

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Sistem Monitoring**

Sistem Monitoring merupakan upaya sistematis untuk menetapkan kinerja standar pada suatu perencanaan untuk merancang sistem umpan balik informasi, untuk digunakan sebagai pembandingan hasil aktual dengan standar yang telah ditentukan, untuk menetapkan apakah telah terjadi suatu kesalahan atau tidak, serta mengambil tindakan penggantian/perbaikan yang diperlukan untuk menjamin bahwa semua komponen telah digunakan secara efektif dan efisien mungkin guna mencapai tujuan penelitian [7].

Monitoring kondisi tanaman hidroponik pada umumnya dilakukan dengan memperhatikan informasi yang berkaitan dengan nutrisi, kadar pH dan suhu air. Informasi ini belum mewakili kondisi nyata tanaman secara fisik baik dari segi kesehatan maupun ukuran, sehingga harus dilakukan pengamatan secara langsung pada area tanaman [8].

##### **2.1.2 Tanaman Hidroponik**

Hidroponik adalah seni menanam tanaman tanpa media tanah. Dengan sistem hidroponik, tanaman ditumbuhkan dalam media lembab, dan larutan nutrisi seimbang yang disesuaikan dengan pH dikirim ke akar dalam bentuk yang sangat mudah larut [9].



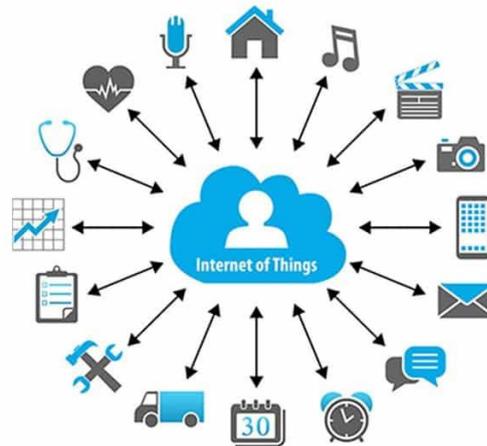
**Gambar 2. 1 Tanaman Hidroponik**

Metode bercocok tanam hidroponik memerlukan perlakuan khusus dalam mengontrol suhu air, ketinggian air, dan keasaman (pH) larutan nutrisi. Untuk dapat menghasilkan tanaman yang baik sampai masa panen maka harus melakukan perawatan tersebut dengan pengecekan rutin setiap hari. Pemeriksaan yang dilakukan antara lain pengecekan kadar air dalam instalasi, nutrisi, ukuran PH, suhu dan kelembaban udara yang harus di bawah dosis. Jika kuantitas salah satu unsur tersebut berlebih atau kurang, dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Pemeliharaan yang harus dilakukan secara rutin setiap hari menyebabkan pertanian dengan metode hidroponik menjadi tidak efisien karena membutuhkan tenaga yang cukup besar dan membutuhkan biaya pemeliharaan yang tinggi [10].

### **2.1.3 Internet of Things**

*Internet of Things* adalah jenis sistem komputasi baru dimana perangkat elektronik kecil yang dilengkapi dengan sensor digunakan untuk mendeteksi lingkungan operasi sistem bersama-sama dengan data dari sumber lain. Menentukan tindakan yang harus diambil sesuai dengan standar yang sudah ditentukan pengguna untuk meningkatkan nilai hasil atau membuat fitur baru sistem. Otomatisasi biasanya menjadi salah satu tujuan penerapan *Internet of Things* baik di rumah maupun di lingkungan pekerjaan. *Smart Farming* merupakan pengaplikasian *Internet of Things* untuk menanam, memantau hingga memanen

tanaman dengan potensi menghemat sumber daya manusia ataupun sumber daya lainnya. serta sistem kontrol dan pengumpulan informasi yang lebih akurat tentang lingkungan penanaman [11].



