

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 oleh Misbahul Munir, dengan judul “Implementasi Wireless Sensor *Node* Untuk Pemantauan Lahan Pertanian Berbasis Protokol 802.15.4”. Berdasarkan penelitian ini pemantauan lahan pertanian dapat dilakukan dengan menggunakan Wireless sensor *node*. Melalui 3 jenis *node End device*, Koordinator, dan PAN Koordinator. Setiap *node* mempunyai *Arduino* dan modul MRF24J40MA untuk dapat mengambil hasil pengambilan data sensor suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah. *Node* yang digunakan untuk monitoring menggunakan komunikasi SPI, terdapat rentang maksimum dalam pengiriman data sebesar 104 meter dari *end devicenya*, saat alat ini melebihi batas maksimum maka dapat terjadi *packet loss*. Penelitian ini memberi kesimpulan penempatan alat yang berbeda dapat mempengaruhi pengiriman data sensor pada lahan pertanian karena perbedaan performa kualitas dari jaringan.

Penelitian oleh Krisna Widianggara (2021), dengan judul “Sistem alat monitoring pada tanaman hias *tillandsia* menggunakan algoritma *Fuzzy* pada arsitektur iot” Berdasarkan penelitian ini sistem monitoring dan *controzling* yang dibuat menggunakan objek monitoring suhu, kelembapan dan intensitas cahaya. Beberapa komponen untuk mengukur objek tersebut menggunakan sensor DHT11, BH1750, dan sebuah mikrokontroler esp 8266. Penerapan metode *Fuzzy* Sugeno dalam penelitian ini menunjukkan keberhasilannya dalam mengendalikan suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya pada prototipe. Sistem pendeteksian yang dirancang dengan *rules Fuzzy* telah teruji secara komprehensif melalui 7 kali percobaan dengan nilai data sensor yang berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem selalu menghasilkan respons yang sesuai dengan kondisi yang ditentukan dalam metode *Fuzzy* Sugeno, tanpa menghasilkan *output* yang tidak sesuai.

Penelitian oleh Fakhrezi A, Erfah R, Candrasyah F (2023), dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Unsur Hara, Kelembapan, PH Tanah Dan Suhu Udara Berbasis Iot Menggunakan mikrokontroler ESP32”. Berdasarkan

penelitian ini peneliti membuat suatu rancang bangun sistem yang dapat memonitoring Unsur Hara, Kelembaban, PH Tanah Dan Suhu Udara Berbasis *Internet of things*. Objek penelitian ini menggunakan tanaman stroberi untuk diketahui keadaan tanah dan keadaan tanamannya pada wilayah dataran tinggi. Beberapa komponen yang digunakan untuk mengukur objek penelitian ini menggunakan sensor DHT11, NPK, *Soil moisture* kapasitif, sensor PH, dan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Penelitian ini telah menghasilkan sistem monitoring yang mampu memantau unsur hara tanah, pH, kelembaban tanah, suhu udara, dan kelembaban udara secara efektif. Sistem ini menggunakan sensor NPK, sensor pH, *Soil Moisture* sensor, dan DHT 11. Kemampuan sensor-sensor dalam sistem monitoring ini untuk menghasilkan data yang akurat patut diapresiasi. Akurasi pengukuran unsur N dan P mencapai 98%, unsur K mencapai 93%, pembacaan pH mencapai 99.06%, pengukuran kelembaban tanah mencapai 97%, dan pengukuran suhu udara menggunakan sensor DHT11 mencapai 98%. Hasil pengukuran yang didapat memiliki selisih eror yang kecil hanya berkisar 3-5%. Selanjutnya hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada *firebase software*.

Penelitian oleh N. K. Ningrum, I. Utomo, W. Mulyono, D. Kurniawan, and Z. Umami (2022), dengan judul “Sistem Monitoring Kelembaban Tanaman Berbasis IoT Berdasarkan Pengukuran Suhu dan Kelembaban Tanah dengan Algoritma *Fuzzy Logic*”. Berdasarkan penelitian ini Peneliti membuat sistem monitoring untuk dapat mengukur Suhu dan kelembaban tanah menggunakan metode *Fuzzy logic*. Beberapa komponen yang digunakan untuk mengukur objek penelitian ini menggunakan sensor DHT11, *Soil moisture* kapasitif, dan mikrokontroler. Peneliti menggunakan fungsi keanggotaan dalam kategori dingin sedang dan panas untuk Suhu, sedangkan untuk kelembaban terdapat fungsi anggota lama, sedang, dan sebentar. Penerapan algoritma *Fuzzy* menggunakan *rule based* sebagai pengatur kendali *output*. Hasil pengukuran yang didapat berdasarkan pengujian tersebut mendapat nilai rata –rata *error* sebesar 5,19 %. Pengguna dapat memantau nilai keluaran kelembaban tanah dan suhu yang dideteksi oleh sensor melalui dua platform, yaitu web ThinkSpeak dan layar LCD. Data ini ditampilkan dalam bentuk grafik yang mudah dipahami, meliputi informasi tentang suhu

lingkungan, kelembaban tanah, lama penyiraman tanaman, dan waktu penyiraman tanaman.

