGraw-Hill Companies.
- CeraMaterials. 'Your One-Stop-Shop for Thermal Processing Materials'.
- Etsworlds. 2023. Fungsi dan Kegunaan Oven Kawat Las Elektroda (Welding Electrode Ovens). Fungsi dan Kegunaan Oven Kawat Las Elektroda (Welding Electrode Ovens) 1 February 2024.
- Iskandar, soetoyono C. & Muhsin Z. 2017. *Mesin Pendingin*. Sleman: Deepublish.
- Parhan, N. 2013. *Teknik Listrik 1*. Malang: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan . www.vedcmalang.com.
- Siswanto, R. 2018. *Buku Ajar Teknologi Pengelasan HMKB791*.
- Suharjanto, D. & Herlia P, P. 2019. *Insulasi Thermal dan Transmisi Termal*.
- Sukaini, Tarkina & Fandi. 2013. *Teknik Las SMAW*. www.vedcmalang.com.
- ToolBox, T.E. 2005. Metals, Metallic Elements and Alloys - Thermal Conductivities. *The Engineering Toolbox*. https://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-metals-d_858.html.
- Widodo, E. & Iswanto. 2022. *Buku Ajar Mekanika Komposit dan Bio-Komposit Penulis*. Sidoarjo: UMSIDA Press.
- Wijaya, E. 2023. *Proyek Akhir Rancang Bangun Oven Elektroda Las Listrik Menggunakan Heater 500 Watt*.
- Zhang, Jing, Zhang, X., Wang, L., Zhang, Junxiong, Liu, R., Sun, Q., Ye, X. & Ma, X. 2023. Fabrication and Applications of Ceramic-Based Nanofiber Materials Service in High-Temperature Harsh Conditions—A Review. *Gels*, 9(3). <https://www.mdpi.com/2310-2861/9/3/208>.