

## BAB 2 LANDASAN TEORI

### 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk memberikan sebuah perbandingan. Pada landasan teori ini dicantumkan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Perbandingan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
1	Wulandari & Sumiar, 2021	Pengembangan Sistem Pengaturan Larutan Nutrisi Otomatis Pada Budidaya Kentang Aeroponik.	<p>Kasus: Sistem pengaturan kandungan larutan nutrisi pada budidaya tanaman kentang aeroponik.</p> <p>Input: sensor TDS, jenis tanaman, jenis nutrisi.</p>	<p>Output: Penelitian Wulandari dan Sumiar tidak mengamati suhu air, suhu udara, dan kelembapan udara pada lingkungan tumbuh tanaman aeroponik.</p> <p>Penelitian ini mengamati kondisi suhu air, suhu udara, dan kelembapan udara pada lingkungan tumbuh tanaman aeroponik.</p>

Tabel 2.1 (Lanjutan)

No	Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
2	Bareta, dkk., 2021	Rancang Bangun Alat Ukur Sistem Monitoring pH, Temperatur, dan Kelembapan Akuarium Ikan Hias Berbasis Arduino Uno.	<i>Input:</i> Sistem <i>monitoring</i> temperatur dan kelembapan menggunakan sensor DHT11.	<i>Input:</i> Penelitian Bareta, dkk. menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan objek penelitian ini merupakan hewan.  Penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan objek penelitian merupakan tanaman kentang.
3	Solihin, 2021	Sistem Monitoring pH Air dan Kontrol Pompa Air untuk Persiapan Penyiraman Tanaman Berbasis <i>Internet of Things</i> (Studi Kasus: <i>Smart Garden</i> FMIPA UNTAN)	Kasus: Sistem penyiraman otomatis pada tanaman berbasis <i>Internet of Things</i> .  <i>Input:</i> Sensor ultrasonik dan NodeMCU ESP32  <i>Output:</i> Pompa air DC dan kipas DC	<i>Output:</i> Media tanam yang digunakan untuk penyiraman yaitu menggunakan media tanam tanah.  Penelitian ini menggunakan penyiraman untuk tanaman dengan media tanam aeroponik.

## 2.2 Tanaman Kentang

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dalam bidang industri makanan olahan, perdagangan dan pertanian (Sastrahidayat, 2011). Kentang sendiri memiliki nilai gizi tinggi yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti beras. Permintaan pasar kentang meningkat seiring dengan berkembangnya usaha makanan siap saji di Indonesia. Budidaya tanaman kentang memiliki kondisi optimal yang harus terpenuhi. Kondisi optimal pertumbuhan tanaman kentang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Kondisi Optimal Lingkungan Pertumbuhan Tanaman Kentang

Parameter	Kondisi Optimal
Suhu Udara dan Air	15-25°C
Kelembapan Udara	70-90%
Larutan Nutrisi	1000-1500 ppm

Sumber: Sari,dkk.,2018

Pengembangan budidaya tanaman kentang sangat diperlukan untuk memenuhi permintaan kentang dalam negeri. Budidaya tanaman kentang baik dilakukan pada daerah dengan curah hujan rata-rata 1500 mm/tahun selain itu, daerah yang memiliki angin dengan tingkat kecepatan tinggi tidak cocok untuk budidaya tanaman kentang (Suryana, 2013). Pertumbuhan tinggi tanaman kentang pada media tanam tanah memiliki tinggi rata-rata 4,51 – 4,99 cm per minggu dengan lama pertumbuhan dari penanaman hingga masa panen mencapai 100-110 hari (Yulianti & Yefriwati, 2020). Tumbuhan kentang memiliki akar serabut dan daun dengan berbentuk oval meruncing. Tumbuhan tanaman kentang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Tanaman Kentang

