

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT KUMPARAN PADA MESIN STERILISASI ALAT MEDIS PORTABEL



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

AKMAL SYUKRI HANAFI

03041281823041

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT KUMPARAN PADA
MESIN STERILISASI ALAT MEDIS PORTABEL



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

AKMAL SYUKRI HANAFI
03041281823041

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 197108141999031005

Palembang, 05 Mei 2023

Menyetujui,
Dosen Pembimbing


Rahmawati, S.T., M.T.
NIP. 197711262003122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

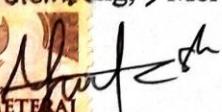
Nama : Akmal Syukri Hanafi
NIM : 03041281823041
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 8%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisis Pengaruh Diameter Kawat Kumparan Pada Mesin Sterilisasi Alat Medis Portabel” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 5 Mei 2023


Akmal Syukri Hanafi

NIM.03041281823041

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : 

Pembimbing Utama : Rahmawati, S.T., M.T.

Tanggal : 5 /Mei/2023

KATA PENGANTAR

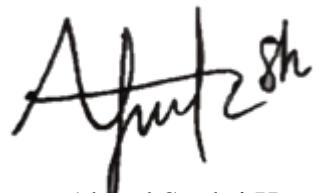
Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT KUMPARAN PADA MESIN STERILISASI ALAT MEDIS PORTABEL”. Sholawat serta salam yang selalu kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahabat beserta pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang tak henti hentinya melimpahkan berkah, rahmat dan karunia-Nya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S. T., M. Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
5. Ibu Rahmawati, S. T., M. T. selaku dosen pembimbing utama skripsi yang telah memberikan bimbingan, bantuan, nasihat serta arahan hingga terselesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen yang telah banyak memberikan ilmu yang bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri yang telah membantu administrasi perkuliahan.
7. Kedua orang tuaku Anantaza Kurniawan dan Sopiah yang tak pernah berhenti mendoakan serta mendukung disetiap kesempatan, beserta keluarga besar yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam penggerjaan skripsi ini.
8. Keluarga Electrafor Kavaleri dan sahabat seperjuangan Tino, Riyandhi, Satya, Deni, Alif, Hafidz, dan Angga serta tim alat steril Lerisa, Annisa, Erikson, Ardi, Ikhsan, dan Sapta yang sudah mendukung dan membantu selama perkuliahan hingga skripsi ini selesai.

Semoga dengan semua harapan, dukungan, dan doa yang diberikan akan menjadi berkah bagi semuanya serta menjadi amal ibadah kepada Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkannya.

Palembang, Maret 2023



Akmal Syukri Hanafi

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

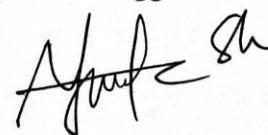
Nama : Akmal Syukri Hanafi
NIM : 03041281823041
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Nonekslusif (*Non – exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT KUMPARAN PADA MESIN STERILISASI ALAT MEDIS PORTABEL

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Nonekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Pada Tanggal: 5 Mei 2023



Akmal Syukri Hanafi

NIM. 03041281823041

ABSTRAK

**ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT KUMPARAN PADA
MESIN STERILISASI ALAT MEDIS PORTABEL**

(Akmal Syukri Hanafi, 03041281823041, 2023, 34 Halaman)

