

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR ALKOHOL
MENGGUNAKAN SENSOR OPTIK BERBASIS HUKUM
BEER-LAMBERT
SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Memperoleh derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan oleh:

Nurul Dwi Hastuti

21106020014

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI FISIKA
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-890/Un.02/DST/PP.00.9/05/2025

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol Dalam Minuman Menggunakan Sensor Optik Berbasis Hukum Beer-Lambert

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NURUL DWI HASTUTI
Nomor Induk Mahasiswa : 21106020014
Telah diujikan pada : Rabu, 07 Mei 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

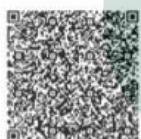
Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 6836bc2e50370

Pengaji I

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
SIGNED



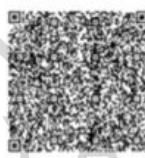
Valid ID: 683512720c7ca

Pengaji II

Andi, M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 6836c3ab4baca



Yogyakarta, 07 Mei 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 683d003f4983e

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

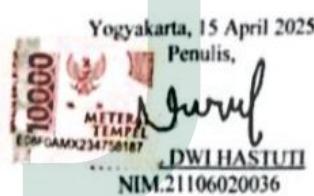
Nama : Nurul Dwi Hastuti

NIM : 21106020014

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol Dalam Minuman Menggunakan Sensor Optik Berbasis Hukum Beer-Lambert" merupakan hasil penelitian penulis, serta tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar "Sarjana" di Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan penulis, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan

skripsi Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan
Teknologi UIN Sunan Kalijaga
Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nurul Dwi Hastuti
NIM : 21106020014
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol Dalam Minuman Menggunakan Sensor Optik Berbasis Hukum Beer-Lambert

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb

Yogyakarta, 17 April 2025

Pembimbing II

Pembimbing I

Bagus Haryadi, S.Si., M.T., P.hd.
NIDN. 0518027601

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19780510 200501 1 003

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

"Success is not final, failure is not fatal: It is the courage to continue that counts."

— Winston Churchill

"Kesuksesan bukanlah akhir dari segalanya, dan kegagalan bukanlah hal yang mematikan. Yang paling penting adalah keberanian untuk terus melangkah."

— Winston Churchill



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Allah SWT.

Diri saya sendiri

Kedua orang tua penulis Bapak Supriyanto dan Ibu Harti

Lestari prihastuti, Mahfud Ibrahim, dan Risar Haviz

Teman seperjuangan instrumentasi 2021

Teman fisika 2021

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur atas kehadirat Allah Swt. Yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR ALKOHOL MENGGUNAKAN SENSOR OPTIK BERBASIS HUKUM BEER-LAMBERT” dengan baik dan lancar tanpa ada halangan yang berarti. Tidak lupa *shalawat* serta salam semoga tetap tercurahkan kepada beliau, baginda Rasulullah Muhammad Saw., semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya di *yaumil qiyamah* kelak. *Aamiin*.

Penyusunan skripsi ini merupakan suatu kewajiban bagi penulis untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan serta untuk mendapatkan predikat sarjana. Penulis sangat berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Dalam penyusunan serta pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mengalami dinamika dan mendapatkan banyak bantuan secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Supriyanto dan Ibu Harti. Kedua saudara penulis, Kakak Tari, Adik Baim, dan mas Haviz. Ome penulis, Om Supriyadi. Terima kasih telah menemani dan membantu penulis dalam senang dan susah. Terima kasih atas kasih sayang, dukungan, dan doa yang tiada henti diberikan untuk penulis.
2. Bapak Prof. H. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

3. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardani, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si. selaku ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Cecillia M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik Program Studi Fisika angkatan 2021 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama dalam skripsi yang senantiasa memberikan arahan, masukan, serta motivasi untuk terus maju.
7. Bapak Bagus Haryadi, S.Si., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing kedua dalam skripsi yang senantiasa mengarahkan, memberikan masukan, dan mengingatkan penulis terkait *deadline* yang sudah dibuat.
8. Seluruh Dosen Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya.
9. Saudari Nabila Luthfi Nadhifah teman seperbimbingan yang senantiasa berjuang bersama dari awal mengambil judul hingga eksekusi terakhir, yang senantiasa bersama-sama penulis dalam senang dan susah, yang senantiasa saling mengingatkan dan memberikan bantuan, semangat, dan doa. terima kasih yaa, ayo kembali berjuang bersama untuk misi selanjutnya!!!
10. Teman dekat penulis yang sudah bersama-sama penulis dari semester 1 hingga semester 8 ini Dea, Icha, Aul, Erlita, Anik, terima kasih sudah menjadi keluarga kedua bagi penulis selama di jogja, semoga kalian semua sehat dan bahagia ya!!

11. Zahro dan Ilham teman dekat penulis yang senantiasa membantu dan menjadi orang yang selalu bisa diandalkan dalam segala situasi. Terima kasih sudah menjadi teman dekat yang senantiasa membantu dan mendengarkan segala celotehan penulis selama proses hingga sampai di titik ini.
12. Teman-teman seperjuangan instrumentasi 2021 yang telah bersama-sama belajar dan *healing*.
13. Teman-teman Fisika 2021.
14. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan laporan penelitian ini dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak sekali kekurangan dan kesalahan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga hasil yang telah dilaporkan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 9 April 2025

Penulis

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR ALKOHOL MENGGUNAKAN SENSOR OPTIK BERBASIS HUKUM BEER-LAMBERT

Nurul Dwi Hastuti
21106020014

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat ukur kadar alkohol berbasis sensor optik menggunakan prinsip hukum Beer-Lambert. Permasalahan yang terdapat dalam metode konvensional untuk mengukur kadar alkohol, yang cenderung memakan waktu, mahal, dan membutuhkan keahlian khusus, menjadi dasar bagi dilakukannya penelitian ini. Beer-Lambert yang menyatakan dengan hukumnya bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi zat dalam suatu larutan, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dasar perancangan alat ukur kadar alkohol. Alat yang dikembangkan terdiri dari lima subsistem utama, yaitu subsistem input menggunakan LED UV sebagai sumber cahaya, subsistem sensor menggunakan fotodioda sebagai detektor intensitas cahaya, subsistem mikrokontroler menggunakan Arduino Nano untuk membaca dan Arduino IDE untuk mengolah data, subsistem penampil data menggunakan LCD I2C, serta subsistem pengolah data berbasis Microsoft Excel. Metode yang digunakan dalam pengolahan data absorbansi di dasarkan pada hukum Beer-Lambert dengan pendekatan regresi linear antara nilai absorbansi dan kadar alkohol. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan intensitas cahaya secara linier terhadap konsentrasi alkohol dalam sampel. Kurva standar yang diperoleh menghasilkan persamaan regresi % kadar alkohol = $0,0333A + 0,01$, dengan A merupakan absorbansi, serta menunjukkan bahwa alat ini memiliki sensitivitas yang cukup tinggi terhadap variasi kadar alkohol. Pengujian alat menunjukkan hasil yang sangat memuaskan dengan nilai linearitas sebesar 0,9741, akurasi sebesar 99,50%, dan presisi keterulangan sebesar 99,96%, yang telah melampaui batas minimum yang ditetapkan dalam standar SNI ISO 17025-2017. Hal ini membuktikan bahwa alat ukur kadar alkohol yang dikembangkan tidak hanya akurat dan presisi, tetapi juga stabil dan layak digunakan sebagai alternatif pengukuran dalam aplikasi ilmiah dan industri. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis hukum Beer-Lambert dan teknologi sensor optik dapat digunakan untuk merancang alat ukur kadar alkohol yang efektif, efisien, dan mudah digunakan.

