

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR LARUTAN GULA
MENGUNAKAN RADIASI GELOMBANG MIKRO**

TUGAS AKHIR

*Diajukan sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Departemen Teknik
Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



OLEH :

ISMAIL

17065024

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

**HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan
Radiasi Gelombang Mikro
Nama : Ismail
NIM/BP : 17065024 / 2017
Prodi : Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, 20 Juni 2022

Disetujui Oleh
Pembimbing,



Khairi Budayawan, S.Pd., M.Kom

NIP 19760810 200312 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Thamrin, S.Pd., M.T.

NIP 19770101 200812 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan
Radiasi Gelombang Mikro
Nama : Ismail
NIM/BP : 17065024 / 2017
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

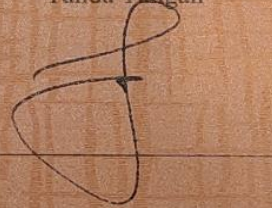
Padang, 20 Juni 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua : Thamrin, S.Pd., MT

1.



Anggota I : Khairi Budayawan, S.Pd., M.Kom.

2.



Anggota II : Dr. Edidas, MT

3.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ismail
NIM/BP : 17065024 /2017
Prodi : Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro”** adalah benar merupakan karya asli saya, kecuali kutipan yang disebutkan sumbernya. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat, maka saya bersedia di proses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat negara.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 20 Juni 2022

Yang menyatakan,



Ismail

NIM : 17065024

ABSTRAK

ISMAIL : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro

Kadar gula adalah banyaknya kandungan zat gula atau glukosa di dalam makanan dan minuman. Pada industri makanan dan minuman, pengukuran konsentrasi gula merupakan suatu hal yang sangat penting agar dapat menentukan takaran yang tepat. Pengukuran konsentrasi gula dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur. Gelombang mikro dapat diserap oleh suatu benda dan menimbulkan efek pemanasan pada benda tersebut. Salah satu pemanfaatan dari radiasi gelombang mikro ialah digunakan untuk alat ukur. Alat ukur tersebut digunakan untuk mengukur kadar larutan gula. Maka dari itu, judul dari Tugas Akhir ini adalah “Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro”.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat ukur kadar larutan gula dengan menggunakan radiasi gelombang mikro. Untuk mendapatkan hasil dari alat yang dibuat, dilakukan pengujian dan pengukuran pada alat. Pengujian dilakukan dengan melakukan perhitungan manual dan alat. Pengujian alat menggunakan *Power Detector*, *Vector Network Analyzer* (VNA), Multimeter dan menggunakan Mikrokontroler Arduino. Hasil yang didapatkan dari pengujian menggunakan alat akan dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari perhitungan manual. Diharapkan nantinya alat ini dapat dikembangkan menjadi lebih baik dan hasil pengukuran yang lebih presisi dan akurat.

Berdasarkan paparan dapat diambil kesimpulan bahwa alat yang dibuat sudah berjalan dengan baik dan mencapai tujuan yang diinginkan. Hasil pengujian kadar larutan gula pada *Power Detector* menunjukkan bahwa semakin banyak kadar gula yang terdapat didalam larutan, maka nilai output dari *Power Detector* akan semakin tinggi. Hasil pengujian kadar larutan gula pada VNA menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kadar gula yang terdapat di dalam larutan, maka semakin rendah nilai S_{21} (dB) yang didapatkan.

Kata kunci : Alat Ukur, Kadar Larutan Gula, Gelombang Mikro, *Vector Network Analyzer* (VNA), *Power Detector*, Mikrokontroler Arduino

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin. Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat, nikmat serta karunia-Nya dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis. Sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro" sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Sarjana Fakultas Teknik Departemen Teknik Elektronika Universitas Negeri Padang.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini banyak hambatan dan rintangan yang penulis hadapi namun akhirnya dapat melalui semua dan menyelesaikan Tugas Akhir ini berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun non moral. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Thamrin, S.Pd., MT. selaku Ketua Departemen Teknik Elektronika, Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dan selaku Dosen Penguji dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Khairi Budayawan, S.Pd., M.Kom. Selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dan selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia membimbing dan meluangkan waktu untuk memberikan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Dr. Edidas, MT selaku Dosen Penguji dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Ibuk Ika Parma Dewi, S.Pd., M.Pd.T selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
5. Seluruh jajaran Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Kedua orang tua Bapak Darianus dan Ibu Renowalis yang telah memberikan doa dan dukungan selama masa perkuliahan sampai penyusunan Tugas Akhir ini selesai.
7. Teman-teman Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang yang selalu memberikan dukungan.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan.

