



Spektrofotometer Portable Untuk Larutan Berbasis Android App

Dimas Dwi Jati ^{a,1,*}, Danang Erwanto ^{b,2}, Muhammad Alwi Syahara ^{b,3}

^a Universitas Islam Kediri, Jl. Sersan Sumarhaji No. 38, Kediri, Indonesia

^b Universitas Islam Kediri, Jl. Sersan Sumarhaji No. 38, Kediri, Indonesia

¹ dimasjati313@gmail.com ^{*}; ² danangerwanto@uniska-kediri.ac.id; ³ Alwisyahara@uniska-kediri.ac.id

^{*} Corresponding Author

ARTICLE INFO	ABSTRAK
Article History Submission : 30-07-2025 Revision : 08-08-2025 Accepted : 23-08-2025 Kata Kunci: Spektrofotometer, Sensor AS7341, Android	Pengembangan spektrofotometer portabel berbasis aplikasi Android menjadi penting untuk pengukuran larutan secara praktis dan efisien di lapangan. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji spektrofotometer portabel menggunakan sensor cahaya AS7341 dan mikrokontroler ESP8266 yang terhubung ke aplikasi Android untuk pencatatan data absorbansi secara real time. Perangkat berukuran kecil ($18,5 \times 9,5 \times 5$ cm) ini diuji performanya dengan larutan CuSO_4 melalui pengukuran triplo pada berbagai konsentrasi. Hasil menunjukkan hubungan linier antara absorbansi dan konsentrasi dengan koefisien determinasi (R^2) 0,9 serta akurasi baik pada konsentrasi ≥ 15 ppm dibanding spektrofotometer UV-Vis. Portabilitas dan efisiensi biaya menjadikan alat ini potensial sebagai alternatif analisis sederhana di luar laboratorium. This is an open access article under license CC-BY-SA. 

1. Pendahuluan

Spektrofotometer merupakan alat ukur analisis kuantitatif yang umumnya digunakan untuk mengkarakterisasi zat kimia dengan menentukan jumlah cahaya yang diserap sebagian oleh analit yang ada dalam larutan [1]. Mereka dapat diklasifikasikan menurut wilayah kerja spektral, seperti spektrofotometer ultraviolet (UV), dari 190 nm hingga 380 nm; spektrofotometer tampak (Vis), dari 380 nm hingga 750 nm; dan spektrofotometer inframerah dekat (NIR), dari 800 nm hingga 2500 nm. Menurut penggunaannya, mereka diklasifikasikan menjadi perangkat stasioner untuk analisis di laboratorium dan perangkat portabel untuk penentuan zat dalam kerja lapangan. Prinsip kerjanya didasarkan pada hukum Beer-Lambert, di mana nilai absorbansi sebanding dengan konsentrasi zat dalam larutan. Pengukuran dilakukan berdasarkan perubahan absorbansi larutan terhadap panjang gelombang cahaya yang dilewatkan, menjadikan metode ini efektif untuk analisis kualitatif dan kuantitatif. Metode ini telah terbukti valid dan banyak diterapkan di berbagai bidang, seperti farmasi, pangan, dan kimia analitik [2].

Pengujian kuantitatif yang dilakukan oleh Ahmad dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, namun spektrofotometer UV-Vis juga memiliki kelemahan dalam segi energi alternatif salah satunya biaya instrumen yang cukup tinggi, kurang efisien karena dibutuhkan teknologi yang tinggi dalam pemanfaatannya, serta alat yang cukup besar dan berat sehingga tidak memungkinkan digunakan pada saat pengujian di lapangan, sehingga beberapa peneliti menggunakan spektrofotometer portable yang dirancang menggunakan sensor untuk pengujian tertentu [3]. Pada penelitian [4] melakukan pengujian prototipe chromameter untuk mendeteksi bumper berbasis raspberry pi-4 dan sensor AS7341, didapatkan hasil bahwa prototipe chromameter berbasis raspberry pi-4 dan sensor AS7341 memiliki tingkat keberhasilan yang diharapkan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pengukuran spektrum yang memiliki akurasi tinggi dengan karakteristik yang kuat. Sensor AS7341 dapat mengisolasi Cahaya yang diemisikan pada sampel untuk dipantulkan kembali dan diterima oleh photocell.

Prinsip kerja yang menyerupai spektrofotometer sinar tampak (visible), menggunakan alat dan bahan yang sederhana. Sumber radiasi berasal dari lampu wolfram, kolimator, cuvet sampel terbuat dari kaca preparat, kisi difraksi, kamera, filter cahaya dan komputer untuk menganalisis data. Hasil dari penelitian ini adalah dapat memahami prinsip dasar metode spektroskopi, kemudian dapat melakukan percobaan tentang spektroskopi secara sederhana, untuk mengetahui panjang gelombang serapan maksimum larutan $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ dan CuSO_4 . Larutan tersebut dipakai karena bersifat tembus cahaya dan memiliki warna yang merupakan syarat berlakunya hukum Lambert-Beer pada spektrofotometer sinar tampak. Selain itu dapat mengetahui pengaruh filter cahaya terhadap spektrum serapan larutan [6]. Spektrofotometer cahaya tampak sederhana untuk menentukan panjang gelombang serapan maksimum larutan $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ dan CuSO_4 [5].

Pada penelitian ini penulis akan menyajikan pengembangan spektrofotometer portabel berbiaya rendah, bisa disebut juga Spektrofotometer Portabel Untuk Larutan Berbasis Android App. Alat ini menggunakan sensor AS7341 berbasis Android App dan ESP8266 sebagai control pengolahan data hasil sampel tersebut. Perangkat ini memiliki karakteristik penting seperti akurasi, biaya rendah, dan portabilitas. Penelitian tersebut menjelaskan Sensor AS7341 yaitu Sensor Cahaya Tampak 11 Saluran AS7341 menggunakan IC sensor spektral AS7341 generasi baru yang diluncurkan oleh perusahaan AMS terkenal. Sensor ini memiliki delapan saluran untuk cahaya tampak, satu saluran untuk inframerah dekat, dan satu saluran tanpa filter. Selain itu, ia mengintegrasikan saluran khusus untuk mendeteksi kedipan cahaya sekitar. Selain itu sensor ini dilengkapi dengan 6 saluran ADC 16-bit independen untuk pemrosesan data secara paralel. Dua LED ekstra terang terpasang dapat menyuplai cahaya di lingkungan gelap [7].

