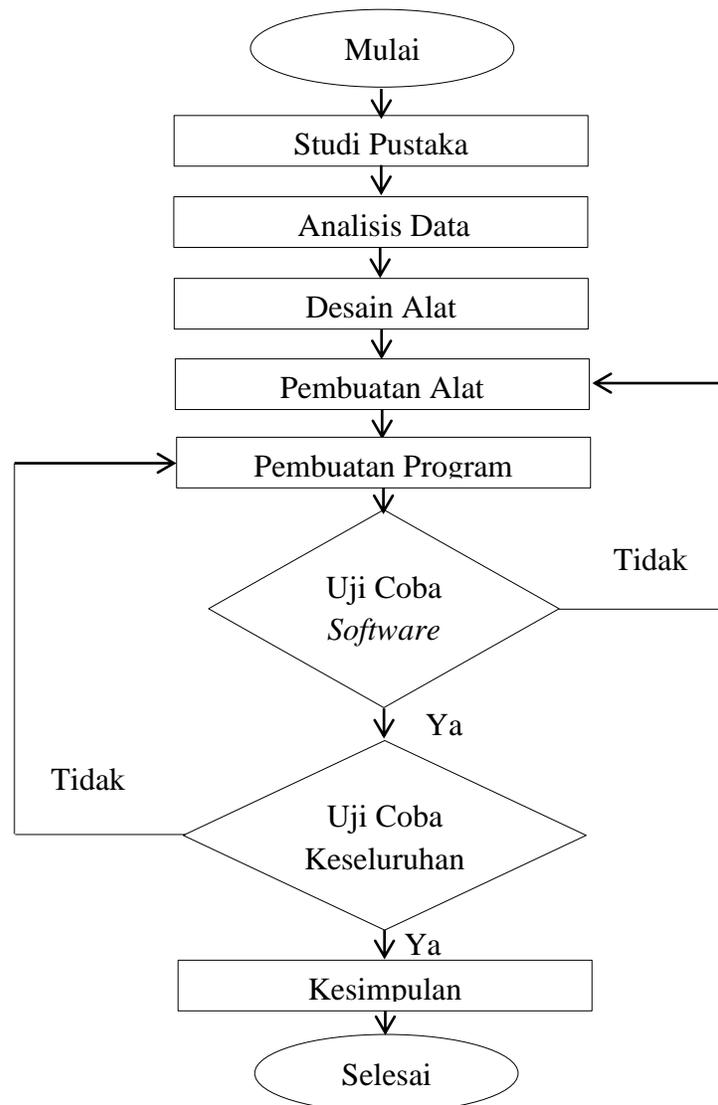


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian

Runtutan lajur yang ditempuh dalam melaksanakan penelitian ini digambarkan dalam sebuah diagram alur seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1 gambar diagram alur

Dari gambar diagram diatas menggambarkan runtutan alur penelitian yang dilaksanakan dalam penelitian ini, dan berikut ini adalah penjelasan dari setiap proses kegiatan yang ada dalam gambar diagram tersebut:

1. Mulai

Proses pertama yang dilakukan oleh penulis adalah memulai untuk mengerjakan penelitian tentang *Multi Slit Spectrometer Rasppi*.

2. Studi Pustaka

Pada tahap kedua dalam penelitian ini yaitu melakukan studi pustaka, yaitu melakukan pengumpulan data dan informasi-informasi yang mendukung dalam penelitian yang berkaitan dengan bahan penulisan dan berbagai komponen yang digunakan dalam *Multi Slit Spectrometer Rasppi*.

3. Analisis Data

Pada tahap ketiga dalam penelitian ini yaitu melakukan analisis data, data-data dan informasi yang telah diperoleh dari studi pustaka selanjutnya dianalisis untuk menentukan bentuk, komponen dan bahan yang akan digunakan dalam *Multi Slit Spectrometer Rasppi*.

4. Pembuatan Desain Alat

Pada tahap keempat dalam penelitian ini yaitu melakukan pembuatan desain alat yang bertujuan untuk perancangan agar mendapatkan gambaran tentang alat yang akan dibuat yang berkaitan dengan penentuan estimasi bahan dan komponen yang akan digunakan yang saling terintegrasi satu sama lain.

5. Pembuatan Alat

Pada tahap kelima dalam penelitian ini yaitu melakukan pembuatan alat, bahan dan komponen yang telah rancang dan dikumpulkan selanjutnya dirakit sesuai dengan perancangan desain yang sudah dibuat.

