

# RANCANG BANGUN SPECTROSCOPY OPTIK PORTABEL BERBASIS ARDUINO MICRO

I Gede Yogi Astawan, Yoga Divayana, Pratolo Rahardjo\*

\*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

\*Email: yogiastawan@student.unud.ac.id, yoga@unud.ac.id, pratolo@unud.ac.id

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk membangun spectroscopy optik portabel dengan aplikasi Android dan Desktop. Spectroscopy optik portable terdiri dari Arduino Micro, Nextion Liquid Crystal Display (LCD), 2 buah Light Emitting Diode (LED), motor servo, kisi difraksi (600 garis/mm), 2 buah photodiode, Bluetooth HC-05, dan SD Card Reader Writer. Aplikasi Android dan desktop direalisasikan menggunakan Qt IDE. Pengujian spectroscopy dilakukan dengan menggunakan polimer warna merah, hijau, dan biru. Hasil pengukuran sampel polimer menunjukkan bahwa spektrum dengan rentang panjang gelombang yang sama dengan warna sampel akan diteruskan, sedangkan panjang gelombang yang lain akan diserap. Sehingga alat telah mampu mengukur penyerapan spektrum sampel. Pada pengujian menyimpan hasil pengukuran pada SD card menghasilkan file dengan ukuran sekitar 2 kB. Alat menggunakan baterai berkapasitas 3000 mAh dan dapat aktif secara berkelanjutan selama 3 jam 31 menit. Pengujian komunikasi aplikasi Android dan desktop dengan spectroscopy dilakukan menggunakan bluetooth dan kabel Universal Serial Bus (USB). Hasil dari pengujian aplikasi adalah dapat mengirimkan dan menerima data dari spectroscopy.

**Kata Kunci:** Android, Aplikasi Desktop, Penyerapan Spektrum, Spectroscopy Vis

## ABSTRACT

This research is conducted to build portable spectroscopy optic with Android and desktop applications. Portable spectroscopy optic consists of Arduino Micro, Nextion Liquid Crystal Display (LCD), 2 pieces Light Emitting Diodes (LED), servo motor, diffraction grating (600 lines/mm), 2 pieces photodiodes, Bluetooth HC-05, and SD Card Reader Writer. Android and desktop applications realized by using Qt IDE. Spectroscopy testing is done using polymers with color red, green, and blue. The result of polymers sample testing shows that the spectrum with same wavelength range as the sample color will be passed, while other wavelengths will be absorbed. The device has been able to measure absorption of sample. On testing restore the test results to the SD card produces file with size about 2 kB. Device uses battery with capacity 3000 mAh and can be actively sustainable during 3 hours 31 minutes. Testing of communication Android and desktop applications with spectroscopy is done using bluetooth and Universal Serial Bus (USB) cable. The result of application testing are already able to send and receive data from spectroscopy.

**Keywords:** Android, Desktop Application, Spectrum Absorption, Spectroscopy Vis

## 1. Pendahuluan

Spectroscopy merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara cahaya dengan materi untuk menganalisis atau menentukan zat organik dan anorganik baik secara kualitatif maupun kuantitatif [1]. Alat yang digunakan dalam pengukuran spectroscopy disebut dengan spektrometer.

Penelitian mengenai bidang spectroscopy portabel masih sedang dikembangkan. Anuradha Kar, dk (2015) mengembangkan spectroscopy portabel

untuk memonitor keadaan lingkungan [2]. Y Zhang, dkk (2009) mengembangkan spectroscopy portabel untuk mengukur tissue oxigenation [3]. Kyung-Jin Baik, dkk (2017) melakukan penelitian mengembangkan spectroscopy portabel untuk mengidentifikasi jenis tablet obat farmasi [4].

