

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN KOMPOR BERBAHAN BAKAR
MINYAK JELANTAH DENGAN *BLOWER* MENGGUNAKAN
RANCANG SISTEM ELEKTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I GUSTI AGUNG NGURAH YOGA SURYA MANIK MARCANA

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN KOMPOR BERBAHAN BAKAR
MINYAK JELANTAH DENGAN *BLOWER* MENGGUNAKAN
RANCANG SISTEM ELEKTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh
I GUSTI AGUNG NGURAH YOGA SURYA MANIK MARCANA
NIM. 2115213114

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN KOMPOR BERBAHAN BAKAR MINYAK JELANTAH DENGAN *BLOWER* MENGGUNAKAN RANCANG SISTEM ELEKTRIK

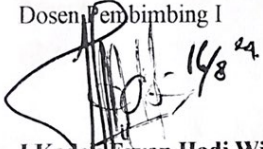
Oleh :

I GUSTI AGUNG NGURAH YOGA SURYA MANIK MARCANA
NIM. 2115213042

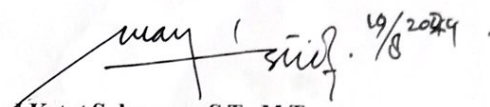
Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I


I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T.
NIP. 198207102014041001

Dosen Pembimbing II


Ketut Suherman, S.T., M.T.
NIP. 196310311991031002

Disahkan oleh :
Ketua Jurusan Teknik Mesin


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



LEMBAR PERSETUJUAN**RANCANG BANGUN KOMPOR BERBAHAN BAKAR
MINYAK JELANTAH DENGAN *BLOWER* MENGGUNAKAN
SISTEM ELEKTRIK**

Oleh :

I GUSTI AGUNG NGURAH YOGA SURYA MANIK MARCANA

NIM. 2115213114

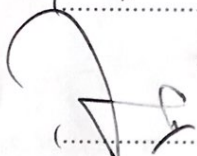
Proyek Akhir ini telah di pertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:
21 Agustus 2024

Tim Penguji**Tanda tangan**

Penguji I : Dr. Ir. Ketut Gde Juli suarbawa, M.Erg
NIP : 196607111993031003


(.....)

Penguji II : Achmad Wibolo, S.T., M.T.
NIP : 196405051991031002


(.....) 20/8/2024

Penguji III : Dr. I Putu Gede Sopan Rahtika, B.S., M.S.
NIP : 197203012006041025


(.....) 28/8/2024

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Gusti Agung Ngurah Yoga Surya Manik Marcana

NIM : 2115213114

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Kompor Berbahan Bakar Minyak
Jelantah Dengan *Blower* Menggunakan Sistem Elektrik.

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

Badung, 21 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



I Gst. A. Ngr. Yoga Surya Manik M.

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 terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih 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., M.T , selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak I Wayan Suastawa, ST., MT , selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin
5. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, 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 Ketut Suherman, 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 dan 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 Esa senantiasa membalas semua kebajikan yang telah diberikan.

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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah yang dilengkapi dengan blower. Minyak jelantah dipilih sebagai bahan bakar alternatif karena ketersediaannya yang melimpah dan potensi untuk mengurangi limbah rumah tangga. Dalam proses perancangan, kompor ini dirancang agar efisien dalam pembakaran dan dapat menghasilkan panas yang optimal untuk keperluan memasak sehari-hari.

Blower yang terintegrasi dalam kompor berfungsi untuk meningkatkan suplai oksigen ke ruang bakar, sehingga proses pembakaran minyak jelantah menjadi lebih sempurna dan efisien. Hasilnya, kompor ini mampu mencapai suhu tinggi dalam waktu singkat, yang menjadikannya lebih efisien dibandingkan kompor tradisional. Penggunaan blower juga membantu mengurangi emisi asap dan residu pembakaran yang biasanya dihasilkan oleh kompor berbahan bakar minyak konvensional.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah dengan blower merupakan solusi inovatif yang berpotensi mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, mengurangi limbah minyak jelantah, dan memberikan alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan untuk kebutuhan memasak sehari-hari.

Kata kunci : Rancang bangun, minyak jelantah, kompor turbo

ABSTRACT

This study aims to design and build a turbo stove fueled by used cooking oil equipped with a blower. Used cooking oil is chosen as an alternative fuel because of its abundant availability and potential to reduce household waste. In the design process, this stove is designed to be efficient in combustion and can produce optimal heat for daily cooking needs.

The blower integrated into the stove functions to increase the oxygen supply to the combustion chamber, so that the combustion process of used cooking oil becomes more perfect and efficient. As a result, this stove is able to reach high temperatures in a short time, making it more efficient than traditional stoves. The use of a blower also helps reduce smoke emissions and combustion residues that are usually produced by conventional used cooking oil stoves.

