

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh beberapa orang, yang pertama mahasiswi dari Poltekkes Surabaya jurusan Teknik Elektromedik lulusan tahun 2015, bernama Firdaus Gaby Veriani Aljaru telah membuat alat “Perancangan Spektrofotometer Dengan Menggunakan Filter Optik”. Alat ini berbasis mikrokontroller ATmega8 dan sampel yang diukur adalah albumin menggunakan sampel serum darah, phototransistor sebagai detektor. Hasil dari penelitian, saat pengukuran terdapat selisih hasil yang besar. Sehingga menimbulkan nilai error yang besar pula

Kedua yaitu penelitian dari Mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta lulusan tahun 2018, bernama Riski Afandi dengan judul “Spektrofotometer Cahaya Tampak Sederhana Untuk Menentukan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Larutan $Fe(SCN)_3$ dan $CuSO_4$. Pada penelitian ini menggunakan kamera sebagai sensor cahaya dan filter merah, hijau dan biru. Sampel yang digunakan yaitu larutan $Fe(SCN)_3$ dan $CuSO_4$. Kekurangan dari alat ini terdapatnya noise dari cahaya luar karna box alat yang kurang memadai. Kelebihan alat ini yaitu menggunakan alat dan bahan yang sederhana.

Ketiga yaitu mahasiswi dari Poltekkes Surabaya jurusan Teknik Elektromedik lulusan tahun 2018, bernama Millati Izzah dengan judul

“Perancangan Simulasi Spektrofotometer menggunakan LED”. Pada penelitian ini menggunakan LED sebagai sumber cahaya yang bersifat monokromatis, sehingga tidak perlu menggunakan monokromator dan sampel yang digunakan adalah sampel larutan kimia. Kekurangan dari alat ini tidak bisa digunakan untuk pengukuran klinis serta terdapat hasil akhir bernilai negatif pada dua sampel yang di ukur. Kelebihan alat ini yaitu penulis dapat dan berhasil membuktikan bahwa LED dapat menjadi sumber cahaya pada spektrofotometer

Keempat yaitu mahasiswa dari Universitas Padjadjaran Jatinangor pada tahun 2015, bernama Nurul Dwi Anggraini, Ivan Muhammad Siegfried, Wahyu Alamsyah, dan Sahrul Hidayat dengan judul “Rancang Bangun Mini Spektrofotometer Absorpsi Daerah Visible Untuk Mengukur Kadar Gula Darah Secara Non-Invasive”. Kelebihan alat ini saat sampel diuji, menghasilkan nilai absorpsi yang hampir mendekati referensi.

Kelima yaitu mahasiswa dari Institut Teknologi Bandung dan Institut Teknologi Sumatera pada tahun 2016, bernama Mona Berlian Sari, Yogie Sanjaya dan Mitra Djamal dengan judul “Pengembangan Spektrometer Cahaya Tampak Menggunakan LED RGB untuk menentukan Konsentrasi Glukosa”. Kelebihan dari alat ini adalah terletak pada sistem kontrol dan otomatisasi gerak sensor yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses pengukuran.