Tujuan penelitian ini adalah melakukan perancangan spectroscopy optik portabel dengan aplikasi Android dan desktop. spectroscopy dirancang

menggunakan Arduino Micro sebagai pengontrol utama, LED Putih sebagai sumber cahaya dengan panjang gelombang ~400 nm sampai dengan ~700 nm, bluetooth untuk komunikasi antara *spectroscopy* optik portabel dengan aplikasi Android, dan Modul SD Card Reader Writer untuk menyimpan hasil pengukuran ke SD card.

Perancangan aplikasi Android dan desktop dilakukan dengan menggunakan Qt *Integrated Development Environment* (IDE). Komunikasi antara aplikasi Android dengan *spectroscopy* dilakukan dengan menggunakan bluetooth, sedangkan dalam aplikasi desktop dilakukan dengan menggunakan kabel USB.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Spectroscopy Optik

*Spectroscopy* optik menggunakan cahaya tampak sebagai sumber cahayanya. *Spectroscopy* digunakan untuk mengukur konsentrasi suatu zat pada suatu sampel. Prinsip kerjanya berdasarkan pada penyerapan spektrum cahaya oleh sampel. Besarnya penyerapan spektrum cahaya dirumuskan dengan (1) [5].

$$A = \log \frac{I_0}{I_t} \quad (1)$$

Pada persamaan (1),  $A$  merupakan besarnya penyerapan spektrum cahaya oleh sampel.  $I_t$  menyatakan besarnya intensitas cahaya yang melewati sampel, sedangkan  $I_0$  merupakan intensitas cahaya sebelum melewati sampel atau intensitas cahaya yang melewati referensi [6].

### 2.2 Nextion Liquid Crystal Display (LCD)

Nextion LCD merupakan *Human Machine Interface* yang dilengkapi dengan *capacitive touchscreen*. Nextion LCD berfungsi untuk menampilkan grafik penyerapan spektrum sampel. Penelitian ini menggunakan LCD dengan ukuran 3,5 inci.

### 2.3 Arduino Micro

Arduino micro merupakan *board* mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengontrol sistem *spectroscopy* optik portabel. Arduino Micro menggunakan Atmega32u4 sebagai mikrokontrolernya yang disertai dengan fitur USB 2.0 [7].

### 2.4 Photodiode

Photodiode digunakan sebagai sensor cahaya (detektor) untuk mendeteksi intensitas spektrum cahaya yang melewati sampel dan referensi. Sensor photodiode dihubungkan ke pin ADC Arduino Micro, sehingga didapatkan data digital intensitas spektrum cahaya dari sampel dan referensi.

### 2.5 Motor Servo

Pada penelitian ini motor servo digunakan untuk menggerakkan kisi difraksi, sehingga cahaya monokrom hasil difraksi mengenai sampel secara bergantian dari panjang gelombang ~400 nm sampai dengan ~700 nm.

### 2.6 Bluetooth HC-05

Pada penelitian ini modul Bluetooth HC-05 digunakan untuk mengirim data hasil pengukuran penyerapan spektrum sampel ke aplikasi Android.

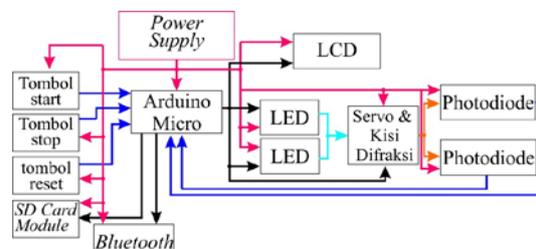
### 2.7 Modul SD Card Reader Writer

Micro SD Card Reader Writer berfungsi untuk melakukan penyimpanan data hasil pengukuran penyerapan spektrum ke *micro* SD card. Data hasil disimpan dalam bentuk berkas dengan format JSON yang dapat dibuka pada aplikasi desktop dan android.

