

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Pada penelitian Nanda Salsabila Nadhifa, Analisa Pengaruh Intensitas Cahaya Lampu *Light Emitting Diode* Warna Pada Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus Tricolor*) Di Dalam Ruangan. Pada penelitian ini menggunakan metode yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan lahan pertanian adalah dengan menerapkan sistem pertanian dalam ruangan yaitu metode hidroponik. Dalam hal ini, sistem pertanian dalam ruangan memungkinkan pemantauan intensitas cahaya dan pola pencahayaan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman bayam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari perbedaan intensitas cahaya lampu yang diterima oleh tanaman pada pertumbuhan tanaman bayam di dalam ruangan [8].

Pada penelitian Calvien Pradipta Giovannie, “Sistem Penyiraman Dan Pencahayaan Pada Kebun Pintar Menggunakan Teknologi Berbasis Context Aware”. Sistem otomatis ini dirancang untuk alat bercocok tanam di dalam rumah menggunakan sensor kelembaban tanah (*Soil Moisture Sensor*) dan sensor *DHT11*. Sistem pencahayaan akan memberikan cahaya tambahan kepada tanaman dengan menggunakan lampu *Growth LED (Light Emitting Diode)* yang telah diatur sesuai suhu yang terbaca oleh sensor *DHT11*. Setelah Sensor *Soil Moisture* membaca tingkat kelembaban tanah (basah atau kering), mikrokontroler akan mengirim perintah ke *relay* untuk mengaktifkan pompa air agar melakukan penyiraman. Selanjutnya, lampu *Growth LED* akan menyala sesuai dengan suhu yang telah diatur sebelumnya. Pada penelitian ini diharapkan alat kebun pintar dengan Sistem Penyiraman dan pencahayaan otomatis ini dapat membantu dalam pertumbuhan tanaman untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif [9].

Dari kedua penelitian diatas dimana pada penelitian Nanda Salsabila Nadhifa menggunakan lampu *LED* sebagai alternatif pengganti cahaya matahari agar tanaman tetap bisa melakukan proses fotosintesis. Pada penelitian Calvien Pradipta Giovannie dengan judul “Sistem Penyiraman dan Pencahayaan Pada Kebun Pintar Menggunakan Teknologi Berbasis *Context Aware*” yang

menggunakan sensor kelembapan (*soil moisture sensor*) dan sensor *DHT11* sehingga pada sistem pencahayaan untuk membantu memberi pencahayaan bantuan pada tanaman dengan menggunakan lampu *Growth LED* yang telah diatur pada suhu yang diatur oleh *DHT11*.

Pada penelitian Fina Octalini, “Desain dan Implementasi Sistem Pengaturan Warna Dan Intensitas Cahaya Pada Sayur Bayam Berbasis Android”. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanaman yang diberi intensitas cahaya merah tinggi mencapai tinggi maksimal 12.1 cm, tanaman yang diberi intensitas cahaya biru tinggi mencapai tinggi maksimal 9.8 cm, tanaman yang diberi intensitas cahaya hijau tinggi mencapai tinggi maksimal 11.6 cm, dan tanaman yang diberi intensitas cahaya gabungan tinggi mencapai tinggi maksimal 10.9 cm. Selain itu, pengendalian dan pemantauan dapat dilakukan melalui aplikasi Android tanpa batasan jarak selama pengguna terhubung dengan internet [10].

Pada penelitian Riva S. Nababan, “Pengujian Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Tanaman Jagung Dalam Ruangan”. Pada penelitian ini menjelaskan bahwa cahaya lampu memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Pada intensitas cahaya 1127 lux, rata-rata tinggi tanaman jagung mencapai 44,2 cm, dengan diameter batang rata-rata 15,7 mm, panjang daun rata-rata 32,55 cm, dan lebar daun rata-rata 5,37 cm. Pada intensitas rendah 78 lux, rata-rata tinggi tanaman jagung adalah 34 cm, dengan diameter batang rata-rata 10,6 mm, panjang daun rata-rata 27,73 cm, dan lebar daun rata-rata 4,03 cm. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya berhubungan langsung dengan parameter yang diukur dari pertumbuhan tanaman jagung. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman jagung, pertumbuhannya akan lebih baik [5].