Penulis mohon maaf atas segala kesalahan yang pernah dilakukan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat untuk mendorong penelitian-penelitian selanjutnya di Departemen Teknik Elektronika Universitas Negeri Padang.

Padang, Februari 2022

Ismail

NIM : 17065024

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Tugas Akhir	4
F. Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
A. Konsep Sistem Kontrol.....	6
B. Alat Ukur	7
C. Kadar Larutan Gula.....	9
D. Antena Mikrostrip	16
E. Radiasi Gelombang Mikro.....	18
F. Voltage Controlled Oscillator (VCO)	24

G.	Power Detector.....	27
H.	Mikrokontroller	30
I.	Arduino Nano.....	32
J.	Liquid Crystal Display (LCD) 16x2.....	39
K.	<i>Inter Integrated Circuit</i> (I2C).....	43
L.	Catu Daya (Power Supply)	44
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT		52
A.	Kebutuhan Analisa Sistem.....	52
B.	Skema Rangkaian.....	54
C.	Diagram Blok.....	55
D.	Diagram Alir	57
E.	Prinsip Kerja	59
F.	Rancangan Alat	61
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		65
A.	Pengujian dengan <i>RF Vector Network Analyzer</i> (VNA)	68
B.	Pengujian pada <i>Power Supply</i>	73
C.	Pengujian Kadar Larutan Gula dengan <i>Power Detector</i> (PD).....	75
D.	Pengujian Menggunakan Arduino	78
E.	Tampilan Alat	86
BAB V PENUTUP		88
A.	KESIMPULAN	88
B.	SARAN.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....		90
LAMPIRAN.....		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sistem Kontrol <i>Loop</i> Terbuka.....	6
Gambar 2. Sistem Kontrol <i>Loop</i> Tertutup	7
Gambar 3. Struktur Antena Mikrostrip.....	16
Gambar 4. Spektrum Radiasi Elektromagnetik.....	21
Gambar 5. VCO Gelombang Mikro 2,2 – 2,5 Ghz	24
Gambar 6. Osilator yang Dikontrol dengan Frekuensi Audio	25
Gambar 7. IC <i>Clock Generator</i> VCXO 27 MHz (TSLI T73227).....	26
Gambar 8. TCVCXO 26 MHz	27
Gambar 9. <i>Power Detector</i> 10 – 8 GHz	28
Gambar 10. Bentuk Gelombang CW.....	29
Gambar 11. Arduino Nano Tampak Depan	32
Gambar 12. Arduino Nano Tampak Belakang.....	32
Gambar 13. <i>Pinout</i> Arduino Nano	33
Gambar 14. Tampilan Antar Muka <i>Software</i> Arduino IDE.....	38
Gambar 15. Bentuk LCD 16x2	40
Gambar 16. Modul I2C dengan LCD 16x2	44
Gambar 17. Blok Diagram DC <i>Power Supply</i>	48
Gambar 20. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh	50
Gambar 21. Rangkaian Penyearah DC <i>Power Supply</i>	50
Gambar 22. Rangkaian Penyaring DC <i>Power Supply</i>	50
Gambar 23. Rangkaian Dasar IC <i>Voltage Regulator</i>	51
Gambar 24. Rangkaian <i>Power Supply</i> Alat Ukur Kadar Gula.....	54
Gambar 25. Rangkaian Pemancar Alat Ukur Kadar Larutan Gula	55