2. Metode Penelitian

Pengukuran absorbansi dilakukan dengan memanfaatkan prinsip transmisi cahaya melalui sampel. Cahaya yang melewati sampel dideteksi oleh sensor AS7341, yang memiliki 8 kanal spektral (spectral channels) dengan panjang gelombang tertentu. Nilai absorbansi yang dihasilkan dan diperoleh melalui tiga kali pengulangan pengukuran untuk setiap sampel.

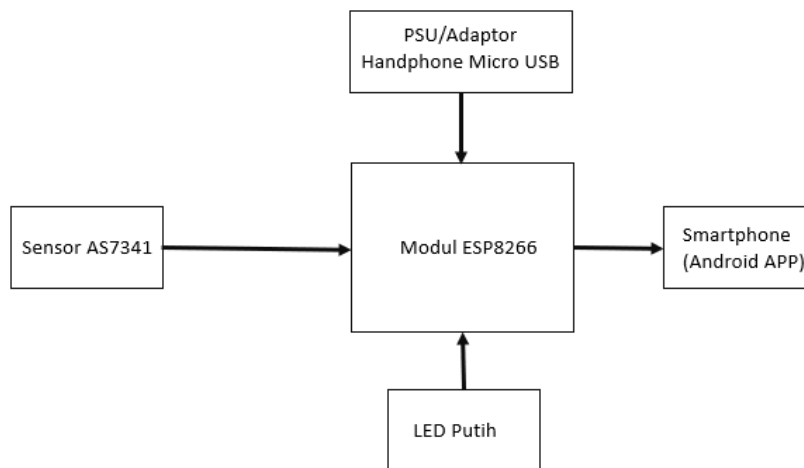
Untuk mengevaluasi akurasi validasi hasil pengukuran, dilakukan perbandingan terhadap nilai absorbansi yang diperoleh dari spektrofotometer komersial sebagai gold standard. Data hasil pengukuran kemudian disajikan dalam bentuk tabel perbandingan, dan dianalisis menggunakan pendekatan trueness (ketepatan) sesuai dengan metode validasi instrumen.

Evaluasi trueness dilakukan dengan menghitung nilai kesalahan dari hasil pembacaan sensor AS7341 terhadap hasil spektrofotometer komersial. Nilai kesalahan dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{trueness} = \frac{\text{kadar ukur}}{\text{kadar teoritis}} \times 100\%$$

Dengan demikian, tingkat ketepatan dapat ditentukan berdasarkan besarnya nilai kesalahan. Semakin kecil nilai kesalahan yang diperoleh, maka semakin baik pula tingkat ketepatan hasil pengukuran sensor AS7341 terhadap spektrofotometer komersial.

2.1 Perancangan Perangkat Keras

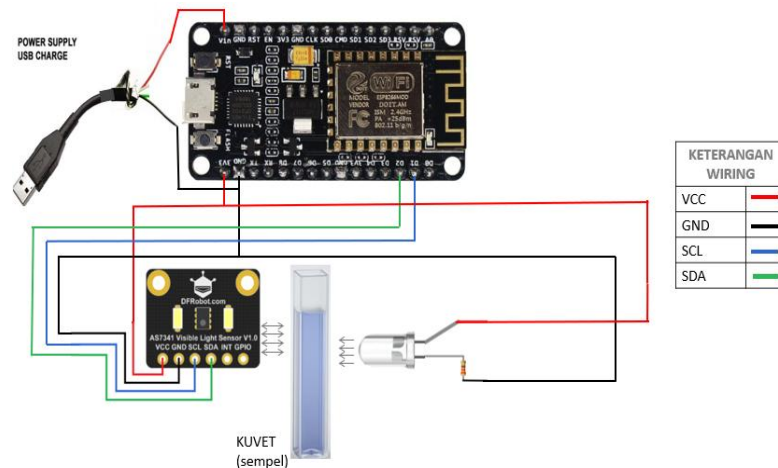


Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

Berikut merupakan blok diagram perancangan perangkat keras:

2.2 Perancangan Perangkat Elektrik

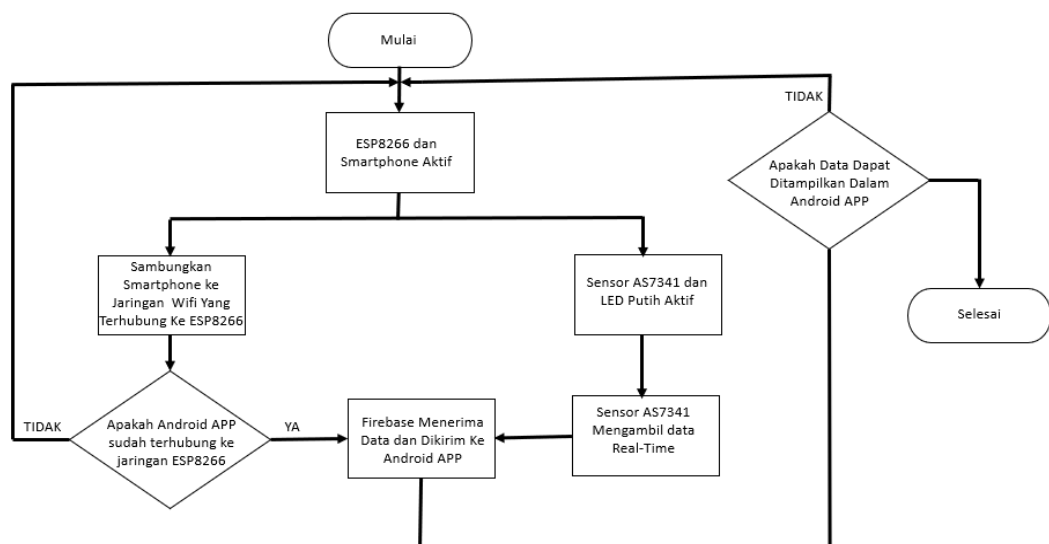
Perancangan ini merupakan bagian terpenting dalam perancangan sistem spektrofotometer portabel. Perancangan perangkat elektrik harus dilakukan dengan teliti karena jika salah dalam penyambungan akan mengakibatkan komponen rusak hingga terbakar yang menyebabkan spektrofotometer portabel tidak dapat bekerja dengan semestinya. Untuk mengurangi resiko terlebih dahulu dirancang menggunakan Microsoft Office Power Point. Perancangan Perangkat Elektrik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Skema Perancangan Perangkat Elektrik

