

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Landasan teori dari pembangunan sistem ini menguraikan teori-teori dasar untuk proses analisis sistem serta mendukung proses rancang bangun alat otomasi dan sistem *monitoring* pertumbuhan tanaman tomat ceri pada *greenhouse*.

2.1.1 Greenhouse

Greenhouse merupakan suatu bangunan untuk budidaya tanaman yang memiliki struktur atap dan dinding tembus cahaya. Sedangkan berdasarkan SNI No. 7604 tahun 2010 *Greenhouse* merupakan struktur bangunan yang menyerupai rumah tertutup dengan fungsi sebagai wadah pertumbuhan tanaman yang sesuai dengan kebutuhan lingkungan tumbuh tanaman.

Kelebihan wadah tanaman dengan sistem tertutup (*indoor*) yaitu: melindungi tanaman dari terpaan angin dan hujan, terhindar dari serangan hama, menjaga kualitas tanaman, dan dapat mengontrol jadwal tumbuh tanaman. Penggunaan *greenhouse* di daerah tropis banyak digunakan untuk mengontrol suhu, tekanan udara dan energi cahaya matahari. Pada lingkungan tropis, *greenhouse* dapat melindungi tanaman dari intensitas hujan yang berlebih maupun intensitas cahaya matahari yang terlalu banyak. Dengan suhu udara lingkungan yang tidak terlalu ekstrim, dalam aplikasinya *greenhouse* di daerah tropis memiliki konstruksi yang lebih sederhana dengan kontrol relatif sedikit [10].

2.1.2 Hidroponik

Hidroponik adalah metode menanam tanaman yang tidak membutuhkan tanah. Penggunaan metode hidroponik bergantung pada kandungan nutrisi tanaman yang diberikan pada air. Manfaat dari sistem hidroponik termasuk penggunaan lahan dan pupuk yang lebih efisien serta air. Selain itu, ini mencakup hasil yang lebih tinggi, kuantitas dan kualitas produksi yang lebih tinggi, penggunaan yang

lebih bersih, lebih efisien, dan pengendalian hama dan penyakit yang lebih mudah. Untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal, perlu dilakukan pemeriksaan rutin untuk menjaga kandungan hara, pH, dan kadar air. Namun, metode hidroponik bisa menjadi tidak efisien ketika petani tidak melakukan pemantauan secara intensif. Meskipun hidroponik merupakan teknik alternatif untuk diterapkan di lahan yang terbatas untuk bercocok tanam, kompleksitas perawatan menjadi penyebab metode ini belum banyak diterapkan di bidang pertanian [11].

2.1.3 *Grow Light*

LED *grow light* memiliki panjang gelombang cahaya. dari 380 nanometer (nm) disebut sinar ultraviolet, hingga 880 nm disebut sinar infra merah. Tumbuhan membutuhkan cahaya tampak dengan spektrum dari 400 nm hingga 700 nm. Penyerapan klorofil mengarah pada pengembangan spektrum yang kuat antara 390 nm dan 510 nm. Spektrum 610nm - 700nm adalah spektrum utama fotosintesis. Cahaya merah gelap pada rentang spektral 700nm – 730nm sangat baik untuk proses pembungaan. Dari spektrum di atas, berbagai jenis lampu tumbuh LED dibuat, baik untuk tanaman umum maupun yang dirancang untuk tanaman tertentu [12].



Gambar 2.1 *Grow Light*

Grow light digunakan untuk membantu menerangi tanaman hidroponik. Tanaman hidroponik membutuhkan cahaya selama 14-16 jam, sehingga sinar matahari saja tidak cukup. *Grow light* menggunakan lampu tegangan tinggi, seperti LED. Warna cahaya lampu pertumbuhan tanaman akan disesuaikan dengan warna sinar ultraviolet yang digunakan tanaman untuk fotosintesis [13].

2.1.4 Tomat Ceri



Gambar 2.2 Tomat Ceri

Tomat ceri adalah salah satu tanaman sayuran paling populer. Ini karena vitamin dan mineral yang ada di dalam buah. Tomat ceri mengandung protein, karbohidrat, Ca, Fe, Mg, vitamin C, vitamin A, fosfat dan potasium. Selain kandungan yang baik untuk tubuh, tumbuhan ini juga memiliki fungsi estetika. Tanaman tomat ceri memiliki buah yang lebih kecil dari tomat biasa, buahnya tersusun rata dan memiliki warna yang menarik [14].