Kata kunci: Sensor optik, kadar alkohol, hukum Beer-Lambert, Arduino Nano, absorbansi, regresi linear.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN ALCOHOL CONCENTRATION MEASURING USING AN OPTICAL SENSOR BASED ON THE BEER-LAMBERT LAW

Nurul Dwi Hastuti
21106020014

ABSTRACT

This research aims to design and develop an alcohol concentration measuring device based on optical sensors using the principle of the Beer-Lambert law. The problems found in conventional alcohol measurement methods which tend to be time-consuming, costly, and require specialized expertise form the basis for conducting this study. The Beer-Lambert law states that light absorbance is directly proportional to the concentration of a substance in a solution, which can be utilized as the fundamental principle for designing an alcohol concentration measuring instrument. The developed device consists of five main subsystems: an input subsystem using a UV LED as the light source, a sensor subsystem using a photodiode to detect light intensity, a microcontroller subsystem using Arduino Nano for reading and Arduino IDE for data processing, a data display subsystem using an I2C LCD, and a data processing subsystem based on Microsoft Excel. The method used in absorbance data processing is based on the Beer-Lambert law, with a linear regression approach between absorbance values and alcohol concentration. The design results show that the system is capable of detecting changes in light intensity linearly with respect to the alcohol concentration in the sample. The resulting standard curve produces the regression equation: % alcohol concentration = 0.0333A + 0.01, where A is the absorbance, and it indicates that the device has a high sensitivity to variations in alcohol levels. Instrument testing showed very satisfactory results, with a linearity value of 0.9741, an accuracy of 99.50%, and a repeatability precision of 99.96%, which exceed the minimum thresholds set by the SNI ISO 17025:2017 standard. This proves that the developed alcohol concentration measuring device is not only accurate and precise but also stable and feasible to be used as an alternative measurement tool in scientific and industrial applications. Overall, this research demonstrates that an approach based on the Beer-Lambert law and optical sensor technology can be used to design an alcohol concentration measuring device that is effective, efficient, and user-friendly.

Keywords: Optical sensor, alcohol concentration, Beer-Lambert law, Arduino Nano, absorbance, linear regression.

DAFTAR ISI

COVER	1
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	iii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Batasan Penelitian	10
1.5 Manfaat Penelitian	10
BAB II	13
TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Studi Pustaka	13
2.2 Dasar Teori	22
2.2.1 Alkohol	22
2.2.2 Hukum Beer-Lambert teori.....	23
2.2.3 Arduino Nano	29
2.2.4 Sensor Fotodiode	31
2.2.5 LED UV.....	34
2.2.6 Kuvet	36
2.2.7 Aquades	38
2.2.8 Fungsi Transfer.....	40
2.2.9 Akurasi.....	42
2.2.10 Presisi.....	43

2.2.11	Wawasan Al-quran	46
BAB III.....		48
METODE PENELITIAN		48
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	48
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	48
3.2.1	Alat Penelitian	48
3.2.2	Bahan Penelitian	49
3.3	Prosedur Penelitian.....	50
3.3.1	Perancangan Alat ukur.....	52
3.3.2	Pembuatan Alat Ukur Kadar Alkohol.....	55
3.3.3	Pengujian Alat ukur	60
3.4	Sistematika Pembahasan Hasil Penelitian.....	67
BAB IV		69
HASIL DAN PEMBAHASAN		69
4.1	Hasil Penelitian	69
4.1.1	Hasil Perancangan Alat Ukur	69
4.1.2	Hasil Pembuatan Alat Ukur	71
4.1.3	Hasil pengujian alat ukur	76
4.2	Pembahasan.....	77
4.2.1	Pembahasan hasil perancangan dan pembuatan alat ukur	77
4.2.2	Pembahasan hasil pengujian alat ukur	85
4.2.3	Integrasi-Interkoneksi	89
BAB V		91
PENUTUP		91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA		94
LAMPIRAN.....		100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 arbsobsi sinar UV-vis oleh larutan sampel dalam kuvet.....	26
Gambar 2. 2 Arduino Nano (Arduino LLC dkk, 2010).....	31
Gambar 2. 3 Sensor Fotodiode (Setyaningsih dkk, 2017).	32
Gambar 2. 4 spektrum elektromagnetik (Jimmy, 2022)	34
Gambar 2. 5 LED UV (ABC-RC Model Shop, 2024).....	35
Gambar 2. 6 Kuvet kuarsa (Mubarok, 2024)	37
Gambar 2. 7 Cara pembuatan aquades (Herfinanda, 2024).....	38
Gambar 2. 8 Hubungan antara presisi dan akurasi (Rizal, 2020)	44
Gambar 4. 1 Skema rangkaian dengan modul fotodiode	70
Gambar 4. 2 Desain perangkat keras keseluruhan alat ukur tampak luar	70
Gambar 4. 3 Desain perangkat keras keseluruhan alat ukur tampak dalam.....	71
Gambar 4. 4 Kotak hitam yang digunakan dalam penelitian	72
Gambar 4. 5 Hasil perakitan komponen dalam kotak hitam.....	73
Gambar 4. 6 Hasil pembuatan kotak pembatas antara komponen dengan ruang pengujian.....	73
Gambar 4. 7 Hasil akhir alat ukur kadar alkohol	74
Gambar 4. 8 Diagram alir program perangkat keras.....	75
Gambar 4. 9 Hubungan antara log v0/v dan absorbansi	76
Gambar Lampiran 1. 1 Proses perancangan skema rangkaian alat ukur.....	100
Gambar Lampiran 1. 2 Proses pembuatan skema rangkaian menggunakan website Wokwi	100
Gambar Lampiran 1. 3 Proses pengujian skema rangkaian menggunakan website Wokwi.....	101
Gambar Lampiran 1. 4 Proses pembuatan desain perangkat keras	101
Gambar Lampiran 1. 5 Proses pembuatan desain perangkat keras menggunakan website Canva	102
Gambar Lampiran 2. 1 Perakitan komponen dalam kotak	102
Gambar Lampiran 2. 2 Pembuatan tutup dalam untuk alat ukur	103
Gambar Lampiran 2. 3 Pembuatan program pada software Arduino IDE	104
Gambar Lampiran 2. 4 Proses pembuatan sampel alkohol.....	106
Gambar Lampiran 2. 5 Alat dan Bahan pembuatan sampel alkohol	107