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

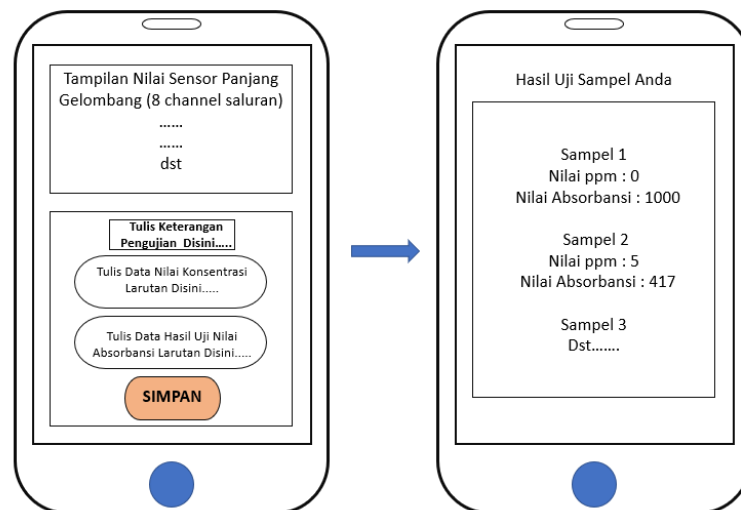
Perancangan Perangkat Lunak berupa merancang sistem kontrol keseluruhan pada Spektrofotometer Portabel. Flowchart sistem kontrol secara keseluruhan ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Flowchart Sistem Spektrofotometer Portabel

Berdasarkan Gambar 3. digambarkan sebuah flowchart sistem pengontrolan alat yang menggunakan modul ESP-8266. Ketika alat diaktifkan maka Modul ESP-8266 akan membaca data yang telah diprogram sebelumnya. Kemudian Sensor AS7341, serta LED putih akan otomatis ikut aktif. Setelah itu membuka smartphone lalu mengaktifkan dan menyambungkan ke Jaringan Wi-Fi sesuai SSID dan Password yang telah diprogram pada modul ESP-8266.

Design rancangan tampilan android app “Penyimpanan dan Monitoring Data Uji” dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Design Rancangan Tampilan Android App “Penyimpanan dan Monitoring Data Uji”

2.4 Pembuatan Larutan Uji

Pembuatan larutan CuSO_4 menggunakan 6 sampel berbeda yaitu sebesar 0ppm, 5ppm, 10ppm, 15ppm, 20ppm, 25ppm.

2.4.1 Pembuatan Larutan Induk $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1000 ppm sebanyak 100 mL

Kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,3848 gram dilarutkan dan larutan dituangkan kedalam labu ukur 100 mL + akuades hingga tanda batas etsa (volum tepat 100 mL).

2.4.2 Pembuatan Larutan Standar $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 100 ppm

Pembuatan larutan standar ion Cu(II) 100 ppm yaitu dengan cara 10 mL larutan induk ion Cu(II) 1000 ppm, kemudian dimasukan kedalam labu ukur 100 mL + akuades hingga tanda batas etsa. Membuat larutan standar ion Cu(II) 10 ppm yaitu dengan cara memipet 1 mL larutan induk ion Cu(II) 1000 ppm, kemudian dimasukan kedalam labu ukur 100 mL + akuades hingga tanda batas. Kemudian pembuatan larutan sampel dengan mengencerkan larutan standar 100ppm menjadi 5 ppm, 10ppm, 15 ppm, 20ppm, 25 ppm.

2.4.3 Penentuan Kurva Kalibrasi dan Uji Linieritas

Penentuan kurva kalibrasi dan uji linieritas ion Cu(II) tanpa Pengompleks: labu ukur 50 mL sebanyak 7 buah masing-masing diisi larutan standar ion Cu(II) 100 ppm berturut-turut 10 mL; 11 mL; 12 mL; 13 mL; 14 mL; 15 mL dan 16 mL + akuades sampai tanda batas etsa. Mendiamkan larutan selama 5 menit dan mengukur absorbansi pada $\lambda_{\text{maks}} = 201 \text{ nm}$.

2.4.4 Pengukuran Blangko untuk Penentuan Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi

Pengukuran blangko untuk penentuan batas deteksi dan batas kuantifikasi Ion Cu(II) tanpa pengompleks: 8 botol sampel diisi 50 mL akuades. Selanjutnya mengukur absorbansi pada $\lambda_{\text{maks}} = 201 \text{ nm}$.

2.4.5 Uji Akurasi

Uji akurasi untuk penentuan ion Cu(II) tanpa pengompleks Larutan sampel: 150 mL ion Cu(II) 100 ppm dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL + akuades hingga batas etsa (larutan a). Larutan standar: 4 mL larutan ion Cu(II) 1000 ppm dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL + akuades sampai tanda batas etsa (larutan b).