Dari kedua penelitian diatas dimana pada penelitian Fina Octalini menggunakan lampu *LED RGB* untuk tanaman di dalam ruangan dimana jika tanaman menerima cahaya merah, batangnya akan tumbuh lebih tinggi ketika intensitas cahayanya lebih besar. Jika tanaman menerima cahaya biru, pertumbuhan batangnya akan melambat. Pada saat yang sama, jika tanaman menerima cahaya hijau dengan intensitas yang lebih besar, batangnya akan tumbuh lebih tinggi, meskipun tidak setinggi ketika tanaman menerima cahaya merah. Namun, jika tanaman bayam diberi intensitas cahaya yang terdiri dari kombinasi merah, biru,

dan hijau, pertumbuhannya akan semakin baik seiring dengan peningkatan intensitas cahaya yang diberikan. Hal ini disebabkan oleh kerja sama klorofil dalam memaksimalkan proses fotosintesis pada tanaman bayam. Pada penelitian Riva S. Nababan ditemukan bahwa semakin cahaya lampu *LED* sangatlah berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman jagung.

Pada penelitian Antonius Novianto, “Pengaruh Variasi Sumber Cahaya *LED* Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) Dengan Sistem Budidaya Hidroponik Rakit Apung”. Budidaya dalam ruangan merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah yang timbul di lahan, terutama dalam hal intensitas cahaya yang kurang memadai bagi pertumbuhan tanaman selada. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan daya optimal lampu *LED* serta pengaruh penggunaan lampu *LED* cahaya putih dan *grow light* terhadap pertumbuhan tanaman selada dengan sistem budidaya hidroponik rakit apung. Penelitian ini dilakukan di laboratorium benih Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana. Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAK) dengan enam perlakuan, yaitu: 100 watt *grow light*, 200 watt *grow light*, 300 watt *grow light*, 100 watt cahaya putih, 200 watt cahaya putih, dan 300 watt cahaya putih. Setiap perlakuan diulang empat kali. Parameter yang diamati meliputi jumlah daun, diameter tajuk, berat berangkasan basah tajuk, berat berangkasan basah akar, klorofil a, klorofil b, total klorofil, dan luas daun. Intensitas cahaya dalam perlakuan dilakukan di dalam kotak dengan ukuran 1x1 meter yang ditempatkan dalam ruangan gelap [3].

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 Tanaman Selada**

Tanaman selada merupakan tanaman yang tidak tahan terhadap curah hujan yang tinggi, oleh karena itu penanaman selada kurang optimal pada musim hujan. Dalam menanam selada harus memperhatikan beberapa kondisi lingkungan yang ideal untuk mendapatkan hasil panen yang optimal. Tanaman Selada dipanen 10-20 hari setelah di tanam. Selada (*Lactuca sativa*) termasuk dalam kelompok sayuran yang banyak mengandung zat gizi seperti vitamin dan mineral [11].

Tanaman selada di budidayakan dengan tujuan untuk diambil daunnya yang kemudian dimanfaatkan sebagai lalapan, bahan tambahan dalam masakan, dan hiasan pada hidangan. Selada juga kaya akan berbagai kandungan gizi dan vitamin, termasuk kalsium, fosfor, zat besi, serta vitamin A, B, dan C. Penting untuk secara teliti mengamati dan mengatur intensitas cahaya, suhu, durasi pencahayaan, dan jarak penempatan lampu saat menanam selada di bawah cahaya buatan. Hal ini bertujuan untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal dan kualitas yang baik [12].



**Gambar 2.1 Tanaman Selada [13]**

Pada Gambar 2.1 terdapat hasil gambar tanaman selada. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan tanaman selada biasanya berkisar antara 15°C hingga 25°C. Tanaman selada juga membutuhkan cahaya yang cukup, baik sinar matahari langsung maupun cahaya buatan yang sesuai. Ketersediaan air yang cukup dan penyiraman yang teratur juga penting, tetapi tanaman selada tidak menyukai tanah yang terlalu basah atau tergenang air. Nutrisi yang tepat, seperti nitrogen dan kalium, juga diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan yang sehat. Pengelolaan hama dan penyakit juga penting untuk menjaga kesehatan tanaman selada.