Gambar Lampiran 2. 6	Hasil pembuatan sampel.....	107
Gambar Lampiran 3.1	Proses pengambilan data	108



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rencana penelitian	48
Tabel 3. 2 Peralatan untuk merancang alat ukur kadar alkohol.....	49
Tabel 3. 3 Peralatan untuk membuat alat ukur kadar alkohol	49
Tabel 3. 4 Peralatan untuk menguji alat ukur kadar alkohol	49
Tabel 3. 5 Bahan untuk membuat alat ukur kadar alkohol	49
Tabel 3. 7 konfigurasi pin komponen dan mikrokontroler	53
Tabel 4. 1 Hasil uji akurasi alat ukur.....	76
Tabel 4. 2 Hasil uji presisi keterulangan alat ukur	77
Tabel lampiran 2.3 Takaran volume alkohol dan aquades tiap masing-masing variasi	107
Tabel Lampiran 3. 1 Data hasil pengukuran dalam keadaan tanpa objek	108
Tabel Lampiran 3. 2 Data hasil pengukuran dalam keadaan kuvet kosong.....	109
Tabel Lampiran 3. 3 Data hasil pengukuran dengan konsentrasi 0%	110
Tabel Lampiran 3. 4 Data hasil pengukuran dengan konsentrasi 30 %	110
Tabel Lampiran 3. 5 Data hasil pengukuran dengan konsentrasi 60 %	111
Tabel Lampiran 3. 6 Data hasil pengukuran dengan konsentrasi 90 %	111
Tabel Lampiran 3. 7 Data hasil pengukuran rata-rata di variasi keadaan.....	112
Tabel Lampiran 3. 8 Hasil pembacaan kadar alkohol	112

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor industri dan kesehatan yang pesat di Indonesia mendorong penggunaan berbagai zat kimia untuk mendukung berbagai kebutuhan produksi. Salah satu zat yang memiliki peran penting dalam kedua bidang ini adalah etanol (C_2H_5OH) atau biasa dikenal dengan alkohol. Secara kimia, etanol merupakan salah satu jenis alkohol dalam kelompok senyawa organik yang memiliki gugus hidroksil (-OH) dan terdiri dari dua atom karbon. Meskipun istilah alkohol mencakup berbagai senyawa sejenis, dalam konteks industri dan kesehatan, istilah ini umumnya merujuk secara spesifik pada etanol (Solomon, 2015). Dalam dunia medis, alkohol sering dimanfaatkan sebagai antiseptik yang berperan penting dalam banyak prosedur pengobatan. Hal ini karena alkohol memiliki kemampuan membunuh kuman dan mensterilkan alat-alat medis. Di sisi lain, alkohol juga disalahgunakan sebagai komponen utama dalam pembuatan minuman beralkohol. Penyalahgunaan ini menjadi masalah serius di masyarakat, karena konsumsi alkohol yang berlebihan dapat memicu berbagai dampak negatif, baik secara fisik maupun sosial. Minuman beralkohol yang hadir dalam berbagai bentuk tradisional maupun modern sering kali menimbulkan tantangan tersendiri bagi kesehatan masyarakat dan stabilitas sosial di Indonesia terutama ketika penggunaannya tidak diawasi dengan baik.

Penggunaan alkohol dalam minuman telah menjadi bagian dari budaya di berbagai negara, termasuk Indonesia. Minuman beralkohol seringkali dikonsumsi dalam berbagai acara sosial, ritual keagamaan, maupun sebagai

bagian dari gaya hidup modern. Meskipun demikian, konsumsi alkohol tidak lepas dari perhatian khusus terkait dampaknya terhadap kesehatan dan keselamatan masyarakat. Pengawasan terhadap kadar alkohol dalam minuman menjadi sangat penting, mengingat konsumsi alkohol yang berlebihan dapat berdampak serius pada kesehatan individu serta keselamatan publik. Konsentrasi alkohol yang tinggi dalam minuman dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf, menurunkan kesadaran, dan mengurangi kemampuan kognitif maupun motorik seseorang. Hal ini berpotensi memicu berbagai risiko, seperti kecelakaan lalu lintas, cedera akibat kurangnya koordinasi, hingga insiden fatal lainnya (Hakim, 2023).

Berdasarkan bahaya yang dapat ditimbulkan oleh penyalahgunaan alkohol, agama Islam memang sudah melarang adanya pengonsumsian minuman beralkohol (khamr) yang bersifat memabukkan. Hukum larangan mengonsumsi minuman beralkohol sudah dituliskan dalam Al-Quran QS. al-Maidah Ayat 90 dan 91, yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِنَّمَا الْحَمْرُ وَالْمَيْسِرُ وَالْأَنْصَابُ وَالْأَرْلَامُ رِجْسٌ مِّنْ عَمَلِ الشَّيْطَنِ فَاجْتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ إِنَّمَا يُرِيدُ الشَّيْطَنُ أَنْ يُؤْقِعَ بِيَدِكُمُ الْعَذَابَ وَالْبَعْضَاءَ فِي الْحَمْرِ وَالْمَيْسِرِ وَيَصُدَّكُمُ عَنْ ذِكْرِ اللَّهِ وَعَنِ الصَّلَاةِ فَهَلْ أَنْتُمْ مُنْتَهُونَ

Artinya: "Wahai orang-orang yang beriman, sesungguhnya minuman keras, berjudi, (berkurban untuk) berhala, dan mengundi nasib dengan anak panah adalah perbuatan keji (dan) termasuk perbuatan setan. Maka, jauhilah (perbuatan-perbuatan) itu agar kamu beruntung. Sesungguhnya setan hanya bermaksud menimbulkan permusuhan dan kebencian di antara kamu melalui minuman keras dan judi serta (bermaksud) menghalangi kamu dari mengingat Allah dan (melaksanakan) salat, maka tidakkah kamu mau berhenti?" (Kementerian agama, 2024).