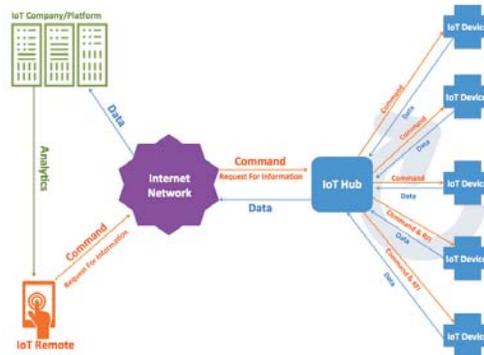
### 2.3 Aeroponik

Aeroponik adalah suatu metode bercocok tanam sayuran dengan media tanam udara tanpa menggunakan tanah. Pada metode ini tanaman akan memperoleh nutrisi melalui larutan hara yang disemprotkan pada akar tanaman dalam bentuk kabut. Metode aeroponik ini merupakan metode pengembangan dari hidroponik. Adapun perbedaan dari kedua metode ini adalah metode aeroponik membiarkan akar tanaman menggantung diudara proses penyiraman dilakukan dengan menyemprot air dalam bentuk kabut. Sedangkan, pada metode hidroponik penyiraman tanaman dilakukan dengan merendam akar tanaman dalam air. (Khair & Ferdian, 2020).

Teknik aeroponik terbukti dapat digunakan untuk memperbanyak pembibitan kentang, penanaman tomat dan sayuran daun. Sistem aeroponik pertama kali dikembangkan oleh Dr Franco Massantini di *University of Pia* Italia. Penelitian ini menggunakan tiga wadah kecil dengan tempat budidaya tertutup plastik dan menggunakan alat penyiram (Trubus Swadaya, 2014). Kelebihan dari sistem aeroponik ini sendiri adalah tidak memerlukan lahan yang luas, ramah lingkungan karena sistem ini dapat melakukan penghematan air, sistem ini menyediakan banyak oksigen yang dapat diserap oleh akar tanaman sehingga mempermudah proses fotosintesis, tidak memerlukan banyak tenaga kerja, budidaya dengan sistem aeroponik dapat meminimalisir pertumbuhan patogen berbahaya dan dapat menghasilkan tanaman yang memiliki tingkat kualitas, kuantitas, dan kontinuitas tinggi. (Setiawan, 2017).

### 2.4 *Internet of Things*

*Internet of Things* (IoT) merupakan komunikasi antara dua perangkat atau lebih melalui internet. *Internet of Things* merupakan revolusi internet yang memungkinkan manusia dapat berinteraksi dengan mesin, selain itu mesin dengan mesin lainnya dapat saling berkomunikasi melalui jaringan yang dinamis (Mluyati & Sadi, 2019). Konsep dari *Internet of Things* memungkinkan perluasan konektivitas internet pada benda fisik seperti sensor jaringan dan aktuator untuk menghasilkan sebuah data dan mengelola sebuah sistem secara mandiri. Alur kerja sistem *Internet of Things* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Alur *Internet of Things*

Ide *Internet of Things* dikemukakan pertama kali pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton dalam salah satu presentasinya, saat ini terdapat banyak perusahaan besar yang mendalami *Internet of Things* (Efendi, 2018). Terdapat tiga elemen utama dalam arsitektur *Internet of Things* yaitu benda fisik dengan modul *Internet of Things*, koneksi internet dan *Cloud Data Center* atau tempat penyimpanan data. Cara kerja *Internet of Things* adalah dimana argumentasi pemrograman yang terdapat perintah tiap argumennya dapat menghasilkan sebuah interaksi untuk sesama mesin sehingga tidak terjadi campur tangan oleh manusia dalam waktu kapanpun dan jarak berapapun. Penghubung dari interaksi ini hanya menggunakan internet dan manusia dapat bertugas sebagai pengatur atau pengawas dari alat yang bekerja.