6. Pembuatan Program

Pada tahap keenam dalam penelitian ini yaitu melakukan pembuatan program, alasan dari sebuah program dibuat adalah untuk mengontrol alat agar kinerja alat

dapat bekerja sesuai dengan harapan dan sesuai dengan perancangan alat yang telah dibuat agar diantara keduanya saling terintegrasi.

7. Pengujian perbagian

Pada tahap ketujuh dalam penelitian ini yaitu melakukan pengujian pada perbagian komponen dialat. Yaitu dengan melakukan pengujian pada setiap komponen yang digunakan untuk memastikan bahwa komponen-komponen tersebut bekerja dengan baik da sesuai dengan fungsinya, apabila terdapat kesalahan atau kerusakan pada sistem maka dapat dilakukan perbaikan.

8. Pengujian Keseluruhan

Pada tahap kedelapan dalam penelitian ini yaitu melakukan pengujian secara keseluruhan pada alat, setelah memastikan bahwa seluruh komponen dan bahan penelitian bekerja dengan baik, maka selanjutnya yaitu melakukan uji coba pada alat.

9. Kesimpulan

Pada tahap kesembilan dalam penelitian ini yaitu menyimpulkan bahwa alat sudah siap untuk digunakan dan memastikan tidak ada lagi kesalahan ataupun kerusakan sistem pada alat. Dan selanjutnya percobaan dan pengambilan data sudah dapat dilakukan.

10. Selesai

Pada tahap terakhir ini yaitu memastikan bahwa seluruh seluruh kegiatan penelitan telah selesai dilakukan mulai pembuatan alat, pembuatan program, percobaan, dan analisis data yang didapatkan.

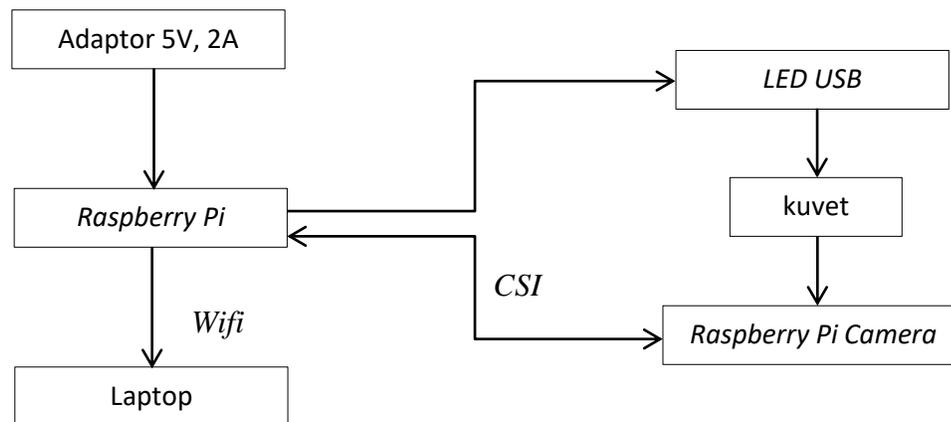
3.2 Rancangan Alat (*Hardware & Software*)

Tahap perancangan alat pada penelitian ini terbagi dalam dua bagian dasar yaitu rancangan pada bagian perangkat keras (*Hardware*) dan rancangan pada bagian perangkat lunak (*Software*). Pada bagian perangkat keras (*Hardware*) berisi rancangan *box* yang didalamnya tersusun komponen-komponen utama alat yang digunakan. Dengan menggunakan *Raspberry Pi Camera V2 Module With Sony*

Sensor sebagai layar sensor yang menangkap cahaya yang bersumber dari *USB LED* yang dilewatkan pada sebuah kisi difraksi 600 *lines/ mm*.

3.2.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada tahap perancangan perangkat keras (*Hardware*) dapat dijelaskan melalui skematik perancangan perangkat keras (*Hardware*) seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 skematik perancangan perangkat keras (*Hardware*)