2.2 Dasar Teori

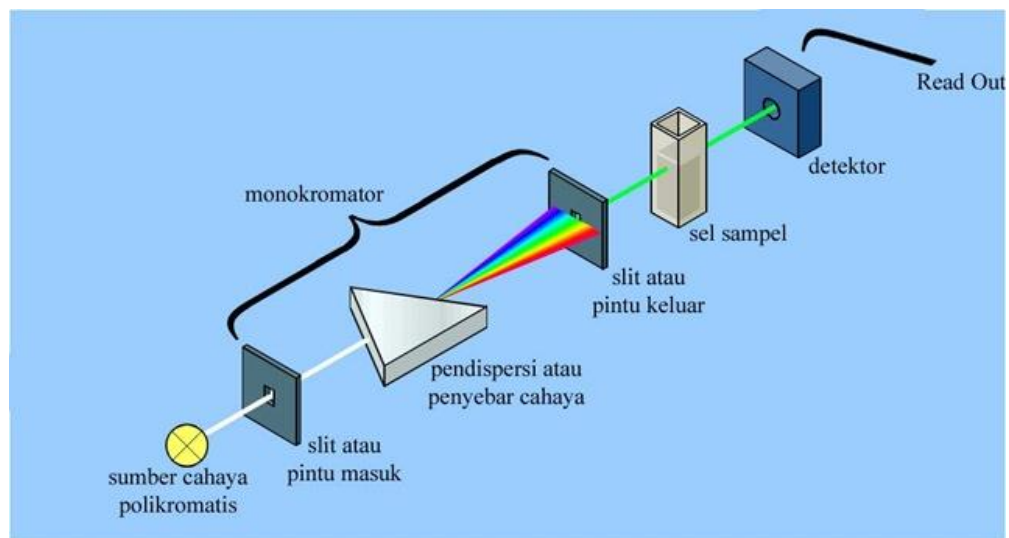
2.2.1 Spektrofotometer

Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer digunakan untuk menganalisa suatu senyawa baik kuantitatif maupun kualitatif, dengan cara mengukur transmittansi maupun absorbansi suatu larutan dengan cara melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu pada suatu objek kaca atau kuarsa yang disebut kuvet. Sebagian cahaya akan diserap ketika melewati kuvet dan sisanya akan dilewatkan. Nilai absorbansi dari cahaya yang dilewatkan akan sebanding dengan konsentrasi larutan di dalam kuvet[6].

Menurut Hugh D.Young & Roger A. Freedman (2003) cahaya putih merupakan superposisi dari gelombang-gelombang dengan panjang gelombang yang membentang melalui seluruh spektrum tampak. Laju cahaya dalam ruangan hampa adalah sama untuk semua panjang gelombang yang berbeda. Kebergantungan laju panjang gelombang dan indeks refraksi pada panjang gelombang dinamakan dispersi yaitu penguraian cahaya putih (polikromatik) menjadi cahaya monokromatik pada prisma lewat pembiasan atau pembelokan. Hal ini membuktikan bahwa cahaya putih terdiri dari harmonisasi cahaya warna yang memiliki panjang gelombang yang berbeda.

Prinsip kerja alat ini ditemukan oleh Beer dan Lambert, yang menemukan hukum tentang interaksi bahan kimia dengan gelombang cahaya (elektromagnetik), yang mana dalam hukum ini Beer-Lambert menyebabkan

berkembangnya analisis kimia dengan menggunakan alat instrumentasi yakni spektrofotometer[7]. Dalam hukum Beer-Lambert menjelaskan “bahwa suatu media yang transparan seiring bertambah-turunnya intensitas cahaya yang ditransmisikan sebanding dengan tebal dan kepekaan media yang digunakan. Komponen utama dari spektrofotometer cahaya tampak pada umumnya terdiri dari sumber cahaya (polikromator), monokromator, kuvet, sampel, detektor, penguat, dan pembaca. Berikut Gambar 2.1 adalah prinsip kerja spektrofotometer :



Gambar 2. 1 Prinsip kerja spektrofotometer[8]

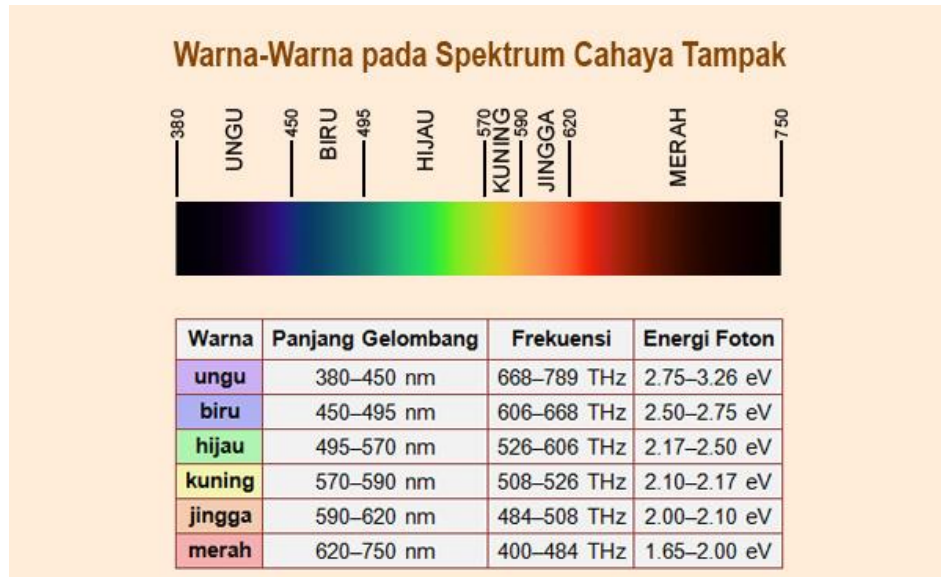
Prinsip kerja dari spektrofotometer cahaya tampak pada umumnya dimulai dari sumber cahaya polikromator yang mana akan terjadi penyebaran cahaya yang terdiri dari berbagai panjang gelombang[9], kemudian cahaya masuk ke dalam monokromator kemudian keluar menuju sel sampel (kuvet), pada sel sampel (kuvet) akan terjadi proses penyerapan cahaya oleh zat yang ada dalam

sampel (dimana cahaya masuk lebih terang dibandingkan dengan cahaya yang keluar dari kuvet). Selanjutnya, cahaya ditangkap oleh detektor dan mengubahnya menjadi arus listrik.