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Perancangan Hardware

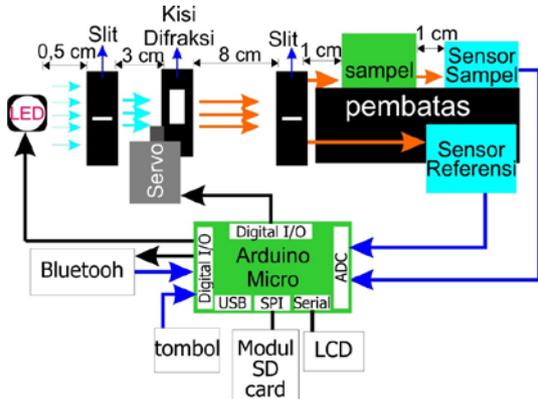
Diagram blok perangkat keras *spectroscopy* optik portabel ditunjukkan pada Gambar 1. *Power supply* menggunakan 2 buah baterai Li-Ion 3,7 V 3000 mAh yang disusun secara seri. Tombol *start* berfungsi untuk memulai pengukuran penyerapan spektrum dari sampel. Tombol *stop* berfungsi untuk menghentikan proses pengukuran, dan tombol reset digunakan untuk mereset sistem.



Gambar 1 Diagram Blok Hardware

Garis merah menandakan catu daya sistem, garis berwarna cyan menunjukkan cahaya polikromatik dari LED yang akan

didifraksi. Garis yang berwarna jingga menunjukkan cahaya monokromatik, yang akan diteruskan ke sampel dan referensi, dan kemudian dideteksi oleh sensor photodiode. Garis yang berwarna biru dan hitam menunjukkan masukan dan keluaran Arduino Micro. Susunan *hardware spectroscopy* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Susunan Komponen Spectroscopy Optik Portabel

Ketika melakukan pengukuran Arduino Micro akan mengaktifkan LED yang akan menghasilkan cahaya polikromatik. Cahaya polikromatik akan diteruskan ke *slit* untuk memfokuskan cahaya, yang selanjutnya akan melewati kisi difraksi, sehingga dihasilkan cahaya monokromatik dari rentang ~400 nm sampai dengan ~700 nm. Selanjutnya Arduino Micro akan menggerakkan motor servo, sehingga kisi difraksi juga ikut bergerak yang akan menyebabkan cahaya monokromatik melewati *slit* secara bergantian dan menuju sampel serta referensi. Intensitas cahaya monokromatik yang melewati sampel dan referensi akan dideteksi menggunakan sensor photodiode, dan dari hasil pengukuran intensitas dilakukan perhitungan penyerapan spektrum dengan menggunakan persamaan (1). Hasil pengukuran penyerapan spektrum ditampilkan pada LCD dalam bentuk grafik, dimana sumbu X menunjukkan panjang gelombang dan sumbu Y menunjukkan tingkat penyerapan.

Pengujian *spectroscopy* dilakukan dengan menggunakan polimer dengan warna merah, hijau, dan biru. Hasil pengujian dengan polimer dianalisis, yang dimana spektrum cahaya yang sesuai dengan warna polimer tidak akan (sedikit) mengalami penyerapan.

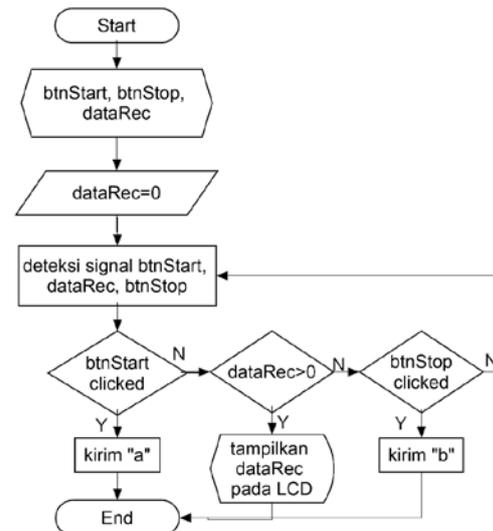
Pada perancangan *spectroscopy* juga dilakukan pengujian menyimpan hasil pengukuran ke dalam SD card dan pengujian penggunaan energi baterai. Pengujian menyimpan hasil pengukuran dilakukan dengan menyimpan hasil pengukuran masing-masing polimer dengan nama *file* sesuai dengan warna polimer. Pengujian penggunaan energi baterai dilakukan dengan cara mengaktifkan *spectroscopy* secara berkelanjutan hingga batas maksimum penggunaan yaitu 20% dari kapasitas maksimum (2) dan batas tegangan minimum yang dicapai baterai (3) [8].