Penelitian oleh Daifiria, E.N. Domlobo, D. Heryawan³ (2019), dengan judul “ Sistem monitoring kelembaban tanah dan Suhu pada tanaman hias berbasis iot (*Internet Of Things*) menggunakan raspberry pi”. Berdasarkan penelitian ini penulis membuat suatu rancang bangun sistem yang dapat memonitoring Kelembaban tanah, dan Suhu Udara Berbasis *Internet of things* dengan menggunakan sebuah *raspberry pi* sebagai mikrokontroler. Objek penelitian ini menggunakan tanaman anggrek untuk diketahui keadaan kelembaban tanahnya dan suhu dari tanaman ini. Beberapa komponen yang digunakan untuk mengukur objek penelitian ini menggunakan sensor suhu LM35, dan sensor *Soil moisture*. Sistem dapat menunjukkan hasil keakuratan sensor yang ditampilkan pada halaman web. Terdapat penggunaan *buzzer* sebagai indikator apabila Tingkat kelembapan di bawah 60%RH. Hasil penelitian ini didapat tingkat keakuratan sensor LM35 98,658% dan sensor *Soil Moisture* 99,447%.

Tabel 2. 1 Perbandingan Hasil Kajian Pustaka

Penulis	Judul	Keterangan	Perbedaan
Muhammad Misbahul Munir (2019)	Implementasi <i>wireless</i> sensor <i>node</i> untuk pemantauan lahan pertanian berbasis protokol 802.15.4.	Penelitian rujukan pertama menggunakan <i>Arduino</i> nano sebagai mikrokontroler dengan modul transiver MRF24J40MA sebagai media komunikasi antar <i>device</i> . Menggunakan <i>Node</i> sebagai peletakan <i>end device</i> .	Penelitian rujukan pertama menggunakan <i>Arduino</i> nano sebagai mikrokontroler dan Protokol IEEE 802.15.4. Sedangkan penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Telegram.

Krisna Widianggara (2021)	Sistem alat monitoring pada tanaman hias <i>tillandsia</i> menggunakan algoritma <i>Fuzzy</i> pada arsitektur iot.	Penelitian rujukan kedua menggunakan Esp8266 sebagai mikrokontroler dan sensor DHT 11 untuk mengukur suhu tanaman. <i>Device</i> terhubung pada internet dengan menggunakan MQTT untuk mengirimkan pesan pada <i>user</i> .	Penelitian rujukan Kedua menggunakan sensor DHT 11 sebagai pembaca suhu tanaman Sedangkan penelitian ini menggunakan sensor <i>soil moisture</i> .
Fakhrezi A, Erfa R, Candrasyah F (2023)	Rancang Bangun Sistem Monitoring Unsur Hara, Kelembaban, PH Tanah Dan Suhu Udara Berbasis Iot Menggunakan mikrokontroler ESP32.	Penelitian rujukan ketiga menggunakan Esp32 sebagai mikrokontroler dan sensor NPK sebagai pendeteksi unsur hara tanah dalam satuan ppm. Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode <i>waterfall</i> . Hasil akurasi pembacaan akan terintegrasi dengan sebuah <i>cloud</i> dari google yaitu <i>firebase realtime</i> database.	Penelitian rujukan Ketiga menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode <i>waterfall</i> . Sedangkan penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan metode penelitian menggunakan <i>Fuzzy</i> .
N. K. Ningrum, I. Utomo, W.	Sistem Monitoring Kelembaban	Penelitian rujukan keempat menggunakan <i>Arduino</i> Nano sebagai	Penelitian rujukan Keempat menggunakan