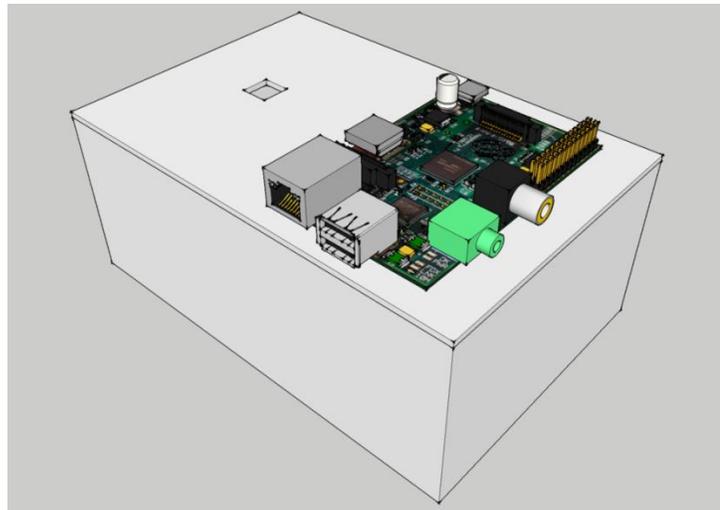
Prinsip kerja dari diagram skematik perancangan perangkat keras (*Hardware*) pada alat *Multi Slit Spectrometer Rasppi* adalah sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan adaptor *Micro USB Power Input* dengan daya 5V, 2.2A sebagai pencatu daya untuk perangkat *Raspberry Pi 3 Model B*.
2. *Raspberry Pi 3 Model B* pada alat ini digunakan sebagai pengendali alat *Multi Slit Spectrometer Rasppi*. *Raspberry Pi 3 Model B* pada alat ini berfungsi untuk mengolah data *input* yang diterima dari *Raspberry Pi Camera V2 Module with Sony Sensor* yang kemudian data *input* yang diperoleh tersebut akan dikirim melalui komunikasi serial antara *Python* dengan *Raspberry Pi 3 Model B*.
3. *USB LED* digunakan sebagai sumber cahaya yang dilewatkan pada kувet sebagai tempat sampel bahan yang diuji dan kemudian dikenakan pada kisi difraksi sebagai pembagi spektrum warna.

4. Kuvet merupakan objek yang dilewati oleh sinar dari *LED USB* yang berisi cairan yang akan diuji dan ditangkap gambarnya oleh *Raspberry Pi Camera*.
5. *Raspberry Pi Camera V2 Module with Sony Sensor* yang bekerja sebagai layar sensor, penerima gambar yang selanjutnya sebagai input bagi *Raspberry Pi 3 Model B*.
6. Laptop atau *PC* sebagai perangkat yang *me-monitoring* dan mengakses data pada *Raspberry Pi 3 Model B* melalui koneksi sambungan *WiFi*.

Pada tahap perancangan perangkat keras (Hardware) terdiri dari beberapa perancangan yaitu diantaranya adalah sebagai berikut:

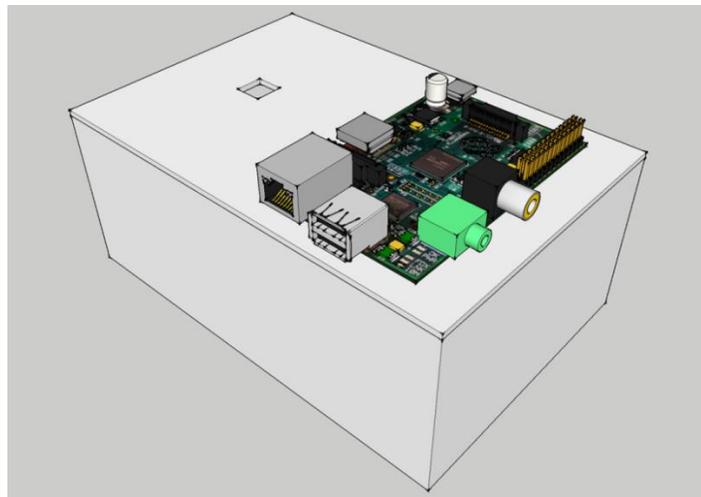
1. Perancangan Desain



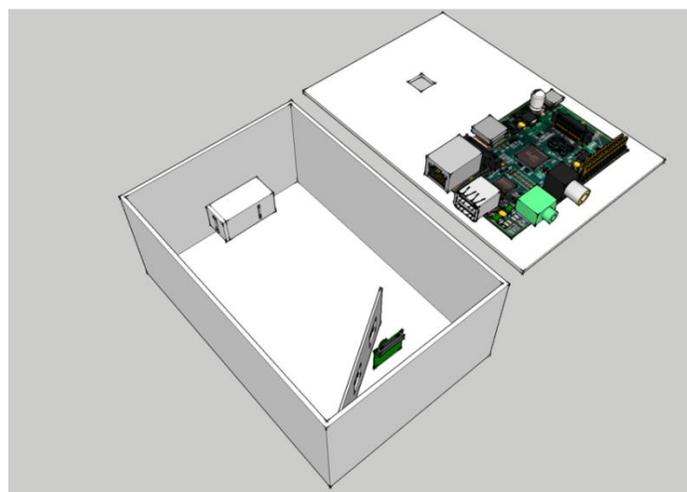
Gambar 3.3 gambar desain alat

Perancangan desain alat ini menggunakan sebuah software program grafis 3D yaitu SketchUp 2016. Dengan desain 3D alat yang dibuat akan memudahkan dalam pembuatan alatnya. Bentuk dari alat ini yaitu berupa *Box* yang didalam terdapat komponen-komponen yang digunakan. Komponen-komponen tersebut diantaranya adalah sebuah *Raspberry Pi Camera V2 Module With Sony Sensor* sebagai layar sensor yang menangkap cahaya yang bersumber dari *USB LED* yang dilewatkan