2.2.2 Filter Cahaya

Cahaya polikromatis adalah cahaya yang terdiri dari berbagai panjang gelombang yang memiliki spektrum panjang gelombang yang lebar, yang dapat dipersempit menjadi monokromatis (memiliki satu panjang gelombang ketika melewati sebuah filter cahaya). Filter akan menyerap warna komplementer dari spektrum cahaya tertentu dan meneruskan warna asli cahaya untuk dilewatkan pada suatu sampel, sehingga cahaya memiliki rentang panjang gelombang yang sempit, bahkan hanya satu panjang gelombang saja.

Mata manusia hanya dapat melihat cahaya yang dipantulkan oleh benda. Ketika cahaya polikromatis yang memiliki panjang gelombang melewati medium seperti kaca yang tembus cahaya, akan meneruskan panjang gelombang tertentu dan menyerap panjang gelombang yang lain, sehingga medium tersebut akan tampak bewarna seperti warna cahaya yang diteruskan, warna itu disebut warna komplementer. Hal tersebut menjadi dasar dari filter cahaya, yaitu menyerap warna cahaya yang tidak dibutuhkan. Berikut warna spektrum cahaya pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2. 2 Warna pada spektrum panjang gelombang[10]

Pada spektrofotometer, sumber radiasi yang digunakan adalah cahaya polikromatis berasal dari lampu (Tungsten, Deuterium atau Wolfram). Cahaya polikromatis akan diubah menjadi cahaya monokromatis oleh monokromator (prisma atau grating). Cahaya polikromatis dilewatkan pada prisma atau grating hal ini bertujuan untuk membentuk spektrum warna cahaya. Cahaya akan diseleksi pada setiap panjang gelombang, sebelum melewati sampel (absorbansi). Setelah melewati sampel, panjang gelombang cahaya yang mengalami penurunan intensitas terbesar yang akan menjadi karakteristik sebuah sampel (transmitan). Dengan kata lain prisma atau grating dan celah tersebut berfungsi sebagai filter cahaya yaitu mengubah cahaya polikromatis menjadi monokromatis, dengan cahaya monokromatis penyerapan cahaya tersebut lebih jelas terlihat.

2.2.3 Hukum Lambert-Beer

Banyaknya sinar radiasi yang diabsorpsi oleh suatu larutan analit (senyawa yang tidak diketahui konsentrasinya) dapat dihubungkan dengan konsentrasi analit tersebut. Hubungan tersebut dijelaskan dalam Hukum Lambert-Beer. Pada tahun 1729 Bonger dan tahun 1760 Lambert menyatakan apabila energy elektromagnetik diabsorpsi oleh suatu larutan maka kekuatan energy yang akan ditransmisikan kembali akan menurun secara geometri (secara eksponensial dengan jarak atau panjang gelombang yang ditempuh oleh gelombang tersebut).

Hukum Lambert, “Bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan akan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi”.

Hukum Beer “intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksposional dengan bertambahnya konsentrasi spesi (senyawa) yang menyerap sinar tersebut”.

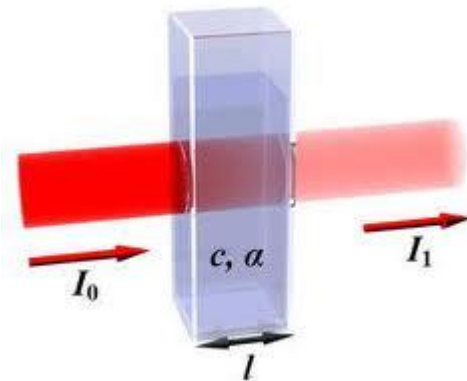
Dalam hukum Lambert-Beer ada beberapa batasan yaitu :

- a. Berkas sinar yang harus monokromatis.
- b. Pada proses penyerapan (absorban) volume dan ukuran kuvet dan ketebalannya juga mempengaruhi daya absorbannya.
- c. Senyawa yang menyerap dalam larutan tersebut tidak tergantung terhadap yang lain dalam larutan tersebut. Jika senyawa mengalami

reaksi dengan larutan (pelarut), maka akan terjadi penyimpangan kimia.

- d. Tidak terjadi peristiwa fluoresensi.
- e. Indeks bias (kecepatan cahaya) tidak tergantung pada konsentrasi larutan.