$$Amaks = C_{batt} - 20\% \quad (2)$$

$$Vmin = (Vmaks - 20\%) \times n_{sel} \quad (3)$$

### 3.2 Perancangan Software

Perancangan *software* meliputi perancangan Aplikasi Android dan aplikasi desktop. Perancangan aplikasi bertujuan untuk memudahkan analisis hasil grafik pengukuran penyerapan spektrum. Diagram alir aplikasi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Software

Pada aplikasi dilakukan pengujian komunikasi antara *spectroscopy* dengan aplikasi. Pengujian dilakukan dengan mengontrol *spectroscopy* melalui aplikasi untuk memulai pengukuran terhadap sampel dan mengirimkan data hasil pengukuran dari *sepectroscopy* ke aplikasi.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Realisasi Spectroscopy Optik Portabel

Realisasi *spectroscopy* optik portabel ditunjukkan pada Gambar 4. *Spectroscopy* memiliki ukuran panjang 20 cm, lebar 15 cm dan tingginya 15 cm.



**Gambar 4** Realisasi *Spectroscopy* Optik Portabel

Dari realisasi *spectroscopy* didapatkan untuk mengarahkan cahaya monokromatik dari ~400 nm sampai dengan ~700 nm dilakukan dengan menggerakkan motor servo dari lebar pulsa 940 mikrosekond sampai 1140 mikrosekond. Untuk menentukan panjang gelombang cahaya monokromatik yang diarahkan ke sampel dan referensi digunakan persamaan (4).

$$\frac{1140-940}{\text{pulsewidth}-940} = \frac{700-400}{\text{wavelength}-400}$$

$$\text{wavelength} = \frac{4220-(3 \times \text{pulsewidth})}{2} \quad (4)$$

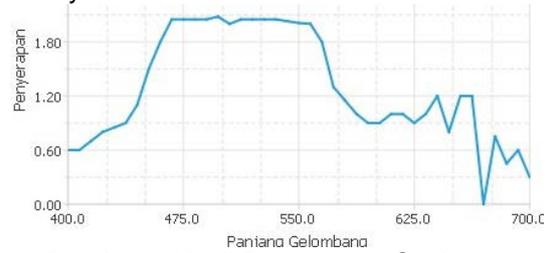
#### 4.1.1 Pengujian *Spectroscopy* Optik Portabel dengan Polimer

Pengujian *spectroscopy* optik portabel dengan menggunakan polimer dilakukan dengan memotong polimer warna merah, hijau, dan biru dengan ukuran lebar 2 cm dan panjang 4 cm sebagai sampel, yang ditunjukkan pada Gambar 5. Masing-masing sampel polimer kemudian dimasukkan ke dalam tempat sampel secara bergantian, yang selanjutnya dilakukan pengukuran penyerapan spektrum. Hasil penyerapan spektrum akan ditampilkan berupa grafik pada LCD.

