Perakitan Mandiri Spektrofotometer Visible Sederhana: Potensi Aplikasinya Pada Penentuan Konsentrasi Larutan

Tanto Budi Susilo*[1], Achmad Ramadhanna'il Rasjava[1], Umi Baroroh Lili Utami[1], Thresye[2], Arief Rahmad Maulana Akbar[3], Iman Permana Maksum[4]

[1]Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lambung Mangkurat (ULM), [2]Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), ULM, [3]Fakultas Pertanian, ULM
[4]Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Padjadjaran (UNPAD)

*[1]Penulis korespondensi: tbsusilo@ulm.ac.id

Diterima: 16 Januari 2026/ Accepted: 20 Februari 2026

Abstract

The self-assembly of this simple spectrophotometer aims to provide a tool that can be used in learning the practicum of determining solution concentration in the laboratory. A spectrophotometer is a device used to measure the intensity of light absorbed by a solution at a certain wavelength. In this community activity program, a simple spectrophotometer assembly is carried out with easily available components, such as LEDs as light sources, light filters, cuvettes, photodiodes as detectors, and volmeters as microcontrollers for absorbance data processing. This tool can measure the absorbance of a solution and determine the concentration based on the Beer-Lambert law. With this self-assembly, it is expected that students can understand the working principle of spectrophotometry more deeply, as well as improve practicum skills in measuring solution concentration. This activity has made successfully a simple visible spectrophotometer and has been tested for absorption on transparent blue plastic. The results show the responses of 17 respondents as follows; very understand (10.8%), understand (62.7%), less understand (26.5%), and do not understand (0%). As additional information, this tool can be used well for learning activities with sufficient accuracy. The assembly of this tool enriches the repertoire of practicum, including students not only as operators and users, but as creators of spectrophotometers.
Keywords: spectrophotometer; light filter; volmeters

Abstrak

Perakitan mandiri spektrofotometer sederhana ini bertujuan untuk menyediakan alat yang dapat digunakan dalam pembelajaran praktikum penentuan konsentrasi larutan di laboratorium. Spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang diserap oleh suatu larutan pada panjang gelombang tertentu. Dalam program kegiatan masyarakat ini, dilakukan perakitan alat spektrofotometer sederhana dengan komponen-komponen yang mudah didapatkan, seperti LED sebagai sumber cahaya, filter cahaya, kuvet, fotodioda sebagai detektor, dan voltmeter sebagai mikrokontroler untuk pengolahan data absorbansi. Alat ini dapat mengukur absorbansi larutan dan menentukan konsentrasi berdasarkan hukum Beer-Lambert. Dengan perakitan mandiri ini, diharapkan siswa/mahasiswa dapat memahami prinsip kerja spektrofotometri secara lebih mendalam, serta meningkatkan keterampilan praktikum dalam pengukuran konsentrasi larutan. Kegiatan ini telah berhasil membuat spektrofotometer visible sederhana dan telah diuji serapannya pada plastik transparan warna biru. Hasilnya menunjukkan tanggapan 17 responden sebagai berikut ini; sangat mengerti (10,8%), mengerti (62,7%), kurang mengerti (26,5%), dan tidak mengerti (0%). Sebagai tambahan informasi bahwa alat ini dapat digunakan dengan baik untuk kegiatan pembelajaran dengan akurasi yang cukup memadai. Perakitan alat ini memperkaya khazanah praktikum, diantaranya mahasiswa bukan hanya sebagai operator dan penguna, tetapi sebagai creator spektofotometer.
Kata kunci: spektrofotometer; filter cahaya; voltmeter