## 2.5 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang dibangun oleh *expressive system* dan merupakan pengembangan lebih lanjut dari NodeMCU ESP8266 untuk aplikasi IoT. ESP32 memiliki dua jenis pin yaitu pin analog dan pin digital yang mana pin analog berfungsi sebagai masukkan data sensor yang dibaca dan pin digital menjadi keluaran dari relay dan sensor (Solihin, dkk., 2021). ESP32 dapat menampung dan memproses semua *port* dan *ic* sehingga dengan mudah mengontrol driver yang terhubung pada mikrokontroler. ESP32 juga memiliki kemampuan untuk dapat terhubung dalam jaringan melalui *wireless* tanpa menggunakan board tambahan karena sudah memiliki modul Wi-Fi sehingga mendukung dalam pembangunan sistem berbasis *Internet of Things* (Adella, dkk., 2020). NodeMCU ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2.3.

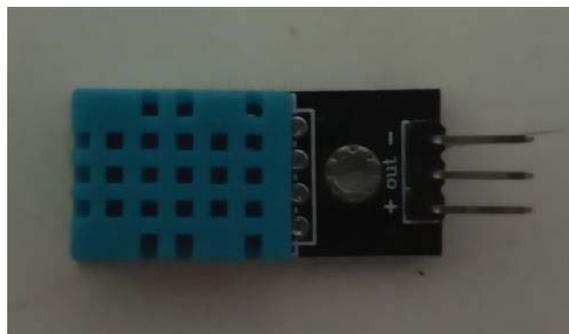


**Gambar 2.3** NodeMCU ESP32

Pada penelitian ini ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler yang mana menjadi penerima data dari sensor TDS, sensor DS18B20, sensor DHT11, dan sensor ultrasonik. Kemudian ESP32 juga akan mengatur kendali dengan mengirimkan data pada *relay* dari pin digital yang terdapat pada ESP32.

## 2.6 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor yang dapat membaca nilai temperatur dan kelembapan dengan nilai keluaran berupa sinyal digital. Resolusi dari sensor DHT11 adalah 8 bit dengan akurasi minimum pengukuran yaitu kurang lebih  $1^{\circ}\text{C}$  dan akurasi maksimum mencapai  $2^{\circ}\text{C}$  (Wicaksono, 2017). Sensor kelembapan dan suhu DHT11 dapat bekerja dalam tegangan 3V hingga 5,5V. Pada penelitian ini sensor DHT11 digunakan untuk mengukur keadaan suhu dan kelembapan udara pada tempat perakaran tanaman kentang dengan rentang pengukuran yang mengikuti kondisi ideal pertumbuhan tanaman yaitu  $15^{\circ}\text{C}$  hingga  $25^{\circ}\text{C}$ . Sensor DHT11 dapat dilihat pada Gambar 2.4



**Gambar 2.4** Sensor DHT11

### 2.7 Sensor TDS (*Total Dissolved Solids*)

TDS (*Total Dissolved Solids*) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tingkat zat padat yang terlarut dari dalam air. Zat yang terlarut dapat berupa zat organik dan anorganik. Sensor TDS dapat membaca jumlah zat yang terlarut di dalam air sehingga dapat mengetahui kualitas sebuah air. (Putra, dkk., 2020). Sensor TDS mengukur bahan terlarut dalam air dengan satuan nilai *parts per million* (ppm). Jika bahan yang terlarut banyak maka nilai pengukuran ppm akan tinggi dan ketika bahan terlarut sedikit maka nilai ppm akan rendah. Tingkat ppm yang diperhatikan dalam penelitian ini adalah dari rentang 1000 ppm hingga 1500 ppm. Sensor TDS dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Sensor TDS (*Total Dissolved Solids*)

### 2.8 Sensor DS18B20

Modul sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu yang tahan terhadap air, lembab dan anti karat karena dikemas dalam tabung stainless steel dengan kualitas tinggi (Sulistyo, 2019). Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor suhu yang memiliki keluaran digital dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. (Nurazizah, dkk., 2017). Sensor DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Sensor DS18B20