2.1.5 Fase Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan vegetatif dan generatif adalah proses penting dalam siklus hidup setiap jenis tumbuhan. Pertumbuhan vegetatif adalah penambahan volume, jumlah, bentuk dan ukuran organ-organ vegetatif seperti daun, batang dan akar yang dimulai dari terbentuknya daun pada proses perkecambahan hingga awal terbentuknya organ generatif. Sedangkan pertumbuhan generatif adalah pertumbuhan organ generatif yang dimulai dengan terbentuknya primordia bunga hingga buah masak. Kedua proses dan fase pertumbuhan ini ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan, tempat tumbuh tanaman sehingga terdapat perbedaan masa dan fase antar jenis, varietas dan lingkungan yang berbeda [15].

2.1.6 Arduino Mega 2560

Arduino adalah platform prototipe elektronik sumber terbuka berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino adalah untuk seniman, desainer, dan siapa saja yang tertarik untuk membuat objek atau lingkungan interaktif.

Komponen utama pada *board* Arduino adalah 8-bit dengan *branding* ATmega yang diproduksi oleh Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan jenis ATmega yang berbeda tergantung spesifikasinya, misalnya Arduino Uno menggunakan ATmega328, sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih kompleks menggunakan ATmega2560 [16].



Gambar 2.3 Arduino Mega 2560

<i>Microcontroller</i>	ATmega2560
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7 – 12V
<i>Input Voltage (limit)</i>	6 – 20V
<i>Digital I/O Pins</i>	54
<i>Analog Input Pins</i>	16
<i>DC Current per I/O Pin</i>	20 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB
<i>SRAM</i>	8 KB
<i>EEPROM</i>	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
<i>LED_BUILTIN</i>	13

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560

2.1.7 ESP32-CAM

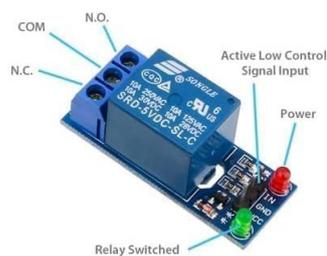
Modul ESP32-CAM merupakan sebuah board mikrokontroler yang dilengkapi dengan Wi-Fi dan bluetooth serta dilengkapi dengan kamera OV2640 yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, contohnya untuk CCTV, mengambil gambar dan sebagainya.



Gambar 2.4 ESP32-CAM

2.1.8 Relay

Relay adalah perangkat dengan sistem elektromagnetik yang terdiri dari dua bagian utama, elektromagnet (coil) dan mekanisme (satu set kontak switching). Relay bekerja dengan menggerakkan saklar elektronik sehingga dapat menghantarkan listrik pada tegangan yang lebih tinggi dengan arus yang kecil (low power) [13].

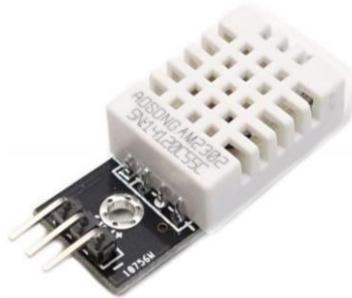


Gambar 2.5 Relay 1 channel

2.1.9 Sensor DHT22

Komponen untuk pendeteksi suhu dan kelembapan udara yang digunakan yaitu sensor DHT22. DHT22 merupakan sensor pengukur suhu dan kelembapan relatif dengan keluaran berupa sinyal digital serta memiliki 4 pin yang terdiri dari power supply, data signal, null, dan ground [14]. DHT22 memiliki akurasi yang

lebih baik daripada DHT11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4% dan kelembapan 18% [17].



Gambar 2.6 Sensor DHT22

2.1.10 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik yang ditempatkan pada elemen rangkaian sistem digunakan untuk mendeteksi ukuran objek yang diamati. Emisi ultrasonik akan dipantulkan dan dideteksi kembali dalam jangka waktu tertentu. Durasi ini akan diolah kemudian diformulasikan dan diubah menjadi nilai jarak [18], [19].



Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik

2.1.11 Valve Solenoid

Valve solenoid / kumparan digunakan untuk mengatur katup / solenoida dengan menyesuaikan daya input. Katup solenoida digunakan sebagai katup otomatis dalam sistem hidrolik atau pneumatik untuk mengatur aliran fluida ke aktuator. Jika koil diberi energi sesuai dengan tegangan operasi, gaya magnet

2.1.13 Sensor pH Meter

Pengukur pH terdiri dari elektroda (probe pengukur) yang terhubung ke elektronik untuk mengukur dan menampilkan pH. Prinsip kerja utama pH meter adalah probe sensor berupa elektroda kaca mengukur jumlah ion H_3O^+ dalam larutan. Ujung elektroda kaca adalah lapisan kaca bundar (bohlam) setebal 0,1 mm. Bohlam dipasangkan dengan silinder kaca atau plastik yang ramping dan tidak konduktif. Inti sensor pH terletak pada permukaan gelembung kaca dan memiliki kemampuan untuk menukar ion positif (H^+) dengan larutan terukur [21].



Gambar 2.10 Sensor pH Meter

2.1.14 Sensor Suhu Air DS18B20



Gambar 2.11 Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu tahan air. Sensor suhu DS18B20 memiliki kisaran suhu pengoperasian $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Meskipun sensor ini dapat membaca hingga $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, tidak disarankan melebihi $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (gunakan penutup kabel PVC). Sensor DS18B20 juga tahan air (*waterproof*). Dapat digunakan untuk mengukur suhu di tempat yang sulit dijangkau atau lembab. Karena output data dari

produk ini adalah data digital. Oleh karena itu sensor ini sangat cocok digunakan untuk mengukur suhu air [22].

2.1.15 *Flowchart*

Flowchart adalah penggambaran grafis dari langkah-langkah program dan urutan proses. *Flowchart* membantu analis dan *programmer* memecah masalah menjadi potongan-potongan kecil dan membantu menganalisis alternatif lain yang sedang berjalan [23].

1. *Flowchart* Sistem

Flowchart sistem adalah diagram yang menunjukkan alur kerja atau operasi yang dilakukan di seluruh sistem dan menjelaskan urutan proses dalam sistem. Dengan kata lain, *flowchart* adalah gambaran grafis dari urutan kombinasi program yang membentuk sistem.

Flowchart sistem terdiri dari data yang mengalir melalui sistem dan proses yang mengubah data tersebut. Data dan proses dalam *flowchart* sistem dapat digambarkan secara *online* (langsung terhubung ke komputer) atau *offline* (tidak langsung terhubung ke komputer, seperti mesin tik, mesin kasir, atau kalkulator).

2. *Flowchart* Dokumen

Flowchart Dokumen melacak aliran data yang ditulis melalui sistem. Bagan alur alur kerja administrasi sering disebut sebagai bagan alur dokumen.

Tujuan utamanya adalah untuk melacak aliran formulir sistem dan laporan dari satu bagian ke bagian lain dan bagaimana aliran formulir dan laporan diproses, dicatat, dan disimpan.

3. *Flowchart* Skematik

Flowchart skema mirip dengan diagram alir sistem yang menggambarkan sistem atau proses. *Flowchart* skematis ini tidak hanya menggunakan simbol *flowchart* standar, tetapi juga gambar komputer, periferal, tabel, atau perangkat lain yang digunakan dalam sistem.

Flowchart skematik digunakan sebagai alat komunikasi antara analis sistem dan mereka yang tidak terbiasa dengan notasi bagan alur tradisional.

Menggunakan gambar daripada simbol diagram alir menghemat waktu yang dihabiskan orang untuk mempelajari simbol abstrak sebelum mereka dapat memahami diagram alir.

Gambar-gambar ini mengurangi kemungkinan terjadinya salah tafsir terhadap sistem yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap simbol-simbol yang digunakan. Gambar juga memudahkan pengamat untuk memahami apa yang dimaksud analisis, sehingga hasilnya lebih menyenangkan dan bebas dari kesalahpahaman.

4. *Flowchart* Program

Flowchart program dihasilkan dari bagan alur sistem. *Flowchart* program menggambarkan secara lebih rinci bagaimana setiap langkah dari suatu program atau proses sebenarnya dilakukan. *Flowchart* ini menunjukkan setiap langkah dari suatu program atau proses dalam urutan yang tepat di mana mereka terjadi.

Programmer menggunakan *flowchart* program untuk menggambarkan urutan instruksi untuk program komputer. Analisis sistem menggunakan *flowchart* program untuk menggambarkan urutan tugas kerja dalam suatu proses atau operasi.

5. *Flowchart* Proses

Flowchart proses adalah teknik gambar teknik industri yang menguraikan dan menganalisis langkah selanjutnya dalam suatu program atau sistem.

Flowchart proses digunakan oleh insinyur industri untuk meneliti dan mengembangkan proses manufaktur. Dalam analisis sistem, *flowchart* ini dapat digunakan secara efektif untuk melacak alur laporan atau formulir.