1. PENDAHULUAN

Mengapa perlu mandiri dalam merakit alat? Sebab di sana ada mandiri dalam berkarya, mandiri dalam mewujudkan imajinasi pemikiran. Isaac Newton (Inggris, 1643 – 1727 M), penulis buku *Principia Mathematica*, berkata "Jikalau aku menunggu untuk memperoleh alat atau instrumen (spektrofotometer), maka aku tak akan pernah punya karya apapun". Maknanya bahwa seorang ilmuwan meski memiliki kemampuan untuk merakit mandiri alat yang diperlukan untuk berkarya mandiri. Itu mengapa revitalisasi ilmu menjadi hal yang krusial, karena termasuk menelusuri asal-usul ilmu memperdayakan ulang (*revitalisation*) yang pada akhirnya mampu berinovasi demikian ulasan James Clerk Maxwell (German, 1831 – 1879 M). Senada dengan ucapan Maxwell, Max Plank (German, 1858 – 1947 M) berkata "Di dalam pijaran lampu ada kuanta energi, di dalam kuanta energi ada panjang gelombang". Albert Einstein (German, 1879 – 1955 M) berkata "Di dalam fotolistrik (fotodioda), elektron mengalami eksitasi setelah memperoleh jumlah kuanta energi tertentu berupa foton dan aliran elektron itu tidak lain, adalah aliran listrik. Ini berarti aliran listrik diperoleh dari foton dengan kuanta energi tertentu, dengan frekuensi tertentu, atau dengan panjang gelombang tertentu, atau dengan warna sinar tertentu. Johann Heinrich Lambert (German, 1728 – 1777 M) berkata "Absorbansi atau penyerapan cahaya berbanding lurus dengan panjang lintasan cahaya". August Beer (German, 1825 – 1863 M), berkata "Absorbansi juga berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang menyerap cahaya". Terakhir, Albert Abraham Michelson (USA, 1852 – 1931 M) dan Edward Williams Morley (USA, 1838 –1923 M) berkata kecepatan cahaya adalah konstan sebesar 300.000 KM/s tetapi dibelokan dalam media rambat yang berbeda. Elaborasi pemikiran Newton, Max Plank, Einstein, Lambert - Beer dan Michelson – Morley, menghasilkan alat penakar konsentrasi larutan atau dikenal dengan alat spektrofotometer. Untuk pertama kali, spektrofotometer dibuat oleh Arnold Beckman (USA, 1900 – 2004 M), tahun 1941. Sampai saat ini, alat ini masih relevan dan urgen dalam bidang sains.

Spektrofotometri (nama alatnya spektrofotometer) adalah metode analisis yang sering digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan. Pengukuran berdasarkan absorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu berdasarkan hukum Beer-Lambert. Yohan, (2017) dan Atmadja (2023), telah melakukan perakitan mandiri spektrofotometer *visible* dengan mikrokontroler arduino (Chan, *et. al*., 2022; Kolesnichenko, *et. al.,* 2023; Poh, *et . al.,* 2021). Prinsip teknik ini adalah cahaya melewati larutan yang akan diserap oleh molekul dalam larutan tersebut sesuai dengan konsentrasi dan jenisnya (gambar 1). Namun, harga spektrofotometer komersial yang relatif tinggi seringkali menjadi hambatan bagi banyak institusi pendidikan, terutama pada tingkat pendidikan dasar dan menengah. Oleh karena itu, perakitan mandiri spektrofotometer sederhana menjadi alternatif yang menarik, mengingat kemajuan teknologi dan ketersediaan komponen elektronik yang semakin mudah diakses. Dengan perakitan alat yang lebih terjangkau, diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam mengajarkan konsep dasar spektrofotometri kepada mahasiswa atau pelajar. Tujuan dari program kegiatan masyarakat (PKM) ini adalah untuk merancang dan merakit sebuah spektrofotometer sederhana yang dapat digunakan untuk pembelajaran praktikum penentuan konsentrasi larutan. Alat yang dirakit terdiri dari komponen-komponen yang mudah didapat, seperti lampu pijar/LED (*light-emitting diode*) sebagai sumber cahaya, kuvet sebagai wadah larutan, fotodioda sebagai detektor cahaya, serta voltmeter sebagai mikrokontroler untuk mengolah data dan menampilkan hasil

pengukuran. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan sistem kalibrasi yang dapat digunakan untuk menentukan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan, berdasarkan hukum Lambert-Beer. Hal yang terkait kalibrasi tidak diulas dalam tulisan ini, tatapi akan ditulis dalam artikel yang berbeda sebagai bagian asal-usul intelektual atau epistemolgi ilmu spektrofotometer.

PKM sebelumnya juga merakit mandiri peralatan antara lain; *chamber* gas (Susilo, *et. al.,* 2022), *gas chromathography* (GC) sederhana (Susilo, *et. al.,* 2023a dan 2023b), *polymerase chain reaction* (PCR) sederhana (Susilo, *et. al*., 2023c, 2024a; dan 2024b) dan genertor ozon (Susilo, *et. al.,* 2025). Diharapkan dengan adanya perakitan spektrofotometer sederhana ini, mahasiswa dapat lebih mudah memahami prinsip kerja spektrofotometri, serta memperoleh keterampilan lebih dalam penggunaan alat untuk analisis kuantitatif zat terlarut. Mahasiswa bukan hanya sebagia penguna (*user*) dan/atau operator alat seperti pada umumnya, tetapi sebagai perakit (*creator*) alat itu sendiri, *an sich*. Selain itu, alat ini juga diharapkan dapat memberikan solusi bagi keterbatasan alat spektrofotometer yang mahal di laboratorium pendidikan, sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di bidang kimia dan/atau sains umumnya.