Makna relasional atau kontekstual dari istilah khamr dalam Q.S. Al-Maidah ayat 90-91 merujuk pada segala jenis minuman yang memabukkan. Minuman

ini dapat berasal dari berbagai bahan, seperti anggur, kurma, atau bahan lain yang melalui proses fermentasi dan menyebabkan mabuk. Dalam Islam, khamr dikategorikan sebagai produk haram, artinya dilarang secara mutlak untuk dikonsumsi, dijual, atau diproduksi. Larangan ini tidak hanya berlaku pada konsumsi minumannya, tetapi juga meliputi semua aktivitas yang berkaitan dengan khamr, seperti perdagangan, penyediaan, bahkan terlibat dalam proses produksi atau distribusinya. Ajaran ini memiliki dasar kuat dalam menjaga moralitas, kesehatan, serta kestabilan sosial, karena khamr dianggap sebagai salah satu penyebab utama berbagai masalah, seperti gangguan akal, perilaku buruk, dan perpecahan dalam masyarakat (Rakhmadi, 2024).

Majelis Ulama Indonesia (MUI) juga telah mengatur tentang pengonsumsian minuman beralkohol yaitu pada fatwa MUI No. 11 Tahun 2018. Fatwa ini menyatakan bahwa alkohol yang berasal dari buah-buahan dan bahan alami diperbolehkan, asalkan tidak diproduksi melalui proses industri khamr yang dilarang. Selain itu, konsumsi alkohol diizinkan jika kadar alkohol dalam suatu produk berada di bawah 0,5%, sehingga tidak dianggap memabukkan. MUI juga menggarisbawahi pentingnya aspek medis, di mana alkohol dengan kadar rendah yang tidak membahayakan kesehatan diperbolehkan. Fatwa ini memberikan lampu hijau untuk penggunaan alkohol dalam produk tertentu, seperti makanan, minuman, atau obat-obatan, selama tidak dimaksudkan untuk memabukkan (MUI, 2018).

Berdasarkan ayat dalam Al-Qur'an dan fatwa MUI minuman beralkohol dilarang untuk dikonsumsi oleh umat Islam, kecuali ada alasan yang dibenarkan

sesuai dengan peraturan yang ada. Larangan ini bertujuan untuk menjaga kesehatan jasmani dan rohani, serta menciptakan ketenangan sosial dalam masyarakat. Namun kenyataannya, kasus konsumsi minuman beralkohol atau minuman keras (miras) semakin meningkat di Indonesia bahkan hingga merenggut nyawa. Menurut laporan dari Pusat Analisis Keparlemenan Badan Keahlian Setjen DPR RI tahun 2023, tren kematian akibat miras oplosan menunjukkan peningkatan yang signifikan. Data yang dikumpulkan oleh Gerakan Nasional Anti Miras (GeNAM), sebuah gerakan sosial yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran akan bahaya miras di Indonesia, mencatat bahwa sekitar 18.000 orang tewas setiap tahun akibat konsumsi miras oplosan (Efendi, 2023).

Angka kematian yang sangat tinggi ini menunjukkan adanya masalah serius akibat lemahnya pengawasan terhadap peredaran minuman beralkohol ilegal serta rendahnya kesadaran masyarakat akan bahaya yang ditimbulkan oleh konsumsi miras oplosan. Masalah ini memerlukan perhatian lebih dari pemerintah, lembaga kesehatan, dan masyarakat luas. Mengingat berbagai potensi bahaya dari konsumsi alkohol, maka pengawasan ketat terhadap kadar alkohol dalam minuman menjadi hal yang sangat penting, baik bagi produsen maupun konsumen. Bagi produsen, pengendalian kadar alkohol sesuai dengan regulasi merupakan kewajiban untuk memenuhi standar keselamatan produk dan tanggung jawab hukum. Bagi konsumen, memastikan bahwa minuman yang dikonsumsi memiliki kadar alkohol yang aman sangat penting untuk menghindari risiko kesehatan, baik jangka pendek maupun jangka panjang.

(Paputungan dkk, 2019).

Situasi ini memerlukan tindakan nyata, mulai dari penegakan hukum yang lebih ketat terhadap produsen dan penjual miras ilegal, sosialisasi dan edukasi yang lebih luas tentang bahaya alkohol, hingga peningkatan kesadaran masyarakat tentang dampak konsumsi alkohol, terutama miras oplosan. Pemerintah, organisasi masyarakat, dan tokoh agama perlu bekerja sama dalam menanggulangi masalah ini guna mengurangi jumlah korban jiwa serta menjaga kesehatan dan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan (Krisdwiantoro, 2023).

Salah satu hal yang dapat dilakukan dalam situasi ini yaitu adanya pengukuran kadar alkohol yang akurat dalam menjaga transparansi informasi produk. Pengukuran ini tidak hanya membantu produsen dalam menjaga kualitas dan konsistensi produk, tetapi juga memberikan perlindungan bagi konsumen dari potensi bahaya kesehatan yang mungkin timbul akibat ketidaksesuaian informasi mengenai kandungan alkohol. Dengan pengukuran yang akurat risiko yang tidak diinginkan seperti keracunan alkohol atau dampak buruk terhadap kesehatan dapat diminimalisir (Pradana & Priyono, 2021).

Oleh karena itu, kebutuhan akan alat ukur yang mampu mengukur kadar alkohol dalam minuman secara tepat dan efisien menjadi semakin mendesak. Teknologi ini diperlukan tidak hanya untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi, tetapi juga untuk menjamin keamanan dan kenyamanan konsumsi alkohol di masyarakat. Dengan adanya alat ukur yang tepat, proses pengawasan dapat dilakukan dengan lebih efektif, sehingga menciptakan lingkungan yang

lebih aman bagi konsumen dan mengurangi potensi dampak negatif akibat konsumsi alkohol yang tidak terkontrol.

Tidak bisa dipungkiri, sekarang ini sudah banyak pengembangan alat ukur yang digunakan untuk mengukur kadar alkohol dalam minuman, di antaranya *alkohol breathalyzer, chromatography instruments*, dan spektrofotometri UV-vis. Namun dari Alat ukur yang sudah ada tersebut ada beberapa kekurangan, yaitu kurang efisien. Hal ini dikarenakan dalam pengujinya memerlukan waktu yang cukup lama, selain itu alat ukur tersebut memerlukan tenaga ahli khusus yang dapat mengoperasikannya. Dari segi efisiensi, alat-alat yang ada juga tergolong mahal, yang menyebabkan biaya pengujian kadar alkohol menjadi tinggi. Harga perangkat yang mahal membatasi penggunaanya pada laboratorium khusus dan membuatnya tidak mudah diakses oleh industri kecil atau masyarakat umum. Kondisi ini menciptakan hambatan dalam pengujian kadar alkohol yang lebih luas dan terjangkau.

