

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas tentang teori berkaitan dengan penelitian dari peneliti-peneliti sebelumnya, Penelitian ini akan dibuat dengan adanya teori pendukung yang digunakan, berikut merupakan beberapa teori pendukung yang akan digunakan.

2.1. Bayam Jepang

Bayam jepang/horenso (*Spinacia oleracea L.*) merupakan salah satu jenis produk hortikultura sayuran daun introduksi yang masuk ke Indonesia. Tanaman bayam jepang/horenso pada daerah dengan ketinggian 1000-1200 mdpl. Namun, masih bisa ditanam pada dataran ketinggian kurang dari 1000 mdpl. dengan suhu udara 15°C-30°C. Tanaman bayam jepang/horenso dapat tumbuh pada daerah dengan ketinggian 1000-1200 mdpl dengan suhu udara 15°C-30°C [15]. Bayam jepang/horenso tumbuh dengan baik pada kelembaban tanah 63-84%, kondisi ini dapat meningkatkan pertumbuhan pucuk dan akar tanaman bayam jepang/horenso [18]. Tananam bayam jepang saat usia panen 30-35 rata-rata memiliki bobot 5-10 gram tergantung dari tingkat pertumbuhan tanaman [16].

Pada penilitan Simanjuntak, dan Heddy(2018) yang berjudul “Respon Tanaman Horenso (*Spinacia Oleracea L.*) Terhadap Media Serbuk Sabut Kelapa (*Cocopeat*) dan Pupuk Cair Kotoran Kelinci”. Pertumbuhan tanaman bayam jepang/horenso dipengaruhi oleh media tanam. Media tanam pada penelitian ini adalah tanah, tanah+*cocopeat*, dan *cocopeat* [1]. Respon dari pertumbuhan bayam jepang menunjukkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada **Tabel 2. 1** dan **Tabel 2. 2**.

Tabel 2. 1 Rerata Tinggi Tanaman [1]

Hari Tanam	Media Tanam		
	Tanah	Tanah + <i>Cocopeat</i>	<i>Cocopeat</i>
7 HST	5.31 cm	7.24 cm	6.23 cm
14 HST	6.98 cm	9.96 cm	7.94 cm
21 HST	9.24 cm	13.27 cm	16.97 cm
28 HST	11.90 cm	16.97 cm	13.25 cm

Tabel 2. 2 Rerata Jumlah Daun [1]

Hari Tanam	Media Tanam		
	Tanah	Tanah + <i>Cocopeat</i>	<i>Cocopeat</i>
7 HST	2.65 helai	3.72 helai	3.2 helai
14 HST	4.03 helai	5.07 helai	4.27 helai
21 HST	5.33 helai	6.91 helai	5.46 helai
28 HST	6.76 helai	8.76 helai	7.01 helai

2.2. Fertigasi Tetes

Fertigasi merupakan kependekan dari fertilasi (pemupukan) dan irigasi (pengairan) yang bertujuan untuk pendistribusian pupuk cair dan air. Pemupukan dan pengairan sangat penting untuk perawatan tanaman. Dengan sistem fertigasi proses pemupukan dan pengairan lebih efisien dan hemat tenaga manusia. Sistem fertigasi dapat dilakukan dengan metode tetes untuk mengefisienkan penggunaan cairan fertigasi, sistem pendistribusian cairan fertigasi dilakukan melalui pipa

distribusi bertekanan rendah dari tangki menuju *emitter*. Pada penelitian Rosma dkk(2021) yang berjudul “Otomatisasi Sistem Fertigasi Tetes untuk Tanaman Berbasis Mikrokontroler”. Sistem fertigasi tetes dirancang bekerja berdasarkan waktu pada RTC yang telah ditentukan, nilai kelembaban tanah, dan ketersediaan cairan fertigasi pada tangki untuk mengaktifkan *water valve* melalui *SSR* berdasarkan intruksi Arduino. Pembacaan sensor waktu RTC, sensor kelembaban tanah sekitar tanaman, dan sensor *ultrasonic* pada tangki ditampilkan pada LCD. Apabila sensor waktu RTC telah mencapai waktu yang ditentukan maka Arduino akan melakukan pengecekan terhadap nilai kelembaban tanah, dan ketersediaan suplai pupuk. Jika nilai kelembaban tanah kurang dari 80% dan tangki cairan fertigasi lebih dari 11 cm yang berarti suplai tersedia maka sistem fertigasi berjalan, jika ketinggian cairan fertigasi kurang dari 11 cm maka Arduino akan menampilkan intruksi melalui LCD “Suplai habis silahkan isi cairan fertigasi”. Sistem secara otomatis akan berhenti setelah sensor kelembaban tanah menunjukkan nilai 80% atau selama 45 menit yang berarti cairan fertigasi pada tangka telah habis [8]. Pada penelitian diatas berfokus pada sistem pendistribusian cairan fertigasi, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan berfokus pada pendistribusian cairan fertigasi, rekayasa suhu udara, kelembaban tanah, pengendalian hama dengan pestisida sintetis kimia yang dapat dikendalikan dan dimonitoring dari jarak jauh.