1.1 Mitra

Payung hukum mitra adalah Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 1999 tentang Pendidikan Tinggi, Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 155/U/1998 tentang Pedoman Organisasi Kemahasiswaan, Undang-Undang No.2 Tahun 1989 tentang Sistem Pendidikan Tinggi Nasional, dan Surat Keputusan (SK) Rektor Universitas Lambung Mangkurat No. Kep.001/J08.P/1999 Tanggal 4 Januari 1999. Program ini untuk masyarakat, termasuk masyarakat mahasiswa. Kegiatan ini memberikan bimbingan teknis perakitan mandiri spektrofotometer kepada Himamia komunitas mahasiswa. Tujuannya adalah meningkatkan ketrampilan sains kimia instrumentasi spektrofotometer.

1.2 Target dan Sasaran

Target utama kegiatan PKM adalah memberi bimbingan teknis perakitan mandiri spektrofotometer visible sederhana. Sasaran PKM ini adalah komunitas mahasiswa secara sukarela. Hal ini disebabkan komunitas mahasiswa perlu bimbingan teknis (bimteks) dalam perakitan spektrofotometer. Di sini, ketrampilan merakit mandiri spektrofotometer ini adalah bagian luaran kegiatan.

2. METODE

Perakitan spektrofotometer terdiri atas lampu pijar atau *light emitting diode* (LED) digunakan sebagai sumber cahaya. Monokromator berupa plastik transparan berwarna biru sebagai bahan uji. Sinyal diolah oleh fotodioda dalam sistem modul dan direkam dalam voltmeter. Sinyal ini berupa serapan (absorbansi) larutan kimia. Larutan CuSO4 (*aq*) digunakan sebagai larutan warna biru (440-485 nm) sebagai diganti filter plastik warna biru. Metode evaluasi PKM ini mengunakan dengan *Structural Equation Modeling* (SEM) terhadap responden. Metode SEM ini juga mampu mengkorelasikan antara variabel laten (yang tidak teramati) dan variabel paten (teramati). Metode ini telah lazim atau umum

digunakan untuk analisis korelasi antara responden sebagai penguna alat spektrofotometer yang dibuat (Chen, *et. al*., 2018).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tabel 1. menunjukan tanggapan 17 responden setelah mengikuti perakitan spektrofotometer sederhana. Secara umum prosentase tanggapan responden sebagai berikut ini; sangat mengerti (10,8%), mengerti (62,7%), kurang mengerti (26,5%), dan tidak mengerti (0%) (gambar 1.). Prosentase ini merupakan deskripsi capaian, pembelajaran antara lain; kognitif, afektif dan psikomotorik responden. Perakitan mandiri spektrofotometer sederhana untuk pembelajaran penentuan konsentrasi larutan melibatkan beberapa tahapan penting, mulai dari pemilihan komponen, perakitan alat, hingga pengujian dan evaluasi kinerja alat tersebut. Pada bagian ini, dibahas secara rinci tentang proses perakitan, prinsip kerja alat, serta kelebihan dan keterbatasannya dalam konteks penggunaan di laboratorium pendidikan. Pemilihan spektrum warna lampu pijar sesuai dengan warna larutan uji. Di dalam kesesuaian warna terjadi serapan sinar yang optimum.

Tabel 1. Tanggapan responden terkait pertanyaan perakitan spektrofotometer sederhana

No.	Pertanyaan	Prosentase (%)			
		Sangat mengerti	Mengerti	Kurang mengerti	Tidak mengerti
1.	Spektrum warna di panjang gelombang	11,8	70,6	17,6	0
2.	Pemilihan komponen alat	5,9	58,8	35,5	0
3.	Prinsip kerja	11,8	88,2	0	0
4.	Proses perakitan dan pengujian	5,9	58,8	35,5	0
5.	Keunggulan dan keterbatasan	11,8	35,3	52,9	0
6.	Potensi pengunaan dalam pembelajaran	17,6	64,7	17,6	0
	Rata-rata	10,8	62,7	26,5	0

3. 1 Spektrum Warna di Panjang Gelombang

Tanggapan responden terkait spektrum warna di panjang gelombang sebagai berikut ini; sangat mengerti (11,8%), mengerti (70,6%), kurang mengerti (17,6%), dan tidak mengerti (0%). Mengapa responden cukup *impresive* memahami spektrum (cakupan) warna terhadap panjang gelombang? Sebab responden memahami ulasan spektrum warna dapat dijelaskan sebagai berikut ini; Spektrum elektromagnetik adalah rentang dari semua panjang gelombang radiasi elektromagnetik, termasuk gelombang radio, gelombang mikro, inframerah, cahaya tampak, ultraviolet, sinar-X, dan sinar gamma. Masing-masing jenis radiasi ini berbeda dalam hal panjang gelombang dan frekuensi demikian uraian Max Plank. Cahaya tampak (*visible light*) adalah bagian dari spektrum elektromagnetik yang dapat dilihat oleh mata manusia. Panjang gelombangnya berkisar antara 380 nm hingga 750 nm. Warna-warna terlihat dalam kehidupan sehari-hari berasal dari cahaya tampak ini. Warna