pada sebuah kisi difraksi 600 *lines/ mm*, pada cahaya yang dilewatkan pada kisi difraksi ditempatkan sebuah kuvet sebagai tempat dari cairan sampel yang akan diuji. Dan dari keseluruhan komponen pada alat ini dikontrol dan saling terintegrasi satu sama lain pada perangkat *Raspberry Pi 3 Model B*. Kuvet yang berisi cairan sampel akan dilewati sinar yang dikenakan pada layar sensor *Raspberry Pi Camera V2 Module With Sony Sensor*, dari sensor layar kamera inilah didapatkan data berupa gambar mentah yang akan diolah menjadi beberapa bentuk format dokumen melalui pemrograman menggunakan *Python*.



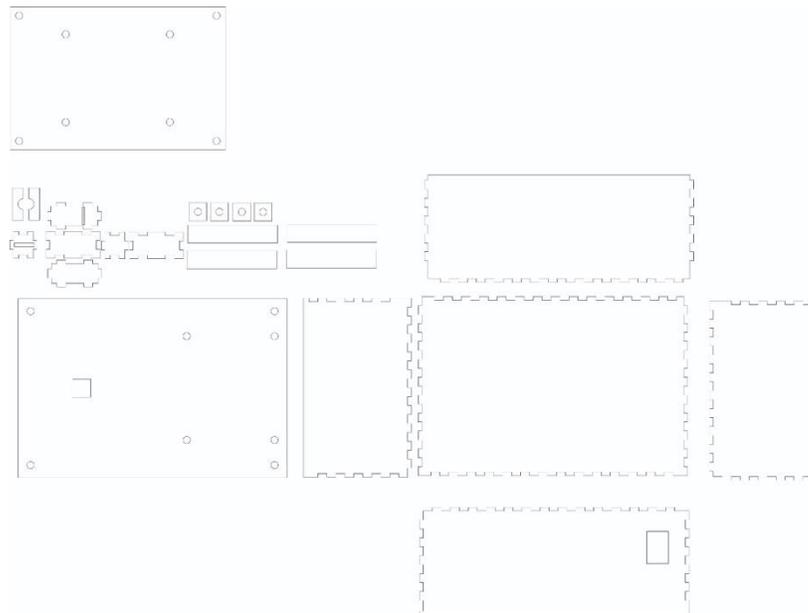
Gambar 3.4 gambar alat tampak luar



Gambar 3.5 gambar alat tampak dalam

2. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik alat ini menggunakan bahan pembuatan alat berupa akrilik dengan ketebalan 2mm. Alasan pemilihan bahan alat yang digunakan menggunakan akrilik adalah dikarenakan bahan akrilik kuat, ringan, dan mudah dalam pembuatannya. Perancangan mekanik alat ini dimulai dengan pembuatan desain 3D dengan menggunakan software program grafis 3D yaitu *SketchUp 2016*, yang selanjutnya dapat ketahui ukuran dan bentuk dari alat ini. Setelah desain Box dari alat ini yaitu desain tempat *USB LED* dengan ukuran celah $\pm 1\text{mm}$ agar didapatkan sinar cahaya yang koheren, selanjutnya yaitu desain letak kuvet sebagai tempat sampel cairan yang akan diuji agar pas dilewati oleh cahaya, kemudian selanjutnya yaitu desain letak kisi difraksi beserta dengan kamera yang pasang lurus dengan letak kuvet dan *USB LED* agar pendeteksian tepat pada kamera.