Perhatikan gambar dibawah ini. Cahaya dengan intensitas I_0 melewati suatu larutan dengan konsentrasi c dan ketebalan wadah larutan b , dan cahaya yang keluar memiliki intensitas I . Berikut ketika intensitas cahaya melewati suatu larutan atau zat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 3 Intensitas cahaya setelah melewati larutan[8]

Jika intensitas sinar dinyatakan dengan I_0 dan intensitas cahaya terserap dinyatakan dengan I_a dan intensitas sinar terpantulkan dinyatakan dengan I_r , maka $I_0 = I_a + I_t + I_r$. Berdasarkan hukum Lambert-Beer tersebut, rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya cahaya yang dihamburkan adalah :

$$T = \frac{I_t}{I_0} \text{ atau } \%T = \frac{I_t}{I_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2-1)$$

Dan absorbansinya dinyatakan dengan rumus[11] :

$$A = -\log T = -\log \frac{I_t}{I_0} \dots\dots\dots(2-2)$$

Rumus yang diturunkan dari hukum Beer dapat ditulis sebagai berikut :

$$A = a, b, c \text{ atau } A = \epsilon, b, c \dots\dots\dots(2-3)$$

Keterangan :

I_0 = Intensitas cahaya datang.

I_t = Intensitas cahaya setelah melewati sampel atau kuvet.

A = Absorbansi.

a = Tetapan absorbtivitas molar (jika konsentrasi larutan yang diukur).

b = Tebal larutan (tebal kuvet diperhitungkan juga, pada umumnya 1 cm).

c = konsentrasi larutan yang diukur.

2.2.4 Absorbansi Panjang Gelombang Maksimal

Absorbansi adalah suatu polarisasi cahaya yang terserap oleh bahan (komponen kimia) tertentu pada panjang gelombang tertentu sehingga akan memberikan warna tertentu terhadap bahan. Sinar yang dimaksud yakni bersifat monokromatis dan mempunyai panjang gelombang tertentu.

Beberapa atom hanya dapat menyerap sinar dengan panjang gelombang sesuai dengan unsur atom tersebut. Sehingga memiliki sifat yang spesifik bagi suatu unsur atom.

Jika cahaya yang bersifat monokromatis tersebut dilewatkan pada media transparan maka intensitas cahaya akan berkurang, sebanding dengan ketebalan konsentrasi larutan. Untuk menjadi proses absorpsi butuh senyawa standar. Bahan memiliki konsentrasi tertentu untuk dapat terjadi proses absorpsi. Bahan tidak boleh terlalu pekat sehingga harus diencerkan terlebih dahulu, sebelum melakukan absorpsi. Untuk menemukan konsentrasi unsur logam dapat dilakukan dengan cara membandingkan nilai absorpsi dengan absorpsi zat standar yang diketahui konsentrasinya.

Alat yang digunakan untuk mengukur absorpsi adalah spektrofotometer. Cara kerja spektrofotometer yakni dengan cara melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu sesuai jenis atom pada suatu objek kaca yang disebut kuvet. Sebagian cahaya akan diserap dan sisanya akan dilewatkan. Nilai absorpsi dari cahaya yang dilewatkan sebanding dengan konsentrasi larutan dalam kuvet.

Aplikasi absorpsi ini digunakan untuk menganalisa kandungan bahan tertentu (sebagaimana terlihat berdasarkan spektrum warna tertentu). Absorpsi lebih memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode titrasi (cara metode untuk menentukan kadar kolesterol).

Selain itu absorbansi juga memiliki kekurangan yaitu, tingkat keakuratannya tergantung pada tegangan listrik, sterilisasi dan suatu bupet perlu dijaga dengan baik dari penganalisisnya dan tingkat kemurnian yang harus dijaga dengan baik.

Cahaya yang diserap oleh suatu zat berbeda dengan cahaya yang ditangkap oleh mata manusia. Cahaya yang tampak atau cahaya yang dilihat dalam kehidupan sehari-hari disebut warna komplementer, misalnya suatu zat akan berwarna hitam ketika menyerap semua warna yang terdapat pada spektrum sinar tampak. Untuk lebih jelasnya perhatikan Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2. 1 Spektrum sinar tampak[8]

Spektrum Sinar Tampak		
Panjang Gelombang (nm)	Warna Asli	Warna Komplementer
400-435	Ungu	Kuning-Hijau
435-480	Biru	Kuning
480-490	Hijau-Biru	Jingga
490-500	Biru-Hijau	Merah
500-560	Hijau	Ungu
595-610	Oranye	Hijau-Biru
610-750	Merah	Biru-Hijau

2.2.5 Arduino Uno

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input atau output, 6 pin untuk output PWM, dan 6 untuk analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroler; yang dapat dikoneksikan pada komputer menggunakan kabel USB.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga memiliki bahasa pemrograman sendiri yaitu bahasa C. Board arduino memiliki loader berupa USB sehingga memudahkan ketika memprogram mikrokontroler pada arduino. Pada board mikrokontroler yang lain, masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. Port USB juga digunakan untuk port komunikasi serial.