Setiap kegiatan rumah sakit harus memenuhi standar medis yang telah disepakati, termasuk sterilisasi penggunaan alat medis. Dengan metode sterilisasi panas kering dalam oven, diperlukan mesin sterilisasi yang bisa mudah dibawa dalam bentuk portabel. Penggunaan kawat kumparan sebagai pengantar panas diperlukan untuk membuat mesin sterilisasi, dimana semakin besar diameter kumparan dapat memperkecil daya yang digunakan dan semakin kecil diameter kumparan dapat mempercepat perubahan suhu pada kumparan. Penelitian ini dilakukan dengan cara merangkai mesin sterilisasi dengan berbagai komponen yang diperlukan agar dapat dilakukan pengukuran terhadap tegangan, arus, waktu untuk mencapai suhu steril serta perhitungan daya yang dihasilkan. Dalam membuat mesin sterilisasi alat medis portabel, telah diuji penggunaan kawat kumparan berdiameter 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, dan 1,3 mm sebagai pemicu suhu panas pada mesin dimana pada kawat kumparan berdiameter 0,8 mm mampu memberikan hasil yang terbaik daripada diameter kawat kumparan yang lain. Dari keempat variasi diameter kawat kumparan, kawat kumparan yang berdiameter 0,8 mm menghasilkan nilai maksimum dengan tegangan sebesar 56,2 volt, arus listrik sebesar 4,08 Ampere, dan waktu pemanasan tercepat yaitu 18,51 menit. Hal ini sesuai berdasarkan hubungan antara diameter dan hambatan dimana semakin kecil diameter maka semakin besar nilai hambatan pada suatu rangkaian yang dapat mempengaruhi nilai arus dan tegangan yang mengalir. Nilai daya terbesar berasal dari kawat kumparan berdiameter 0,8 mm yang bernilai 114,64 Watt. Hal ini berdasarkan pada korelasi antara nilai daya serta nilai tegangan dan arus yaitu semakin besar nilai tegangan dan arus maka akan semakin besar juga nilai daya yang dihasilkan. Untuk nilai daya terkecil berasal dari kawat kumparan berdiameter 1,3 mm yang bernilai 19,31 Watt.

Kata Kunci : Mesin Sterilisasi, Diameter Kawat, Daya

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF COIL WIRE DIAMETER ON PORTABLE MEDICAL DEVICE STERILIZERS

(Akmal Syukri Hanafi, 03041281823041, 2023, 34 Pages)

Every hospital activity must meet agreed medical standards, including sterilization of the use of medical devices. With the dry heat sterilization method in the oven, a sterilization machine is needed that can be easily carried in a portable form. The use of wire coils as heat conductors is needed to make sterilization machines, where the larger the diameter of the coil can reduce the power used and the smaller the diameter of the coil can accelerate temperature changes in the coil. This research was carried out by assembling a sterilization machine with various components needed so that measurements can be made of voltage, current, time to reach sterile temperatures and calculation of the power produced. In making portable medical device sterilizers, the use of coil wires with diameters of 0.8 mm, 1 mm, 1.2 mm, and 1.3 mm has been tested as a trigger for hot temperatures in machines where the coil wire with a diameter of 0.8 mm is able to provide the best results than other coil wire diameters. Of the four variations in coil wire diameter, coil wire with a diameter of 0.8 mm produces a maximum value with a voltage of 56.2 volts, an electric current of 4.08 Amperes, and the fastest heating time of 18.51 minutes. This is appropriate based on the relationship between diameter and resistance where the smaller the diameter, the greater the resistance value in a circuit which can affect the value of current and voltage flowing. The largest power value comes from a 0.8 mm diameter coil wire rated at 114.64 Watts. This is based on the correlation between the power value, the voltage and current value, that is, the greater the current value, the greater the power value produced. The smallest power value comes from a coil wire with a diameter of 1.3 mm valued at 19.31 Watts.

Keywords : Sterilization Machine, Wire Diameter, Power

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Mesin Sterilisasi.....	4
2.2 Pemanas Induksi.....	5
2.3 Arus Eddy	6
2.4 Kumparan Tembaga	7
2.5 Diameter Tembaga	8
2.6 Baterai Aki	9
2.7 Alat Pengukuran.....	11
2.7.1 Multimeter	11
2.7.2 Termometer	12