Perancangan sensor suhu ini lebih mudah dibandingkan dengan perancangan sensor suhu lainnya. Sensor DS18B20 memiliki keluaran impedansi lebih rendah dengan linearitas yang cukup tinggi sehingga lebih mudah dirangkai dan dihubungkan. Sensor ini mengubah panas menjadi listrik dan tegangan agar mempermudah pembacaan suhu (Harianingsih, dkk., 2018). Sensor DS18B20 digunakan pada penelitian ini untuk membaca ketinggian suhu air yang digunakan untuk pengabutan tanaman kentang pada wadah penampungan air

## 2.9 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan modul yang terdiri dari *chip* pembangkit sinyal dengan frekuensi 40 KHz dengan dua buah sensor bulat yang bertugas membaca data jarak dari dengan memancarkan gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik bertugas untuk mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Prinsip kerja dari sensor ini adalah sebagai pemancar (*transmitter*) yang bertugas untuk mengirimkan berkas gelombang ultrasonik. Kemudian pemancar akan menerima pantulan dari objek yang diukur. Sensor ultrasonik memiliki empat pin utama yaitu pin *power* (VCC), pin *trigger* (trig), pin *echo* (echo) dan pin *ground* (gnd). Sensor Ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.7.

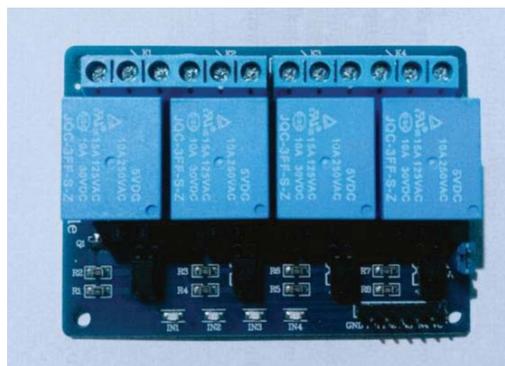


**Gambar 2.7** Sensor Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang dengan frekuensi tinggi yaitu dapat mencapai hingga 20.000 Hz dan merupakan bunyi yang tidak dapat didengar oleh manusia (Adella, dkk., 2020). Pada penelitian ini sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air yang terdapat pada bak penampungan air.

## 2.10 Modul Relay

Modul *relay* merupakan sebuah piranti elektromagnetik untuk mengoperasikan kontak saklar. Modul *relay* terdiri dari seperangkat kumparan kawat penghantar yang dililitkan pada inti besi. Fungsi utama dari modul *relay* adalah bekerja sebagai *switch* untuk menjalankan peralatan elektromagnetik lainnya. Kendali *switch* pada modul *relay* sepenuhnya ditentukan oleh nilai *output* sensor yang sudah diproses dalam mikrokontroler. Modul *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar dengan mengatur arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi. Komponen *relay* terdiri dari elektromagnetik, saklar, spring, dan armature. Modul *relay* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Modul Relay

## 2.11 Firebase

*Firebase* merupakan salah satu *database* yang menyediakan layanan *realtime database* dan *backend* yang dapat diakses secara *realtime* oleh pengguna aplikasi. *Firebase* merupakan API yang berasal dari *google* untuk menyimpan dan menyelaraskan data ke dalam aplikasi berbasis *website* (Mustaqim, dkk., 2020). *Realtime database* merupakan salah satu fasilitas dari *firebase* yang menyimpan data ke *database* dan mengambil data dengan waktu yang singkat. Selain *real time database* terdapat fitur lainnya yang tersedia dalam *firebase* seperti *authentication*, *database storage*, *hosting*, dan *notification* (Paraya & Tanone, 2018). Penggunaan *firebase* sebagai basis data untuk memberikan data *realtime* yang lebih responsif meskipun sistem sedang *offline* atau tidak terhubung ke jaringan. Penggunaan basis

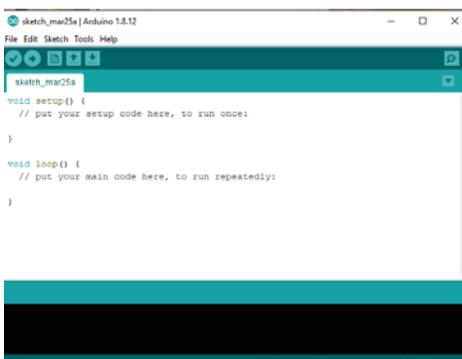
data *firebase* untuk menyimpan data terkait *monitoring* dan kendali dari sistem yang dapat diperoleh secara *realtime*.