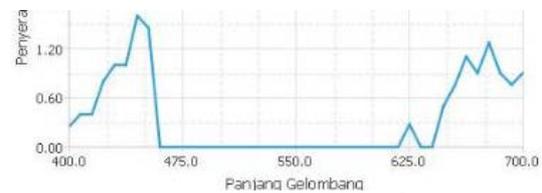


**Gambar 5** Polimer Sebagai Sampel

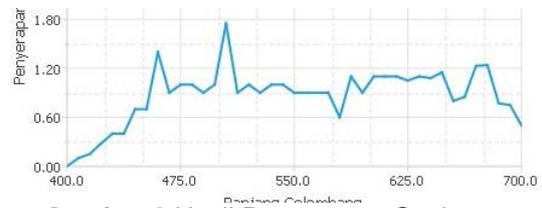
Hasil pengukuran penyerapan spektrum sampel polimer warna merah, hijau, dan biru masing-masing ditunjukkan pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8. Masing-masing grafik hasil pengukuran dianalisis untuk menentukan rentang penyerapan spektrum cahaya.



**Gambar 6** Hasil Penyerapan Spektrum Polimer Warna Merah

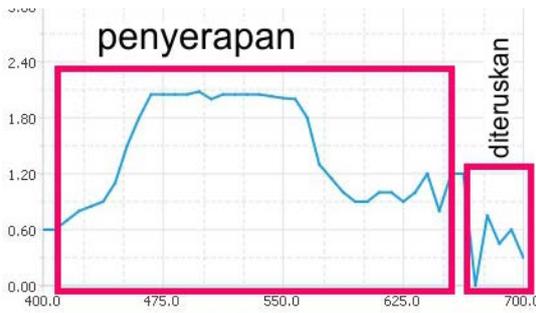


**Gambar 7** Hasil Penyerapan Spektrum Polimer Warna Hijau



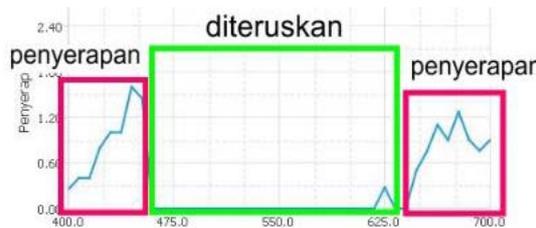
**Gambar 8** Hasil Penyerapan Spektrum Polimer Warna Biru

Dari Gambar 6 didapatkan bahwa pada rentang panjang gelombang ~660 nm sampai ~700 nm yang merupakan spektrum warna merah, sebagian besar cahaya diteruskan sehingga tingkat penyerapan spektrum menjadi kecil mendekati 0,5 hingga 0. Sedangkan spektrum pada rentang ~400 nm sampai dengan ~660 nm mengalami penyerapan. Analisis grafik penyerapan spektrum polimer warna merah ditunjukkan pada Gambar 9.



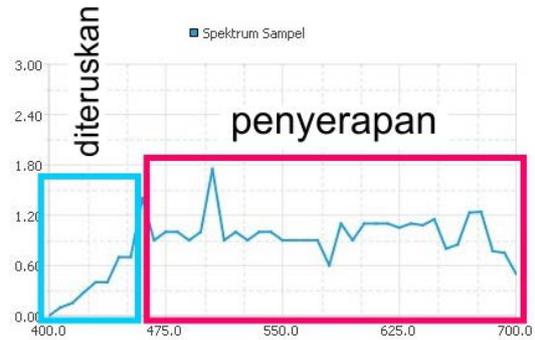
**Gambar 9** Analisis Penyerapan Spektrum Polimer Warna Merah

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa pada rentang panjang gelombang ~460 nm sampai ~630 nm (warna hijau-kuning) spektrum cahaya diteruskan yang menyebabkan tingkat penyerapan spektrum menjadi sangat kecil mendekati 0, sedangkan pada rentang panjang gelombang ~400 nm sampai dengan ~460 nm dan ~430 nm sampai ~700 nm mengalami penyerapan. Analisis dari grafik penyerapan spektrum polimer warna hijau ditunjukkan pada Gambar 10.