Tanaman selada sangat populer di Indonesia karena kaya akan nutrisi. Selada merupakan jenis sayuran daun yang digemari oleh masyarakat karena memiliki kandungan gizi yang tinggi. Dalam setiap 100 gram selada, terdapat sekitar 15 kalori, 1,20 gram protein, 0,2 gram lemak, 2,9 gram karbohidrat, 540 SI vitamin A, 0,04 mg vitamin B, dan 94,80 gram air. Selada juga mengandung berbagai senyawa seperti antosianin, flavonoid, saponin, tanin, fenolik, steroid, triterpenoid, dan alkaloid. Karena kandungan gizi yang melimpah, selada sering digunakan sebagai lalapan atau menjadi bagian dalam hidangan seperti burger dan salad [3].

### **2.2.2 Artificial Lighting**

*Artificial Lighting* atau pencahayaan buatan adalah teknik bercocok tanam dimana tanaman selada ditanam dalam ruangan atau *greenhouse* dan mendapatkan cahaya buatan yang disediakan oleh lampu. Dalam budidaya tanaman dengan pencahayaan buatan, intensitas cahaya dan spektrum cahaya mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan hasil panen tanaman. Dengan memilih intensitas cahaya dan spektrum cahaya yang optimal, dapat menciptakan kondisi pencahayaan yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Pencahayaan buatan ini dimaksudkan untuk menggantikan atau menambahkan cahaya matahari yang tidak mencukupi. Pencahayaan buatan ini memungkinkan tanaman selada untuk tumbuh dan berkembang dengan baik, meskipun tidak mendapatkan cahaya matahari secara langsung [14].

*Light Emitting Diode (LED)* adalah perangkat elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. *LED* terbuat dari bahan semikonduktor. Keunggulan *LED* meliputi harga yang terjangkau, umur yang panjang karena dapat beroperasi pada suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan lampu pijar, dan konsumsi daya yang rendah [15]. Prinsip kerja *LED* untuk menghasilkan cahaya melibatkan aliran arus searah DC (*Direct Current*) melalui persimpangan p-n pada bahan semikonduktor. Terminal positif dari sumber daya terhubung ke bagian p *LED*, sementara terminal negatif terhubung ke bagian n *LED*. Saat elektron mengalir dan bertemu dengan lubang, terjadi rekombinasi antara muatan positif (lubang) dan muatan negatif (elektron), melepaskan energi dalam bentuk foton [16].

Lampu Neon adalah jenis lampu yang menghasilkan cahaya melalui proses ionisasi gas dalam tabung. Cahaya yang ditampilkan oleh lampu Neon adalah cahaya *fluorescence*, yaitu cahaya yang dihasilkan oleh molekul yang terstimulasi oleh radiasi elektromagnetik [17].

### **2.2.3 Spektrum Cahaya**

Cahaya adalah bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 375 nm hingga 700 nm di udara atau ruang terbuka. Setiap panjang gelombang di dalam rentang tersebut diinterpretasikan oleh otak manusia sebagai warna, dengan panjang gelombang terpanjang (frekuensi paling rendah) dianggap sebagai warna merah, sedangkan panjang gelombang terpendek