Berdasarkan kelemahan yang ada diperlukan pengembangan teknologi pengukur kadar alkohol yang lebih efisien dan akurat. Alat berbasis sensor optik yang sederhana, praktis, dan mampu memberikan hasil secara *real-time* tanpa memerlukan tenaga ahli menjadi solusi yang tepat. Inovasi ini tidak hanya mengatasi masalah biaya dan waktu, tetapi juga memperluas akses pengujian kadar alkohol ke berbagai kalangan, termasuk industri kecil dan konsumen individu. Oleh karena itu, di sini peneliti mengembangkan penelitian “Rancang bangun alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor optik berbasis hukum beer-lambert” yang dapat digunakan untuk mengukur kadar alkohol dalam

minuman yang menggunakan prinsip *Beer-Lambert* dan berbasis Arduino Nano. Di mana cara kerja alatnya berpedoman pada *hukum Beer-Lambert* yang memanfaatkan sifat absorbansi alkohol terhadap cahaya LED, kemudian nilainya akan diukur oleh modul fotodiode. Nilai tersebut kemudian akan diolah dan nantinya diketahui persentase alkohol, kemudian di tampilkan dalam LCD (*Liquid Crystal Display*) sehingga nilainya dapat dilihat secara *real-time* dan jelas.

Sensor optik dipilih untuk penelitian ini karena beberapa alasan yang mendukung efektivitas dan akurasi pengukuran kadar alkohol dalam minuman. Berdasarkan hukum Beer-Lambert, sensor ini dapat mengukur absorbansi alkohol, di mana pengukuran antara absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi alkohol dalam larutan. Sensor ini nantinya dapat mengetahui kadar alkohol berdasarkan pembacaan intensitas cahaya LED yang digunakan, intensitas cahaya tersebut akan berubah akibat adanya absorbansi alkohol dalam larutan. Selain itu, sensor ini memberikan hasil dengan cepat, sehingga efisien untuk penggunaan di lapangan. Kemampuannya untuk beroperasi secara non-invasif (pengukuran dilakukan dengan cara memancarkan cahaya ke dalam larutan tanpa mengambil sampel atau merusak minuman yang diuji) memungkinkan penggunaannya pada berbagai jenis minuman tanpa merusak sampel. Biaya sensor optik yang terjangkau juga menjadikannya pilihan ekonomis untuk pengembangan alat ukur kadar alkohol. Dengan semua keunggulan ini, sensor optik merupakan pilihan ideal untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengawasan kadar alkohol yang penting untuk menjaga

standar kualitas dan keselamatan produk minuman (Wulandari, 2018).

Arduino Nano dipilih sebagai mikrokontroler dalam penelitian ini karena beberapa alasan yang mendukung efektivitas dan efisiensi sistem. Pertama, ukurannya yang kecil membuatnya mudah untuk diintegrasikan dalam berbagai jenis perangkat dan biaya yang terjangkau menjadikannya pilihan ekonomis untuk pengembangan alat. Selain itu, kemudahan dalam pemrograman memungkinkan pengguna dengan berbagai tingkat pengalaman untuk mengoperasikan dan memodifikasi sistem sesuai kebutuhan. Dalam konteks penelitian ini, Arduino Nano berfungsi sebagai pengolah sinyal dari sensor optik. Setelah sensor mengukur absorbansi, data tersebut dikirim ke Arduino Nano untuk diolah. Selanjutnya, digunakan Arduino IDE untuk menghitung konsentrasi alkohol berdasarkan data yang diperoleh, sehingga proses pengukuran menjadi lebih efisien dan dapat diandalkan. Keunggulan lainnya adalah kemampuan Arduino Nano untuk berinteraksi dengan berbagai sensor dan modul, menjadikannya ideal untuk aplikasi ini dan memperluas potensi fungsionalitas alat ukur kadar alkohol yang sedang dikembangkan (Widiana dkk, 2019).

LCD dipilih dalam penelitian ini karena kemampuannya yang unggul dalam menampilkan data hasil pengukuran secara *real-time* dan jelas. Dengan LCD, data yang diproses oleh Arduino Nano dapat ditampilkan secara angka digital, memungkinkan pengguna untuk dengan jelas dan mudah melihat persentase alkohol yang terukur. Selain itu, LCD mendukung interaktivitas alat yang menjadikan alat ukur lebih praktis, sederhana, dan jelas. Dengan fitur tersebut,

LCD sangat cocok untuk aplikasi pengukuran kadar alkohol dalam penelitian ini (Wahyuni dkk, 2015).

Berdasarkan keunggulan-keunggulan yang dimiliki, alat ini diharapkan dapat menjadi solusi yang lebih efektif dan efisien dalam pengukuran kadar alkohol. Dengan harga yang lebih terjangkau alat ini tidak hanya menawarkan nilai ekonomis yang signifikan, tetapi juga kemudahan penggunaan, sehingga dapat dioperasikan oleh berbagai kalangan pengguna tanpa memerlukan keahlian teknis yang mendalam. Dengan demikian alat ini mampu menjawab dan menjadi solusi dari berbagai permasalahan yang ada, baik dalam hal aksesibilitas maupun efisiensi proses pengukuran. Harapannya, alat ini akan berkontribusi dalam meningkatkan kualitas pemantauan kadar alkohol secara lebih luas dan praktis, sekaligus memastikan standar keselamatan dan kualitas produk yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana rancangan alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert?
- b. Bagaimana hasil alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert?
- c. Bagaimana kinerja alat ukur kadar alkohol berbasis sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Merancang alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert.

- b. Membuat alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert.
- c. Menguji alat ukur kadar alkohol yang telah dibuat menggunakan sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut.

- a. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Nano.
- b. Sensor optik yang digunakan berupa modul fotodiode.
- c. LCD I2C digunakan sebagai *interface* utama untuk menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk angka digital.
- d. Sampel yang digunakan adalah larutan campuran antara aquades dan alkohol.
- e. Alkohol yang digunakan adalah alkohol dengan konsentrasi 96%.
- f. Pengujian masih terbatas dalam skala laboratorium.
- g. Uji alat dalam penelitian ini dibatasi pada parameter linearitas, akurasi, dan presisi (presisi keterulangan).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan memberikan manfaat, diantaranya sebagai berikut.