- Sampel 1: 25 mL sampel a
- Sampel 2: 25 mL sampel b
- Sampel 3-10: 24 mL larutan a + 1 mL larutan b

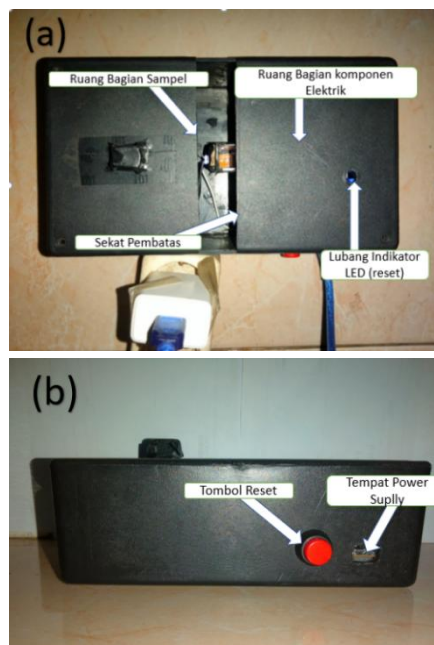
Masing-masing sampel dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL + akuades hingga batas miniskus. Larutan didiamkan selama 5 menit dan diukur absorbansinya pada $\lambda_{maks} = 201$ nm

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini dijelaskan hasil penelitian sekaligus diberikan analisis dan pembahasan secara menyeluruh. Hasil dapat disajikan dalam bentuk gambar, grafik, tabel, dan lain-lain yang memudahkan pembaca untuk memahaminya [8][9]. Pembahasan dapat dilakukan dalam beberapa sub bab.

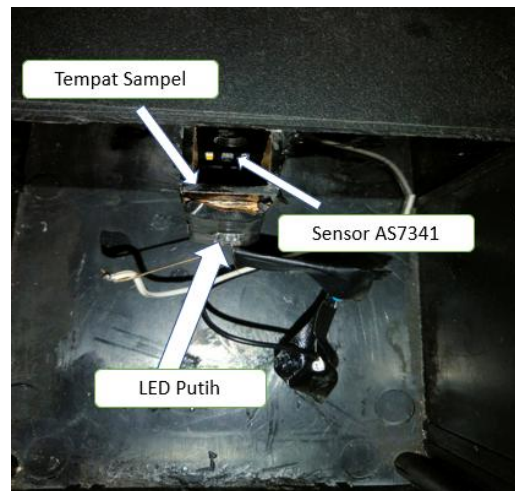
3.1. Desain Rancangan Spektrofotometer Berbasis Aplikasi Android

Rancangan dari penelitian ini adalah alat spektrofotometer portabel menggunakan larutan uji CuSO_4 yang dapat dilihat hasilnya melalui aplikasi handphone. Hasil dari

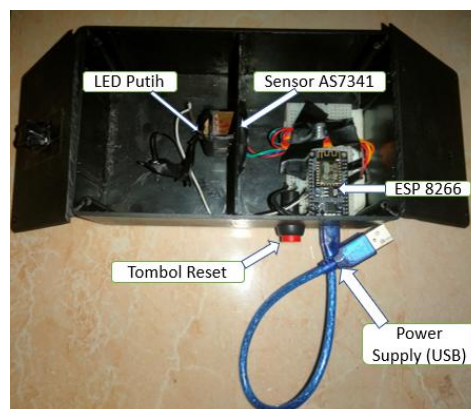


Gambar 5. Hasil Perancangan perangkat keras : (a) tanpa sisi depan, (b) tampak sisi samping
rancangan alat dari penelitian ini disajikan pada gambar berikut.

Komponen perangkat elektrik yang terpasang berupa rangkaian sistem kontrol yang ditempatkan di dalam box hitam disajikan pada gambar:



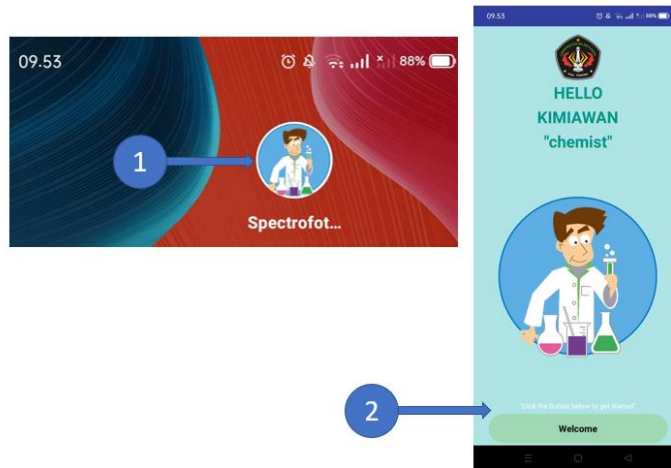
Gambar 6. Hasil penempatan komponen elektrik



Gambar 7. hasil penempatan sensor AS7341

Hasil penempatan Sensor AS7341 yang sebagai komponen utama pada spektrofotometer portabel. Hasil penempatannya disajikan pada gambar berikut:

Pada Gambar 7. adalah Sensor AS7341 ditempatkan secara berlawanan dengan LED putih, dimana sampel diletakkan di tengah dan diapit oleh sensor AS7341 dan LED. Sehingga nantinya ketika cahaya dari LED akan melewati sampel dan sorotan cahaya hasil serapan dari larutan akan diteruskan, sorotan cahaya tersebut akan di terima oleh sensor AS7341. Selanjutnya semua hasil pembacaan yang telah dibaca sensor akan diprogram hingga menjadi nilai desimal yang bisa kita gunakan dalam menganalisis sebuah larutan, dengan mikrokontroler ESP8266 sebagai proses pengolahan data dari sebuah alat spektrofotometer portabel, selanjutnya data yang dihasilkan tersebut akan dikirim dan disimpan pada aplikasi mobile yang sudah dirancang.

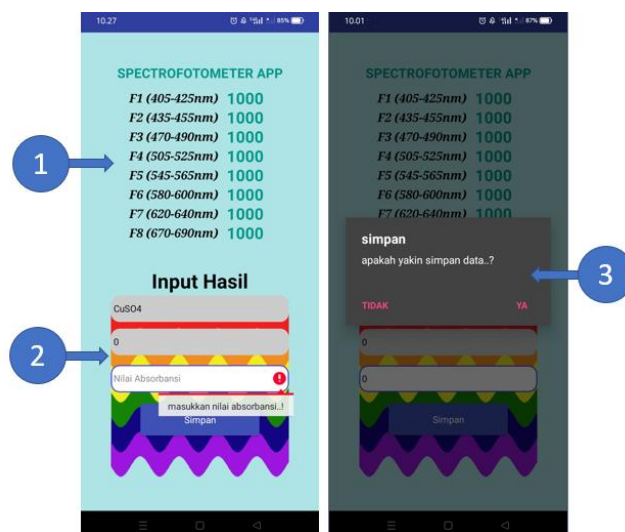


Gambar 8. Tampilan awal aplikasi pada Handphone

Hasil tampilan awal aplikasi pada Handphone disajikan seperti gambar berikut:

Gambar 8. adalah hasil dari tampilan design spektrofotometer portabel yang terdiri dari beberapa bagian diantaranya adalah logo aplikasi desktop app mobile dan tampilan awal masuk aplikasi spektrofotometer app.