**Gambar 2. 2 *Internet of Things***

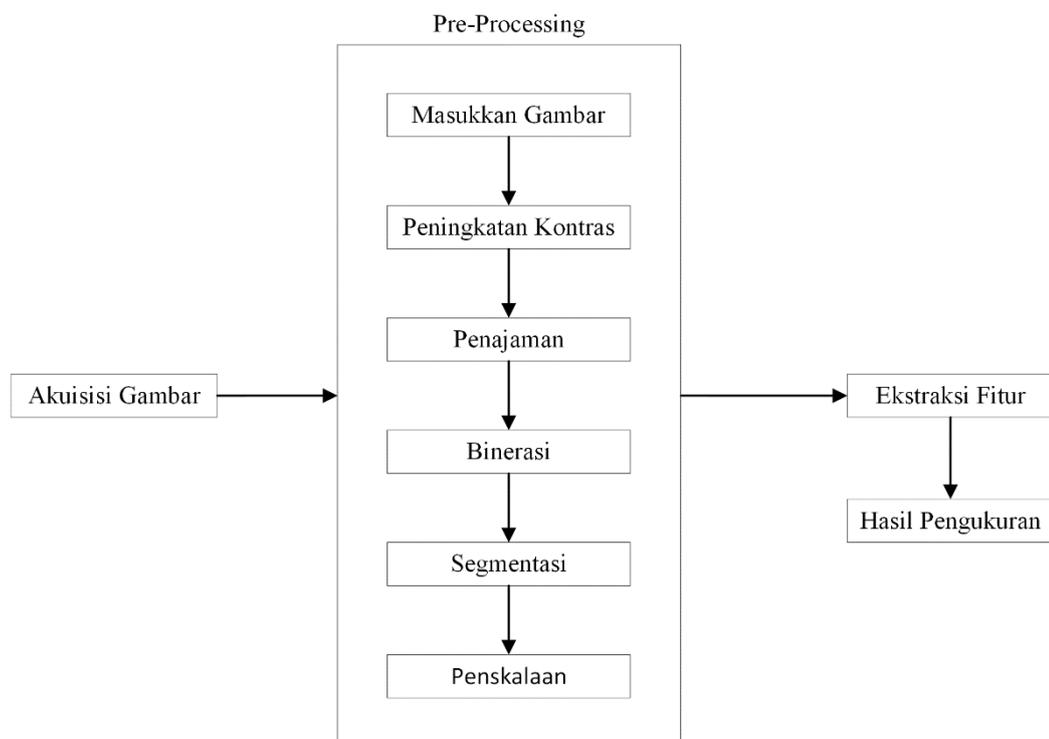
*Internet of Things* muncul sebagai isu besar di Internet. Diharapkan bahwa miliaran hal fisik atau benda akan dilengkapi dengan berbagai jenis sensor yang terhubung ke internet melalui sebuah jaringan serta dukungan teknologi seperti tertanam sensor dan aktualisasi, frekuensi radio Identifikasi (RFID), jaringan sensor nirkabel, real-time dan layanan web. IoT sebenarnya cyber fisik sistem atau jaringan dari jaringan. Dengan jumlah besar hal / benda dan sensor / aktuator yang terhubung ke internet, besar-besaran dan dalam beberapa kasus aliran data real-time akan otomatis dihasilkan oleh hal-hal yang terhubung dan sensor. Dari semua kagegiatan yang ada dalam IoT adalah untuk mengumpulkan data mentah yang benar dengan cara yang lebih efisien, tetapi yang lebih penting adalah untuk menganalisis dana mengolah data mentah menjadi sebuah informasi yang lebih berharga [12].

IoT secara garis besar merupakan gabungan dari sensor yang sudah di rangkai menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan beberapa macam topologi jaringan, radio *frequency identification* (RFID), *wireless* sensor network dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhannya [12].

### 2.1.4 Image Processing

Pengolahan citra atau *image processing* adalah suatu sistem dimana proses dilakukan dengan memasukkan (*input*) berupa citra (*image*) dan hasilnya (*output*) juga berupa citra (*image*). Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer, serta munculnya ilmu-ilmu komputer yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra maka *image processing* tidak dapat dilepaskan dengan bidang *computer vision*.

Metode *image processing* baru-baru ini telah terbukti menjadi alat yang andal dan hemat biaya untuk digunakan berbagai bidang termasuk dibidang pertanian. Untuk misalnya, perangkat lunak pengolah citra digital, seperti ImageJ, LAMINA, Macf-IJ, dan Lamina2-shape, telah dikembangkan untuk mengukur dimensi daun [13].



**Gambar 2. 3 Image Processing**

#### 2.1.4.1 Image Preprocessing

Untuk mengambil informasi dari *pixel* yang ada pada gambar, setiap komponen pada sistem pengenalan karakter dirancang untuk mengurangi jumlah data. Langkah pertama adalah *image preprocessing* yang bertujuan untuk mengubah intensitas *pixel* gambar agar mudah digunakan pada proses selanjutnya. Tahapan yang dilakukan dalam *image preprocessing* adalah *grayscale* dan *binerasi*.