**Gambar 10** Analisis Penyerapan Spektrum Polimer Warna Hijau

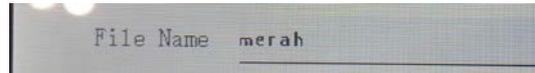
Gambar 8 menunjukkan bahwa spektrum cahaya pada rentang panjang gelombang ~400 nm sampai ~450 nm (warna biru-ungu) sebagian besar spektrum cahaya diteruskan atau sedikit mengalami penyerapan, sedangkan spektrum cahaya pada rentang ~450 nm sampai ~700 nm mengalami penyerapan. Analisis terhadap grafik penyerapan spektrum warna biru ditunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11** Analisis Penyerapan Spektrum Polimer Warna Biru

#### 4.1.2 Pengujian Menyimpan Hasil Pengukuran Ke Dalam SD Card

Pengujian menyimpan hasil pengukuran ke dalam SD card dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan SD Card ke dalam slot Modul SD Card Reader Writer. Selanjutnya hasil dari setiap pengukuran polimer disimpan dengan cara mengklik menu, lalu pilih save, kemudian isikan nama file sesuai dengan warna polimer yang ditunjukkan pada Gambar 12, kemudian tekan tombol save.



**Gambar 12** Menyimpan Hasil Pengukuran

Setelah hasil pengukuran selesai disimpan, selanjutnya dikeluarkan dari slot Modul SD Card Reader Writer, kemudian dimasukkan ke dalam Laptop menggunakan SD adapter untuk mengecek file yang telah dibuat yang ditunjukkan pada Gambar 13. File yang dibuat memiliki ukuran hingga 2 kB.

This PC > SD Card (D:)

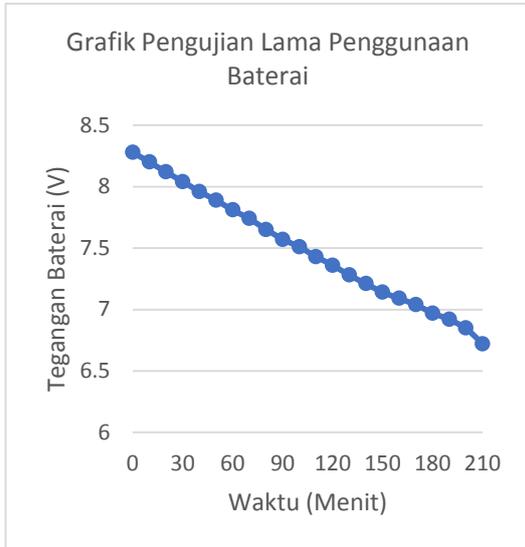
Name	Date modified	Type	Size
BIRU	1/1/2000 1:00 ...	File	2 KB
HIJAU	1/1/2000 1:00 ...	File	2 KB
MERAH	1/1/2000 1:00 ...	File	2 KB

**Gambar 13** Berkas File yang Dibuat

#### 4.1.3 Pengujian Penggunaan Daya Baterai Spectroscopy Optik Portabel

Penelitian ini menggunakan 2 buah baterai Li-Ion 3,7 V 3000 mAh yang disusun secara seri. Berdasarkan persamaan (3) didapatkan batas penggunaan tegangan

baterai minimum yang diperbolehkan sebesar 6,72 V. Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan *spectroscopy* secara berkelanjutan hingga tegangan baterai mencapai 6,72 V, dan digunakan *timer* untuk mengukur waktu yang diperlukan. Hasil pengujian ditunjukkan pada grafik Gambar 14.



**Gambar 14** Grafik Pengujian Penggunaan Daya Baterai

Berdasarkan grafik Gambar 14 dapat diketahui *spectroscopy* dapat bekerja hingga 211 menit (3 jam 31 menit).