Mulyono, D. Kurniawan, and Z. Umami (2022)	Tanaman Berbasis IoT Berdasarkan Pengukuran Suhu dan Kelembaban Tanah dengan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i> ,”	mikrokontroler, dengan penggunaan algoritma <i>Fuzzy logic</i> yang diterapkan pada sistem IoT untuk monitoring kelembaban tanaman. Data penelitian dapat ditampilkan melalui web <i>thingspeak</i> .	<i>Arduino nano</i> sebagai mikrokontroler dan data penelitian ditampilkan melalui web <i>thingspeak</i> . Sedangkan penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan data penelitian ditampilkan melalui aplikasi Telegram.
Daifiria, E.N. Domloboy, D. Heryawan ³ (2019)	Sistem monitoring kelembaban tanah dan Suhu pada tanaman hias berbasis iot (<i>Internet Of Things</i>) menggunakan raspberry pi.	Penelitian rujukan kelima menggunakan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler dan sensor LM35 dan <i>soil moisture</i> untuk mengukur kelembapan tanah dan udara. <i>Buzzer</i> digunakan sebagai indikator terhadap Tingkat kelembapan tanah saat berada di bawah 60%.	Penelitian rujukan kelima menggunakan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler Sedangkan penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Tanaman Tomat

Dalam proses budidaya tanaman tomat, sangat penting untuk memberikan perhatian yang tepat, terutama dalam hal pengairan tanaman. Karena tanaman tomat akan mati jika kekurangan atau kebanyakan air pada tanaman. Suhu harus cukup

teratur agar tanaman tomat yang dihasilkan dapat memiliki keunggulan, baiknya suhu ideal yang diperlukan adalah 24-28 derajat Celsius, karena jika terlalu tinggi tanaman dapat terlihat layu dan buah tomat cenderung berwarna kuning. Faktor eksternal yang mempengaruhi tanaman tomat lainnya terdapat kelembaban tanah dan pH. Kelembaban tanah ideal ada pada kadar air sebesar 60-80% dan pH stabil antara 5,5-7 [1]. Petani belum beralih ke metode penyiraman otomatis dan masih menggunakan cara manual untuk mengairi tanaman tomat, dengan mengatur sendiri volume dan frekuensi penyiraman. Metode penyiraman manual yang dilakukan petani tidak selalu tepat, terkadang air yang diberikan berlebihan atau penyiraman dilakukan terlalu cepat, sehingga tanaman mengalami stres kekeringan sebelum terlihat layu. Hal tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman tomat dan kualitas buah saat panen nanti, atau bahkan mungkin bisa saja tidak sampai panen sama sekali [12].



Gambar 2. 1 Tanaman Tomat [12]

2.2.2 Faktor Lingkungan

Setiap jenis tanaman memiliki kisaran suhu optimal untuk pertumbuhannya. Suhu memengaruhi berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk pergerakan air dan nutrisi di seluruh tubuhnya, mulai dari akar hingga daun. Terpapar suhu rendah dalam jangka waktu lama dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman tomat secara signifikan, yang dapat menyebabkan kerontokan bunga dan buah, serta memperlambat pertumbuhan tanaman. Di sisi lain, paparan suhu tinggi dalam waktu lama pada tanaman tomat dapat menyebabkan rontoknya bunga dan buah, daun menjadi kering, dan pertumbuhan tanaman yang melambat. Faktor lain yang memengaruhi pertumbuhan tanaman adalah suhu tanah, karena berpengaruh pada penyerapan air dari tanah [1].

2.2.3 Kontrol Logika *Fuzzy*

Logika *Fuzzy* diciptakan untuk mengatasi keterbatasan Logika *Boolean* dalam menyelesaikan masalah-masalah di dunia nyata. Logika *Boolean* hanya memiliki dua nilai kebenaran, yaitu benar dan salah, yang sering kali tidak cukup untuk mewakili kompleksitas dunia nyata. Di sisi lain, Logika *Fuzzy* memungkinkan tingkat ketepatan yang lebih tinggi dengan mempertimbangkan nilai-nilai di antara benar dan salah..

Sistem *Fuzzy*, yang pertama kali diperkenalkan oleh Prof. L. Zadeh dari Universitas California pada pertengahan 1960-an, juga dikenal sebagai logika kabur atau tidak jelas. Metode ini menggunakan rentang keanggotaan antara nol (0) hingga satu (1) dan sering dinyatakan dalam istilah bahasa (linguistik). Sebagai contoh, suhu dapat digambarkan dengan istilah seperti dingin, normal, dan panas. Menurut Kusumadewi & Purnomo (2010), ada beberapa alasan mengapa logika *Fuzzy* sering digunakan: [13].

