

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sayur Pakcoy**

Sayur Pakcoy (*Brassica rapa. L*) ialah salah satu tipe sayuran yang berjenis sawi - sawian dan mudah dibudidayakan, pakcoy pula mempunyai sebagian khasiat antara lain melindungi tekanan darah, melancarkan pencernaan dan tingkatkan imunitas badan [2]. Bentuk dari tanaman sayur Pakcoy sendiri ditunjukkan pada Gambar 2.1.

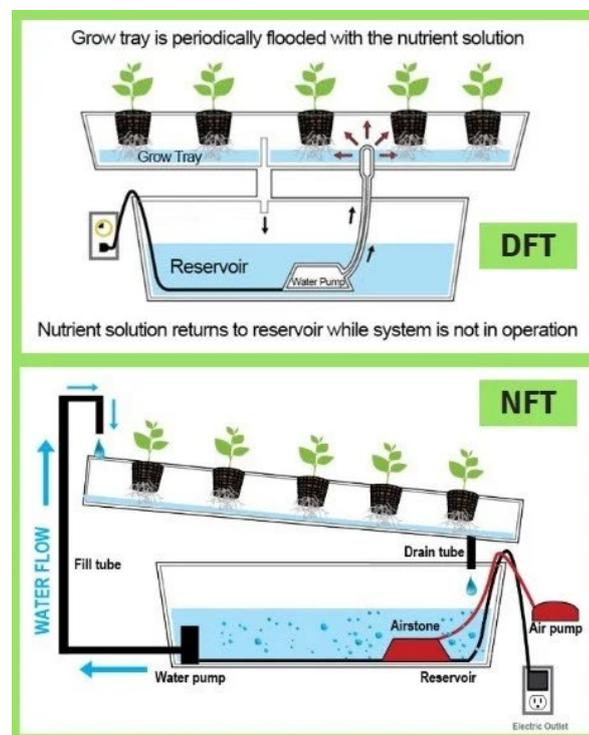


*Gambar 2. 1 Pakcoy*

Kadar PPM yang optimal bagi tanaman pakcoy sendiri berdasarkan beberapa pertimbangan seperti tinggi tanaman, lebar daun, bobot basah, serta bobot kering menggunakan konsentrasi nutrisi AB Mix berkisar sekitar 1000 PPM [7]. Sedangkan untuk kadar pH yang cocok untuk tanaman pakcoy berkisar antara 6 pH hingga 7 pH [8]. Namun dalam penelitian ini, kadar PPM serta pH akan menyesuaikan dengan kondisi air baku yang digunakan.

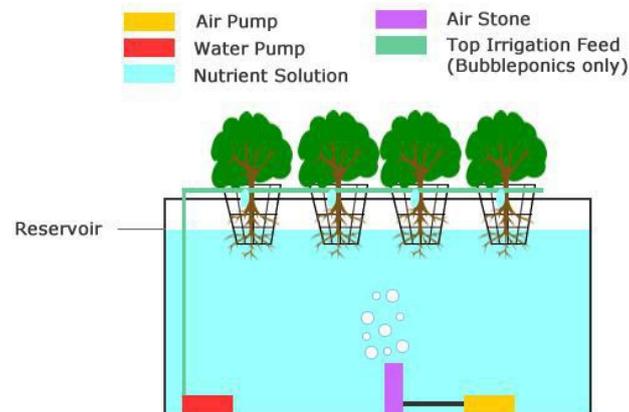
## 2.2 Hidroponik

Sistem hidroponik, atau hidroponik adalah metode tanam suatu tanaman dengan menggunakan larutan nutrisi mineral air tanpa tanah sebagai media tanam. Untuk menanam sayuran berdaun pada umumnya system hidroponik yang biasa digunakan adalah DFT (*Deep Flow Technique*) dan NFT (*Nutrient Film Technique*) [9]. Bentuk dari sistem hidroponik sendiri ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Sistem Hidroponik

*Deep flow technique* (DFT) adalah konfigurasi dari sistem tanam hidroponik dimana akar dari suatu tanaman terendam dalam air dengan kedalaman 3 hingga 4 cm dan air tersebut disirkulasikan oleh tenaga penggerak pompa dan mengandung unsur hara sesuai dengan kebutuhan tanaman yang didapat dari larutan nutrisi yang telah dicampur kedalam air. Untuk sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) sendiri ditunjukkan pada Gambar 2.3.