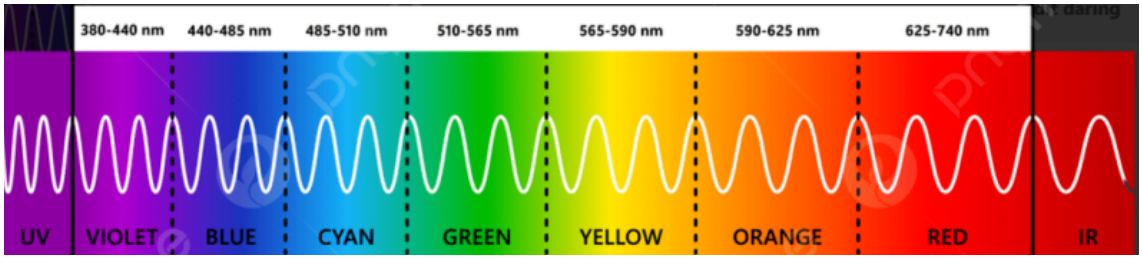
DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i3

cahaya ditentukan oleh panjang gelombangnya. Berikut adalah tabel 2. yang menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dan warna:

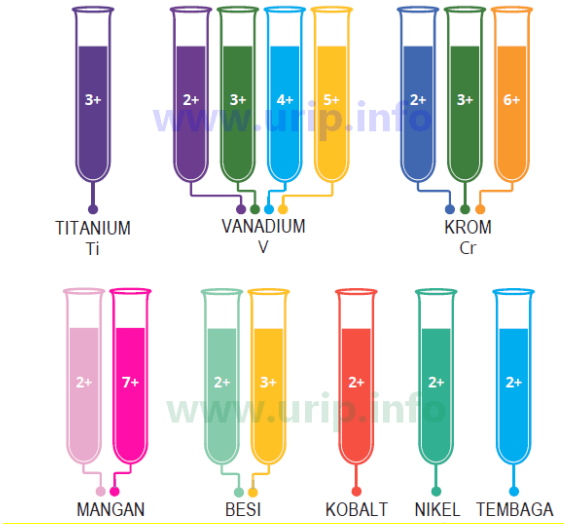
Tabel 2. Spektrum warna dan panjang gelombangnya

Warna	λ (nm)
Ungu	380 – 450
Biru	450 – 495
Hijau	495 – 570
Kuning	570 – 590
Jingga	590 – 620
Merah	620 – 750

Semakin pendek panjang gelombangnya, semakin tinggi energinya. Warna ungu memiliki energi paling tinggi, sedangkan merah memiliki energi paling rendah dalam spektrum tampak.



1A.



1B.

Gambar 1. Spektrum warna dalam panjang gelombang. Spektrum warna dalam lampu pijar sebagai sumber sinar (1A). Spektrum warna dalam larutan kimia sebagai sampel uji (1B).

Mata manusia memiliki sel kerucut yang peka terhadap tiga jenis warna utama yaitu merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). Semua warna lain yang terlihat adalah hasil kombinasi dari ketiga warna ini. Objek tampak berwarna tertentu karena objek tersebut memantulkan panjang gelombang cahaya tertentu dan menyerap sisanya. Serapan objek berupa foton, seperti ulasan fenomena fotodioda dalam karya Albert Einstein, contoh daun terlihat hijau karena memantulkan cahaya dengan panjang gelombang sekitar 500–570 nm (hijau). Warna cahaya bersifat aditif (penjumlahan). Jika cahaya merah, hijau, dan biru digabungkan, akan menghasilkan cahaya putih. Warna pigmen bersifat subtraktif (pengurangan). Pigmen menyerap sebagian cahaya dan memantulkan sisanya. Campuran pigmen cenderung menggelapkan warna.

3. 2 Pemilihan Komponen Alat

Newton sekali lagi berkata "Kalau kamu tidak mandiri dalam menciptakan alat, kamu tidak akan mandiri dalam berkarya". Tanggapan responden terkait pemilihan komponen alat spektrofotometer sebagai berikut ini; sangat mengerti (5,9%), mengerti (58,8%), kurang mengerti (35,5%), dan tidak mengerti (0%). Responden cukup baik memahami urgensi perakitan alat ini, karena berapa komponen penting bisa musah diakses di pasaran. Berikut ini ulasan pemilihan komponen; Komponen utama yang digunakan dalam perakitan spektrofotometer sederhana ini meliputi lampu pijar/LED sebagai sumber cahaya, fotodioda sebagai detektor, dan mikrokontroler sebagai pengolah data. Lampu pijar/LED dipilih karena kemampuannya untuk menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang dibutuhkan untuk mengukur absorbansi larutan. Pemilihan panjang gelombang lampu pijar/LED disesuaikan dengan jenis zat yang akan dianalisis, misalnya LED merah (625-750 nm), dan LED biru (440-485 nm) sering digunakan untuk analisis zat pewarna yang memiliki puncak serapan pada panjang gelombang tersebut.