Overall, this study concludes that a turbo stove fueled by used cooking oil with a blower is an innovative solution that has the potential to reduce dependence on fossil fuels, reduce used cooking oil waste, and provide a more efficient and environmentally friendly alternative for daily cooking needs.

Keywords: *Design, used cooking oil, turbo stove*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadapan tuhan yang maha esa karena atas Rahmat- Nya penulis dapat menyelesaikan buku proyek akhir ini yang berjudul Kompor Turbo Berbahan Bakar Minyak Jelantah Dengan *Blower* Menggunakan Sistem Elektrik, tepat pada waktunya. Penyusun 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 masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis dimasa yang akan datang.

Badung, 21 Agustus 2024
I Gst. A Ngr Yoga Surya Manik M

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.5.1 Manfaat bagi penulis	3
1.5.2 Manfaat bagi institusi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Manfaat bagi Masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Rancang Bangun	4
2.2 Kompor	5
2.2.1 Jenis – jenis kompor	5
2.2.2 Komponen – komponen kompor	7
2.3 Bahan Bakar.....	8
2.3.1 Macam-macam bahan bakar.....	8

2.4	Nyala api	9
2.4.1	Jenis jenis nyala api	10
2.5	Pemilihan blower	11
2.5.1	Persamaan kontinuitas	12
2.6	Aliran Fluida	12
2.6.1	Luas penampang pipa	12
2.6.2	Kecepatan aliran	13
2.6.3	Bilangan Reynold	13
2.6.4	Jenis Aliran	14
2.6.5	Debit aliran fluida	15
2.7	Perpindahan Panas	15
2.7.1	Perpindahan panas konversi	16
2.8	Perhitungan kekuatan las	17
2.9	Kualifikasi Las	17
2.9.1	Perhitungan Las	18
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Jenis Penelitian	20
3.1.1	Desain rancang bangun	20
3.1.2	Cara Kerja Alat	21
3.2	Alur Penelitian	22
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	24
3.4	Sumber Daya Penelitian	24
3.5	Instrumen Tugas akhir	26
3.6	Prosedur penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Hasil Rancangan	28
4.2	Perhitungan komponen	28
4.2.1	Perhitungan kecepatan aliran udara	28
4.2.2	Perhitungan laju aliran bahan bakar	29
4.2.3	Perhitungan perpindahan panas konduksi	30
4.2.4	Perhitungan Tip Speed Ratio (TSR)	30

4.2.5 Perhitungan pengelasan	31
4.3 Pembuatan Komponen	31
4.3.1 Bahan-bahan yang digunakan.....	32
4.3.2 Proses pengerjaan komponen	32
4.4 Proses pengecatan dan perakitan.....	35
4.4.1 Proses pengecatan.....	35
4.4.2 Proses perakitan.....	36
4.5 Spesifikasi Kompor Turbo	37
4.6 Pengujian kompor turbo.....	37
4.7 Kelemahan dan Keunggulan	38
4.8 Perawatan Kompor Turbo	39
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konduktifitas termal dari berbagai bahan pada 0 °C	15
Tabel 3. 1 Rencana Kegiatan	24
Tabel 3. 2 Rancangan Anggaran Biaya.....	25
Tabel 4. 1 Keterangan komponen kompor turbo yang dibuat dan dibeli.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kompor briket batu bara	6
Gambar 2.2 Kompor minyak tanah.....	6
Gambar 2. 3 Kompor gas	7
Gambar 2. 4 Kompor portable	7
Gambar 2. 5 Api warna biru sumber.....	10
Gambar 2. 6 Api kuning.....	11
Gambar 2. 7 Api merah.....	11
Gambar 2. 8 Persamaan kontinuitas.....	12
Gambar 2. 9 Pengelasan berbentuk T	18
Gambar 2. 10 Pengelasan bentuk T.....	18
Gambar 3. 1 Desain rancang bangun kompor.....	20
Gambar 3. 3 Diagram alur penelitian.....	22
Gambar 4. 1 Hasil rancangan	28
Gambar 4. 2 2D Sumbu kompor	33
Gambar 4. 3 Rumah burner.....	34
Gambar 4. 4 2D Rangka kompor	35
Gambar 4. 5 Rangka kompor	35
Gambar 4. 6 Tinggi api kompor.....	37
Gambar 4. 7 Perbandingan Efisiensi Kompor	39

DAFTAR LAMPIRAN

Eiket Gambar Rancang Bangun	43
From Bimbingan Proyek Akhir Tahun Akademik 2023/2024 Pembimbing I.....	44
From Bimbingan Proyek Akhir Tahun Akademik 2023/2024 Pembimbing II.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin terbatas seiring kapasitasnya dengan meningkatnya populasi penduduk dan industri mengakibatkan peningkatan konsumsi minyak tanah (Silahooy et al., 2024). Kelangkaan bahan bakar minyak tanah saat ini berkaitan langsung dengan rencana pemerintah untuk beralih dari bahan bakar minyak tanah ke bahan bakar gas pada awal tahun 2007 (Anam, 2008). Di tengah krisis bahan bakar saat ini, maka muncul lah berbagai pemikiran untuk mengembangkan sumber energi alternatif.