2.1.16 *Object Oriented Programming (OOP)*

Object Oriented Programming (OOP) adalah paradigma baru dalam rekayasa perangkat lunak berbasis objek dan kelas. Para ahli mengakui bahwa berorientasi objek saat ini merupakan metodologi terbaik dalam rekayasa perangkat lunak. Orientasi Objek melihat perangkat lunak sepotong demi sepotong, menggambarkan bagian dalam suatu objek.

Teknologi objek menganalogikan dengan sistem aplikasi berorientasi objek dalam kehidupan nyata. Dengan demikian, keunggulan teknologi objek adalah model yang dibuat akan sangat mirip dengan dunia nyata, yang permasalahannya akan diselesaikan oleh sistem yang dibangun. Model objek, properti dan pemrosesannya dapat diambil langsung dari objek dunia nyata [24].

2.1.17 UML (*Unified Modeling Language*)

Unified Modeling Language (UML) adalah alat untuk memvisualisasikan dan mendokumentasikan hasil analisis dan desain yang mencakup sintaks dari sistem pemodelan visual. Ini juga merupakan seperangkat konvensi pemodelan yang digunakan untuk mendefinisikan atau mendeskripsikan sistem perangkat lunak sehubungan dengan objek.

Komponen atau notasi UML diturunkan dari 3 (tiga) notasi yang sudah ada sebelumnya yaitu Grady Booch, OOD (*Object Oriented Design*), Jim Rumbaugh, OMT (*Object Modeling Technique*) dan Ivar Jacobson OOSE (*Object Oriented Software Engineering*) [24].

Pada UML edisi kedua ini terdiri dari tiga kategori, dan terdapat 13 macam diagram, yaitu:

A. Struktur Diagram

Menguraikan elemen spesifikasi dimulai dengan kelas, objek, dan hubungan mereka, dan kemudian dilanjutkan dengan mendokumentasikan arsitektur logis dari sistem. Struktur diagram dalam UML terdiri atas :

1. *Class Diagram*

Class diagram menggambarkan struktur statis kelas dalam sistem, dan menggambarkan atribut, operasi, dan hubungan antar kelas. *Class diagram* membantu memvisualisasikan struktur kelas sistem dan merupakan jenis diagram yang paling banyak digunakan. Selama fase desain, *class diagram* berperan dalam menangkap struktur semua kelas yang membentuk arsitektur sistem yang dibuat.

2. *Object Diagram*

Object diagram mengilustrasikan kejelasan dan pewarisan kelas, dan terkadang digambar saat merencanakan kelas, atau untuk membantu pemangku kepentingan non-pemrograman yang mungkin menganggap diagram kelas terlalu abstrak.

3. *Component Diagram*

Component diagram menjelaskan struktur fisik kode, memetakan tampilan logis kelas proyek ke kode aktual yang mengimplementasikan logika tersebut.

4. *Deployment Diagram*

Deployment diagram menguraikan arsitektur fisik perangkat lunak, perangkat keras, dan artefak sistem. *Deployment diagram* dapat dianggap sebagai akhir dari ruang lingkup kasus penggunaan, yang menggambarkan bentuk fisik sistem daripada diagram konseptual tentang bagaimana pengguna dan perangkat berinteraksi dengan sistem.

5. *Composite Structure Diagram*

Composite structure diagram mirip dengan *class diagram*, tetapi menggambarkan bagian individu daripada seluruh kelas. Kita dapat menambahkan konektor untuk menghubungkan dua atau lebih bagian dalam asosiasi atau ketergantungan.

6. *Package Diagram*

Package diagram sering digunakan untuk menggambarkan organisasi tingkat tinggi dari proyek perangkat lunak. Atau dengan kata lain, buat grafik ketergantungan paket untuk setiap paket di pohon model.

B. *Behavior Diagram*

Menggambarkan ciri-ciri behavior/metode/ fungsi dari sebuah sistem atau *business process*. *Behavior diagram* dalam UML terdiri atas :

7. *Use case diagram*

Diagram yang mendeskripsikan aktor, *use case*, dan hubungannya sebagai urutan operasi yang memberikan nilai terukur bagi aktor. Kasus

penggunaan direpresentasikan sebagai elips horizontal dalam *use case diagram* penggunaan UML.

8. *Activity diagram*

Menggambarkan aktivitas, objek, status, transisi status, dan peristiwa. Dengan kata lain, diagram alur kerja aktivitas menggambarkan perilaku sistem sehubungan dengan aktivitas

9. *State machine diagram*

Menggambarkan state, transisi state dan event.