Fotodioda digunakan untuk mendeteksi cahaya yang melewati larutan dan diubah menjadi sinyal listrik. Fotodioda ini memiliki sensitivitas yang cukup baik untuk mengukur intensitas cahaya yang diteruskan. Mikrokontroler, seperti voltmeter, digunakan untuk memproses sinyal dari fotodioda dan mengubahnya menjadi nilai absorbansi berdasarkan perhitungan yang didasarkan pada hukum Beer-Lambert (Poh, *et. al*., 2021; Kolesnichenko, *et. al.,* 2023; Yohan, 2017 dan Atmadja, 2023).

3.3 Prinsip Kerja

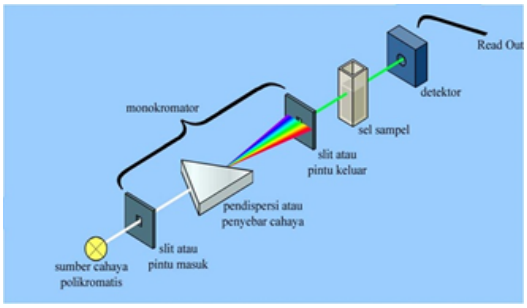
Lambert-Beer berkata "Prinsip kerja spektrofotometer, atau serapan sinar terhadap larutan kimia tergantung konsentrasi dan tebal kuvet". Tanggapan responden terkait prinsip kerja sebagai berikut ini; sangat mengerti (11,8%), mengerti (88,2%), kurang mengerti (0%), dan tidak mengerti (0%). Sekali lagi, responden *impresive* menangapi prinsip kerja alat. Respon ini dapat dijelaskan sebagai berikut; Prinsip dasar kerja spektrofotometer ini mengacu pada hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa absorbansi suatu larutan berbanding lurus dengan konsentrasi zat terlarut dan panjang lintasan cahaya yang melewati larutan tersebut. Hukum ini dijelaskan dengan persamaan: $A=\varepsilon \cdot c \cdot l$; Dimana: A adalah absorbansi, ε (*varepsilon*) adalah koefisien absorptivitas molar, c adalah konsentrasi zat terlarut, l adalah panjang lintasan cahaya. Spektrofotometer yang dirakit secara mandiri ini bekerja dengan cara mengukur intensitas cahaya yang diteruskan

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i3

melalui larutan. Data intensitas ini kemudian dikonversi menjadi absorbansi oleh voltmeter (gambar 2.) dan digunakan untuk menentukan konsentrasi zat terlarut dalam larutan berdasarkan kalibrasi yang telah dilakukan sebelumnya.

3. 4 Proses Perakitan dan Pengujian

Sekali lagi, dikutip dari Isaac Newton bahwa merakit alat instrumen itu adalah bagian kemandirian seorang ilmuwan dalam berkarya. Tanggapan responden terkait proses perakitan dan pengujian sebagai berikut ini; sangat mengerti (5,9%), mengerti (58,8%), kurang mengerti (35,5%), dan tidak mengerti (0%). Sekali lagi, responden cukup baik memahami proses perakitan dan pengujian alat. Ulasannya dapat dijelaskan sebagai beikut; Proses perakitan dimulai dengan penyusunan rangkaian (gambar 2; 3 dan 4.). Diawali lampu pijar/LED monokromator, tabung atau wadah transparan, fotodioda dan detektor. Sumber cahaya lampu pijar/LED diposisikan pada satu sisi tabung, sementara fotodioda diposisikan pada sisi berlawanan untuk mendeteksi cahaya yang diteruskan setelah melewati larutan (Poh, *et. al.,* 2021; Yohan, 2017; Kolesnichenko, *et. al.,* 2023; dan Atmadja, 2023). Mikrokontroler kemudian diprogram untuk mengolah sinyal dari fotodioda dan menampilkan hasil pengukuran absorbansi pada voltmeter. Pengujian dilakukan dengan menggunakan larutan standar dengan konsentrasi yang telah diketahui, untuk membuat kurva kalibrasi absorbansi terhadap konsentrasi. Setelah kurva kalibrasi diperoleh, alat ini dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi larutan yang tidak diketahui dengan membandingkan absorbansinya dengan kurva kalibrasi tersebut. Penelitian oleh Chan (2022) menunjukkan bahwa spektrofotometer untuk oksigen atau *oximeter* modern menggunakan teknologi *photoplethysmography* (PPG).