2.3. *Internet of Things (IoT)*

Pada penelitian Jamal dkk(2021) yang berjudul “Sistem Irigasi Tetes Dengan Teknologi *Internet of Things*”. Sistem pada penelitian ini dirancang dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler dan ESP8255 sebagai pengendali utama rangkaian dan sensor *Soil Moisture*, dan dilengkapi layar

LCD untuk menampilkan kondisi tanah dan pompa. Alat bekerja berdasarkan kelembaban tanah, jika kelembaban tanah $<150\text{ADC}$ maka *Solenoid Valve* akan membuka katup, sedangkan jika nilai kelembaban tanah $>150\text{ADC}$ maka *Solenoid Valve* akan menutup katup. Data nilai kelembaban tanah ditampilkan pada aplikasi yang dibuat berdasarkan data yang diterima *thingspeak* dari sensor *Soil Moisture* melalui mikrokontroler dan ESP8255 sebagai pengendali utama. Selain itu, teknologi *Internet of Things (IoT)* dirancang untuk membantu pemantauan kondisi sistem irigasi dan kelembaban tanah oleh petani [7].

2.4. Pengkabutan

Pengkabutan adalah proses penyemprotan air bertekanan tinggi melalui *nozzle* untuk menghasilkan kabut dengan tetesan diameter 2-60 mikrometer. Pengkabutan biasa dilakukan pada *greenhouse* untuk mengatur suhu udara pada nilai tertentu untuk pertumbuhan tanaman [21]. Sistem pengkabutan lebih baik dibandingkan dengan *pad-and-fan cooling system* karena dapat mengatur suhu udara seragam [13].

Pada penelitian Gunawan, dan Ahmadi (2021) yang berjudul “Sistem Monitoring Dan Pengkabutan Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT) Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan NodeMCU dan Blynk”. Pada penelitian ini menggunakan sensor DHT11 sebagai peengukur suhu dan kelembapan untuk dikirim ke NodeMCU V3 untuk kendali sistem dan monitoring sistem. Dalam monitoring sistem pengguna harus terkoneksi internet terlebih dahulu untuk dapat melihat suhu dan kelembapan melalui aplikasi blynk, Sistem kendali bekerja ketika suhu > 30.200 maka secara otomatis akan mengeluarkan efek kabut dan led pada aplikasi Blynk akan menyala sebagai notifikasi sedang melakukan pengkabutan dan

ketika suhu ≤ 30.00 maka pengkabutan akan berhenti dan lampu led pada aplikasi blynk akan mati [22].

2.5. Pengendalian Hama dan Penyakit

Hama dan penyakit merupakan organisme yang dapat mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, bahkan kematian pada tanaman [23]. Sehingga hama dan penyakit pada tanaman harus dikendalikan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Salah satu cara pengendalian hama dan penyakit adalah memberikan pestisida sintetis kimia. Akan tetapi pemberian pestisida sintetis kimia harus diatur agar tidak meracuni apabila dikonsumsi. Pemberian pestisida sintetis kimia 20 hari sebelum panen harus dihentikan, hal ini bertujuan untuk menghindari efek residu pestisida dikonsumsi saat dimakan [23]. Sedangkan pada bayam jepang/horensa penyemprotan pestisida sintetis kimia dihentikan sekitar 10 hari sebelum panen [24].