Energi merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia untuk berbagai kebutuhan seperti memasak, bahan bakar kendaraan industri dan lain lain (Prihandana et al., 2007). Pada saat yang sama, Sebagian besar energi di peroleh dari minyak bumi yang di peroleh dari tambang, yaitu dari terbentuknya fosil di dalam perut bumi dan kini keberadaannya semakin lama semakin berkurang, oleh karena itu ketersediaan bahan bakar alternatif sangat diperlukan. Salah satu solusinya yaitu memanfaatkan limbah minyak jelantah, namun dengan menggunakan minyak jelantah tersebut diperlukan suatu kompor atau suatu alat untuk membakar minyak jelantah tersebut (Astuti et al., 2021).

Kompor yang masih mudah kita temui dan di pakai oleh masyarakat adalah kompor minyak tanah, namun seiring berjalannya waktu, minyak tanah semakin mahal dan langka. Karena ketersediaan minyak bumi semakin berkurang khususnya, sedang berjalan program konversi energi dari minyak tanah ke LPG (*Liquid Petroleum Gas*) yang saat ini sedang dilaksanakan oleh pemerintah (Wahyuni, 2013). Oleh karena itu, harus adanya bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan bakar ”Kompor Turbo Berbahan Bakar Minyak Jelantah dengan *Blower* menggunakan Sistem Elektrik”.

Pemilihan minyak jelantah sebagai bahan bakar berdampak positif terhadap lingkungan. Proses daur ulang minyak jelantah tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, namun tujuan penggunaan *blower*

adalah untuk meningkatkan kapasitas pembakaran dengan memastikan pemasokan udara yang optimal untuk hasil pembakaran yang lebih bersih dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan definisi latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain dari kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah dengan *blower*?
2. Bagaimana performa kerja dari kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah dengan *blower* guna meningkatkan pembakaran?

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini dibatasi pada bagaimana nyala api dengan menggunakan minyak bekas sebagai bahan bakar alternatif pada kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah. Penulis hanya membahas karakteristik nyala api meliputi suhu nyala api, tinggi nyala api dan warna nyala api yang dihasilkan pada kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Tujuan Umum:
 - a. Sebagai syarat untuk menyelesaikan program Pendidikan D3 Pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Tujuan Khusus:
 - a. Mampu merancang desain fisik kompor turbo yang optimal dan ergonomis, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti ukuran, bentuk, dan bahan yang digunakan.
 - b. Mampu mengetahui performa dari kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah sebagai bahan bakar dan *blower* untuk meningkatkan pembakaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Kompor Turbo Berbahan Bakar Minyak Jelantah dengan Blower menggunakan Sistem Elektrik adalah membantu mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi dan mengurangi dampak *negative*.

Minyak jelantah yang sebelumnya dianggap sebagai limbah untuk diolah menjadi sumber energi mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, manfaat dari program kreativitas mahasiswa dibidang teknologi sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat bagi penulis

Rancang bangun ini merupakan sebuah alat yang dapat menyumbangkan ilmu pengetahuan di bidang energi alternatif dan teknologi berkelanjutan dengan menggunakan ilmu yang di peroleh selama perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Manfaat bagi institusi Politeknik Negeri Bali

Dengan mengembangkan Solusi berkelanjutan, Politeknik Negeri Bali dapat berperan dalam memberdayakan Masyarakat setempat untuk mengadopsi teknologi yang lebih ramah lingkungan.

1.5.3 Manfaat bagi Masyarakat

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar dapat membantu mengurangi limbah minyak jelantah yang dibuang ke lingkungan dan mengurangi emisi gas rumah kaca yang di hasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun yang telah dibuat yaitu kontruksi kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah .

- 1 Adapun spesifikasi kontruksi kompor turbo sebagai berikut :
 - a. Dimensi kompor, panjang 76 cm, lebar 35 cm, tinggi 50 cm.
 - b. Menggunakan bahan bakar (Minyak Jelantah)
 - c. Menggunakan blower dengan daya 20 watt, speed 9000 rpm dan hembusan udara yang dihasilkan $28,8 \text{ m/s}$
- 2 Dari hasil pengujian Kompor Turbo Berbahan Bakar Minyak Jelantah menggunakan blower dengan sistem elektrik, Mendapatkan Hasil :
 - a. Hasil ketinggian nyala api 23cm dari sumbu
 - b. Panas dari kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah ini mendsapatkan hasil pada tempratur 368°C
 - c. Pengujian menunjukkan bahwa kompor berbahan bakar minyak jelantah memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan kompor gas biasa. Kompor minyak jelantah mampu mendidihkan air hanya dalam 9 menit 53 detik dengan konsumsi minyak 25 ml, sementara kompor gas membutuhkan waktu lebih lama, yaitu 19 menit 10 detik

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas maka dapat disarankan:

- 1 Gambar kerja harus mudah dipahami oleh pembuat produk sehingga akan mempercepat kinerja pembuat produk dan hasilnya sesuai dengan maksud dan tujuan yang direncanakan sebelumnya.
- 2 Analisis teknik dibuat secara runtut agar memudahkan pembaca dalam memahami sehingga dapat digunakan sebagai referensi untuk perancangan Kompor turbo berbahan bakar minyak jelantah selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. (2016). *Aliran Fluida*. Yogyakarta: Penerbit Aswaja Pressindo.
- Achmad, Z. (2006). *Rancang Bangun*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Akrom, D. (2009). *Lub oil, Minyak Pelumas*. Bandung: Power Plant.
- Anam, A. (2008). Dimethyl Ether (DME) Dari Batubara sebagai Bahan Bakar Gas Alternatif Selain LPG. *J. Ilm. Tek. Energi*, 1(7), 37–57.
- Arda. (2004). Persamaan Kontinuitas. Diambil 17 Januari 2024, dari [https://ardra.biz/2004/08/persamaan Kontinuitas /.html](https://ardra.biz/2004/08/persamaan-Kontinuitas-.html)
- Astuti, A. Y., Linarti, U., & Budiarti, G. I. (2021). Pengolahan Limbah Minyak Jelantah Menjadi Lilin Aromaterapi di Bank Sampah Lintas Winongo, Kelurahan Bumijo, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta. *Spekta*, 2(1), 73–82.
- Church, A. H. (1993). *Pompa dan Blower Sentrifugal*. Jakarta: PT Erlangga.
- Holman, J. P. (2008). *Laju Aliran Udara* (Terjemaham). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kuncoro, H., & Damanik, L. (2005). *Kompur Briket Batubara*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nur, R., & Suyuti, M. . (2018). *Faktor Pertimbangan Perancangan Mesin-Mesin Industri*. Yogyakarta: Deepublish.
- Olson. (1990). *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik* (Kelima). Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Prihandana, R., Noerwijan, K., Adinurani, P. G., Setyaningsih, D., Setiadi, S., & Hendroko, R. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu; Bahan Bakar Masa Depan*. Yogyakarta: AgroMedia.
- Rafi, N. W. (2021). Rancang Bangun Kompur Penyulingan Minyak Serai Wangi (Chitronella Oil) Berbahan Bakar Oli Bekas (Used Lubricant). Universitas Andalas.
- Santoso. (2010). *Karakteristik Bahan Bakar Cair*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Silahooy, V. B., Kaihena, M., Killay, A., Nindatu, M., Watuguly, T. W., Moniharapon, M., ... Mantaiborbir, R. S. (2024). *Alam dan Perkembangannya*. Pandang: TOHAR MEDIA.

- Supartha, I. K. D. G., Elly, E., Arifin, N. Y., Ridwan, A., Rivanthio, T. R., Santika, P. P., ... Primasari, D. (2023). *Buku Ajar Analisa Perancangan Sistem*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Tulussitorus.com. (2015). Titik Nyala Api. Diambil 18 Januari 2024, dari <http://tulussitrous.com/2015/06/titik-nyala-api-fire.html>
- Wahyuni, S. (2013). *Panduan Praktis Biogas*. Temanggung: Penebar Swadaya Grup.
- Widiatmoko, K. W., & Ahmad, F. (2021). Pengaruh Lebar Penampang Terhadap Laju Dan Debit Aliran Irigasi Persawahan Di Desa Sambirejo Grobogan. *Jurnal DISPROTEK Vol, 12(2)*.
- Wijaya, F. R., Rahmalina, D., & Sukma, H. (2020). Rancang Bangun Alat Uji Pengereman Skala Laboratorium. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ* (Vol. 2020).
- Wiryo Sumarto, H., & Okumur, T. (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradya Paramita.