Gambar 3.6 gambar desain 2D akrilik

Perancangan desain 2D pada akrilik sebagai bahan dari alat ini yaitu menggunakan *software CorelDraw* untuk memudahkan dalam pencetakan atau pemotongan bentuk akrilik. Akrilik dicetak atau dipotong menggunakan dengan

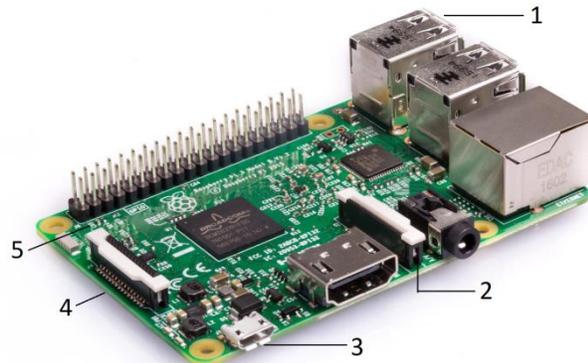
printer laser untuk mendapatkan hasil ukuran yang presisi sesuai dengan desain 2D akrilik yang telah dibuat. Selanjutnya akrilik yang telah dicetak atau dipotong dirangkai dan disatukan dengan menggunakan lem akrilik dan juga dihubungkan dengan menggunakan *spacer* untuk menghubungkan *Box* dengan perangkat *Raspberry Pi 3 Model B*.



gambar 3.7 gambar realisasi dari desain mekanik

3. Perancangan *Raspberry Pi 3 Model B*

Sistem pengendalian dari alat ini menggunakan perangkat *Raspberry Pi* berupa *Raspberry Pi 3 Model B*. Pada *Raspberry Pi 3 Model B* memiliki *GPIO (General Purpose Input Output)* sebanyak 40 pin dan dapat beroperasi pada tegangan 5V, empat buah *USB Port*, *10/100 LAN Port*, *3.5mm 4-pole Composite Video and Audio Output Jack*, *CSI Camera Port*, *Full Size HDMI Video Output*, *Micro USB Power Input*, *Upgraded switched power source that can handle up to 2.5 Amps*, *DSI Display Port*, *Micro SD Card Slot*, *On Board Bluetooth 4.1 Wi-Fi*. Adapun perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan alat ini diantaranya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.8 gambar skematika penggunaan *Hardware Raspberry Pi*

Gambar diatas merupakan gambaran skematik dari penggunaan perangkat keras *Raspberry Pi 3 Model B* pada alat ini. Untuk letak dan keterangan perangkat keras yang ada akan dipaparkan dalam sebuah tabel berikut ini:

Tabel 3.1 tabel letak dan keterangan perangkat keras *Raspberry Pi* yang digunakan

Nomor Letak	Keterangan Perangkat
1	<i>USB Port</i>
2	<i>CSI Camera Port</i>
3	<i>Micro USB Power Input, Upgraded switched power source that can handle up to 2.5 Amps</i>
4	<i>Micro SD Card Slot</i>
5	<i>On Board Bluetooth 4.1 Wi-Fi</i>

4. Bahan yang digunakan pada *Multi Slit Spectrometer Rasppi*

Bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan *Multi Slit Spectrometer Rasppi* diantaranya adlah sebagai berikut:



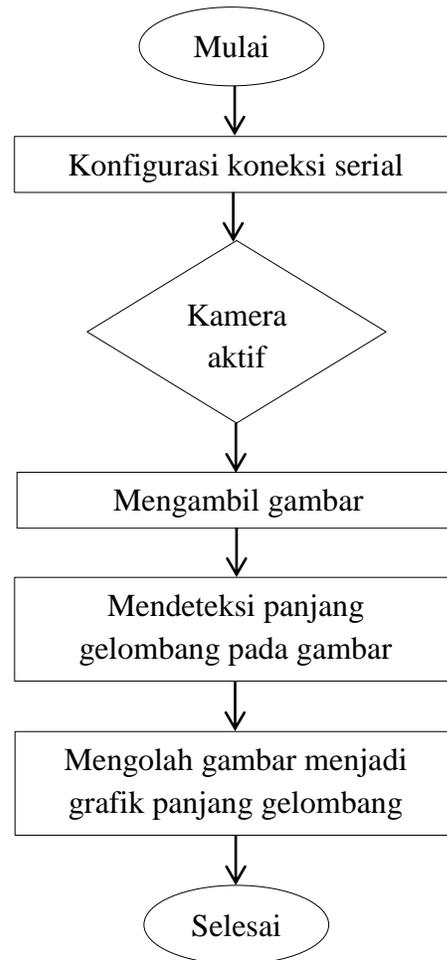
Gambar 3.9 gambar komponen-komponen *Multi Slit Spectrometer Rasppi*