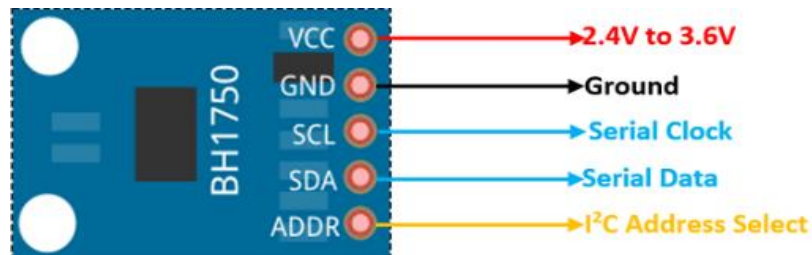
(frekuensi paling tinggi) dianggap sebagai warna *violet*. Cahaya dengan panjang gelombang di bawah 400 nm dan di atas 800 nm tidak dapat terlihat oleh manusia dan disebut sebagai ultraviolet pada batas panjang gelombang pendek dan inframerah pada batas panjang gelombang terpanjang. Cahaya memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Tanaman menggunakan energi cahaya untuk melakukan *fotosintesis*, tetapi hanya sekitar 0,5 hingga 2% dari total energi cahaya yang tersedia yang digunakan dalam proses ini. Energi yang diterima oleh tanaman melalui cahaya dipengaruhi oleh kualitas panjang gelombang, intensitas, dan durasi paparan cahaya [18].

#### **2.2.4 Arduino IDE**

*Integrated Development Environment (IDE)* adalah perangkat lunak untuk menulis program ke dalam memori mikrokontroler [19]. Bahasa pemrograman yang sering digunakan pada Arduino *IDE* adalah Bahasa pemrograman C dan C++. Arduino *IDE* menyertakan pustaka standart dan juga pustaka tambahan yang memungkinkan pengguna untuk dengan lancar mengakses fungsi-fungsi yang telah dibuat sebelumnya. Arduino *IDE* dapat diunduh secara gratis dari situs web arduino dan dapat diinstal di berbagai sistem operasi, termasuk *Windows*, *macOS*, dan *Linux*. Karena kemudahan penggunaannya, antar muka yang sederhana dan mudah dimengerti pada Arduino *IDE* memudahkan akses bagi pemula maupun pengembang berpengalaman. Hal ini menciptakan lingkungan yang nyaman untuk mengembangkan proyek tanpa menghadapi kendala teknis yang signifikan. Arduino *IDE* sangat populer di kalangan pengembang perangkat keras dan perangkat lunak, terutama dalam pengembangan sistem otomasi, robotika, dan *Internet of Things (IoT)* [20].

#### **2.2.5 Sensor Cahaya BH-1750**

Sensor Cahaya BH1750 adalah sensor intensitas cahaya menggunakan antarmuka komunikasi *I2C (Inter-Integrated Circuit)* untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler



**Gambar 2.2 Sensor Bh-1750**

Pada gambar 2.2 terdapat gambar sensor BH1750. Sensor intensitas cahaya BH-1750 merupakan sebuah *IC (Integrated Circuit)* sensor yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya dengan memiliki satuan ukuran berupa nilai lux. Sensor ini bekerja dengan prinsip mengukur jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan sensor dan mengonversikannya menjadi nilai digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Sensor BH-1750 menggunakan protocol *I2C* untuk komunikasi dengan mikrokontroler. Jangkauan sensor BH-1750 cukup lebar yaitu pada mode terang 1 hingga 65,535 lux dan pada mode redup 4 hingga 65,535 lux. Sensor intensitas cahaya BH-1750 memiliki resolusi yang baik dalam mode terang, yaitu sekitar 0,5 lux, sedangkan dalam mode redup resolusinya lebih rendah. Sensor intensitas cahaya BH-1750 bekerja pada tegangan 3,3v – 5v. Ada berbagai pustaka dan contoh kode yang tersedia untuk mengintegrasikan sensor BH1750 dengan berbagai platform mikrokontroler. Serta modul sensor intensitas cahaya BH-1750 memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

- Sensor memiliki konsumsi arus yang sangat kecil yaitu 0,12mA.
- Sensor BH-1750 dapat mengukur intensitas cahaya hingga 65535
- Sensor ini menggunakan protokol komunikasi *I2C* untuk mengirimkan data ke mikrokontroler.
- Dapat dikonversi dari analog ke digital.
- Kisaran suhu pengoperasian sensor mulai dari suhu -40 hingga suhu 85 C [21].