- a. Konsep *Fuzzy logic* menggunakan konsep matematis yang sederhana sehingga mudah untuk dimengerti dan sifatnya yang fleksibel.
- b. Toleransi penanganan logika *Fuzzy* terhadap data-data yang tidak tepat.
- c. Pemodelan fungsi non-linear yang kompleks yang dapat dilakukan dengan logika *Fuzzy*.

2.2.4 Metode Sugeno

Metode *Fuzzy* Sugeno merupakan salah satu teknik inferensi dalam logika *fuzzy* yang menggunakan aturan berbentuk IF-THEN. Aturan ini memiliki ciri khas di mana output sistem bukanlah himpunan *fuzzy*, melainkan nilai konstanta atau persamaan linear. (A.Naba, 2009). Metode ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1985 oleh Takagi Sugeno Kang. Metode Sugeno sebenarnya adalah penyempurnaan dari metode Mamdani yang diperkenalkan lebih awal pada tahun 1975 oleh Ebrahim Mamdani, di mana pada metode Mamdani baik input maupun *output* merupakan himpunan *Fuzzy*. Metode *Fuzzy* Sugeno memiliki keunggulan dalam memberikan *output* yang lebih intuitif dan sesuai dengan cara berpikir manusia. Metode ini sangat berguna dalam menangani masalah yang mengandung

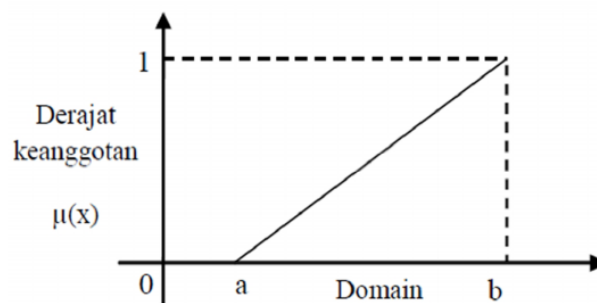
ketidakpastian, dan sering diterapkan dalam solusi untuk optimasi dan kontrol otomatis [14].

2.2.5 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan, atau *Membership Function* (MF), merupakan elemen penting dalam logika *fuzzy* yang berfungsi untuk memetakan nilai input ke derajat keanggotaannya dalam suatu himpunan *fuzzy*. Derajat keanggotaan ini menunjukkan seberapa kuat suatu nilai termasuk dalam himpunan *fuzzy* tersebut, dengan nilai berkisar antara 0 dan 1. Untuk mendapatkan suatu nilai dari suatu derajat keanggotaan pata dilakukan dengan menggunakan pendekatan fungsi. Berikut merupakan fungsi yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai suatu derajat keanggotaan suatu nilai. Fungsi keanggotaan atau biasanya disebut dengan *Membership Function* [13].

A. Representasi Linear Naik

Representasi linear naik merupakan salah satu bentuk representasi fungsi keanggotaan (*membership function* - MF) yang umum digunakan dalam logika *fuzzy*. Bentuk ini digambarkan dengan garis lurus yang naik, mencerminkan kesederhanaan dan kemudahan interpretasinya.



Gambar 2. 2 Representasi linear naik [15]

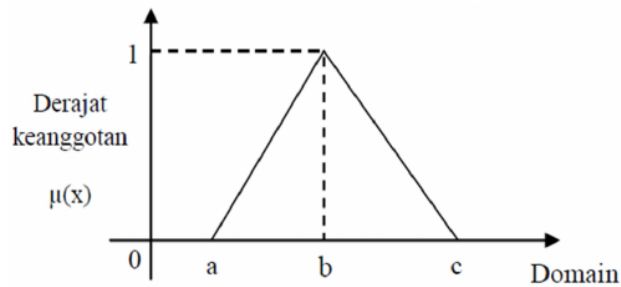
Fungsi keanggotaan yang berbentuk Linear naik dapat diwakili dengan persamaan sebagai berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , x < a \\ (x - a)/(b - a) & , a \leq x \leq b \\ 1 & , x > b \end{cases} \quad (2.1)$$

B. Representasi Kurva Bentuk Segitiga

Representasi kurva segitiga merupakan salah satu bentuk representasi fungsi keanggotaan (*membership function* - MF) yang umum digunakan dalam logika *fuzzy*. Bentuk ini tercipta dari gabungan dua representasi, yaitu representasi

naik dan representasi turun, menghasilkan kurva dengan karakteristik keanggotaan yang berubah secara non-linear.