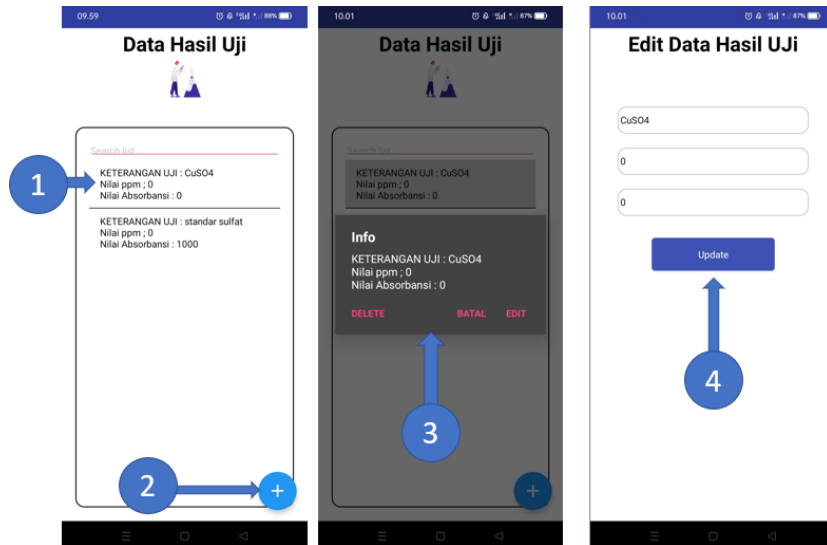
Pada tampilan hasil uji yang akan disimpan serta tampilan monitoring sensor pendeteksi larutan uji di aplikasi terdiri dari beberapa bagian diantaranya:



Gambar 9. Tampilan hasil uji yang akan disimpan serta tampilan monitoring sensor

Gambar 9. adalah hasil tampilan aplikasi monitoring serta input hasil uji larutan CuSO_4 . Dimana tampilan ini merupakan bagian terpenting dari sebuah aplikasi yang mana tampilan ini ada sangkut pautnya dengan hardware spektrofotometer portabel. Dimana nilai-nilai yang ada di setiap chanel sensor akan di tampilkan sesuai tempat panjang gelombang yang di sediakan mulai dari F1-F8.

Tampilan aplikasi daftar/list penyimpanan, hasil uji dan menu edit hasil uji sebagai berikut:



Gambar 10. Tampilan aplikasi daftar/list penyimpanan hasil uji

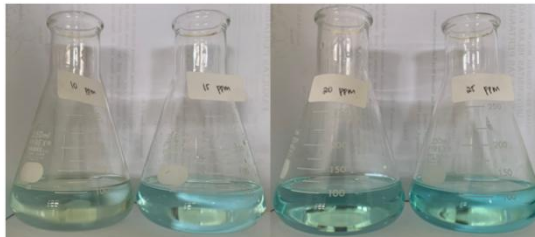
3.2. Pengukuran Konsentrasi Menggunakan Spektrofotometer Portabel

Untuk pengoperasian spektrofotometer portabel dimulai dengan menghubungkan alat ke sumber daya listrik dengan micro USB, yang mana salah satu kabel terhubung dengan alat spektrofotometer potabel dan salah satu kabel lain dihubungkan dengan adaptor bertegangan 5 volt DC (Adaptor Handphone). Setelah itu, nyalakan aplikasi pada ponsel hingga muncul halaman awal lalu tekan tombol “welcome” pada aplikasi tersebut. Setelah siap, tekan tombol reset (auto zero) yang berwarna merah pada spektrofotometer portabel di samping itu, pada lubang yang sudah di desain untuk melihat indikator LED biru berkedip 3 kali kedipan menandakan reset telah dimulai. Dan untuk memastikan nilai pengukuran berada pada monitoring aplikasi di angka 1000 atau stabil di seluruh panjang gelombang. Selanjutnya, bilas kuvet dengan aquades, kemudian isi dengan larutan blanko atau sampel dan masukkan ke dalam wadah yang tersedia pada spektrofotometer portabel. Tunggu hingga hasil nilai absorbansi maksimum pada berbagai panjang gelombang itu muncul dan amati perubahan nilai tersebut secara real-time melalui aplikasi. Untuk hasil pengukuran dapat dilihat melalui aplikasi sesuai dengan panjang gelombang yang diinginkan. Pada setiap pengujian sampel yang berbeda, Untuk setiap pengujian sampel yang berbeda, tekan kembali tombol reset untuk mengatur ulang nilai penyerapan pada layar ponsel atau laptop. Ulangi langkah yang sama pada sampel lainnya dan catat hasilnya pada tampilan “Input Hasil” diaplikasi. Setelah selesai pengujian seluruh sampel, kita dapat melihat, merubah, serta menghapus hasil uji yang telah dilakukan. Berikut gambar hasil penelitian penulis dengan sampel CuSO_4 pada aplikasi “Spektrofotometer app”.



Gambar 11. Data Hasil Uji Spektrofotometer Portabel

Pada keterangan uji menjelaskan sampel yang diuji, dalam hal ini adalah larutan CuSO_4 dengan berbagai konsentrasi. Untuk menunjukkan konsentrasi CuSO_4 dalam larutan, diukur dalam satuan parts per million (ppm). Semakin tinggi nilai ppm, semakin pekat larutan CuSO_4 pada nilai ppm. Sedangkan pada Nilai Absorbansi menunjukkan seberapa banyak cahaya yang diserap oleh larutan pada panjang gelombang tertentu. Semakin tinggi nilai absorbansi, semakin banyak cahaya yang diserap, yang mengindikasikan semakin banyak CuSO_4 dalam larutan. Pembuatan larutan CuSO_4 menggunakan 6 sampel berbeda yaitu sebesar 0ppm, 5ppm, 10ppm, 15ppm, 20ppm, 25ppm.