### 2.2.6 Komunikasi Serial *I2C*

*I2C* adalah sebuah protokol komunikasi yang mendukung adanya beberapa bus master, dan hanya menggunakan dua sinyal yaitu *SDA (Serial Data)* dan *SCL (Serial Clock)*, yang keduanya dapat berfungsi sebagai pengirim dan penerima. *I2C*

memungkinkan pembentukan jaringan bus dengan beberapa perangkat yang dapat dihubungkan melalui dua jalur sinyal (*SDA* dan *SCL*). Jaringan *I2C* bisa beroperasi dalam mode *master-slave*, dengan satu perangkat berperan sebagai master yang memulai komunikasi, dan perangkat lain berperan sebagai pengikut yang merespons perintah dari master. Sinyal *SCL* digunakan sebagai sinyal *clock* dan penundaan, sementara sinyal *SDA* digunakan untuk mengirimkan data dan alamat. Perangkat *slave* hanya akan mengirimkan data ketika diminta oleh master. Setiap perangkat yang terhubung melalui bus *I2C* memiliki alamat yang spesifik untuk membedakan antara satu perangkat dengan perangkat lainnya pada bus *I2C* yang sama [22].

### **2.2.7 *Internet of Things***

*Internet of Things (IoT)* adalah teknologi yang berkaitan dengan pengembangan konsep transfer data. Dengan adanya *IoT*, proses transfer data dapat dilakukan secara otomatis tanpa intervensi manusia. Setiap perangkat dalam system dapat saling berkomunikasi berdasarkan program dan sistem komunikasi yang telah dirancang oleh manusia [23]. *Internet of Things* adalah sebuah sistem yang menggunakan jaringan internet dan komputer yang terintegrasi dalam perangkat sehari-hari dengan memanfaatkan sensor atau perangkat teknologi lainnya [11].

*Internet of Things (IoT)* adalah konsep di mana objek dapat mengirimkan dan menerima data melalui jaringan internet tanpa keterlibatan manusia. *IoT* telah mengalami pertumbuhan yang pesat, terutama karena kemajuan dalam teknologi nirkabel, sistem *MEMS (Micro-Electromechanical Systems)*, dan teknologi lainnya. *IoT* dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk sistem keamanan rumah pintar, sistem pemcahayaan buatan dan sebagainya.

*Internet of Things* mengacu pada perangkat dan objek yang terhubung satu sama lain melalui jaringan internet, yang memungkinkan pengendalian dan pemantauan dari lokasi mana pun selama terdapat koneksi internet. Dalam konsep ini, peralatan dan benda-benda tersebut dilengkapi dengan kemampuan untuk berkomunikasi dan berbagi data, serta dapat dikontrol atau dipantau melalui aplikasi atau perangkat lain yang terhubung ke internet [24].

Menggabungkan mousepad dengan mikrokontroler *ESP32* ke dalam jaringan *Internet of Things (IoT)* memberikan kesempatan untuk meningkatkan



kemampuan dan interaksi mousepad. Dengan menghubungkan mousepad ke *IoT*, dapat digunakan untuk berinteraksi dengan perangkat lain dalam jaringan

*Blynk* adalah platform *Android* yang digunakan untuk mengendalikan modul Arduino, Raspberry Pi, Wemos, dan modul sejenis melalui internet. Aplikasi ini sangat mudah digunakan terutama bagi pemula. Membuat proyek di aplikasi ini sangatlah sederhana, hanya membutuhkan waktu kurang dari 5 menit dengan metode *drag-and-drop*. *Blynk* tidak terbatas pada modul atau papan tertentu. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat mengendalikan berbagai perangkat secara jarak jauh dari mana saja selama terhubung dengan internet. Konsep ini umumnya dikenal sebagai *Internet of Things (IoT)* [25].



**Gambar 2.3** Aplikasi *Blynk*

Aplikasi blynk dengan ikon seperti pada gambar 2.3, dapat digunakan sebagai *platform IoT* untuk desain perangkat elektronika sederhana. Aplikasi dapat menjalankan sistem kendali jarak jauh ketika perangkat terhubung dengan internet sehingga memungkinkan untuk membuat project mikrokontroler sederhana berbasis *IoT*.