2A.

2B.

2C.

2D.

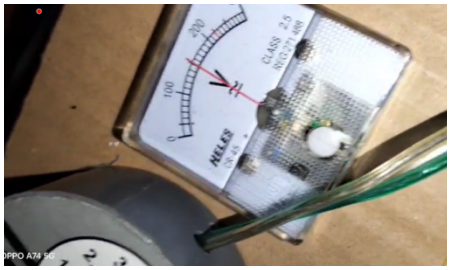
2E.

2F.

Gambar 2. Perakitan mandiri spektrofotometer. Skema kerja spektrofotometer (1A, sumber: wikipedia), lampu pijar/LED (1B), filter cahaya atau monokromator (1C), kuvet atau wadah sampel (1D), sensor/detektor *light dependent resistor* (LDR) dan modul (1E, fotodioda), dan voltmeter/*read out* (1F).

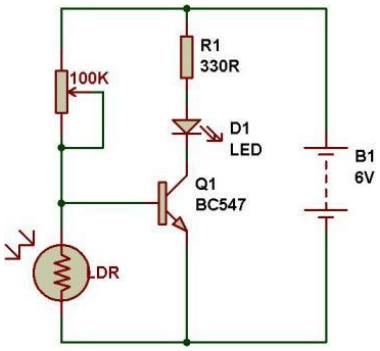
3. 5 Keunggulan dan Keterbatasan

Spektrum warna dari optik cahaya ditemukan oleh Newton. Garis-garis hitam dalam spektrum optik matahari akibat serapan elementer kimia ditemukan oleh Gustav Kirchhoff (1824-1887 M) dan Robert Bunsen (1811 - 1899 M).



Gambar 3. Hasil perakitan spektrofotometer. Voltmeter menunjukan adanya pemrosesan sinyal serapan plastik transparan warna biru (dokumen pribadi).

Di sisi lain, adapun tanggapan responden terkait keunggulan dan keterbatasan serapan alat elemen kimia sebagai berikut ini; sangat mengerti (11,8%), mengerti (35,3%), kurang mengerti (52,9%), dan tidak mengerti (0%). Secara umum responden bisa memahami bahwa ada kelebihan dan kekurangan rakitan alat ini (tabel 3.). Pembahasannya sebagai berikut ini; Keunggulan perakitan spektrofotometer sederhana ini terletak pada biaya yang relatif rendah dibandingkan dengan spektrofotometer komersial, serta kemudahan dalam merakit dan mengoperasikan alat. Selain itu, alat ini dapat disesuaikan untuk berbagai panjang gelombang melalui pengaturan intensitas lampu pijar dan filter warna yang diinginkan. Penggunaannya untuk analisis berbagai jenis larutan dengan karakteristik serapan yang berbeda-beda.



Gambar 4. Rangkaian modul *light dependent resistor* (LDR) sebagai sensor cahaya.

Keterbatasan dari spektrofotometer ini adalah akurasi dan presisi yang lebih rendah dibandingkan dengan alat spektrofotometer komersial. Beberapa faktor, seperti kualitas fotodioda dan kestabilan sumber cahaya, dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Selain itu, panjang gelombang yang terbatas juga membatasi analisis hanya pada zat yang menyerap cahaya pada panjang gelombang tersebut. Oleh karena itu, spektrofotometer sederhana ini lebih cocok digunakan untuk pembelajaran dan eksperimen yang tidak

memerlukan tingkat akurasi yang sangat tinggi (Atmadja, 2023; Kolesnichenko, *et. al.,* 2023; Poh, *et . al.,* 2021; dan Yohan, 2017).

Tabel 3. Deskripsi keunggulan dan keterbatasan spektrofotometer rakitan

Aspek	Keunggulan	Keterbatasan
Biaya	Sangat murah dibanding alat komersial (bisa < Rp500.000)	Kualitas pengukuran terbatas, tergantung sumber cahaya dan sensor
Ketersediaan Komponen	Mudah dibuat dengan komponen umum (LED, LDR, sensor cahaya, Arduino)	Beberapa komponen optik presisi sulit ditemukan lokal atau mahal
Fleksibilitas Desain	Dapat disesuaikan dengan kebutuhan eksperimen spesifik	Kurang cocok untuk analisis multi-gelombang tanpa modifikasi besar
Pemahaman Ilmiah	Memberi pengalaman praktis tentang optik, panjang gelombang, dan analisis	Membutuhkan pemahaman dasar elektronika dan kalibrasi optik
Penggunaan Edukasi	Cocok untuk demonstrasi pendidikan dan praktikum	Tidak dapat digunakan untuk riset presisi tinggi atau diagnostik
Ukuran dan Portabilitas	Bisa dibuat kecil dan ringkas	Rentan terhadap getaran dan cahaya luar jika tidak tertutup rapat
Kalibrasi	Bisa dikalibrasi dengan larutan standar (misalnya $KMnO_4$, $CuSO_4$)	Akurasi terbatas, tidak stabil untuk jangka panjang
Analisis Data	Data bisa diambil melalui volmeterr	Tidak mendukung software analisis spektroskopi profesional secara default
Perawatan dan Modifikasi	Mudah dimodifikasi, diperbaiki, dan dikembangkan lagi	Tidak tahan lama untuk penggunaan intensif
Sumber Cahaya	Bisa menggunakan LED warna tertentu sebagai sumber cahaya monokromatik	Spektrum LED tidak setajam lampu halogen atau laser pada alat profesional