*Gambar 2. 3 Konfigurasi Deep Flow Technique (DFT) Hidroponik*

Beberapa model hidroponik DFT yang telah dikembangkan antara lain model meja, model piramida dan model tangga, dan model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model meja. Untuk model meja dari sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) sendiri ditunjukkan pada Gambar 2.4.



*Gambar 2. 4 Hidroponik Model Meja*

### **2.3 Arduino Mega 2560**

Arduino Mega 2560 adalah platform prototipe elektronik yang bisa dikembangkan untuk membuat suatu alat dalam berbagai bidang dan penggunaannya mudah digunakan. Bentuk dari Arduino Mega 2560 sendiri ditunjukkan dengan Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 R3 adalah mikrokontroler presisi yang bersifat *open-source* Arduino Mega menggunakan *chip* SMD ATmega2560. Mega 2560 R3 juga memiliki pin SDA dan SCL selain AREF. Selain itu, dua pin baru ditempatkan di dekat pin RESET. Salah satunya adalah IOREF, yang memungkinkan papan tambahan beradaptasi dengan voltase papan [10].

Untuk spesifikasi Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Mega 2560

| No | Nama  | Spesifikasi                                   |
|----|---|---|
| 1  | Chip Mikrokontroler                                       | ATmega2560 – 8-bit AVR family microcontroller |
| 2  | Tegangan Operasi  | 5V  |
| 3  | Tegangan Input (yang direkomendasikan, via input pin VIN) | 7-12V   |
| 4  | Analog Input Pins   | 16 (A0 – A15)                                 |
| 5  | Digital I/O Pins  | 54 (15 diantaranya menyediakan output PWM)    |
| 6  | Arus DC per pin I/O                                       | 20 mA   |
| 7  | Arus DC pin 3.3V  | 50 mA   |
| 8  | Memori Flash  | 256 KB (8 KB is used for Bootloader)          |
| 9  | SRAM  | 8 KB  |
| 10 | EEPROM  | 4 KB  |
| 11 | Frekuensi (Clock Speed)                                   | 16 MHz  |
| 12 | Jalur Komunikasi  | I2C, SPI, USART                               |

## 2.4 DHT-22

DHT-22 merupakan sebuah sensor suhu dan kelembaban seperti DHT11, namun memiliki keunggulan *output* digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh mikrokontroler. Bentuk dari DHT-22 sendiri ditunjukkan dengan Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Sensor DHT-22

DHT-22 memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat dan akurat daripada DHT-11, serta memiliki jangkauan yang lebih luas untuk pengukuran suhu dan kelembaban. DHT-22 disini digunakan untuk memonitor suhu serta kelembaban di sekitar hidroponik yang bisa berpengaruh pada pertumbuhan tanaman terutama untuk tanaman di masa penyemaian [11].

Untuk spesifikasi DHT-22 dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor DHT-22

| No | Nama                   | Spesifikasi                                       |
|----|------------------------|---|
| 1  | <i>Model</i>           | DHT22   |
| 2  | Tegangan operasi       | 3.3-6V DC   |
| 3  | Output sinyal          | Sinyal Digital <i>via single-bus</i>              |
| 4  | <i>Sensing Element</i> | <i>Polymer capacitor</i>                          |
| 5  | Jangkauan Sensor       | Kelembaban 0-100%RH; Suhu -40~80Celsius           |
| 6  | Akurasi                | Kelembaban +2%RH (Max +-5%RH); Suhu <+-0.5Celsius |
| 7  | Resolusi               | Kelembaban 0.1%RH; Suhu 0.1Celsius                |
| 8  | <i>Repeatability</i>   | Kelembaban +-1%RH; Suhu +-0.2Celsius              |
| 9  | Histerisis Kelembaban  | +0.3%RH   |

|    |                           |                              |
|----|---------------------------|------------------------------|
| 10 | Kestabilan                | +0.5%RH/tahun                |
| 11 | Waktu deteksi             | Rata-rata: 2 detik           |
| 12 | <i>Interchangeability</i> | <i>fully interchangeable</i> |

Serta untuk pin keluaran dari DHT-22 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Pinout DHT-22

| PIN | Fungsi             |
|-----|--------------------|
| 1   | VDD – Power Supply |
| 2   | DATA - Sinyal      |
| 3   | NULL               |
| 4   | GND                |

## 2.5 Sensor TDS Meter DFROBOT

Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) meter adalah sebuah sensor yang fungsinya untuk mengukur kadar kemurnian dan kandungan mineral yang terdapat pada suatu air. Bentuk dari sensor TDS Meter sendiri ditunjukkan dengan Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Sensor TDS Meter DFROBOT

Sensor TDS meter sendiri menggunakan metode *electrical conductivity* untuk mengukur kadar kemurnian dan kandungan mineral yang terdapat pada suatu air, dimana dua *probe* direndam dalam cairan atau larutan maka rangkaian pengolah sinyal akan menghasilkan keluaran yang menunjukkan nilai konduktivitas larutan dalam satuan *Part Per Million* (PPM) [12]. Disini sensor TDS meter digunakan

sebagai pengukur nilai kepekatan dalam air baku yang digunakan dalam sistem hidroponik. Untuk spesifikasi dari sensor TDS meter sendiri ditunjukkan dengan Tabel 2.4.

*Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor TDS Meter*

| No | Nama                       | Spesifikasi                             |
|----|----------------------------|---|
| 1  | <i>Model</i>               | SEN0244 Gravity Analog TDS Sensor Meter |
| 2  | Tegangan operasi           | 3.3-5.5V DC                             |
| 3  | Output tegangan            | 0-2.3V                                  |
| 4  | Arus operasi               | 3-6mA                                   |
| 5  | Jangkauan Sensor           | 0 – 1000PPM                             |
| 6  | Akurasi                    | +/-10% F.S (25 °C)                      |
| 7  | <i>Module Interface</i>    | PH2.0-3P                                |
| 8  | <i>Electrode Interface</i> | XH2.54-2P                               |

Untuk pin keluaran dari TDS Meter ditunjukkan dengan Tabel 2.5.

*Tabel 2. 5 Sensor TDS Meter*

| PIN | Fungsi                            |
|-----|-----------------------------------|
| 1   | GND                               |
| 2   | Power VCC (3.3-5.5V)              |
| 3   | A – Analog Signal Output (0-2.3V) |
| 4   | TDS – TDS Probe Connector         |
| 5   | LED – Power Indicator             |

## 2.6 Sensor pH Meter

Sensor pH meter adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur pH (derajat keasaman atau kebasaan) dalam suatu cairan. Bentuk dari sensor pH meter sendiri ditunjukkan dengan Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Sensor pH Meter

Sensor pH meter terdiri dari sebuah elektroda atau *probe* pengukur yang terhubung ke sebuah modul BNC untuk mengkonversikan nilai analog yang terukur lalu menampilkannya sebagai nilai pH air [13]. Dalam penelitian ini pH meter digunakan untuk mengukur nilai keasaman atau kebasaan dari air baku yang digunakan.

Untuk spesifikasi dari sensor pH meter ditunjukkan dengan Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Spesifikasi Sensor pH Meter

| PIN | Fungsi      |
|-----|-------------|
| 1   | A0 - Sinyal |
| 2   | 5V DC       |
| 3   | GND         |

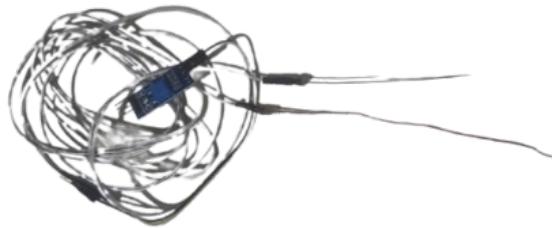
Untuk pin keluaran dari sensor pH meter ditunjukkan dengan Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Pin Keluaran Sensor pH Meter

| No | Nama                | Spesifikasi                |
|----|---------------------|----------------------------|
| 1  | Model               | PH-4502C pH Meter          |
| 2  | Tegangan operasi    | 5.0V DC                    |
| 3  | Jangkauan sensor pH | 0 – 14pH                   |
| 4  | Akurasi             | $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C) |
| 5  | Waktu Respon        | $\leq 1$ menit             |
| 6  | Konektor            | <i>BNC Connector</i>       |

## 2.7 Sensor Soil Moisture

Sensor *Soil Moisture* ini merupakan *probe* yang memiliki dua konduktor yang berfungsi untuk membaca kelembaban media tanam dalam bentuk resistansi. Untuk bentuk dari sensor *Soil Moisture* sendiri ditunjukkan dengan Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Sensor Soil Moisture

Keterkaitan antara panjang *probe* dengan nilai tegangan ADC maupun nilai resistivitas diperoleh jika *probe* sensor terpasang secara dalam ke media tanam maka nilai resistansi akan semakin menurun hal ini mewakili kondisi kelembaban media tanam serta kerapatannya, semakin banyak kontak antara air yang terkandung pada media tanam atau media tanam itu sendiri dengan probe sensor maka semakin sensitif sensor tersebut dalam membaca kondisi kelembaban [14].