Gambar 26. Rangkaian Penerima & <i>Controller</i> Alat Ukur Kadar Larutan Gula	55
Gambar 27. Diagram Blok Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro	55
Gambar 28. Diagram Alir Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro	58
Gambar 29. Grafik <i>Output Voltage Vs Input Power Power Detector</i>	59
Gambar 30. Grafik <i>Frequency and Tuning Sensitivity</i>	60
Gambar 31. Rancangan Fisik Alat Tampak Depan	62
Gambar 32. Rancangan Fisik Alat Tampak Samping	63
Gambar 33. Rancangan Fisik Alat Tampak Belakang	64
Gambar 34. Grafik Hubungan Massa & Molaritas Larutan Gula	67
Gambar 36. Grafik Parameter S21 menggunakan VNA	71
Gambar 37. Grafik Parameter <i>Phase</i> dengan menggunakan VNA	71
Gambar 41. Skema Rangkaian <i>Power Supply</i>	73
Gambar 42. Pengukuran Tegangan <i>Power Supply</i>	75
Gambar 44. Pengujian Kadar Larutan Gula menggunakan <i>Power Detector</i>	77
Gambar 45. Pengukuran Tegangan <i>Output Power Detector</i>	78
Gambar 46. Grafik Tegangan Rata-Rata Dengan Kadar Molaritas Hitungan	80
Gambar 47. Grafik Perbandingan Molaritas Hitungan dan Terukur	80
Gambar 48. Grafik <i>Trendline</i> Persamaan Arduino	83
Gambar 49. Pengujian Kadar Gula Menggunakan Arduino	85
Gambar 50. Bentuk Tampilan Alat Tampak Depan.....	86
Gambar 51. Bentuk Tampilan Alat Tampak Samping	86
Gambar 52. Bentuk Tampilan Alat Tampak Belakang	87
Gambar 53. Bentuk Tampilan Alat Saat Dinyalakan	87

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spektrum Elektromagnetik.....	21
Tabel 2. Spesifikasi <i>Board</i> Arduino Nano.....	33
Tabel 3. Deskripsi Pin pada LCD 16x2.....	42
Tabel 4. Keunggulan dan Kelemahan LCD 16x2.	43
Tabel 5. Satuan Kadar Larutan Gula.....	67
Tabel 6. Pengujian Larutan Gula Dengan Menggunakan VNA.....	70
Tabel 7. Pengukuran pada <i>Power Supply</i>	74
Tabel 8. Pengujian Larutan Gula Menggunakan <i>Power Detector</i>	77
Tabel 9. Pengujian Kadar Larutan Gula menggunakan Arduino.....	79
Tabel 10. Hasil Akurasi Pengujian Alat Ukur Kadar Gula Menggunakan Arduino.....	82

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada saat ini sangat pesat, sehingga tercipta begitu banyak alat yang menggunakan teknologi yang canggih sesuai dengan kebutuhan masyarakat yang ada. Bidang elektronika merupakan bidang yang sangat berhubungan dengan pembuatan alat-alat yang menjadi kebutuhan masyarakat luas saat ini. Salah satu dari sekian banyak alat yang diciptakan adalah alat ukur kadar larutan atau zat tertentu yang disebut dengan *Refractometer*.

Alat ukur adalah sebuah alat yang tujuan penggunaannya untuk membantu dalam mengetahui nilai presisi pada sebuah benda atau komponen yang diukur. Pengukuran merupakan hal yang penting dalam dunia ilmu pengetahuan dan teknik. Pengukuran berperan penting dalam membantu pekerjaan manusia dan memberikan kemudahan bagi teknisi dalam menentukan nilai besaran dalam suatu kuantitas dan variabel. Salah satu pengembangan dari penggunaan alat ukur ialah digunakan untuk mengukur kadar gula dalam larutan.

Gula merupakan salah satu bahan pemanis yang digunakan untuk makanan dan minuman sehari-hari. Larutan gula merupakan larutan non elektrolit yang terdiri atas zat-zat non elektrolit yang dilarutkan ke dalam air tidak terurai menjadi ion (tidak terionisasi) yang berupa molekul yang tidak

bermuatan listrik. Kadar gula adalah banyaknya kandungan zat gula atau glukosa di dalam makanan dan minuman. Kadar gula sangat mempengaruhi cita rasa manis dalam makanan dan minuman. Pada industri makanan dan minuman, pengukuran konsentrasi gula merupakan suatu hal yang sangat penting agar dapat menentukan takaran yang tepat. Pengukuran konsentrasi gula dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur.

Gelombang mikro (*microwave*) adalah gelombang elektromagnetik super tinggi yang berada dalam rentang 3 GHz sampai 300 GHz. Frekuensi pada gelombang mikro tersebut dihasilkan dari osilator pada alat-alat elektronik. Gelombang mikro dapat diserap oleh suatu benda dan menimbulkan efek pemanasan pada benda tersebut. Salah satu kelebihan gelombang mikro adalah perambatannya relatif cepat dikarenakan gelombangnya yang pendek. Salah satu pemanfaatan dari radiasi gelombang mikro ialah digunakan untuk alat ukur. Alat ukur tersebut digunakan untuk mengukur kadar larutan gula.