2.7.3 Stopwatch.....	13
2.8 Arus dan Tegangan Listrik	15
2.9 Daya Listrik	15
2.10 Induksi Elektromagnetik.....	16
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Lokasi Penelitian	17
3.2 Waktu Penelitian	17
3.3 Metode Umum	18
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	19
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	21
3.6 Desain Alat Penelitian	23
3.7 Rangkaian Alat Penelitian.....	24
3.8 Rumus yang Digunakan.....	25
3.9 Analisa Data.....	25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Umum	26
4.2 Pengolahan Data.....	27
4.3 Data Hasil Pengukuran.....	29
4.4 Grafik Hubungan Diameter Kawat Kumparan	30
 4.4.1 Hubungan Diameter Kawat Kumparan dan Tegangan	30
 4.4.2 Hubungan Diameter Kawat Kumparan dan Arus	31
 4.4.3 Hubungan Diameter Kawat Kumparan dan Daya	32
 4.4.4 Hubungan Diameter Kawat Kumparan dan Waktu	33
BAB V PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alat Sterilisasi Uap	5
Gambar 2.2 Modul Pemanas Induksi	6
Gambar 2.3 Arah arus <i>Eddy</i> pada konduktor	7
Gambar 2.4 Kumparan <i>Pancake Coil</i>	8
Gambar 2.5 Diameter Tembaga.....	9
Gambar 2.6 Aki basah konvensional.....	10
Gambar 2.7 Multimeter Analog.....	11
Gambar 2.8 Multimeter Digital.....	12
Gambar 2.9 Termometer.....	13
Gambar 2.10 <i>Stopwatch</i> analog.....	14
Gambar 2.11 <i>Stopwatch</i> digital.....	14
Gambar 2.12 Induksi Elektromagnetik Solenoid.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Desain Mesin Sterilisasi Tampak Dalam.....	23
Gambar 3.3 Diameter Kawat Tembaga.....	23
Gambar 3.4 Rangkaian Alat Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Mesin Sterilisasi Alat Medis Portabel.....	26
Gambar 4.2 Hubungan Diameter Kawat Kumparan dan Tegangan.....	30
Gambar 4.3 Hubungan Diameter Kawat Kumparan dan Arus.....	31
Gambar 4.4 Hubungan Diameter Kawat Kumparan dan Daya.....	32
Gambar 4.5 Hubungan Diameter Kawat Kumparan dan Waktu.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	17
Tabel 3.2 Alat dan Bahan.....	21
Tabel 4.1 Tegangan yang Dihasilkan Modul Pemanas Induksi.....	27
Tabel 4.2 Arus yang Dihasilkan Modul Pemanas Induksi.....	27
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran Mesin Sterilisasi Alat Medis Portabel.....	29

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Hambatan Diameter Kawat.....	9
Rumus 2.2 Daya Aktif.....	15
Rumus 2.3 Kuat Medan Magnet.....	16
Rumus 3.1 Perhitungan Daya.....	25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan dunia saat ini tidak terlepas dari kebutuhan energi, salah satunya energi listrik. Pertumbuhan jumlah manusia serta peningkatan teknologi mampu menghabiskan energi listrik yang begitu besar. Berbagai peranan penting energi listrik dalam membantu kehidupan sehari-hari baik secara individu, kelompok, hingga kebutuhan negara. Berbagai bidang kehidupan juga tergantung dengan adanya pasokan energi listrik tersebut sehingga diperlukan banyak pembangkit listrik dengan energi terbarukan. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang digunakan tidak akan pernah habis. Potensi sumber energi terbarukan di Indonesia sangat melimpah dikarenakan pengaruh astronomis dan geografisnya. Berbagai macam potensi energi terbarukan yang tersedia di Indonesia yaitu energi surya, panas bumi, air, angin, dan bioenergi [1].