##### 1. Grayscale

*Grayscale* adalah suatu citra dimana nilai dari setiap *pixel* merupakan *sample* tunggal. Citra yang ditampilkan dari citra jenis ini terdiri atas warna abu-abu, bervariasi pada warna hitam pada bagian yang intensitas terlemah dan warna putih pada intensitas terkuat.

##### 2. Binerasi

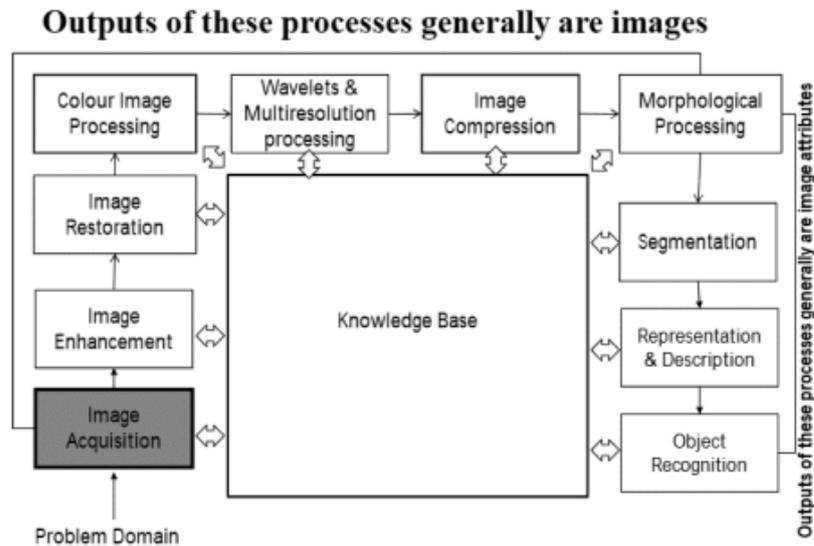
Binerasi adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk obyek dan *background* dari citra secara jelas. Input untuk proses *thresholding* adalah *grayscale image*. *Output* dari proses ini adalah *binary image*.

#### 2.1.5 Citra Digital

Citra digital merupakan gambar yang terdiri atas matriks dua dimensi yang bisa diolah oleh komputer yang terdiri dari titik-titik yang dinamakan piksel. Setiap piksel digambarkan sebagai satu kotak kecil pada sebuah citra. Piksel merupakan wujud dari refleksi intensitas cahaya pada citra. Dalam hubungan matematis antara matriks citra dapat ditulis sebagai  $f(x,y)$  yang selanjutnya akan mendefinisikan sistem koordinat pada sebuah citra [14].

Secara general terbagi atas dua kategori metode pengolahan citra, yaitu metode yang masukan dan keluarannya gambar dan metode yang masukannya adalah gambar namun keluarannya merupakan ekstraksi dari gambar tersebut.

Beberapa proses dasar dalam pengolahan citra dapat dilihat pada gambar 2.4 , adalah sebagai berikut [4]:



**Gambar 2. 4 Citra Digital**

1. *Image Acquisiton*

Tahap ini merupakan proses aawal dalam pengolahan citra, secara sederhana dapat diatikan sebagai pengambila gambar dalam bentuk digital.

2. *Image enchancement*

*Enhancement* merupakan proses manipulasi gambar agar hasilnya lebih sesuai dengan kebutuhan dibandingkan dengan gambar aslinya. Teknik dan pengaplikasiannya pun sangat beragam. Contohnya, peningkatan kualitas gambar satelit.

3. *Image Restoration*

Metode ini digunakan untuk memperbaiki penampilan gambar, proses ini lebih objektif dan berbasis pada model matematika dari degradasi gambar.

4. *Color Image Processing*

Area ini telah menjadi salah satu proses penting karena peningkatan gambar digital di internet. Warna digunakan sebagai dasar fitur ekstraksi suatu gambar, sehingga sangat berguna diberbagai aplikasi.

#### 5. *Wavelets dan Image Transformation*

Proses *waveless* merepresentasikan gambar dalam bermacam-macam derajat resolusi. Tak hanya *wavelets*, transformasi *fourier* dan beberapa transformasi lain juga banyak dilakukan dalam pengolahan citra.

#### 6. *Compression*

Dalam prose ini, teknik pengurangan kuota penyimpanan atau *bandwith* adalah kunci.