- 1. Manfaat untuk laboratorium pengujian halal

Penelitian ini akan mendukung laboratorium pengujian halal untuk melakukan pemeriksaan dan/atau pengujian kehalalan produk, apabila alat ukur kadar alkohol ini berhasil dibuat dan memenuhi uji kelayakan. Hal ini sesuai dengan Undang-Undang No. 33 Tahun 2014 pasal 30 ayat (1) tentang

laboratorium pengujian halal, yang menyatakan BPJPH menetapkan LPH untuk melakukan pemeriksaan dan/atau pengujian kehalalan Produk dan produk halal. Kemudian pada pasal 31 dituliskan bahwa Pemeriksaan dan/atau pengujian kehalalan produk sebagaimana dimaksud dalam Pasal 30 ayat (1) dilakukan oleh Auditor Halal. Pemeriksaan terhadap produk dan produk halal dilakukan di lokasi usaha pada saat proses produksi. Jika dalam pemeriksaan produk terdapat bahan yang diragukan kehalalannya, pengujian dapat dilakukan di laboratorium. Selama pelaksanaan pemeriksaan di lokasi usaha, pelaku usaha wajib memberikan informasi kepada Auditor Halal. Alat ini didukung dengan biaya yang lebih ekonomis, sehingga memungkinkan laboratorium melakukan pengujian lebih luas dan menyeluruh, sehingga memastikan produk memenuhi standar halal yang ditetapkan. Hal ini tidak hanya memberikan jaminan mutu yang lebih kuat bagi konsumen, tetapi juga meningkatkan aksesibilitas pengujian halal untuk berbagai kalangan produsen dan memperkuat kepercayaan masyarakat terhadap keamanan serta kualitas produk halal di Indonesia.

2. Manfaat untuk pengawasan produk

Penelitian ini dapat bermanfaat untuk mendukung BPJPH dan masyarakat untuk berperan dalam pengawasan terhadap produk halal yang beredar, apabila alat ukur kadar alkohol ini berhasil dibuat dan memenuhi uji kelayakan. Hal ini sesuai dengan UU No. 33 Tahun 2014 pasal 49 dan 53 tentang peran serta BPJPH dan masyarakat. Di mana pasal 49 menyatakan BPJPH melakukan pengawasan terhadap JPH dan pasal 53

menyatakan bahwa peran serta masyarakat dapat berupa mengikuti sosialisasi mengenai JPH, mengawasi produk dan produk halal yang beredar dan melakukan pengaduan atau pelaporan ke BPJPH. Alat ukur alkohol yang akurat dan terjangkau ini memungkinkan BPJPH dan masyarakat untuk turut berperan aktif dalam memastikan produk yang dikonsumsi halal dan aman. Hal ini akan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap produk halal di pasaran, memberikan rasa aman, dan mendukung pengawasan bersama demi memenuhi standar halal di Indonesia.

3. Manfaat untuk peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pengetahuan dan keterampilan peneliti di bidang instrumentasi, khususnya dalam pengembangan alat ukur kadar alkohol berbasis sensor. Melalui penelitian ini, peneliti akan memperoleh pengalaman praktis dalam perancangan dan pembuatan alat, serta meningkatkan kemampuan dalam pengolahan data menggunakan Arduino IDE. Jika berhasil dipublikasikan di jurnal ilmiah penelitian ini dapat meningkatkan reputasi peneliti.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan membuatkan hasil yang kemudian telah dibahas pada pembahasan. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah didapatkan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert telah berhasil dirancang. Hasil rancangan berupa Skema rangkaian dengan modul fotodiode, Desain perangkat keras keseluruhan alat ukur tampak luar, dan Desain perangkat keras keseluruhan alat ukur tampak dalam. Hasil dari rancangan yang telah dibuat kemudian telah digunakan dalam proses pembuatan alat ukur.
2. Alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert telah berhasil dibuat. Hasil pembuatan alat ukur kadar alkohol meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Alat ukur kadar alkohol ini terdiri dari lima subsistem utama, yaitu subsistem input sebagai masukan pertama yang nilainya akan dibaca dan diolah, subsistem sensor untuk membaca input berupa cahaya, subsistem mikrokontroler untuk mengontrol dan mengolah data sensor, subsistem penampil data untuk menyajikan hasil pengukuran nilai tegangan dan absorbansi secara visual, serta subsistem pengolah data untuk menghitung kadar alkohol. Seluruh subsistem dalam alat ini telah berhasil dibuat agar alat dapat beroperasi secara optimal dalam mendeteksi kadar alkohol pada sampel, sehingga menghasilkan data yang akurat dan andal.

3. Alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor optik berbasis hukum Beer-Lambert telah berhasil diuji. Hasil pengujian berupa nilai linearitas, nilai akurasi, dan nilai presisi keterulangan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil di mana alat memiliki tingkat linearitas yang sangat baik yang ditunjukkan dari nilai R sebesar 0.9746 atau mendekati 1, nilai ini berarti terdapat hubungan linear sempurna positif yang membuktikan bahwa alat ukur yang digunakan telah bekerja sesuai dengan prinsip hukum Beer-Lambert. Kemudian hasil pengujian akurasi dan presisi keterulangan yang didapatkan dalam penelitian ini menunjukkan nilai sebesar 99.50% dan 99.96% yang dinilai baik karena telah melebihi batas minimum standar SNI ISO 17025-2017 yaitu dengan minimal 98% untuk akurasi dan presisi keterulangan.

5.2 Saran

Kesempurnaan dalam pengembangan teknologi adalah sebuah proses yang terus berlanjut, termasuk pada alat ini. Setiap inovasi yang dihasilkan selalu memiliki ruang untuk perbaikan dan pengembangan agar dapat mencapai performa yang lebih optimal. Meskipun telah melalui serangkaian pengujian dengan hasil yang baik, masih terdapat beberapa tantangan yang perlu diselesaikan untuk meningkatkan kinerja alat.

Pengujian alat ukur yang dilakukan baru mencakup presisi keterulangan, sehingga masih diperlukan pengujian presisi antara untuk mengevaluasi sejauh mana alat dapat mempertahankan hasil pengukuran dalam kondisi yang bervariasi dan penggunaan jangka panjang. Pengujian ini dapat dilakukan agar

alat tidak hanya menghasilkan data yang konsisten dalam satu kali pengukuran, tetapi juga dapat diandalkan untuk penggunaan jangka panjang. Selain itu, pembuatan PCB juga dapat dibuat. Penggunaan PCB akan membantu meminimalkan potensi gangguan sinyal atau ketidakterhubungan antar komponen yang sering terjadi akibat penggunaan kabel jumper yang longgar atau mudah lepas. Selain itu, penggunaan PCB juga akan memperkuat struktur alat secara keseluruhan, menjadikannya lebih ringkas, rapi, dan tahan terhadap guncangan fisik. Dengan adanya perbaikan ini, diharapkan alat dapat beroperasi lebih optimal, mandiri, dan konsisten dalam berbagai kondisi pengukuran, sehingga meningkatkan keandalannya dalam aplikasi nyata.