Gambar 12. Larutan Uji CuSO_4

Hasil pengujian ini akan digunakan untuk membangun kurva kalibrasi. Berikut adalah data absorbansi yang diperoleh dari ketiga percobaan:

Tabel 1. Uji Larutan Sebanyak 3 Kali Pengujian Menggunakan Spektrofotometer Portabel

SPEKTRO PORTABEL				
mg/L	Percobaan 1 (Abs)	Percobaan 2 (Abs)	Percobaan 3 (Abs)	Rata-Rata
0 ppm	0	0	0	0
5 ppm	0.890	0.891	0.889	0.890
10 ppm	0.901	0.903	0.899	0.901
15 ppm	0.905	0.906	0.904	0.905
20 ppm	0.915	0.916	0.914	0.915
25 ppm	0.918	0.919	0.917	0.918

● Instrument Performance			
Model : UV-VIS Spectrophotometer			
Number : 24-1814-01-0051			
Spectral Bandwidth : 2.00 nm			
● File Information			
Data File : D:\ANALISA LPP\Fosfor\ANALISA\2020\PENELITIAN SKRIPSI\2024\RIZA\150824 3.phd			
Create Date/Time : 08 August 2038 00:42:57			
Data Type : Original			
Method File:			
● Analyse Note			
Analyser : Administrator			
Sample Name :			
Comment :			
● No.	ID	Mode	A 750.00 nm
1	0 ppm	Abs	0.000
2	100 ppm	Abs	0.642
3	5 ppm	Abs	0.041
4	10 ppm	Abs	0.065
5	15 ppm	Abs	0.117
6	20 ppm	Abs	0.162
7	25 ppm	Abs	0.189

Gambar 13. Hasil Pengukuran Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Berdasarkan data hasil pengujian yang disajikan, terlihat jelas adanya hubungan positif antara konsentrasi dan nilai absorbansi, di mana peningkatan konsentrasi secara konsisten berbanding lurus dengan peningkatan absorbansi, sesuai dengan prinsip Hukum Beer-Lambert. Reprodusibilitas data yang sangat tinggi, terlihat dari konsistensi nilai absorbansi di antara ketiga percobaan pada setiap konsentrasi, mengindikasikan ketelitian prosedur pengujian dan stabilitas instrumen yang digunakan. Secara keseluruhan, kualitas data yang dihasilkan sangat baik dan dapat diandalkan, menunjukkan bahwa eksperimen telah dilakukan dengan presisi tinggi dan hasilnya dapat digunakan secara efektif untuk membangun kurva kalibrasi atau analisis lebih lanjut. Dari data ini dapat diamati bahwa hubungan antara ppm dan absorbansi yaitu Semakin tinggi konsentrasi CuSO_4 (nilai ppm), semakin tinggi pula nilai absorbansi. Ini menunjukkan hubungan linier antara konsentrasi dan absorbansi, yang sesuai dengan prinsip dasar spektrofotometri.

3.3 Perbandingan Penggunaan Alat Dengan Spektrofotometer komersial

Terdapat 2 metode verifikasi pengujian, yaitu verifikasi linearitas dan akurasi validasi konsentrasi. Verifikasi Linieritas adalah kemampuan suatu metode analisis untuk memberikan respons yang proporsional terhadap konsentrasi analit. Dengan kata lain, linieritas mengukur sejauh mana hasil analisis berbanding lurus dengan konsentrasi analit dalam sampel uji [10]. Linieritas dapat ditentukan dengan cara membuat kurva kalibrasi yang melibatkan variasi konsentrasi standar. Kurva kalibrasi ini merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi analit dan respons instrumen, dengan mengukur respons pada berbagai konsentrasi standar, kurva kalibrasi dapat digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana metode memberikan hasil yang konsisten dan linier sepanjang rentang konsentrasi yang diuji [12]. Kemudian diperoleh persamaan berikut:

$$y = ax + b$$

Nilai y dari persamaan adalah respon alat (sebagai absorbansi) yang diukur oleh instrumen, sedangkan nilai x adalah konsentrasi analit dalam sampel. Nilai a adalah kemiringan atau slope kurva kalibrasi yang menunjukkan sensitivitas metode analisis terhadap perubahan konsentrasi analit, semakin besar nilai a maka, semakin sensitive metode tersebut

dan nilai b merupakan intersept yang menunjukkan nilai respon instrument ketika konsentrasi analit nol, sering kali mencerminkan nilai blanko [11]. Pendekatan nilai absorbansi pada spektrofotometer portabel menggunakan analisis menghitung beberapa statistik dasar yang diperlukan untuk membentuk model regresi. Jumlah data yang diamati adalah $N = 5$, dengan hasil penghitungan sebagai berikut:

- Jumlah seluruh nilai X : $\sum X = 4.529$
- Jumlah seluruh nilai Y : $\sum Y = 0.574$
- Jumlah hasil kali $X \times Y$: $\sum XY = 0.522532$
- Jumlah kuadrat X : $\sum X^2 = 4.104875$

Berdasarkan nilai-nilai tersebut, dilakukan perhitungan koefisien kemiringan (m) dan intersep (c) dari model regresi linier dengan persamaan:

$$Y = 1.795 X - 1.508$$

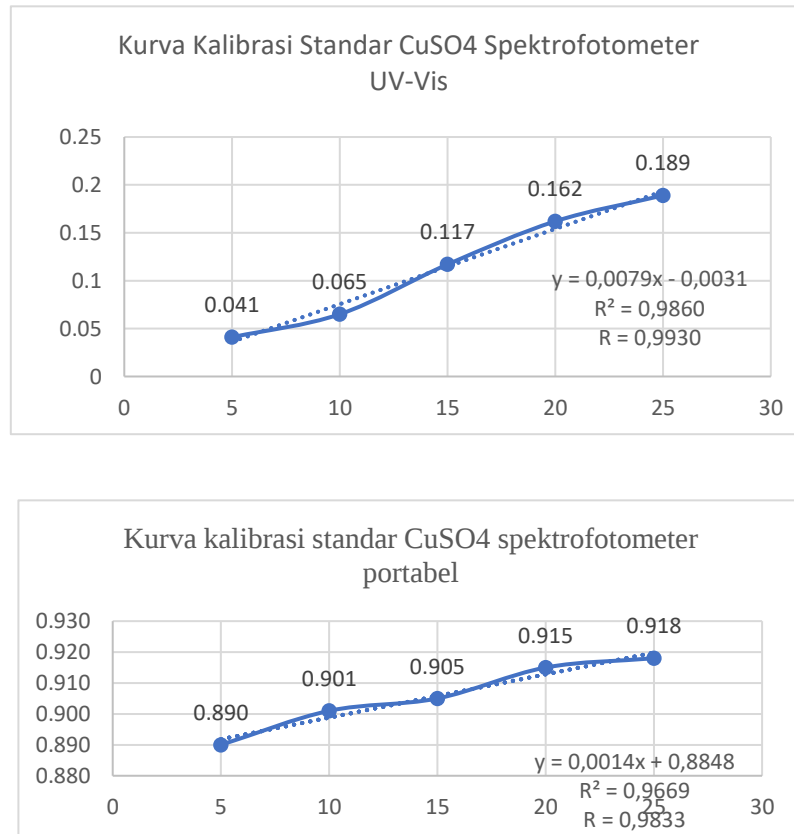
Untuk mengevaluasi kinerja model, dilakukan pendekatan nilai Y (prediksi) untuk masing-masing nilai X menggunakan persamaan yang telah diperoleh, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Pendekatan Model Regresi

Konsentrasi Larutan Standar (mg/L)	Absorbansi Spektrofotometer Portabel	Absorbansi Spektrofotometer UV-Vis	Hasil Prediksi Pendekatan Antara Keduanya	Selisih (Error)
0	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.890	0.041	0.895	0.04855
10	0.901	0.065	0.109	0.044595
15	0.905	0.117	0.116	0.000025
20	0.915	0.162	0.134	0.027575
25	0.918	0.189	0.139	0.04919

Pada hasil Tabel 2. terdapat nilai absorbansi yang diperoleh dari spektrofotometer portabel cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan spektrofotometer UV-Vis, terutama pada konsentrasi yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh rancang alat spektrofotometer portabel sensor akan membaca warna pada sampel sesuai dengan warna yang tampak oleh mata. Cahaya dari LED yang digunakan akan diteruskan oleh sampel yang ada pada kuvet. Sebagian cahaya akan diserap oleh sampel dan sebagian lagi akan diteruskan yang nantinya akan dibaca oleh sensor dan akan mengubah sinyal spektrum cahaya menjadi sinyal yang akan dibaca oleh mikrokontroler ESP8266 [13].

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 14. Grafik Hasil Pengujian CuSO₄ menggunakan Spektrofotometer Portabel dan Spektrofotometer UV-Vis

Dengan hasil kedua alat yang menunjukkan nilai R^2 cukup tinggi, yaitu di atas 0,9. Ini mengindikasikan bahwa model linear yang dihasilkan cukup baik dalam menjelaskan hubungan antara konsentrasi CuSO₄ dengan absorbansi. Namun, spektrofotometer UV-Vis memiliki nilai R^2 yang sedikit lebih tinggi, menandakan bahwa model liniernya sedikit lebih baik dalam memprediksi absorbansi berdasarkan konsentrasi. Sedangkan pada kemiringan garis pada grafik kalibrasi menunjukkan sensitivitas alat terhadap perubahan konsentrasi. Perbedaan kemiringan antara kedua alat menunjukkan bahwa respon kedua alat terhadap perubahan konsentrasi sedikit berbeda. Hasil tersebut mendekati hasil penelitian yang dilakukan oleh Asni mengenai hasil uji linieritas dari hubungan konsentrasi dengan absorbansi sulfat menggunakan spektrofotometer UV-Vis diperoleh nilai koefisien korelasi (R^2) yaitu 0,9860. Nilai hasil pengukuran tersebut menunjukkan hasil uji linieritas yang memenuhi syarat keberterimaan yang ditetapkan oleh SNI 6989-20 : 2019 yaitu (R^2) mendekati 0,995 [14].

Akurasi merupakan ukuran yang menunjukkan kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya dan dinyatakan sebagai persen perolehan kembali atau *persen recovery*. Pada penelitian ini akurasi dinyatakan dalam nilai *trueness* karena metode yang digunakan adalah pengukuran standar. Nilai *trueness* dari hasil pengukuran dihitung dengan rumus:

$$trueness = \frac{\text{kadar ukur}}{\text{kadar teoritis}} \times 100\%$$

Menurut Asep Bayu dkk, nilai kesalahan (Kesalahan) dihitung atau diturunkan dari nilai kebenaran (*Trueness*) [15]. Rumus ini mengindikasikan bahwa 100 adalah nilai ideal atau target untuk *Trueness*. Kesalahan di sini diukur sebagai *deviasi absolut* dari nilai ideal 100. Artinya, tidak peduli apakah *Trueness* lebih tinggi atau lebih rendah dari 100, yang diukur adalah seberapa jauh *Trueness* menyimpang dari 100. Ini sering disebut sebagai *absolute error* atau *magnitude of error*.

Tabel 3: Akurasi Validasi Konsentrasi CuSO_4 menggunakan Spektrofotometer Portabel dan Spektrofotometer UV-Vis

Konsentrasi Larutan Standar CuSO_4 sampel (ppm)	Spektrofotometer Portabel		Spektrofotometer UV-Vis	
	Hasil (ppm)	Kesalahan (%)	Hasil (ppm)	Kesalahan (%)
5	3,71	36,6	5,58	11,6
10	11,54	15,4	8,62	13,8
15	14,42	3,9	15,20	1,33
20	21,57	7,85	20,89	4,45
25	24,28	2,88	24,31	2,76

Pada hasil pengukuran menggunakan alat spektrofotometer portabel pada konsentrasi larutan standar CuSO_4 sampel (10 ppm) terlihat hasil kesalahannya yaitu 15,5. Nilai Kesalahan selalu positif dan menunjukkan magnitudo (besarnya) penyimpangan dari nilai ideal *Trueness* 100%. Untuk mencari Kesalahan dihitung berdasarkan *Trueness*, dengan 100 sebagai nilai referensi ideal. Metodologi ini didasarkan pada penelitian ilmiah yang dipublikasikan, menunjukkan pendekatan yang terstruktur dan teruji dalam mengevaluasi akurasi atau kebenaran suatu hasil.