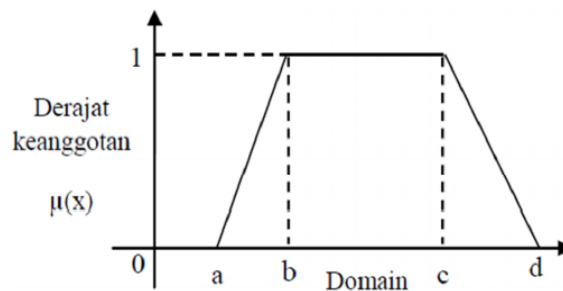
Gambar 2. 3 Representasi Segitiga [15]

Fungsi keanggotaan yang berbentuk Segitiga dapat diwakili dengan persamaan sebagai berikut.

$$\mu[x, b, a] = \begin{cases} 0 & , x < a \text{ atau } x > c \\ (x - a)/(b - a) & , a \leq x \leq b \\ (c - a)/(c - b) & , b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.2)$$

C. Representasi Kurva Bentuk Trapesium

Representasi kurva trapesium merupakan salah satu bentuk representasi fungsi keanggotaan (*membership function* - MF) yang umum digunakan dalam logika *fuzzy*. Bentuk ini tercipta dari gabungan kurva segitiga dengan kurva yang tetap (statis) pada bagian tengah segitiga, menghasilkan representasi yang lebih presisi dan fleksibel [13].



Gambar 2. 4 Representasi Trapesium [15]

Fungsi keanggotaan yang berbentuk trapesium dapat diwakili dengan persamaan sebagai berikut.

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0 & , x < a \\ (x - a)/(b - a) & , a \leq x \leq b \\ 1 & , b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c) & , x > d \end{cases} \quad (2.3)$$

2.2.6 *Internet Of Things*

Internet of Things (IoT), sebuah konsep yang diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, masih belum memiliki definisi global yang disepakati bersama, meskipun telah 15 tahun sejak kemunculannya. IoT pada dasarnya memungkinkan objek-objek cerdas untuk saling terhubung dan bertukar informasi melalui jaringan internet, sehingga memungkinkan interaksi antar objek, dengan lingkungan, dan dengan perangkat komputasi cerdas lainnya. Pemanfaatan IoT terus berkembang di berbagai bidang, seperti yang diprediksi Cisco bahwa 50 miliar objek akan terhubung ke internet pada tahun 2020. Pertumbuhan ini menunjukkan meluasnya adopsi teknologi IoT yang memberikan banyak kemudahan bagi kehidupan manusia. Dari perspektif pengguna individu, *Internet of Things* memiliki dampak yang signifikan pada industri domestik, seperti aplikasi untuk rumah dan mobil cerdas. Dari perspektif pengguna bisnis, IoT memiliki dampak yang signifikan pada kualitas dan jumlah produksi produk, pengawasan distribusi produk, pencegahan pemalsuan, manajemen rantai pasokan, dan mempersingkat waktu ketika produk tidak tersedia di pasar retail [2].

2.2.7 *ADC (Analog Digital Converter)*

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah proses mengubah informasi dari berbagai sensor di sekitar kita menjadi sinyal analog terlebih dahulu sebelum dikonversi menjadi nilai biner yang dapat dimengerti oleh perangkat digital. Untuk berinteraksi dengan dunia nyata, sinyal analog harus diubah menjadi format yang dapat diproses oleh perangkat digital. ADC, biasanya berupa IC (*Integrated Circuit*), diperlukan untuk tujuan ini. Proses integrasi ADC melibatkan penggunaan mikrokontroler sebagai komponen pendukung. Fungsinya, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, adalah untuk mengubah sinyal masukan analog menjadi kode biner yang dapat dipahami dan diolah oleh perangkat digital.

ADC (*Analog to Digital Converter*) bekerja dengan mengubah sensor analog yang mendeteksi gerakan, cahaya, suhu, suara, dan sejenisnya menjadi sinyal digital yang terdiri dari nilai-nilai diskrit yang direpresentasikan menggunakan logika 0 dan 1. Proses konversi ini dimulai dengan pengambilan sampel dari sinyal analog, diikuti oleh pengukuran nilai, dan akhirnya transformasi menjadi nilai biner yang dapat dimengerti oleh perangkat digital [17].