## 2.12 JavaScript

*JavaScript* adalah bahasa *script* yang populer dan banyak digunakan dalam dunia teknologi karena bahasa ini dapat bekerja pada sebagian besar *web browser* seperti Internet Explorer (IE), Netscape, Opera, Google Chrome dan lain-lain. *JavaScript* dapat dideskripsikan dalam bentuk fungsi yang memiliki tag `<script language = "JavaScript">`. Isi *script JavaScript* memiliki konsep yaitu deklarasi variabel, penggunaan operator, looping, percabangan, dan fungsi. Pada *JavaScript* juga memiliki komponen *alert* yang dapat digunakan untuk menampilkan kotak pesan pada *browser* ketika fungsi dijalankan. *JavaScript* tidak memerlukan *compiler* dalam melakukan eksekusi *script* karena sudah termasuk pada *browser* (Sari, dkk., 2019).

## 2.13 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan platform yang digunakan untuk penulisan program modul Arduino UNO dalam bahasa pemrograman C. Arduino IDE memberikan sarana yang memungkinkan pemrograman untuk membangun program yang akan ditanamkan dalam mikrokontroler, Arduino IDE dapat melakukan *compile* sehingga saat melakukan diunggah program tidak diperlukan tools tambahan lainnya. Terdapat sebuah *message box* yang berfungsi untuk menampilkan status dari program seperti pesan *error*, *compile* dan keterangan *upload* program (Sumadikarta & Isro'I, 2020). Tampilan dari *software* Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9** Tampilan Sketch pada Arduino IDE

## 2.14 Akurasi

Perhitungan galat merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui nilai akurasi dari suatu pengukuran. Pada penelitian ini galat akan digunakan untuk menghitung akurasi dari pengukuran nilai keluaran sensor terhadap nilai sebenarnya. Nilai akurasi ditentukan berdasarkan perhitungan galat relatif. Galat relatif yang dihasilkan dari perbandingan antara nilai galat absolut terhadap nilai sebenarnya (*true value*). Galat absolut dari pengukuran memiliki definisi sebagai selisih antara nilai sebenarnya (*true value*) dengan nilai yang didapati melalui hasil pengukuran (*measured value*) (Malaric, 2011). Nilai galat absolut dapat diperoleh dari perhitungan menggunakan Persamaan 2.1. Sedangkan *persentase* dari nilai galat absolut atau galat relatif dapat menggunakan Persamaan 2.2.

$$G_a = |x_i - x_p| \quad (2.1)$$

$$G_r = \frac{G_a}{x_p} \times 100\% = \frac{|x_i - x_p|}{x_p} \times 100\% \quad (2.2)$$

Nilai akurasi diperoleh dengan mengurangi 100% terhadap nilai pengukuran yang dikurangi nilai sesungguhnya kemudian dibagi nilai sesungguhnya dan dikali 100% (Yunardi, dkk., 2017). Perhitungan akurasi sendiri dapat disederhanakan dengan mengurangi nilai galat relatif terhadap tingkat keakuratan 100%. Persamaan perhitungan nilai akurasi dapat dilihat pada Persamaan 2.3.

$$A_{CC}(\%) = 100 - \left( \frac{|x_i - x_p|}{x_p} \times 100\% \right) \quad (2.3)$$

Keterangan:

$G_a$  = Galat Absolut

$G_r$  = Galat Relatif

$x_i$  = Nilai Pengukuran

$x_p$  = Nilai Sesungguhnya

$A_{CC}(\%)$  = Akurasi