Secara keseluruhan, hasil uji akurasi menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat diterima, sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Meskipun terdapat variasi kesalahan antara spektrofotometer portabel dan UV-Vis pada konsentrasi yang berbeda, terutama pada konsentrasi rendah, kedua alat menunjukkan akurasi yang cukup baik, terutama pada konsentrasi yang lebih tinggi (mulai dari 15 ppm ke atas). Spektrofotometer UV-Vis umumnya menunjukkan tingkat akurasi yang lebih konsisten dan kesalahan yang lebih rendah dibandingkan spektrofotometer portabel. Kesalahan yang lebih besar pada konsentrasi rendah, spektrofotometer portabel mungkin mengindikasikan keterbatasan deteksi atau sensitivitas alat tersebut pada rentang konsentrasi yang sangat kecil.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, verifikasi perancangan alat spektrofotometer portabel berbasis Android menunjukkan bahwa alat ini mampu mengukur absorbansi larutan CuSO_4 dan menampilkan data secara real-time melalui aplikasi smartphone. Alat memiliki desain kompak dan komponen fungsional yang bekerja baik, termasuk sensor AS7341.

Uji linieritas menunjukkan hubungan kuat antara konsentrasi dan absorbansi dengan nilai R^2 sebesar 0,9669, meskipun masih di bawah UV-Vis ($R^2 = 0,9860$). Akurasi spektrofotometer portabel lebih rendah, terutama pada konsentrasi rendah, namun tetap potensial untuk aplikasi pendidikan. Perbedaan panjang gelombang absorbansi menunjukkan bahwa spektrofotometer portabel belum sepenuhnya sebanding dengan UV-Vis, namun tetap prospektif sebagai alat alternatif yang terjangkau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fajri, N., Eka Prima Cahya, Riandi dan Sriyati, S., "Validasi Metode Analisis Konsentrasi Larutan Kopi berdasarkan Spektroskopi Absorpsi Cahaya", JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah, vol. 8 no. 1. 51-59, Mei 2024.
- [2] Abriyani, E., Kurniawati, I., Mudrikah, S., & Amelia, T., "Pengembangan Metode Analisis Senyawa Antioksidan dalam Buah Naga Merah Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS", Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, vol. 10 no. 12. 174-184, 2024.
- [3] Adam nur ahmad., "Penerapan Dan Perbandingan Metode Kurva Kalibrasi, Adisi Standar Tunggal Dan Adisi Berganda Untuk Analisis Timbal (Pb) Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)", 2023.
- [4] Anam, F. C., Samsuri, F., & Simatupang, J. W., "Prototipe Chromameter untuk Deteksi Bumper Berbasis Raspberry Pi-4 dan Sensor AS7341," ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika. Vol. 11 no. 3. 677, 2023.
- [5] Afandi, R., & Purwanto, A., "Simple Visible Light Spectroscopy to Determine The Maximum Absorbance Wavelength of Fe (SCN) 3 and CuSO4 solutions.,"Jurnal Ilmu Fisika dan Terapannya (JIFTA), vol. 7 no. 2, 161-166, 2018.
- [6] Ananda, M. S., "Uji Kadar Sulfat Pada Air Minum Dalam Kemasan (Amdk) Secara Spektrofotometri Uv-Vis", 2019.
- [7] Eko Cahyono, B., Dwi Utami, I., Puji Lestari, N., Shabrina Oktaviany, N., Fisika, J., Jember Kampus Tegalboto, U., Kalimantan, J., & Kode Pos, J., "Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Arduino UNO. In Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika," Vol. 7 no. 2. 2019.
- [8] Eko Cahyono, B., Dwi Utami, I., Puji Lestari, N., Shabrina Oktaviany, N., Fisika, J., Jember Kampus Tegalboto, U., Kalimantan, J., & Kode Pos, J., "Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Arduino UNO. In Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika," Vol. 7 no. 2. 2019.
- [9] Eko Cahyono, B., Dwi Utami, I., Puji Lestari, N., Shabrina Oktaviany, N., Fisika, J., Jember Kampus Tegalboto, U., Kalimantan, J., & Kode Pos, J., "Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Arduino UNO. In Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika," Vol. 7 no. 2. 2019.
- [10] Maryati Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya Jalan Jagir Wonokromo No, S., "Verifikasi Dan Evaluasi Penerapan Cara Uji Cemar Arsen Dalam Makanan Metode

- Spektrofotometri Biru Molybdenum *Verification and Evaluation of the Application Analyze for Arsenic contamination in Food using Molybdenum-blue Spectrophotometric Method*" In Jurnal Standardisasi. Vol. 14. 2012.
- [11] Harmita, H., "Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya", Majalah Ilmu Kefarmasian, vol. 1 no. 3. 117–135. 2004.
- [12] Aprianto, T., Hadiyati Noor, R., Analis Kimia, D., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., "Verifikasi Metode Penentuan Asetosal Dalam Obat Sakit Kepala Dengan Metode Spektrofotometri UV", 2017.
- [13] Hasmah, H., & Suwarmiyati, S., " Rancang Bangun Alat Untuk Menentukan Kadar Antosianin Pada Beras Merah Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno", Sebatik, vol. 25 no. 2, 723–730, 2021.
- [14] Asni, N., Saleh, E. D., Arifin, T., Lusini, Y., & Setiawan, D. A., "Verifikasi Metode Penetapan Kadar Sulfat (SO₂) Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS". vol. 7 no. 7, 12. 2022.
- [15] Nandiyanto, A. B. D., Zaen, R., Oktiani, R., Abdullah, A. G., & Riza, L. S., " A simple, rapid analysis, portable, low-cost, and Arduino-based spectrophotometer with white LED as a light source for analyzing solution concentration", Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control), vol. 16 no. 2. 580–585, (2018).