DAFTAR PUSTAKA

- Adani, S. I., & Pujiastuti, Y. A. 2018. Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi pada Proses Destilasi untuk Pengolahan Aquades di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. *Jurnal Chemurgy*, **1(1)**, 31.
- Alam, T. H. I., & Ermin, E. 2019. Rancang Bangun Prototype Kapal Pengukur Dan Pengambil Sampah Otomatis Berbasis Arduino Nano. *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, **4(2)**, 65-70.
- Alami, R. R., Nurwanti, R., Yolandari, S., & Munawarti, W. 2023. Uji Kadar Alkohol Dan Vitamin C Pada Nira Murni Pohon Aren (Arenga Pinnata) di Kota Baubau. *Jurnal Promotif Preventif*, **6(1)**, 81-89.
- AMINOTO, T. 2024. Identifikasi Sifat Selektifitas Jaringan Biologi pada Spektrum Near-Infrared dengan Citra menggunakan Hukum Beer-Lambert. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, **12(1)**, 23.
- Apratiwi, N. 2016. Studi Penggunaan UV-Vis Spectroscopy Untuk Identifikasi Campuran Kopi Luwak dengan Kopi Arabika. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, Universitas Negeri Surabaya, **1(1)**, 23-30.
- Arduino LLC, Faishal, A., Budiyanto, M., Diploma, P., Elektro, T., Max, H., & Wibowo, S. T. R. I. 2012. *Arduino Nano*. Dokumentasi resmi Arduino. Diakses dari <https://docs.arduino.cc/hardware/nano> pada 4 November 2024.
- Arkundato, A. 2018. Pengukuran dan Ketidakpastian. *Modul Fisika*, **3(1)**, 1-35.
- Badan Standarisasi Nasional. 2024. *Akurasi (kebenaran dan presisi) metode dan hasil pengukuran — Bagian 1: Prinsip umum dan definisi*. RSNI3 ISO 5725-1:2023 RSNI. Ditetapkan oleh BSN tahun 2024.
- Efendi. 2023. Kasus Minuman Keras Oplosan dan Masalah Sosial Masyarakat. *Isu Sepekan Bidang Kesra*, 31-37.
- Fachrurrozy, M., Aziz, A. N., & Hartono, H. 2019. Otomatisasi Tracking Panel Surya Berbasis Arduino Uno dalam Penggunaan Energi Alternatif. *Jurnal Teras Fisika: Teori, Modeling, dan Aplikasi Fisika*, **2(1)**, 22-33.
- Fardhyanti, D. S., & Riski, R. D. 2015. Pemungutan brazilin dari kayu secang (*Caesalpinia sappan L*) dengan metode maserasi dan aplikasinya untuk pewarnaan kain. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, **4(1)**, 6-13.
- Faridah, D. N., Erawan, D., Sutriah, K., Hadi, A., & Budiantari, F. 2018. Implementasi SNI ISO/IEC 17025:2017 - Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi. *In Badan Standarisasi*

Nasional.

- Fitrya, N., Ginting, D., Retnawaty, S. F., Febriani, N., Fitri, Y., & Wirman, S. P. 2017. Pentingnya Akurasi dan Presisi Alat Ukur dalam Rumah Tangga. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 1(2), 60-63.
- Fraden, J. 2016. *Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications*. In *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*. New York, Springer.
- Hakim, M. A. 2023. *Bahaya Narkoba Alkohol: cara islam mencegah, mengatasi, dan melawan*. Nuansa Cendekia.
- Harmono, H. D. 2020. Validasi metode analisis logam merkuri (hg) terlarut pada air permukaan dengan automatic mercury analyzer. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 11-16.
- Hasanah, F. 2016. *Desain Sensor Kapasitif Untuk Penentuan Level Aquades*. Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Herfinanda, p. (2024). *Air Aquades: Penggunaan, Proses Produksi, dan Aplikasinya*. PT Watermart perkasa. Diakses pada 6 November, dari <https://water.co.id/artikel/air-aquades-penggunaan-proses-produksi-dan-aplikasinya>
- Hidayat, I., Askar, A., & Zaitun, Z. 2022. Teknologi Menurut Pandangan Islam. *Jurnal Al-Khidmat: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 55-63. Diterbitkan oleh Institut Agama Islam Negeri Kendari.
- Horowitz, P., & Hill, W. 2015. *The art of electronics* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Iasha, F. 2016. *Rancang Bangun Sensor Detak Jantung Manusia Pada Treadmill Dengan Menggunakan Sensor Fotodiode* (Tugas Akhir, Program Diploma, Departemen Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Iirsyam, M., & Sadarsah, P. 2019. Perancangan Alat Pengukur Kelayakan Oli Pada Kendaraan Sepeda Motor Berbasis Arduino Uno Atmega328. *Sigma Teknika*, 2(2), 179-191.
- Ismail, M., Marwanto, A., & Haddin, M. 2021. Ukur Kadar Alkohol Menggunakan Sensor MQ3 Berbasis Website. *Infotekmesin*, 12(1), 88–92.
- Jimmy. 2022. Dasar penentuan konsentrasi larutan tak berwarna secara spektrofotometri ultraviolet. *Apoteker.net*. Diakses pada 3 November 2024, dari <https://apoteker.net/3522/dasar-penentuan-konsentrasi-larutan-tak-berwarna-spesifikasi-ultraviolet>

[berwarna secara spektrofotometri ultraviolet/#google_vignette](#)

- Kasap, S. O. 2001. *Optoelectronics and photonics: Principles and practices*. Prentice Hall.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. 2019. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia.
- Krisdwiantoro, A. 2023. *Dinamika Penegakan Hukum Peredaran Minuman Keras Secara Ilegal (Studi Penelitian di Polres Purbalingga)*. Tesis Magister, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- lady ada. 2012. *TSL2561 Luminosity Sensor*. Adafruit Learning System. Diakses pada 22 Januari 2025, dari <https://learn.adafruit.com/tsl2561/overview>.
- Listiyarini, R. 2018. *Dasar Listrik dan Elektronika*. Deepublish (Penerbit Buku Pendidikan).
- Majid, A. 2020. *Bahaya Penyalahgunaan Narkoba*. Medan: Alprin.
- Marentek, M. 2024. *Putusan Bebas Hakim Dalam Perkara Tuntutan Memperdagangkan Minumanan Keras Ilegal (Studi Kasus Putusan Nomor: 178/Pid. Sus/2019/PN Tim)* (Doctoral dissertation).
- Miarti, A., & Legasari, L. 2022. Ketidakpastian pengukuran analisa kadar biuret, kadar nitrogen, dan kadar oil pada pupuk urea di laboratorium kontrol produksi PT Pupuk Sriwidjaja Palembang. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, **2(3)**, 861-874.
- Miftahuddin, Y., Umaroh, S., & Karim, F. R. 2020. Perbandingan metode penghitungan jarak euclidean, haversine, dan manhattan dalam penentuan posisi karyawan (Studi Kasus: Institut Teknologi Nasional Bandung). *Jurnal Tekno Insentif*, **14(2)**, 69-77.
- Morris, A. S., & Langari, R. 2012. Measurement and Instrumentation: Theory and Application. Elsevier.
- Mubarok, M. F. 2024. *Spektrofotometer dalam industri farmasi*. Diakses pada 4 November 2024, dari <https://farmasiindustri.com/industri/spektrofotometer.html>
- MUI. 2018. Fatwa MUI nomor 10 Tahun 2018 tentang Produk Makanan dan Minuman yang Mengandung Alkohol/Etanol. Jakarta: MUI
- Nahak, B. R., Aliah, A. I., & Karim, S. F. 2021. Analisis Kadar Alkohol pada Minuman Beralkohol Tradisional (Arak) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis: Analysis of Alcohol Content in Traditional Alcoholic Beverages with UV-Vis Spectrophotometry Method. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, **3(4)**, 448-454.
- Nasution, N., Supriyanto, A., & Suciyati, S. W. 2015. Implementasi Sensor