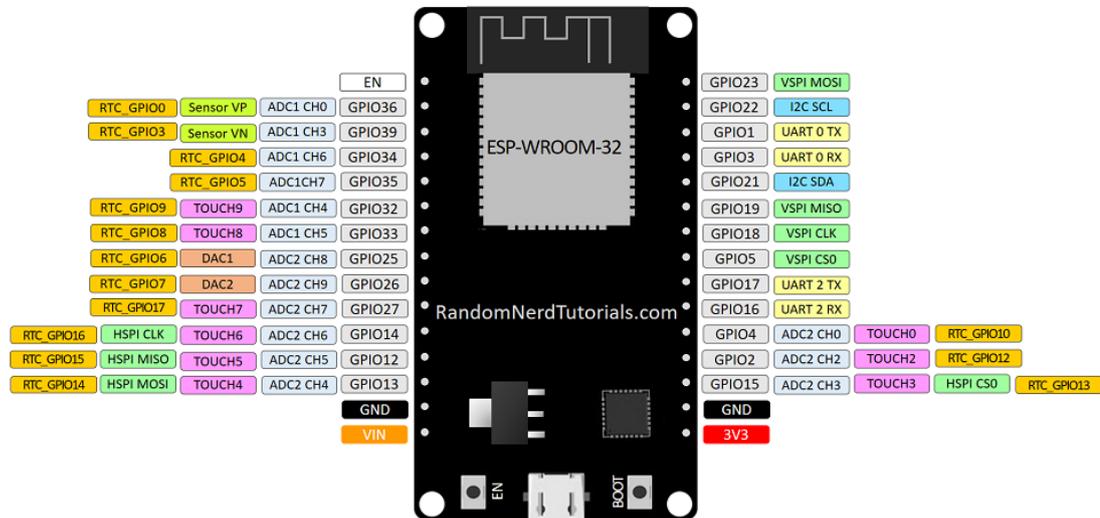
2.6. Mikrokontroler ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler yang banyak digunakan dalam proyek *Internet of Things (IoT)*. ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai periferal. Chip ini menggunakan mikroprosesor 32 bit Xtensa LX6 dual-core. Ruang alamat untuk data dan instruksi adalah 4 GB dan ruang alamat periferal 512 kB [25].

ESP32 mampu menangani banyak tugas sekaligus. Selain itu, ESP32 memiliki memori yang cukup besar dan banyak pin yang bisa digunakan untuk menghubungkan berbagai sensor dan perangkat lain. Ini membuat ESP32 sangat cocok untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pemrosesan data dan kontrol perangkat keras.

ESP32 DEVKIT V1 – DOIT

version with 30 GPIOs



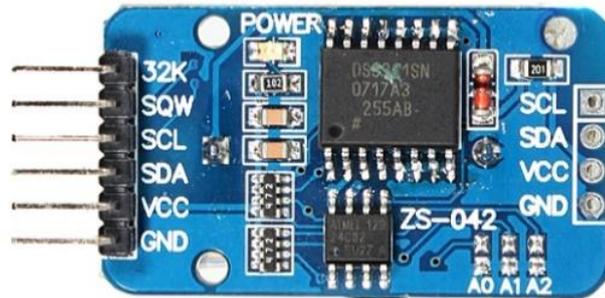
Gambar 2. 1 ESP32 [26]

Keunggulan utama ESP32 adalah konektivitas nirkabelnya. Dengan WiFi dan Bluetooth bawaan, ESP32 dapat terhubung ke internet dan perangkat lain dengan mudah. Ini memungkinkan ESP32 untuk mengirim dan menerima data secara *real-time*, sangat berguna untuk aplikasi seperti pemantauan lingkungan, otomatisasi rumah, dan pertanian pintar. Dengan semua fitur ini, ESP32 menjadi pilihan yang efisien dan andal untuk berbagai proyek IoT.

2.7. RTC DS3231

RTC DS3231 adalah modul *Real-Time Clock* (RTC) yang akurat dan efisien, dirancang untuk menjaga waktu dan tanggal yang tepat bahkan saat daya utama dimatikan. Modul ini dilengkapi dengan kristal osilator terintegrasi dan kompensasi suhu digital, yang memastikan stabilitas waktu dengan akurasi hingga ± 2 menit per tahun dari -40°C sampai $+85^{\circ}\text{C}$ [27]. DS3231 juga memiliki baterai cadangan (*backup battery*) yang memungkinkan modul ini terus beroperasi dan melacak

waktu saat sumber daya utama tidak tersedia, sehingga cocok untuk aplikasi yang memerlukan pencatatan waktu yang presisi dan berkelanjutan.



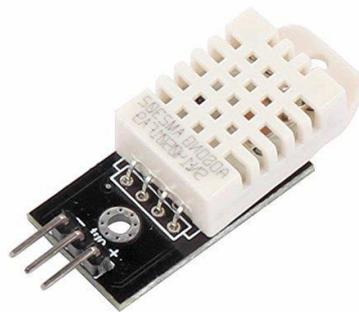
Gambar 2. 2 RTC DS3231 [28]

Selain keakuratannya, RTC DS3231 juga menawarkan berbagai fitur tambahan yang berguna untuk aplikasi embedded systems. Modul ini menyediakan alarm yang dapat diprogram, sehingga dapat digunakan untuk mengaktifkan perangkat atau mengingatkan pengguna pada waktu tertentu. Selain itu, DS3231 memiliki memori non-volatile tambahan untuk menyimpan data penting. Antarmuka komunikasi I2C memungkinkan modul ini mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, dan lainnya, menjadikannya pilihan yang populer untuk proyek-proyek seperti sistem waktu nyata, aplikasi seperti pemantauan lingkungan, otomatisasi rumah, dan pertanian pintar. Dengan kemampuan menjaga waktu yang tepat dan fitur-fitur tambahan yang fleksibel.