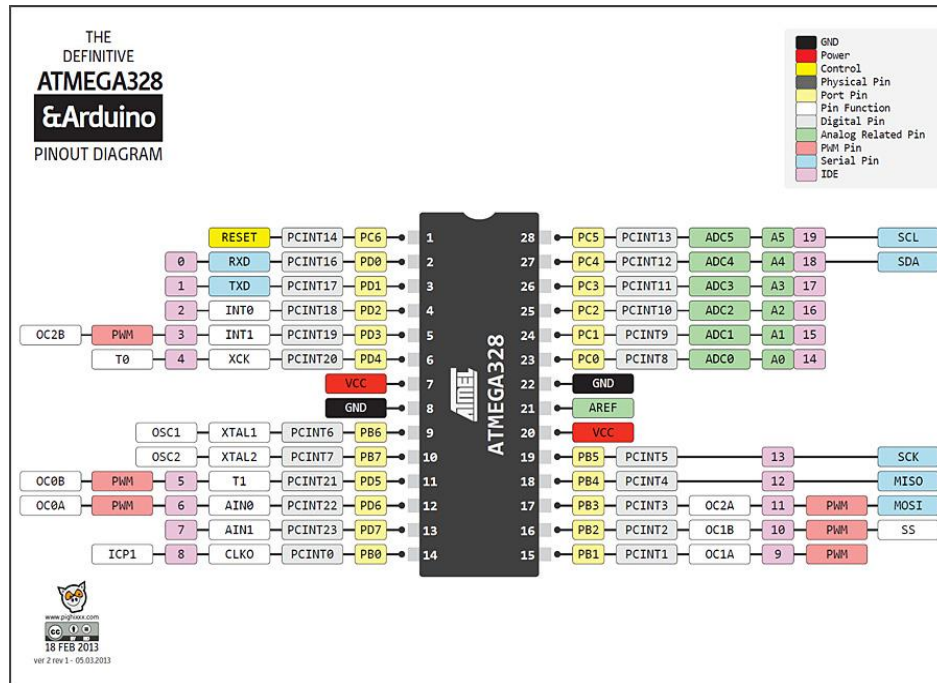
Arduino memiliki 20 pin input dan atau output, 6 pin input analog dan 14 pin digital input atau output. Enam pin analog digunakan untuk output digital, jika diperlukan output digital sebagai tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog ke digital ganti konfigurasi pin pada program.

Pada board pin digital ditulis dengan angka 0 sampai 13, agar pin analog menjadi output digital, pin analog yang ditulis pada board 0-5 diganti menjadi pin 14 sampai 19. Pin analog 0-5 juga berfungsi sebagai pin output

digital 14 sampai 16. Bahasa yang digunakan pada pemrograman arduino adalah bahasa C yang telah disederhanakan dengan bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah pengguna dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroller.

2.2.5 ATmega328P

ATmega328 adalah mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATmega8 yaitu ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter, dll). Dari segi ukuran fisik, ATmega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATmega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32, tetapi jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas.



Gambar 2. 4 Datasheet ATMEGA328[8]

2.2.6 LCD 2X16

LCD (Liquid Crystal Display) adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter, seperti angka, huruf atau karakter tertentu, sehingga tampilan tersebut bisa dilihat secara visual. Pemakaian LCD sebagai tampilan banyak digunakan karena daya yang dibutuhkan LCD relative kecil (orde mikro watt), meskipun pada modul ini dibatasi oleh sumber cahaya eksternal/internal, suhu dan jangka hidup, untuk lebih jelas perhatikan Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2. 5 Bentuk LCD 2X16[8]

2.2.7 Sensor Phototransistor

Photo Transistor adalah Transistor yang mengubah energi cahaya menjadi listrik dan memiliki penguat (gain) Internal. Penguat Internal yang terintegrasi ini menjadikan sensitivitas atau kepekaan Photo Transistor terhadap cahaya jauh lebih baik dari komponen pendeteksi cahaya lainnya. Cahaya yang diterima oleh Photo Transistor akan menimbulkan arus pada daerah basis-nya dan menghasilkan penguatan arus hingga ratusan kali bahkan beberapa ribu kali.