#### 7. *Morphological Process*

Dalam pengolahan gambar, matematisal morphology digunakan untuk mengidentifikasi dan mengekstraksi gambar berbasis pada ciri bentuk dalam gambar. Proses morfologi adalah alat ekstraksi citra yang dapat digunakan dalam representasi dan deskripsi suatu objek. Salah satu kegunaannya yaitu mengurangi *noise* pada gambar.

#### 8. *Segmentation*

Segmentasi adalah satu proses pemecahan gambar menjadi beberapa elemen atau wilayah. Gambar yang telah di segmentasi disebut *foreground* dan sisanya adalah *background*.

#### 9. *Feature Extraction*

Ekstraksi ini mengikut keluaran dari segmentasi yang biasanya merupakan *raw* piksel *data*. Tahap ini terdiri dari fitur dan deskripsi fitur. Deteksi fitur dimaksudkan untuk menemukan fitur suatu bagian pada gambar digital, sedangkan deskripsi fitur untuk memberikan atribut kuantitatif pada fitur yang di deteksi.

#### 10. *Image Pattern Classification*

Proses ini berguna untuk menandai suatu objek berdasarkan deskripsi fiturnya dengan sebuah label.

### 2.1.6 Algoritma *K-Means*

Algoritma *K-Means* merupakan suatu algoritma *partitional*, karena *K-Means* didasarkan pada penentuan jumlah kelompok awal dengan mendefinisikan nilai centroid awalnya terlebih dahulu. Ide dasar dari algoritma *K-Means* adalah

mengelompokkan objek-objek yang paling dekat dengannya dengan cara mengelompokkan titik-titik  $K$  pada ruang tersebut [5] Hasil segmentasi algoritma  $K$ -Means dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2. 5 Hasil Segmentasi K-Means**

Dalam penyelesaiannya, Algoritma  $K$ -Means menghasilkan *centroid* yang menjadikan target dari algoritma  $K$ -Means. Setelah iterasi  $K$ -Means selesai, Proses klasifikasi dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat jarak antar objek, dan setiap objek dalam dataset merupakan anggota *cluster*. Nilai *cluster* ditentukan dengan mencari seluruh objek untuk menemukan *cluster* yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut [15].

### 2.1.7 PHP

PHP (*Hypertext Preprocessor*) yaitu bahasa pemrograman yang digunakan secara luas untuk penanganan pembuatan dan pengembangan sebuah situs web dan bisa digunakan bersamaan dengan HTML.

PHP bersifat *server-side*, artinya bahasa terbentuk *script* yang disimpan dan dijalankan di komputer *server* (WebServer) sedang hasilnya yang dikirimkan ke komputer *client* (WebBrowser) dalam bentuk *script* HTML (*Hypertext Mark up Language*) [16]. Berikut pada gambar 2.6 merupakan tag yang digunakan untuk menandai awal dan akhir bahasa pemrograman PHP:

<pre>&lt;?php ..... ..... ?&gt;</pre>	<pre>&lt;? ..... ..... ?&gt;</pre>
<pre>&lt;% ..... ..... %&gt;</pre>	<pre>&lt;script language="PHP"&gt; ..... ..... &lt;/script&gt;</pre>

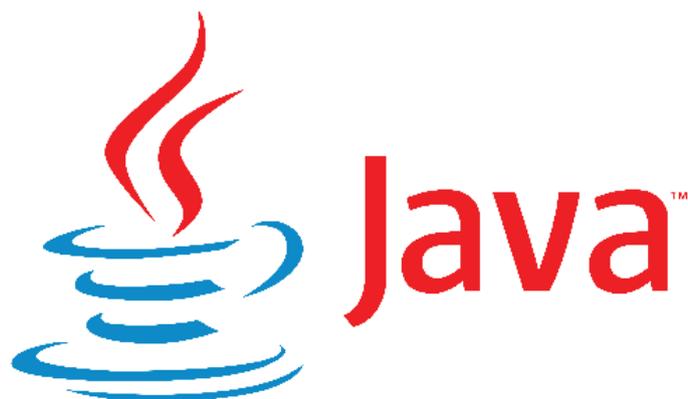
**Gambar 2. 6 Tag Pemrograman PHP**

Dalam Penggunaannya PHP memiliki beberapa keuntungan diantaranya:

1. Cenderung Mudah Dipelajari.
2. PHP bersifat *Open-Source*.
3. Kompabilitas dengan banyak pilihan Database.
4. *Multi-platform*.
5. Fleksibilitas tinggi.