3. 6 Potensi Penggunaan dalam Pembelajaran

Sekali lagi, bahwa spektrofotometer bukanlah hasil penemuan dari satu orang. Perkembangan spektrofotometer merupakan cermin bertumbuhnya disiplin ilmu dan penemuan yang dilakukan oleh banyak ilmuwan, diantaranya monokromator optik dapat digantikan filter plastik berwarna oleh William Henry Perkin (1838 M) dan John Wesley Hyatt (1869 M). Beberapa dekade terakhir, alat spektrofotometer saturasi oksigen dalam darah mengunakan sistim filter sinar merah (Sjoding, *et. al.,* 2020). Adapun tanggapan responden terkait potensi pengunaan dalam pembelajaran sepektrofotometer sebagai berikut ini; sangat mengerti (17,6%), mengerti (64,7%), kurang mengerti (17,6%), dan tidak mengerti (0%). Spektrofotometer sederhana ini sangat cocok digunakan dalam konteks pembelajaran, terutama untuk membantu siswa atau mahasiswa memahami prinsip kerja spektrofotometri dan hukum Beer-Lambert. Alat ini memungkinkan untuk melakukan eksperimen secara langsung, membuat kurva kalibrasi, dan mengukur konsentrasi larutan secara praktis. Selain itu, perakitan alat ini dapat menjadi kegiatan yang mengembangkan keterampilan praktikum dan kreativitas siswa dalam merakit alat sederhana. Dengan menggunakan spektrofotometer mandiri ini, diharapkan pemahaman

siswa terhadap konsep dasar spektrofotometri dapat meningkat, serta meningkatkan keterampilan dalam analisis kuantitatif di bidang kimia (Kolesnichenko, *et. al.,* 2023; Poh, *et. al.,* 2021; Yohan, 2017 dan Atmadja, 2023).

4. KESIMPULAN

Perakitan mandiri spektrofotometer sederhana untuk pembelajaran penentuan konsentrasi larutan berhasil membuktikan bahwa alat yang dirakit dengan komponen-komponen yang mudah didapat, seperti lampu pijar/LED, fotodioda, dan mikrokontroler, dapat berfungsi dengan baik untuk mengukur absorbansi larutan dan menentukan konsentrasi zat terlarut berdasarkan hukum Beer-Lambert. Meskipun alat ini memiliki keterbatasan dalam hal akurasi dan presisi dibandingkan dengan spektrofotometer komersial, alat ini masih dapat memberikan hasil yang cukup memadai untuk keperluan praktikum pendidikan di tingkat sekolah menengah atau perguruan tinggi.

Perakitan spektrofotometer sederhana ini memberikan banyak keuntungan, terutama dari segi biaya yang lebih terjangkau dan kemudahan dalam perakitannya. Selain itu, alat ini memberikan kesempatan bagi siswa atau mahasiswa untuk lebih memahami prinsip kerja spektrofotometri secara praktis, serta mengembangkan keterampilan dalam merakit alat ilmiah. Melalui penggunaan alat ini, konsep dasar pengukuran absorbansi dan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan dapat lebih mudah dipahami, serta dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di bidang kimia. Tanggapan 17 responden sebagai berikut ini; sangat mengerti (10,8%), mengerti (62,7%), kurang mengerti (26,5%), dan tidak mengerti (0%). Secara keseluruhan, perakitan mandiri spektrofotometer sederhana ini tidak hanya memberikan solusi untuk keterbatasan alat di laboratorium pendidikan, tetapi juga memperkaya pengalaman praktikum yang bermanfaat bagi pemahaman teori dan aplikasi nyata dalam ilmu kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Atmadja, H. E., (2023), Rancang Bangun Spektrometer Untuk Menentukan Nilai Absorbansi, Transmitansi Dan Konsentrasi Pada Larutan, *Skripsi*, Fisika FMIPA, ULM.