Rumah sakit dapat menjadi tempat yang aman bagi para penderita sakit, akan tetapi dapat berbahaya jika terjadi pelanggaran terhadap aturan yang berlaku. Seperti halnya aktivitas yang dilakukan oleh tenaga medis, harus memenuhi standar medis yang telah disepakati, termasuk sterilisasi penggunaan alat medis. Sterilisasi merupakan pembersihan alat dari kehidupan mikroorganisme dengan cara pemanasan alat yang akan digunakan oleh tenaga medis. Penyakit infeksi dapat beredar pada alat medis berupa infeksi nosokomial yang bisa berkembang selama pasien berada di rumah sakit [2]. Terkait keputusan surat MENKES RI Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004 mengenai persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit. Pengolahan limbah medis padat yang akan dimanfaatkan kembali harus melalui proses sterilisasi. Dengan metode sterilisasi panas kering dalam oven dengan suhu 160°C selama waktu 120 menit - 170°C selama waktu 60 menit [3]. Oleh karena itu diperlukan mesin sterilisasi yang bisa mudah dibawa dalam bentuk portabel.

Di sisi lain, penggunaan kawat kumparan sebagai penghantar panas diperlukan untuk membuat mesin sterilisasi. Berdasarkan penelitian Wahyu dan tim

menyatakan bahwa semakin besar nilai panjang coil maka akan meningkatkan nilai induktansi dan daya yang dihasilkan [4]. Serta menurut penelitian Mulyoto dari Universitas Muria Kudus pada tahun 2018 menyatakan bahwa semakin besar diameter kumparan dapat memperkecil daya yang digunakan dan semakin kecil diameter kumparan dapat mempercepat perubahan suhu pada kumparan [5]. Maka dari itu, penulis tertarik untuk membahas hal tersebut yang memvariasikan diameter kawat kumparan dengan judul **“ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT KUMPARAN PADA MESIN STERILISASI ALAT MEDIS PORTABEL”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh variasi diameter kawat kumparan terhadap pengukuran nilai tegangan, arus listrik dan waktu untuk mencapai suhu steril, serta perhitungan nilai daya pada mesin sterilisasi alat medis portabel.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui variasi diameter kawat kumparan yang sesuai untuk mesin sterilisasi alat medis portabel.
2. Mengukur nilai tegangan, arus listrik dan waktu untuk mencapai suhu steril pada mesin sterilisasi alat medis portabel dengan pengaruh variasi diameter kawat kumparan.
3. Menghitung nilai daya yang dihasilkan oleh mesin sterilisasi alat medis portabel dengan pengaruh variasi diameter kawat kumparan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat batasan masalah sebagai berikut:

1. Penggunaan kawat kumparan tembaga dengan diameter 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, dan 1,3 mm.
2. Pengukuran dilakukan hingga mencapai suhu 170°C .

3. Pengukuran nilai tegangan, arus listrik, dan waktu untuk mencapai suhu steril pada mesin sterilisasi alat medis portabel dengan pengaruh variasi diameter kawat kumparan.
4. Perhitungan nilai daya yang dihasilkan mesin sterilisasi alat medis portabel dengan pengaruh variasi diameter kawat kumparan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini terdapat beberapa manfaat seperti mengetahui variasi diameter kawat kumparan yang tepat dan mengetahui besar nilai tegangan, arus listrik, waktu terbaik, serta nilai daya yang dihasilkan oleh mesin sterilisasi alat medis portabel.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian yang berisi teori-teori berkaitan dengan materi pembahasan yang diambil dari berbagai literatur.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Penjelasan metode-metode yang digunakan terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, serta rencana penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penjelasan mengenai analisis data yang didapatkan serta pembahasan terkait masalah yang telah ditentukan.