C. *Interaction Diagram*

10. *Communication Diagram*

Mirip dengan *sequence diagram*, tetapi *communication diagram* juga digunakan untuk memodelkan perilaku dinamis dari *use case*. Dibandingkan dengan *sequence diagram*, *communication diagram* lebih fokus menunjukkan kolaborasi objek daripada *time series*.

11. *Interaction Overview Diagram*

Interaction overview diagram berfokus pada penggambaran aliran kontrol interaksi, dan *node* adalah interaksi atau peristiwa interaksi.

12. *Sequence Diagram*

Sequence diagram menjelaskan interaksi objek secara kronologis. Singkatnya, diagram urutan adalah deskripsi langkah demi langkah termasuk urutan kronologis (urutan) perubahan logis yang harus dialami sesuatu berdasarkan *use case diagram*.

13. *Timing Diagram*

Timing diagram di UML didasarkan pada diagram urutan perangkat keras yang awalnya dikembangkan oleh insinyur listrik.

2.1.18 *Object Detection*

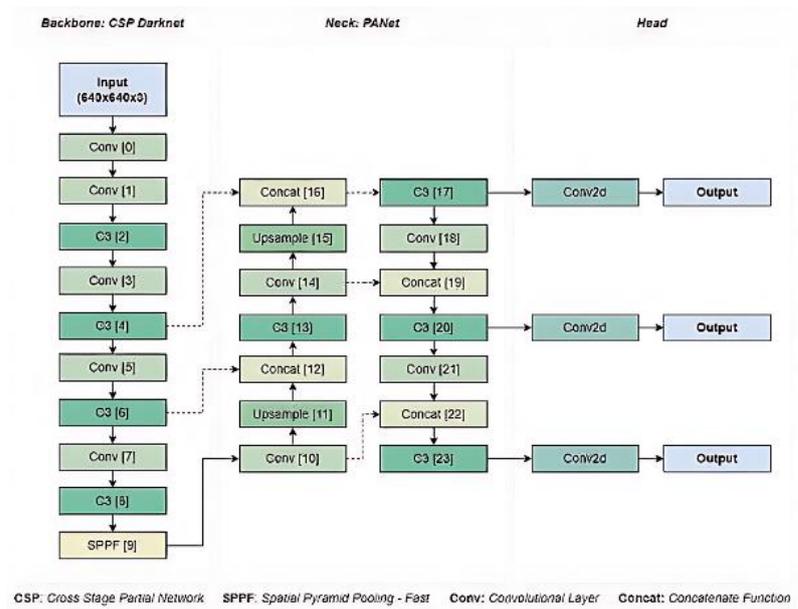
Object Detection adalah teknologi komputer yang terkait dengan visi komputer dan pemrosesan gambar yang berhubungan dengan mendeteksi *instance* objek semantik dari kelas tertentu (seperti manusia, bangunan, atau mobil) dalam gambar dan *video digital*. Domain yang dideteksi dengan baik dari objek deteksi

termasuk deteksi wajah dan deteksi pejalan kaki. Deteksi objek memiliki aplikasi di banyak bidang penglihatan komputer, termasuk pengambilan gambar dan pengawasan video [25].

2.1.19 *Faster R-CNN*

Pengembangan You Only Look Once sudah mencapai versi ke-5 yang memiliki akurasi lebih baik dari versi sebelumnya. YOLO V5 memiliki sembilan model pra-pelatihan, memberikan opsi untuk menyetel perangkat keras yang akan digunakan agar dapat berjalan dengan baik pada perangkat keras yang sudah tersedia. Model pra-pelatihan YOLO versi 5 dibagi menjadi empat versi: YOLOv5s, YOLOv5m, YOLOv5l dan YOLOv5x. Pembagian ini didasarkan pada ukuran model. Keakuratan ukuran terbesar lebih tinggi, dan waktu pendeteksian gambar juga akan meningkat.

Teknik yang digunakan dalam input YOLO V5 meliputi mosaic data enhancement, adaptive anchor, calculation, dan adaptive image scaling. Teknologi yang digunakan dalam "Backbone" tertanam dalam focus structure dan CSP (Common Space Pattern) structure. Teknologi yang digunakan di bagian "neck" tertanam dalam FPN+PAN structure; in prediction, GIoU_Loss digunakan sebagai pengganti metode perhitungan IoU biasa [26].



Gambar 2.12 Arsitektur YOLO v5