Chan, X., Sun, J., Yang, L., & Wu, Z., (2022), Advances in Smart Oximeter Devices for Monitoring Health: A Review of Wearable and Portable Technologies, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering,* 69(8), 2531-2542.

Chen, F. F., West, S. G., and Sousa, K. H., (2018), A Comparison of Bayesian Methods for Estimating Structural Equation Models. Structural Equation Modeling: *A Multidisciplinary Journal,* 25(5), 652–670.

Kolesnichenko, P. V., Eriksson A., Lindh, L., Zigmantas, D., and Uhlig, J., (2023), Viking Spectrophotometer: A Home-Built, Simple, and Cost-Efficient Absorption and Fluorescence Spectrophotometer for Education in Chemistry, *Journal of Chemical Education*, Vol 100/Issue 3, February 9, 2023.

Poh, J. J., Wu, W.L., Goh, N. W. J., Tan, S. M. X., AND Gan, S. K. E., (2021), Spectrophotometer on-the-go: The development of a 2-in-1 UV–Vis portable Arduino-based spectrophotometer, *Sensors and Actuators A: Physical*, Volume 325, 1 July 2021, 112698.

Sjoding, M. W., Dickson, R. P., Iwashyna, T. J., Gay, S. E., & Valley, T. S., (2020), Racial Bias in Pulse Oximetry Measurement, *New England Journal of Medicine*, 383(25), 2477-2478.

Susilo, T. B, Fitria, R., Sidabariba, G. I. D. S., Mufidhah, S. A., Jariyah, A., Agustina, N., dan Safarina, T., (2022), Penyimpan Gas Cair Khusus, *Jurnal Pengabdian Ilung*, Vol. 2, No. 2 November 2022, Hal. 330-336 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v2i2.

Susilo, T. B., Elma, T., Soesanto, O., Susanti, D. S., Sutomo, Badruzsaufari, Fahrudin, A. E., Hidayat, Y., dan Savalas, L. R. T., (2024a), Perakitan Mandiri PCR Sederhana Untuk Pembelajaran Amplifikasi DNA In Vitro, *Jurnal Pengabdian ILUNG* (Inovasi Lahan Basah Unggul) Vol. 3, No. 3 Februari 2024, Hal. 658-664 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v3i3 E-ISSN 2798-0065 658.

Susilo, T. B., Soesanto, O., Wahjono, S. C., Manik, T. N., Susanti, D. S., Dares, G. B., Thresye, Krisdianto, dan Hidayat, Y., (2023c), Epistemologi Teknologi PCR Bagi Millinneal Post Covid-19 Di Minggu Raya, *Jurnal Pengabdian ILUNG* (Inovasi Lahan Basah Unggul) Vol. 3, No. 2 November 2023, Hal. 247-262 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v3i2.

Susilo, T. B., Soesanto, O., Wahjono, S. C., Susanti, D. S., Krisdianto, Fahrudin, A. E., Suhartono, Eko Soendjoto, M. Ar., dan Hidayat, Y., (2024b), Penyuluhan Asal Mula Teknologi Polymerase Chain Reaction Bagi Komunitas Minggu Raya (Bagian 2), *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul*) Vol. 3, No. 3 Februari 2024, Hal. 504-515 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v3i3, E-ISSN 2798-0065 504.

Susilo, T. B., Yunus, R., Irwan, A., Soesanto, O., Akbar, A. R. M., Fitria, R., dan Muktiningsih, (2023a), Perakitan Gas Chromatography Sederhana Untuk Pembelajaran Instrumen Pemisahan Senyawa Kimia, *Jornal Ilung*, Vol. 2, No. 4 Mei 2023, Hal. 691-697 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v2i4.

Susilo, T. B., Yunus, R., Sanjaya R. E., Soesanto, O., Wahyono, S. C., Akbar, A. R. M., Hidayat, Y., (2023b), Penyuluhan Asal Mula Teknologi Vaksin Bagi Millinneal Pasca Covid-19 Di Minggu Raya, *Jurnal Ilung*, Vol. 3, No. 2 November 2023, Hal. 229-237 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v3i2 E-ISSN 2798-0065 229.

Susilo, T. B., Yunus, R., Soesanto, O., Akbar, A. R. M., Krisdianto, Utami, U. B. L., dan Nasrulloh, A. V., (2025), Perakitan Mandiri Generator Ozon Sistem Flyback Untuk Rekayasa Ikatan Ganda Oksigen: Potensi Aplikasi pada GCMS/LCMS, *Jurnal Ilung*, Vol. 4, No. 4 2025, Hal. 279-287 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v4i.

Yohan, (2017), Pembuatan Spektrofotometri Visibel 470 nm Menggunakan Arduino Uno R3, *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, Vol. 2 No. 1 (Januari, 2017) ISSN 2549 – 0699.