Tabel 3.2 tabel komponen-komponen *Multi Slit Spectrometer Rasppi*

Komponen elektronik	Raspberry Pi 3 Model B
	<i>Raspberry Pi Camera V2 Module With Sony Sensor</i>
	USB LED
	<i>Micro USB Power Input 2.2 A</i>
	<i>Kabel jumper female-female</i>
Komponen mekanik	Kisi difraksi 600 <i>lines/ mm</i>
	Akrilik ukuran 2 mm
	<i>Spacer</i>
Software pendukung	<i>Python 2.7</i>
	<i>sketchUp + Layout 2016</i>
	<i>CorelDraw</i>
	<i>VNC Viewer</i>

3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

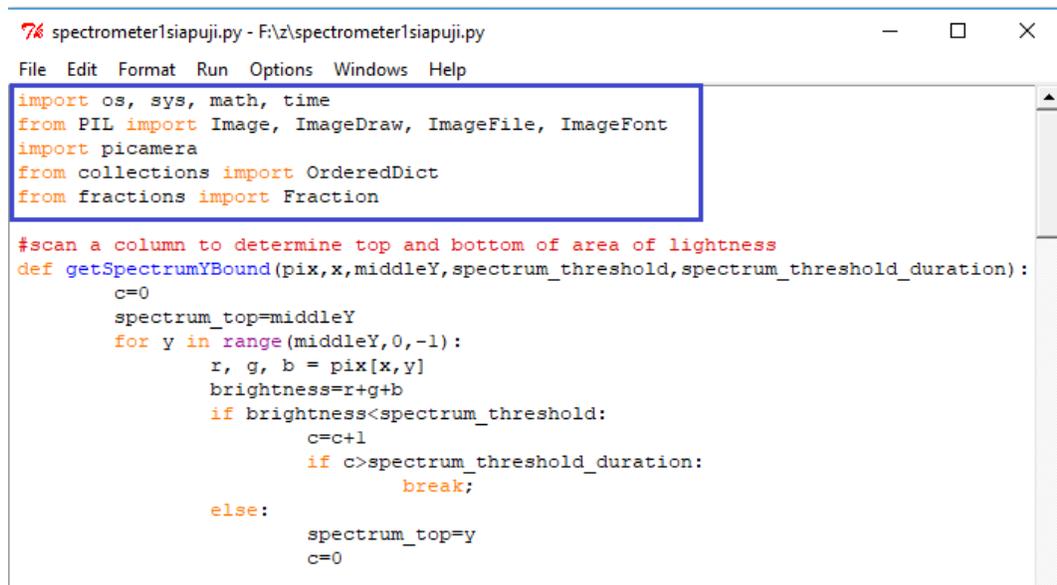
Untuk menciptakan sistem kendali maka dilakukan perancangan perangkat lunak (*Software*) didalam perangkat *Raspberry Pi 3 Model B* agar dapat bekerja sesuai dengan program yang ditanamkan. Sistem kendali dirancang agar prinsip sistem kerja bekerja secara keseluruhan seperti pada gambar skematik perancangan perangkat keras (*Hardware*) pada alat *Multi Slit Spectrometer Rasppi* maka perlu perancangan perangkat lunak (*Software*) yaitu dengan menggunakan *Python* yang bekerja seperti pada gambar diagram dibawah ini:



Gambar 3.10 gambar *Flowchart* proses kerja program *Python*

. *Python* akan bekerja dengan mengaktifkan kamera dengan mengambil data berupa sebuah foto dari kuvet dan data yang berupa foto dari kuvet yang berisi cairan sampel yang diuji dan kemudian akan diolah menjadi beberapa format dalam bentuk gambar grafik panjang gelombang dan juga data pada *Excel* yang berisi nilai dari panjang gelombang yang terdeteksi beserta amplitudo yang yang dihasilkan dari pengujian.

Python tidak memiliki semua *library* yang dibutuhkan pada skrip program, sehingga perlu untuk melakukan penginstalan secara manual. Setelah semua *library* yang dibutuhkan ter-*install*, maka untuk menggunakannya dengan perintah “*import*” yang di ikuti dengan nama *library* yang di-*install* seperti pada gambar dibawah ini:



```

7% spectrometer1siapuji.py - F:\z\spectrometer1siapuji.py
File Edit Format Run Options Windows Help
import os, sys, math, time
from PIL import Image, ImageDraw, ImageFile, ImageFont
import picamera
from collections import OrderedDict
from fractions import Fraction

#scan a column to determine top and bottom of area of lightness
def getSpectrumYBound(pix,x,middleY,spectrum_threshold,spectrum_threshold_duration):
    c=0
    spectrum_top=middleY
    for y in range(middleY,0,-1):
        r, g, b = pix[x,y]
        brightness=r+g+b
        if brightness<spectrum_threshold:
            c=c+1
            if c>spectrum_threshold_duration:
                break;
        else:
            spectrum_top=y
            c=0

```

Gambar 3.11 gambar *library* yang digunakan pada *Python*

Berikut ini adalah keterangan fungsi dari *library* yang digunakan yaitu diataranya sebagai berikut:

1. *Import os*

Modul *os* pada *Python* memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem operasi dasar yang dijalankan *Python* seperti *Windows*, *Mac*, atau *Linux*.