Untuk pengkalibrasiannya sendiri dilakukan dengan cara mengolah nilai ADC yang didapat dari sensor sebagai berikut yang nantinya akan menghasilkan tingkat kelembaban dalam bentuk persen.

$$(100\% - ((\text{NilaiADC}/1023.00) * 100\%))$$

Dalam penelitian ini sensor *Soil Moisture* akan berfungsi sebagai alat monitor nilai kelembaban media tanam dari tanaman yang ada pada masa penyemaian dimana media tanam yang digunakan adalah *rockwool*.

## 2.8 Modul RTC

RTC (*Real Time Clock*) merupakan jam elektronik yang berbentuk *chip* yang dapat menghitung waktu secara realtime. Bentuk dari modul RTC sendiri ditunjukkan dengan Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Modul RTC

Modul RTC ini bisa dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time dengan ditenagai oleh baterai *Lithium*. Karena jam tersebut bekerja *real time*, maka hasilnya bisa langsung disimpan dalam perangkat apapun [15]. Dalam penelitian ini modul RTC digunakan untuk penjadwalan pemberian nutrisi pada air baku yang digunakan hidroponik.

Untuk spesifikasi dari modul RTC ditunjukkan dengan Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Spesifikasi Modul RTC

| No | Nama                             | Spesifikasi    |
|----|----------------------------------|----------------|
| 1  | Model                            | RTC DS3231     |
| 2  | Tegangan operasi                 | 2.3 – 5.5V     |
| 3  | Voltase Maksimum (SDA, SCL, VCC) | + 0.3V         |
| 4  | Konsumsi daya                    | 500nA          |
| 5  | Temperatur Operasi               | -45°C to +80°C |

Untuk pin keluaran dari Modul RTC ditunjukkan dengan Tabel 2.9.

*Tabel 2. 9 Pin Keluaran Modul RTC*

| PIN | Fungsi                  |
|-----|-------------------------|
| 1   | VCC – 5.5 V             |
| 2   | GND                     |
| 3   | SDA - Data              |
| 4   | SCL - Clock             |
| 5   | SQW – Square Wave       |
| 6   | 32K – Oscillator Output |

## 2.9 LCD 16X4 (Liquid Crystal Display)

Modul LCD *matrix* adalah dengan modul dengan konfigurasi 16 karakter dan 4 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris *pixel* dan 5 kolom *pixel* (1 baris terakhir adalah kursor). Bentuk dari modul LCD ditunjukkan dengan Gambar 2.11.



*Gambar 2. 11 Modul LCD 16X4*

Memori LCD terdiri dari 9.920 bit CGROM, 64 byte CGRAM dan 80x8 bit DDRAM yang diatur pengalamatannya oleh *Address Counter* dan akses datanya (pembacaan maupun penulisan datanya) dilakukan melalui Register Data [16].

Dalam penelitian ini LCD nantinya akan berfungsi sebagai tampilan dari nilai sensor PPM TDS, pH air, suhu, kelembaban, kelembaban media tanam yang ada dalam masa penyemaian dalam sistem hidroponik, jadwal otomatisasi, serta target PPM TDS serta target pH air.

## 2.10 Relay

Relay adalah sebuah rangkaian saklar elektrik yang menggunakan aliran elektromagnetik untuk mengaktifkan saklar ke posisi on atau off. Daya yang dibutuhkan untuk mengaktifkan sebuah relay relatif kecil tetapi relay dapat mengaktifkan suatu benda yang menggunakan daya besar. Bentuk dari relay sendiri ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Relay

Relay terbagi menjadi 2 jenis yaitu SPST dan SPDT. Konfigurasi relay yang digunakan dalam penelitian ini adalah konfigurasi *Single Pole Double Throw* (SPDT) yang memiliki tiga kontak yang terdiri dari kontak *Common* (COM), *Normally Open* (NO), serta *Normally Close* (NC). Pada *Normally Close* (NC), posisi awal dari kontak NC akan terhubung ke kontak COM. Sedangkan pada kontak *Normally Open* (NO), posisi awal dari kontak NO akan terputus ke kontak COM [17].

Dalam penelitian ini, Relay digunakan sebagai saklar untuk pompa yang nantinya berfungsi untuk mengalirkan nutrisi serta cairan penambah atau penurun pH air kedalam air baku yang digunakan pada sistem hidroponik.