- Fotodioda sebagai Pendekripsi Serapan Sinar Infra Merah pada Kaca. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*.
- Naufal, M. R., Effendi, H., Hambali, H., & Elfizon, E. 2024. Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Alkohol Melalui Media Uap Berbasis Mikrokontroler. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, **5(1)**, 41-49.
- Nordin, S. A., Yusoff, Z. M., & Mohammad, N. N. 2023. Druken alcohol intelligent detection sistem IoT based Arduino controller. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, **29(3)**, 1310–1317.
- PAPUTUNGAN, R., RURU, J., & TAMPONGANGOY, D. 2019. Pengawasan Pemerintah Daerah Pada Peredaran Minuman Beralkohol di Kecamatan Pinolosian Timur Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. *JURNAL ADMINISTRASI PUBLIK*, **5(82)**.
- Pebers, M. A., Olla, P. K., & Ningtias, D. 2022. Rancang Bangun Alat Pengukur Alkohol Portabel Pada Pernafasan Manusia Menggunakan Arduino Nano. *Elfikom J. Elektron. dan Komput*, **15(2)**, 393-402.
- Pradana, G., & Priyono, D. 2021. Intoksikasi Alkohol Akibat Minuman Keras Oplosan. *Jurnal Kesehatan Andalas*, **10(1)**, 65-69.
- Rakhmadi, Frida Agung. 2024. “Minuman Memabukkan : Perspektif Al-Qur'an Dan Sains.” *Indonesian Journal of Halal* **7(1)**: 18–24.
- Rasyid, N. Q., Hasnah, H., Nurannisa, N., & Muawanah, M. 2022. ANALISIS KADAR ALKOHOL PADA BALLO ASE (Oriza sativa). *Jurnal Medika*, **7(1)**, 22-28.
- Rizal, M. 2020. *Pengukuran Teknik: Dasar & Aplikasi* (A. Fahrina & Muchamad. Masduki Khamdan, Eds.). SYIAH KUALA UNIVERSITY PRESS.
- Setyaningsih, E., Prastyianto, D., & Suryono, S. 2017. Penggunaan Sensor Fotodiode sebagai Sistem Ukur Api pada Wahana Terbang Vertical Take-Off Landing (VTOL). *Jurnal Teknik Elektro*, **9(2)**, 53-59.
- Simanjuntak, A. Y. M., & Subagyo, R. 2019. Analisis hasil fermentasi pembuatan bioetanol dengan variasi waktu menggunakan bahan (singkong, beras ketan hitam dan beras ketan putih). *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, **4(2)**, 79-90.
- Solomon, T. W. G., Fryhle, C. B., & Snyder, S. A. 2015. *Organic Chemistry* (Edisi ke-11). Wiley.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-dasar spektrofotometri UV-Vis dan spektrometri massa untuk penentuan struktur senyawa organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Sumarjono, A. 2018. Sistem Monitoring Dan Pengendalian Suhu Ruangan Di Laboratorium Dengan Menggunakan Labview Berbasis Arduino. *Integrated Lab Journal*, **06(1405)**, 19–28.
- Suprianto, S., Hafiz, I., Faisal, H., & Harefa, H. M. 2019. Validasi Metode Penentuan Tablet Allopurinol Menggunakan Spektrofotometri Ultraviolet dalam Larutan Asam. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, **22(2)**, 29-37.
- Suryana, T. 2021. *Menghidupkan Lampu Dengan Menggunakan Sensor LDR pada NODEMCU ESP8266*. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.
- Suryantoro, H. 2019. Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali. *Indonesian Journal of Laboratory*, **1(3)**, 20-32.
- Syakri, S., Djide, N., & Attamimi, F. 2014. Formulasi Bubur Instan Kombinasi Tempe Dan Rumput Laut Serta Efek Sinergismenya Terhadap Kolesterol Darah. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, **6(2)**, 187–197.
- Ulfiani, R., Purnami, T., & Karina, R. M. 2017. Faktor Yang Mempengaruhi Presisi Dan Akurasi Data Hasil Uji Dalam Menentukan Kompetensi Laboratorium. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, **51(1)**, 49-63.
- Violalita. 2023. *Pengujian Stabilitas Pigmen Antosianin Buah Senduduk (Melastoma Malabathricum L.)*.
- Wahyuni, W., Novita, N., & Hendro, F. 2015. Rancang Bangun Alat Ukur Transmisi dan Absorpsi Cahaya Berbasis Arduino dan LabVIEW. *Prosiding SNIPS ITB*, 8-9.
- Widiana, I. Y., Agung, I. G. A. P. R., & Rahardjo, P. 2019. Rancang bangun kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan pada ruang perkuliahan berbasis mikrokontroler Arduino Nano. *J. Spektrum*, **6(2)**.
- Widya, A., Haryanto, M. R., Indriyani, A. R., & Mahmudi, K. 2024. Analisis Pengaruh Radiasi Non-Ionizing Dalam Penggunaan Lampu Led Pada Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Agro Indragiri*, **9(2)**, 60-66.
- Wijanarko, R., Pertiwi, S. M. B., & Budiyanto, N. E. 2023. Rancang Bangun Elektronik Nose untuk Uji Pengukur Kadar Alkohol pada Produk Bahan Makanan Hasil Fermentasi. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi e-ISSN*, **2964(2531)**.
- Wilson, J., & Hawkes, J. F. B. 1998. *Optoelectronics: An introduction* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Wulandari, D. A. 2018. Studi awal rancang bangun colorimeter sebagai pengukur

pada pewarna makanan menggunakan sensor photodioda (*Early studies on the design of a colorimeter to detect food coloring using a fotodiode sensor*). *Pillar of Physics*, **11(2)**.

Yudono, B. 2017. Buku Spektrometri.

Zakiyah, E., Prihandono, T., & Yushardi, Y. 2023. Pengaruh Daya Lampu Ultraviolet Light Emitting Diode (Led) Growth Terhadap Pertumbuhan Fisika Tanaman Selada Sistem Hidroponik. *JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA*, **12(2)**, 68-75.