2. *Import sys*

Modul *sys* digunakan untuk mengakses konfigurasi *interpreter* pada saat *runtime* dan berinteraksi dengan *environment* sistem operasi.

3. *Import math*

Modul *math* digunakan untuk menjalankan perintah-perintah menghitung dalam program yang berisi fungsi-fungsi matematika.

4. *Import time*

Modul *time* digunakan untuk memberikan *delay* (waktu penundaan) pada eksekusi saat *runtime*.

5. *Import picamera*

Modul *picamera* digunakan untuk menjalankan dan mengakses konfigurasi kamera *Raspberry Pi*.

6. *From fractions import Fraction*

Modul *Fraction* digunakan untuk menghitung matematika bilangan rasional dari bentuk desimal berhingga (*finite*) yang paling dekat dengan bilangan tersebut dengan denominator yang paling dekat.

7. *From collections import OrderedDict*

Modul *OrderedDict* merupakan subkelas dari kelas bawaan *Dict*, yang digunakan untuk pemetaan menjadi sebuah entri secara otomatis sesuai dengan kelas-kelasnya.

8. *From PIL import Image, ImageDraw, ImageFile, ImageFont*

Modul *Image* digunakan untuk menentukan indeks warna secara otomatis, untuk modul *ImageDraw* digunakan untuk menyediakan grafis 2D sederhana untuk objek *Image*, untuk modul *ImageFile* digunakan untuk menyediakan dokumen sederhana yang menyimpan data indeks warna yang ditemukan, sedangkan untuk

modul *ImageFont* digunakan untuk memuat *font bitmap* yang disimpan dalam *format PIL*.

Melalui program Python dengan menggunakan beberapa library diatas yaitu digunakan untuk mengolah data yang menghasilkan beberapa output dengan kode perintah sebagai berikut:

```
os.system('raspistill -w 640 -h 580 -ISO 6000000 -br 80 -co 100 -o _rawsample.jpg')
rawFilename="_rawsample.jpg"
```

Gambar 3.12 gambar kode perintah pengambilan gambar

Gambar 3.12 diatas adalah merupakan gambar kode perintah pengambilan gambar dengan menggunakan perintah *raspistill* untuk mengambil gambar dengan nilai *ISO* sebesar 600000 dengan format *.jpg*.

```
#save image with markup
outputFilename="_outsample.jpg"
ImageFile.MAXBLOCK = 2**20
im.save(outputFilename, "JPEG", quality=80, optimize=True, progressive=True)
```

gambar 3.13 gambar kode perintah penyimpanan gambar dengan *markup*

gambar 3.13 diatas adalah merupakan gambar kode perintah untuk melakukan penyimpanan gambar dengan *markup* yang merupakan penilaian nilai panjang gelombang dari gambar yang telah diambil.

```
#save csv of results
csvFilename="sample.csv"
csv = open(csvFilename, 'w')
csv.write("wavelength,amplitude\n")
for wavelength in results:
    csv.write(wavelength)
    csv.write(",")
    csv.write("{:0.3f}".format(results[wavelength]))
    csv.write("\n");
csv.close()
```

Gambar 3.14 gambar kode perintah penyimpanan dalam bentuk format *Excel*

Gambar 3.14 diatas merupakan gambar kode perintah untuk pengolahan dan menyimpannya dalam bentuk format *Excel* yang berisi seluruh nilai panjang gelombang dan amplitudonya.

```
#save chart
sd = sd.resize((w/antialias,h/antialias), Image.ANTIALIAS)
outputFilename="_chartsample.png"
sd.save(outputFilename, "PNG", quality=95, optimize=True, progressive=True)
```

Gambar 3.15 gambar kode perintah penyimpanan dalam bentuk grafik

Gambar 3.15 gambar diatas merupakan gambar kode perintah untuk pengolahan data dan menyimpannya dalam bentuk grafik dari nilai panjang gelombang dan amplitudo yang terbaca pada pengambilan gambar.