2.8. Sensor Suhu DHT22

DHT22 adalah sensor yang sering digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sensor ini mampu mengukur suhu dalam rentang -40 hingga 80 derajat Celsius dengan akurasi ± 0.5 derajat, dan kelembapan dalam rentang 0 hingga 100% dengan akurasi $\pm 2-5\%$ [29]. DHT22

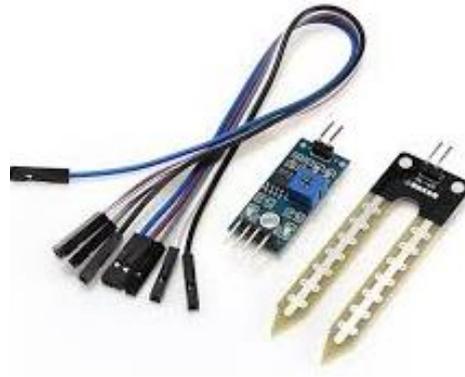
memiliki antarmuka digital satu kabel yang membuatnya mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino dan ESP32. Dengan respon cepat dan konsumsi daya yang rendah, DHT22 sering digunakan dalam aplikasi seperti pemantauan lingkungan, otomatisasi rumah, dan pertanian pintar, dan proyek-proyek IoT yang memerlukan pengukuran suhu dan kelembapan secara real-time.



Gambar 2. 3 DHT22 [30]

2.9. Sensor *Soil Moisture* YL-69

Sensor Soil Moisture YL-69 adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah [31], bisa digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pertanian pintar dan sistem irigasi otomatis. Sensor ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu probe yang dimasukkan ke dalam tanah untuk mendeteksi kadar air, dan modul kontrol yang mengubah sinyal analog dari probe menjadi data yang dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32. Data dari sensor ini dapat digunakan untuk mengatur penyiraman otomatis tanaman, memastikan bahwa mereka menerima jumlah air yang tepat, sehingga membantu dalam pengelolaan air yang efisien dan menjaga kesehatan tanaman.



Gambar 2. 4 *Soil Moisture YL-69 [32]*

2.10. LCD

LCD (Liquid Crystal Display) adalah jenis layar elektronik yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan informasi dalam bentuk teks atau grafis [33]. Layar LCD terdiri dari lapisan-lapisan polarisator yang dipolarisasi secara berbeda dan cairan kristal. LCD dalam menampilkan karakter atau gambar dengan mengontrol cahaya yang dilewatkan melalui kristal cair dengan menggunakan lapisan polarisator. LCD umumnya digunakan dalam berbagai perangkat elektronik konsumen dan industri, seperti ponsel cerdas, televisi, monitor komputer, dan perangkat mikrokontroler seperti Arduino. Keuntungan utama dari LCD meliputi konsumsi daya yang rendah, kemampuan untuk menampilkan informasi dalam format teks atau grafis dengan resolusi yang tinggi, serta kemampuan untuk bekerja dalam berbagai kondisi pencahayaan.



Gambar 2. 5 LCD [34]

2.11. Modul Relay

Modul relay adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengontrol aliran arus listrik besar menggunakan sinyal kontrol yang jauh lebih kecil [35]. Relay bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, di mana aplikasi arus ke kumparan elektromagnet di dalam relay menghasilkan medan magnet yang mengubah posisi kontak mekanis di dalamnya. Modul relay umumnya terdiri dari kumparan elektromagnet, satu atau beberapa kontak saklar (biasanya biasanya terbuka atau tertutup), dan terminal koneksi untuk sinyal kontrol dan beban listrik.



Gambar 2. 6 Modul Relay [36]

Penggunaan utama modul relay adalah untuk mengisolasi sinyal kontrol rendah tegangan (seperti dari mikrokontroler) dari sirkuit beban yang membutuhkan tegangan dan arus yang lebih tinggi (seperti lampu, motor, atau peralatan listrik lainnya). Modul relay dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk otomatisasi rumah, sistem keamanan, kendali otomatis, dan pertanian pintar. Keuntungan utama dari penggunaan modul relay adalah kemampuannya untuk mengendalikan perangkat dengan beban besar tanpa memerlukan penggantian langsung dari sinyal kontrol tegangan rendah, serta keandalannya dalam operasi jangka panjang dan isolasi yang baik antara sinyal kontrol dan beban listrik.