BAB V PENUTUP

Penjelasan informasi akhir terkait kesimpulan dan saran terhadap pembahasan yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Azhar and D. A. Satriawan, “Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional,” *Adm. Law Gov. J.*, vol. 1, no. 4, pp. 398–412, 2018, doi: 10.14710/alj.v1i4.398-412.
- [2] I. F. Leksanawati, Budiyono, and Suhartono, “Glutaraldehid sebagai alternatif untuk bahan sterilisasi alat medis di rumah sakit,” *J. Kesehat. Masy.*, vol. 8, no. 6, pp. 846–854, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/28281%0Ahttp://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>.
- [3] K. M. K. R. Indonesia, “Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit,” *CWL Publ. Enterp. Inc., Madison*, vol. 2004, p. 352, 2004.
- [4] M. W. Aminullah, H. Haryadi, and D. Fitria, “Perancangan Kompor Listrik Berbasis Panel Surya Terhadap Pengaruh Panjang Coil,” *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 2, pp. 200–205, 2022, doi: 10.36277/jteuniba.v6i2.108.
- [5] Mulyoto, “PENGARUH DIAMETER KUMPARAN KERJA,” Universtas Muria Kudus, 2018.
- [6] A. Sofyan, *Tujuan Pemeliharaan Mesin*. Jakarta: Rajawali, 2004.
- [7] I. S. Raudah, Tien Zubaidah, “EFEKTIVITAS STERILISASI METODE PANAS KERING PADA ALAT MEDIS RUANG PERAWATAN LUCA RUMAH SAKIT Dr. H. SOEMARNO SOSROATMODJO KUALA KAPUAS,” 2017.
- [8] Anonim, “Alat Sterilisasi Uap (Autoclave),” 2020. <http://www.gmp-equipment.com/id/product/Alat-Sterilisasi-Uap-Autoclave/APSR.html> (accessed Dec. 18, 2022).
- [9] A. Wahyu, M. S. Gozali, and P. N. Batam, “Rancang Bangun Pemanas Induksi dengan Metode Multiturn Helical Coil,” pp. 3–6, 2019.
- [10] Anonim, “High Voltage Generator Induction Heater Tesla Coil,” 2020. <https://shopee.co.id/amp/ZVS-180-360w-High-Voltage-Generator-Induction-Heater-Tesla-Coil-300W-i.6406600.11813632472> (accessed Dec.

18, 2022).

- [11] D. U. Suwarno, “Alat Peraga Efek Arus Eddy Dengan Menggunakan Piringan Magnet Berputar,” *Pros. SNIPS*, pp. 268–274, 2016.
- [12] RFS Hydraulics, “Kumparan Tembaga,” 2021.<https://www.rfshydraulics.id/kumparan-tembaga.html> (accessed Dec. 19, 2022).
- [13] D. Ahmad Diencephalon Nur, “RANCANG BANGUN KIT PERCOBAAN PENENTUAN RESISTIVITAS KAWAT BERBASIS MIKROKONTROLER,” *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 08, pp. 39–42, 2019.
- [14] I. K. A. W. Raharja, “PENGGUNAAN TEMBAGA SEBAGAI BAHAN KONDUKTOR YANG BAIK PADA KABEL LISTRIK,” *Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Udayana*, 2014.
- [15] M. Idris, *Accumulator, pemakaian dan perawatannya*. 1991.
- [16] D. P. Kosasih, “Mesa jurnal fakultas teknik universitas subang,” *Mesa J. Fak. Tek. Univ. Subang*, pp. 33–45, 1989.
- [17] D. Rahmawati *et al.*, “Pengukuran Besaran Listrik,” pp. 1–6, 2017, [Online]. Available: <http://labee.trunojoyo.ac.id/wp-content/uploads/2017/09/Modul-PBL.pdf>.
- [18] Umam, “Bab II Landasan Teori,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2014.
- [19] Jume, “Pengertian Termometer Lengkap Jenis, Fungsi, Contoh dan Gambarnya,” 2022. <https://www.fajarpendidikan.co.id/pengertian-termometer-lengkap-jenis-fungsi-contoh-dan-gambarnya/> (accessed Dec. 20, 2022).
- [20] M. Abdullah, *Fisika Dasar 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2016.
- [21] S. Hutagalung and M. Panjaitan, “Pembelajaran Fisika Dasar dan Elektronika Dasar Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink,” *J. IAFUNIMED*, vol. 4, no. 2, pp. 2–5, 2018.
- [22] A. Von Meier, *Electric power systems: a conceptual introduction*. United States of America: A Wiley-Interscience publication, 2006.
- [23] T. P. M. P. P. Guru Madrasah Aliyah, *Kemagnetan dan GGL Induksi*. Jakarta