3.3 Rancangan Bahan Sampel yang Diuji

pada tahap rancangan bahan sampel yang diuji ini adalah memaparkan bahan-bahan sampel yang akan diuji pada alat *Multi Slit Spectrometer Rasppi*. Sampel yang akan diuji tersebut adalah telur, yaitu untuk penentuan kadar protein yang terkandung pada telur. Pada tahan perancangan bahan sampel pada penentuan kadar protein ini dilakukan dengan metode biuret. Metode biuret yaitu merupakan reaksi warna yang pada umumnya digunakan pada gugus peptide dan protein. Reaksi positif yang terbentuk ditandai dengan terbentuknya warna biru karena terbentuknya senyawa kompleks dari ikatan molekul-molekul pada protein. Untuk melakukan penentuan kadar protein telur dengan menggunakan metode biuret maka perlu dilakukannya persiapan sampel yaitu diantaranya sebagai berikut:

1. Pembuatan standar albumin

Pada sebuah pengujian kimiawi maka membutuhkan sebuah parameter yang digunakan sebagai standar acuan dari sebuah penelitian, pada pengujian ini menggunakan parameter albumin, maka pembuatan standar albumin yang digunakan sebagai parameter adalah dengan menggunakan 50 mg standar albumin yang dilarutkan dengan aquades 5 ml.



Gambar 3.16 gambar standar albumin

2. Pembuatan kurva baku std. albumin

Pada pembuatan kurva baku std. albumin maka harus membuat sebuah kurva sebagai acuan parameter pengujian dengan menggunakan konsentrasi albumin yang berbeda-beda yaitu 1;0,8;0,6;0,4;0,2 ml dengan menggunakan pipet dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Dan beberapa konsentrasi albumin tersebut masing-masing ditambahkan dengan 1 ml akuades dan 4 ml larutan biuret sebagai perekasi yang kemudian didiamkan selama 40 menit sesuai dengan *operating time* untuk mendapatkan keadaan larutan yang stabil. Kemudian didapatkan kurva baku std.albumin sebagai parameter dari pengujian penentuan kadar protein telur.



Gambar 3.17 gambar kurva baku albumin

3. Persiapan sampel telur

Sebelum melakukan pengujian maka perlu memalukan persiapan pada sampel yang akan diuji yaitu berupa telur. Dengan menggunakan 2,5 ml putih telur yang di larutkan dengan 100 ml akuades, setelah terlarut maka sampel diambil 1 ml dan ditambahkan 4 ml larutan biuret. Dan sampel sudah siap untuk diuji pada alat pengujian.



Gambar 3.18 gambar sampel yang siap diuji

3.4 Tahap pengujian

Untuk mengetahui kinerja dari setiap komponen-komponen dan alat *Multi Slit Spectrometer Rasppi* secara keseluruhan agar dapat bekerja dengan baik atau tidak yaitu dengan melakukan tahan pengujian. Berikut ini adalah tahap-tahap pengujian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

3.4.1 Pengujian komponen

Pada tahap pengujian komponen dilakukan pada setiap komponen secara satu persatu untuk mengetahui komponen dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan kinerja yang diinginkan pada penelitian ini.

1. Pengujian *Raspberry Pi Camera V2 Module with Sony Sensor*

Tujuan dari dilakukannya pengujian pada kamera ini adalah untuk mengetahui apakah fokus dari kamera untuk jarak dekat sudah sesuai kemudian pengaturan nilai ISO pada kamera sudah sesuai.

2. Pengujian *USB LED*

Tujuan dari dilakukannya pengujian pada *USB LED* ini adalah untuk mengetahui apakah sinar cahaya yang dipancarkan sudah koheren ketika melewati celah agar cahaya tidak menyebar kesegala arah dalam *Box*.

3. Pengujian *Raspberry Pi 3 Model B*

Tujuan dari dilakukannya pengujian pada *Raspberry Pi 3 Model B* ini adalah untuk mengetahui apakah program *output Python* yang dihasilkan sesuai dengan program input yang dimasukkan.

3.4.2 Pengujian alat *Multi Slit Spectrometer Rasppi*

Pengujian alat *Multi Slit Spectrometer Rasppi* dilakukan dengan melakukan pengujian secara keseluruhan pada komponen yang telah dihubungkan dan ditanamkan program menggunakan *Python* pada *Raspberry Pi 3 Model B*, dimana pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari alat sudah bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Adapun pengujian yang dilakukan yaitu dengan menguji alat pada sampel telur yang bertujuan untuk mengetahui dan menentukan nilai panjang gelombang dari warna yang muncul dari pereaksian sebagai indikator kadar kandungan protein yang terdapat didalamnya.