### **2.2.8 Mosfet**

*Mosfet* adalah singkatan dari *Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor* merupakan transistor yang sangat umum digunakan dalam elektronika digital dan analog. *Mosfet* adalah perangkat semikonduktor yang mengontrol aliran arus listrik antara sumber (*source*) dan drain (*drain*) melalui medan listrik yang dihasilkan oleh tegangan pada gate (gerbang). Berikut adalah beberapa komponen utama dari *Mosfet*:

*Metal* (Logam): Ini adalah lapisan logam yang digunakan untuk menghubungkan sumber daya dengan sumber (*source*) atau drain (*drain*). *Oxide* (Oksida): Lapisan oksida tipis terletak di antara gerbang (*gate*) dan substrat semikonduktor, biasanya

silikon. Lapisan ini bertindak sebagai isolator elektrik yang memisahkan gerbang dari substrat. *Semiconductor* (Semikonduktor): Ini adalah bahan semikonduktor yang biasanya terbuat dari silikon. Ketika *Mosfet* diaktifkan dengan menerapkan tegangan pada gerbang, medan listrik yang dihasilkan di dalam semikonduktor mengendalikan aliran arus antara sumber dan drain.

### 2.2.9 *QoS (Quality of Service)*

Kualitas layanan *Quality of Service (QoS)* mengacu pada teknologi apa pun yang mengelola lalu lintas data untuk mengurangi kehilangan paket, latensi, dan jitter pada jaringan. *QoS* mengontrol dan mengelola sumber daya jaringan dengan menetapkan prioritas untuk jenis data tertentu di jaringan. Jaringan perusahaan perlu menyediakan layanan yang dapat diprediksi dan terukur saat aplikasi (seperti suara, video, dan data yang sensitif terhadap penundaan) melintasi jaringan. Organisasi menggunakan *QoS* untuk memenuhi persyaratan lalu lintas aplikasi yang sensitif, seperti suara dan video *real-time*, dan untuk mencegah penurunan kualitas yang disebabkan oleh kehilangan paket, penundaan, dan jitter. Organisasi dapat mencapai *QoS* dengan menggunakan alat dan teknik tertentu, seperti *buffer jitter* dan pembentukan lalu lintas. Bagi banyak organisasi, *QoS* disertakan dalam perjanjian tingkat layanan (*SLA*) dengan penyedia layanan jaringan untuk menjamin tingkat kinerja tertentu. *Delay (Latency)* adalah waktu yang dibutuhkan data untuk melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan. Keterlambatan dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kemacetan atau juga waktu pemrosesan yang lama [26].

### 2.2.10 *Error*

*Error* adalah perbedaan antara nilai yang diukur atau diperkirakan dengan nilai sebenarnya atau yang diharapkan. Dalam konteks pengukuran, *error* dapat didefinisikan sebagai perbedaan antara nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya atau nilai referensi yang diketahui. *Error* dinyatakan dalam bentuk persentase [26].

Berikut ini rumus dari persentase *error*:

$$\text{Error} = \frac{\text{Nilai sensor} - \text{Nilai alat ukur}}{\text{Nilai alat ukur}} \times 100\% \quad (2.1)$$

### 2.2.11 Akurasi

Akurasi adalah nilai rasio dari data *tweet* yang berhasil terdeteksi dengan benar dalam data pengujian. Dalam kata lain, akurasi adalah nilai yang menunjukkan tingkat berdekatan antara nilai prediksi sistem dengan nilai prediksi dilakukan oleh manusia. Ini juga mengindikasikan sejauh mana hasil prediksi sistem mendekati apa yang akan dihasilkan oleh manusia jika dilakukan secara manual. Dengan kata lain, semakin tinggi akurasi, semakin baik sistem dapat mencocokkan prediksi dengan apa yang akan dilakukan oleh manusia. Rasio data *tweet*, di sisi lain, adalah perbandingan antara jumlah *tweet* dalam kategori tertentu dengan total jumlah *tweet* dalam dataset [27].

$$\text{Akurasi} = \left( \frac{\text{Nilai pembacaan sensor}}{\text{Nilai pembacaan alat ukur}} \times 100\% \right) \quad (2.2)$$