### 2.1.8 Java

Java adalah bahasa pemrograman yang dirancang tidak tergantung kepada platform alias platform *independent*, sehingga program yang ditulis di bahasa pemrograman java idealnya harus bisa dijalankan di semua sistem operasi.



**Gambar 2. 7 Logo Pemrograman Java**

Karena itu Java membutuhkan JRE atau *runtime environment* java yang tersedia untuk banyak sistem operasi, sehingga JRE ini memberikan ruang hidup bagi pemrograman java.

Java sedari awal didisain untuk memanfaatkan dependensi implementasi seminimal mungkin. Karenanya aplikasi java mampu berjalan di beberapa platform sistem operasi yang berbeda. Artinya program java hanya perlu ditulis sekali saja, dan bisa dijalankan di berbagai platform sistem operasi seperti Linux, dan Windows tanpa perlu menulis ulang program.

Yang dianggap paling sukar dalam bahasa pemrograman java adalah menginstal infrastruktur pemrograman. Karena ada banyak hal yang perlu diinstal terlebih dahulu. Namun, untungnya saat ini sudah terdapat banyak tool yang langsung memudahkan bahasa pemrograman java, misalnya Eclipse dan Netbeans. Keduanya selain memudahkan pemrograman, juga menyediakan tool perancangan GUI (*Graphical Unit Interface*) yang lengkap. [17].

### 2.1.9 Python

Python merupakan bahasa pemrograman interpretatif yang dianggap mudah dipelajari dan berfokus pada keterbacaan kode. Dengan kata lain, Python dianggap sebagai bahasa pemrograman dengan kode pemrograman yang sangat jelas, lengkap, dan mudah dipahami [18].



**Gambar 2. 8 Logo Pemrograman Python**

Dalam kasus ini, Python akan digunakan sebagai bahasa pemrograman utama yang proses perancangannya akan diimplementasikan kedalam IDE Spyde untuk pengontrolan serta *user interface* [19].

Python didistribusikan dengan beberapa lisensi yang berbeda dari beberapa versi. Namun, pada prinsipnya python dapat diperoleh dan dipergunakan secara bebas bahkan untuk kepentingan komersial. Lisensi Python tidak bertentangan baik menurut definisi *Open Source* maupun *General Public License* (GPL).

#### 2.1.10 MYSQL

Dalam bahasa SQL pada umumnya merupakan sebuah informasi yang tersimpan dalam tabel-tabel yang secara logika merupakan struktur dua dimensi, struktur tersebut terdiri dari baris (*row* atau *record*) dan kolom (*column* atau *field*). Sedangkan dalam sebuah database dapat terdiri dari beberapa tabel.

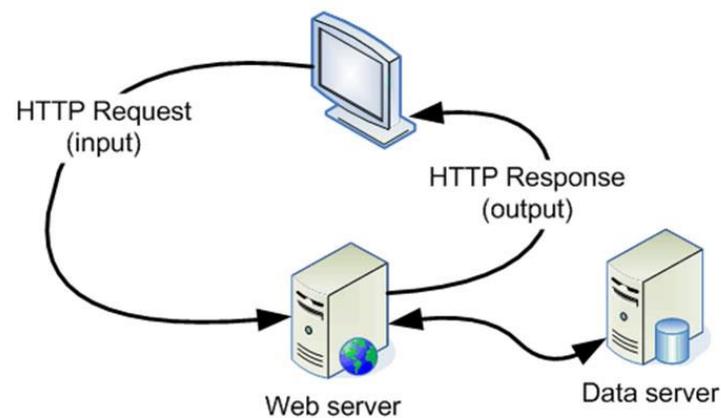


**Gambar 2. 9 Logo MySQL**

MySQL server adalah RDBMS (*relational database management system*) yang dapat menangani data yang bervolume ukuran besar. MySQL merupakan program database yang dapat mengirim dan menerima data dengan sangat cepat serta dapat digunakan lebih dari hanya 1 (satu) pengguna. MySQL memiliki dua bentuk lisensi, yaitu *free software* dan *shareware* [20].