Pada industri makanan dan minuman, pengukuran kadar gula sangat penting, sehingga diperlukan alat ukur kadar gula untuk mengetahui batasan penggunaan kadar gula yang diinginkan. Pada penelitian ini dirancang alat ukur kadar larutan gula dengan menggunakan gelombang mikro. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino untuk mengolah data dan mengatur sistem secara keseluruhan, serta LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan sebagai penampil hasil pengukuran kadar larutan gula yang berupa nilai kapasitansi dan presentase konsentrasi larutan gula.

Tugas Akhir ini menggunakan aplikasi pemrograman Arduino IDE dengan mikrokontroler arduino. Alat ukur ini mendeteksi kadar larutan gula dengan menggunakan radiasi gelombang mikro. Data yang terdeteksi akan ditampilkan di LCD. Tugas Akhir ini berjudul “**Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro**”.

B. Identifikasi Masalah

Hasil identifikasi permasalahan berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan adalah:

1. Belum ada inovasi alat ukur kadar larutan gula menggunakan radiasi gelombang mikro.
2. Manusia tidak bisa mengukur kadar larutan gula secara presisi dengan menggunakan indra perasa saja.
3. Dibutuhkan alat ukur kadar larutan gula, agar kita dapat mengukur kadar larutan gula secara presisi dan tepat.

C. Batasan Masalah

Dalam hal untuk mencapai tujuan sebuah sistem yang akan dikembangkan, maka diperlukan adanya batasan masalah, yaitu:

1. Pembuatan dan perancangan alat ukur kadar larutan gula menggunakan radiasi gelombang mikro berbasis mikrokontroler arduino atmega.
2. Pembuatan program alat ukur kadar larutan gula menggunakan radiasi gelombang mikro yang diterima.

3. Pembuatan program alat ukur kadar larutan gula menggunakan software Arduino IDE.
4. Pembuatan alat ukur kadar larutan gula menggunakan radiasi gelombang mikro yang hasilnya ditampilkan dalam LCD berbentuk data digital.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah dijelaskan, perumusan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membuat alat ukur kadar larutan gula menggunakan gelombang mikro.
2. Bagaimana cara memanfaatkan radiasi gelombang mikro sebagai pengidentifikasi dari kadar larutan gula.
3. Bagaimana cara merancang alat ukur kadar larutan gula dapat menerima radiasi gelombang mikro.
4. Bagaimana cara membuat alat ukur kadar larutan gula dapat mengolah sinyal radiasi gelombang mikro yang diterima.
5. Bagaimana cara membuat nilai kadar larutan gula agar dapat ditampilkan melalui LCD.

E. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah membuat alat ukur kadar larutan gula menggunakan radiasi gelombang mikro dengan

menggunakan mikrokontroller arduino atmega dan hasil yang diolah akan ditampilkan melalui LCD.

F. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang akan diperoleh dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Alat ukur kadar larutan gula yang dapat digunakan oleh semua orang.
2. Dengan adanya alat ini, sangat mempermudah bagi seseorang untuk menguji kadar larutan gula, terutama bagi industri makanan dan minuman.
3. Kita dapat menguji kadar larutan gula tanpa harus melakukan uji Laboratorium.
4. Meminimalisir harga yang harus dikeluarkan untuk uji kadar larutan gula yang biasanya dilakukan di Laboratorium dengan harga yang mahal dan waktu yang lama.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat diambil kesimpulan bahwa alat yang dibuat sudah berjalan dengan baik dan mencapai tujuan yang diinginkan yaitu dibuktikan dengan hasil pengujian:

1. Gula 3 gram, molaritas hitungannya 0,175 mol/L, molaritas hitungan dari persamaan arduino 0,268 mol/L yang terukur oleh alat 0,217 mol/L dan hasil persentase kesalahannya yaitu 23,69%.
2. Gula 6 gram, molaritas hitungannya 0,351 mol/L, molaritas hitungan dari persamaan arduino 0,352 mol/L yang terukur oleh alat 0,311 mol/L dan hasil persentase kesalahannya yaitu -11,37%.
3. Gula 9 gram, molaritas hitungannya 0,526 mol/L, molaritas hitungan dari persamaan arduino 0,522 mol/L yang terukur oleh alat 0,476 mol/L dan hasil persentase kesalahannya yaitu -9,56%.
4. Gula 12 gram, molaritas hitungannya 0,702 mol/L, molaritas hitungan dari persamaan arduino 0,606 mol/L yang terukur oleh alat 0,725 mol/L dan hasil persentase kesalahannya yaitu 3,31%.
5. Gula 16 gram, molaritas hitungannya 0,936 mol/L, molaritas hitungan dari persamaan arduino 0,844 mol/L yang terukur oleh alat 1,056 mol/L dan hasil persentase kesalahannya yaitu 12,86%.

6. Gula 20 gram, molaritas hitungannya 1,17 mol/L, molaritas hitungan dari persamaan arduino 1,098 mol/L yang terukur oleh alat 1,304 mol/L dan hasil persentase kesalahannya yaitu 11,49%.
7. Gula 24 gram, molaritas hitungannya 1,404 mol/L, molaritas hitungan dari persamaan arduino 15,04 mol/L yang terukur oleh alat 1,718 mol/L dan hasil persentase kesalahannya yaitu 22,41%.
8. Gula 30 gram, molaritas hitungannya 1,754 mol/L, molaritas hitungan dari persamaan arduino 1,758 mol/L yang terukur oleh alat 1,967 mol/L dan hasil persentase kesalahannya yaitu 12,12%.
9. Tingkat keberhasilan dari alat ukur ini sudah mencapai 98,8%, diperhitungkan dari persentase kesalahan paling rendah (tingkat presisi yang paling tinggi).

B. SARAN

Pada penulisan Tugas Akhir ini, penulis masih memiliki banyak kekurangan, maka diharapkan kepada pembaca untuk dapat membaca Tugas Akhir ini dari awal sampai akhir agar tidak terjadi kesalahpahaman. Tugas akhir ini masih dapat dikembangkan lagi menjadi alat ukur yang lebih baik dengan cara pemberian sensor berat agar dapat mengukur massa larutan yang akan diuji, dengan diketahui massa larutannya, maka Kita juga dapat mengukur konsentrasi larutan gula.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Roni Kiagus, Herawati Netty. 2020. KIMIA FISIKA II. Palembang-Indonesia. Rafah Press UIN Raden Fatah Palembang.
- Ali, M. M., Ibrahim, S. Z., Adam, I., & Khalid, N. (2019). Design and development of RF power detector for microwave application. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJECS)*, 13(2), 713-720.
- Amsyah, MLS., Zulkifli. 2005. Manajemen Sistem Informasi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Chusni, Muhammad Minan. 2017. PENGENALAN ALAT UKUR. Bandung. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Engineering Resources, Power Detectors, 2021.” *Peak and RMS RF Power Detectors for High-Frequency Signal Measurement*”, <https://blog.minicircuits.com/peak-and-rms-rf-power-detectors-for-high-frequency-signal-measurement/>, diakses pada 21 Desember 2021
- Grant, August E & Meadows, Jennifer H. (eds.) 2008. Communication Technology Update and Fundamental. Eleventh Edition. Boston: Focal Press (AG)
- Kurniawan, A. (2019). *Arduino Nano A Hands-on Guide for Beginner*. PE press.
- Nano, A. (2018). *Arduino Nano*.
- Prabowo, J., Suryana, Y., Ferbyarto, R., & Astawa, I. M. (2016). Sistem Instrumentasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Non Invasive Berbasiskan Arduino. *Prosiding Semnastek*.
- Purnamasari, P. (2017). Pembuatan Alat Ukur Kadar Gula Berbasis Kapasitansi Dengan Menggunakan Arduino Uno.
- Putra, G. (2015). *RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GULA DARAH NON-INVASIVE BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328P DENGAN MENGUKUR TINGKAT KEKERUHAN SPESIMEN URINE MENGGUNAKAN PAKET SENSOR PHOTODIODE DAN LIGHT EMITING DIODE* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Bisma, Leo. 2021. Mempelajari Konsep Gelombang Elektromagnetik, Sifat dan Manfaatnya. Ruang Guru. Ruang Guru.