#### 4.2 Hasil Realisasi Aplikasi Android dan Desktop

Pengujian aplikasi Android dilakukan dengan terlebih dahulu menghubungkan *spectroscopy* dengan aplikasi Android menggunakan bluetooth. Kemudian sampel dimasukkan ke *spectroscopy*. Selanjutnya tombol *start* pada aplikasi android ditekan. Hasil dari pengujian aplikasi Android ditunjukkan pada Gambar 15.

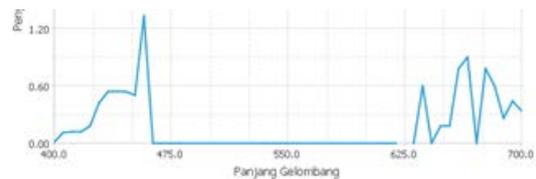


**Gambar 15** Pengujian Aplikasi Android

Dari Gambar 15 dapat diketahui *spectroscopy* berhasil menerima data yang dikirim dari aplikasi Android berupa perintah

untuk melakukan pengukuran. Aplikasi Android juga telah berhasil menerima data hasil pengukuran yang dikirimkan dari *spectroscopy*.

Dalam pengujian komunikasi data aplikasi desktop dilakukan dengan cara menghubungkan *spectroscopy* dengan aplikasi desktop menggunakan kabel *micro USB* tipe B. Sampel dimasukkan ke *spectroscopy*. Selanjutnya tombol start pada aplikasi android desktop ditekan. Hasil dari pengujian aplikasi desktop ditunjukkan pada Gambar 16.



**Gambar 16** Pengujian Aplikasi Desktop

Pada Gambar 16 dapat diketahui *spectroscopy* berhasil menerima data yang dikirimkan dari aplikasi desktop yang berupa perintah untuk memulai pengukuran penyerapan spektrum sampel. Selain itu *spectroscopy* juga telah berhasil mengirimkan data hasil pengukuran yang kemudian diterima aplikasi desktop.

#### 5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. *Spectroscopy* telah mampu mengukur penyerapan spektrum dari polimer, spektrum cahaya dengan rentang panjang gelombang yang sama dengan warna sampel diteruskan, sedangkan rentang panjang gelombang yang lain diserap.
2. *Spectroscopy* telah berhasil menyimpan *file* hasil pengukuran ke dalam SD card.
3. Pada keadaan aktif secara terus menerus *spectroscopy* dapat aktif selama 3 jam 31 menit dengan menggunakan 2 buah baterai Li-Ion 3,7 V 3000 mAh.
4. Aplikasi Android dan desktop telah berhasil berkomunikasi dengan *spectroscopy* untuk menerima dan mengirimkan data.

#### 6. Daftar Pustaka

- [1] Etty Triyati. *Spektrofotometer Ultra-Violet dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya dalam Oseanologi*. Oseana. 1985. 10(1), 39-47.

- [2] Anuradha Kar, Asim Kar, *A novel design of a portable double beam-in-time spectrometric sensor platform with cloud connectivity for environmental monitoring applications*, *IEEE*. 2015,1-6.
- [3] Y. Zhang, J. W. Sun, F.Scopesi, dkk, *Design of a Portable Near Infra-Red Spectroscopy System for Tissue Oxygenation Measurement*. *IEEE*. 2009, 1-4.
- [4] Kyung-jin Baik, Jae Hyung L., Youngsik K., dkk, *Pharmaceutical Tablet Classification Using a Portable Spectrometer with Combinations of Visible and Near-Infrared Spectra*. *IEEE*. 2017,1011-1014.
- [5] D.A. SKOOG, D.M. WEST. *Principles of instrumental analysis*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1971.
- [6] Tati Suharti. *Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Bandar Lampung: AURA, 2017:11-13.
- [7] Atmel Corporation. *ATmega16U4-ATmega32U4*. 2010. [online]. Available: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/Arduino/Boards/ATMega32U4.pdf> [accessed 8 November 2018].
- [8] Tattu. *Important Safety Instructions And Warnings*, Dublin: Tattu, 2018.