### 2.1.11 Web Server

Web Server Merupakan *Software* yang memberikan layanan data yang berfungsi menerima permintaan HTTP atau HTTPS dari klien yang dikenal dengan browser web dan mengirimkan kembali hasilnya dalam bentuk halaman-halaman web yang umumnya berbentuk dokumen HTML. Cara kerja sebuah WebServer dapat dilihat pada gambar 2.10, sebagai berikut:



**Gambar 2. 10 Cara Kerja WebServer**

Web Server menunggu permintaan dari *client* yang menggunakan browser seperti Netscape Navigator, Internet Explorer, Mozilla, dan program browser lainnya. Jika ada permintaan dari browser, maka *web server* akan memproses permintaan itu kemudian memberikan hasil prosesnya berupa data yang diinginkan kembali ke *browser* [16].

### 2.1.12 Aktuator Motor DC

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang didesain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu.



**Gambar 2. 11 Motor DC (*Direct Current*)**

Pada pengendalian kecepatan motor DC dengan metode umpan balik, masukan dari sistem adalah kecepatan. Masukan ini kemudian dibandingkan dengan kecepatan motor DC yang sebenarnya. Selisih dari masukan dan kecepatan sebenarnya menghasilkan kesalahan (*Error*). Kesalahan inilah yang akan dikompensasi oleh pengendali. Untuk mengetahui kecepatan motor DC yang sebenarnya, perlu ditambahkan sensor kecepatan. Sensor ini dapat berupa *rotary encode* yang menghasilkan pulsa-pulsa yang frekuensinya sebanding dengan kecepatan putar motor DC [21].

### **2.1.13 Mikrokontroler dan Sensor**

#### **2.1.9.1 Mikrokontroler Raspberry Pi 4**

Mikrokontroler Raspberry Pi 4 merupakan SBC (*Single Board Computer*) yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi dengan fungsi yang mirip dengan komputer pada umumnya. Oleh karena itu, Raspberry Pi juga disebut sebagai mini-PC. Prosesor SOC (*System on Chip*) pada Raspberry Pi menggunakan arsitektur ARM (*Advance RISC Machine*) yang cocok untuk aplikasi berdaya rendah. Model Raspberry Pi yang digunakan pada penelitian ini adalah Raspberry Pi Model 4 [4].



**Gambar 2. 12 Raspberry Pi 4**

Dalam kasus ini Raspberry Pi 4 akan melakukan pengolahan citra digital dari citra yang telah diambil oleh kamera *webcam*.

#### **2.1.9.2 Kamera Webcam**

Kamera *webcam* merupakan perangkat kamera digital yang dapat dihubungkan ke perangkat keras komputer atau laptop.



**Gambar 2. 13 Kamera Webcam**

Dengan menggunakan Sistem Operasi Raspbian, pengguna dapat mengatur kamera sesuai kebutuhan. Misal, mengatur ISO, AWB, *Framerate*, dan lain sebagainya. Kamera *webcam* ini juga memiliki *sensor*

yang baik sehingga dapat mengambil gambar dengan kualitas yang cukup baik.

## **2.2 Studi Penelitian Terdahulu**

### **2.2.1 Pengolahan Citra pada sistem pertumbuhan daun sawi metode hidroponik *wick***

Pada penelitian ini objek tumbuhan yang digunakan merupakan tanaman sawi, karena sawi memiliki bentuk daun yang beraturan. Metode hidroponik ini menggunakan metode sistem *wick* atau sistem sumbu. Pada penelitian ini akan digunakan segmentasi citra untuk proses pengolahan citra tersebut. Metode segmentasi citra yang digunakan yaitu *thresholding*. Pengambilan gambar daun sawi dilakukan tampak dadri atas dengan menggunakan kamera modul Arducam dan ESP32 yang akan mengunggah gambar melalui *wi-fi* yang sudah dihubungkan antara komputer dan ESP32. Lalu gambar tersebut di proses menggunakan MATLAB sebagai *Software* untuk melakukan proses pengolahan citra.

Proses pengolahan citra akan menghasilkan nilai luas area dari objek yang berupa daun sawu tampak atas, nilai luas area tersebut yang merupakan nilai piksel yang akan ditampilkan di *platform IoT* yaitu *thingspeak*. Hasil dari penelitian ini diharapkan akan membantu mempermudah pamantauan pertumbuhan daun sawi.

Hasil pengujian 100 data atau *sample* daun sawi dengan membandingkan luas area piksel dari nilai RGB yang sebenarnya dan nilai RGB yang telah ditentukan memiliki nilai *error* yaitu 0.679%. Konversi data dari piksel ke cm memiliki *error* yaitu 0,7% [6].