## 2.11 ESP-01S

ESP-01S adalah sebuah modul yang memungkinkan sebuah mikrokontroler seperti Arduino memiliki *WiFi* untuk berkomunikasi dengan server melewati internet. Bentuk dari modul ESP-01S ditunjukkan dengan Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 ESP-01S

Modul ini adalah sebuah *System On Chip* (SOC) dengan protokol TCP/IP yang terintegrasi didalamnya sehingga dapat memberikan akses mikrokontroler apa pun ke jaringan *WiFi* yang dipersonalisasi. Setiap modul ESP-01S tersedia dengan pra-program dengan *firmware* yang bisa digunakan dengan perintah AT sehingga modul ini bisa berkomunikasi dengan Arduino menggunakan serial [18].

Modul ini dalam penelitian ini digunakan untuk sistem monitoring berbasis *website* dimana data dari sensor-sensor yang digunakan akan dikirim ke *database* lalu ditampilkan kedalam *website* untuk sistem monitoring sehingga bisa dilihat secara fleksibel.

## 2.12 DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital yang memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada rentang suhu  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $+85^{\circ}\text{C}$ . Bentuk dari sensor DS18B20 ditunjukkan dengan Gambar 2.14.



*Gambar 2. 14 Sensor DS18B20*

Sensor suhu yang serupa seperti DS18B20 contohnya LM35 pada umumnya membutuhkan sebuah ADC serta pin port lebih dari 1 pada mikrokontroler, namun DS18B20 ini hanya membutuhkan 1 wire saja [15].

Untuk spesifikasi dari sensor DS18B20 ditunjukkan dengan Tabel 2.10.

*Tabel 2. 10 Spesifikasi Sensor DS18B20*

| No | Nama               | Spesifikasi         |
|----|--------------------|---------------------|
| 1  | Model              | DS18B20             |
| 2  | Tegangan operasi   | 3 – 5.5V            |
| 3  | Akurasi            | +/-0.5Celcius       |
| 4  | Waktu baca         | 0.75 detik          |
| 5  | Temperatur Operasi | -55°C hingga +125°C |

### 2.13 JavaScript

JavaScript (JS) adalah bahasa pemrograman yang sering digunakan secara global dan bahasa pemrograman yang paling banyak digunakan di GitHub. JavaScript sering digunakan di sisi klien aplikasi web untuk memberikan daya tanggap yang tinggi dan kemudahan penggunaan, keserbagunaan dan keefektifannya telah terbukti nilainya dalam beberapa tahun terakhir. Seiring waktu bahasa ini semakin sering digunakan untuk pembuatan *website* yang sifatnya *full stack* baik disisi *client* maupun server [19].

## 2.14 MySQL

MySQL adalah *database* server yang sifatnya *open-source* yang dapat digunakan pada banyak platform dan serta berbasis data relasional. MySQL dapat digunakan dalam skala kecil ataupun skala besar. MySQL menggunakan SQL untuk mendukung akses data (kueri). Perintah SQL dibagi menjadi dua bagian: DDL (*Definition Data Language*) dan DML (*Data Manipulation Language*). DDL digunakan untuk membuat database, tabel, dan drop database atau tabel. DML digunakan untuk memanipulasi data. Misalnya, *SELECT* yang berfungsi untuk mengambil data, *DELETE* yang berfungsi untuk menghapus data, *INSERT* yang berfungsi untuk menyisipkan data, dan *UPDATE* untuk memodifikasi data [17].

## 2.15 MQTT

*Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) merupakan sebuah standar komunikasi untuk pertukaran data antar mesin yang beroperasi pada lapisan aplikasi. MQTT bersifat ringan, artinya ia berkomunikasi dengan mengirimkan pesan data yang memiliki header yang kecil, hanya sekitar 2 *byte* untuk setiap jenis data. Hal ini memungkinkan MQTT dapat beroperasi dalam kondisi dengan sumber daya terbatas, seperti keterbatasan lebar pita dan pasokan listrik yang terbatas. Selain itu, protokol ini menjamin pengiriman semua pesan bahkan jika koneksi terputus sementara.

Protokol MQTT menggunakan metode publikasi/langganan (*publish/subscribe*) sebagai cara komunikasinya. Pola publikasi/langganan ini melibatkan pengirim data yang disebut "*publisher*" dan penerima data yang disebut "*subscriber*". Metode publikasi/langganan memiliki beberapa kelebihan, salah satunya adalah "*loose coupling*" atau dekopling, yang berarti antara *publisher* dan *subscriber* tidak perlu terhubung satu sama lain secara langsung [20].