2.2.8 *Pulse Width Modulation*

PWM merupakan kependekan dari *Pulse Width Modulation*, sebuah teknik modulasi untuk mengontrol tegangan atau arus listrik dengan cara memanipulasi durasi pulsa (*Pulse Width*) pada sinyal digital yang memiliki frekuensi konstan. PWM, atau Modulasi Lebar Pulsa merupakan kebalikan dari Konverter Analog ke Digital (ADC), yang dapat mengubah sinyal analog ke digital. PWM ini dapat digunakan untuk menghasilkan sinyal analog dari perangkat Digital, salah satu contohnya adalah mikrokontroler. Pada pin PWM dapat diberikan nilai mulai dari 0 hingga 255 untuk setiap siklus. Jika nilai yang diberikan 0 pada pin, itu tidak akan pernah memiliki nilai 5 volt (pin selalu bernilai 0 volt). Sebaliknya, jika kita memberikan nilai 127 (dianggap setengah dari 0 hingga 255, atau 50% dari 255), maka setengah siklus akan memiliki nilai 5 volt, dan setengah siklus lagi akan bernilai 0 volt. Jika kita memberikan 25% dari 255 ($1/4 * 255$ atau 64) maka setengah siklus akan memiliki nilai 0 volt [31].

Duty Cycle adalah perbandingan antara waktu ketika sinyal mencapai kondisi ON dan ketika mencapai kondisi OFF dalam satu periode sinyal. *Duty Cycle* adalah proporsi waktu dimana komponen, perangkat, atau sistem dioperasikan. Siklus tugas dapat dinyatakan sebagai rasio atau persentase. Sedangkan frekuensi merupakan jumlah gelombang yang terbentuk dalam satu detik. Jadi bisa disimpulkan bahwa frekuensi gelombang merupakan jumlah gelombang dibagi waktu yang dibutuhkan. Sinyal PWM pada umumnya mempunyai amplitudo dan frekuensi dasar tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM ini berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Maksudnya adalah sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%) [23].

2.2.9 **Mikrokontroler Nodemcu Esp8266**

NodeMCU ESP8266 *dev. board* pada dasarnya adalah pengembangan dari *System on Chip* ESP8266-12E. Ini memiliki *firmware* berbasis e-Lua dan memiliki *port micro* USB untuk pemrograman dan sumber daya, serta tombol *push button* untuk reset dan flash. Ini digambarkan pada Gambar 2.5. Pengembangan perangkat internet menjadi lebih mudah dengan NodeMCU ESP8266 yang dilengkapi modul

WiFi internal. Dapat diprogram menggunakan berbagai platform, termasuk *Arduino* IDE dan NodeMCU (Lua) Jaringan Sensor Nirkabel (Wireless Sensor Network) terbentuk ketika beberapa perangkat NodeMCU ESP8266 yang terhubung dilengkapi sensor bekerja sama [4].



Gambar 2. 5 NodeMCU ESP8266 [4]

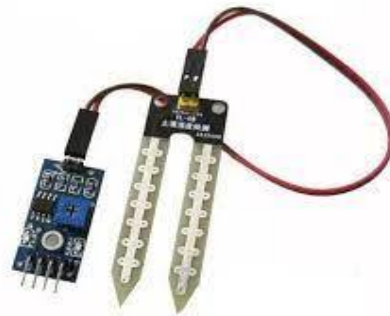
Tabel 2. 2 Spesifikasi ESP8266

Keterangan	Detail
CPU	<i>Tensilica L106 32 bit Diamond series</i> 80-160 MHz
SRAM	<50kB
<i>Flash</i>	1MB
<i>Operating Voltage</i>	3.3V
Arus kerja	Rata rata 80mA
Dapat diprogram	C++, <i>Python</i> , Lua, dll
<i>Open Source</i>	<i>Yes</i>
Konektivitas	
WiFi	802.11b/g/n HT40 <i>Wi-Fi transceiver</i>
UART	2
I/O	
ADC	1
GPIO	17 <i>pin channels</i>
SPI	2
I2C	1
PWM	4 <i>channels</i>

2.2.10 Sensor Kelembapan Tanah (YL-69)

Soil moisture sensor YL-69 adalah sensor kelembapan tanah yang menggunakan prinsip pengukuran resistansi untuk menentukan tingkat kelembapan. Sensor memiliki dua elektrode (*probe*) yang dapat membaca kadar air di sekitarnya, Ketika tanah memiliki lebih banyak air, ion-ion dalam air meningkatkan konduktivitas listrik, sehingga resistansi antara dua *probe* berkurang. Data resistansi ini kemudian diubah menjadi nilai tegangan yang dapat diukur. Ketika kadar air tanah meningkat, *output* sensor berkurang, yang mengakibatkan arus mengalir lebih lancar melalui *probe* sensor [3]. Berikut Persamaan konversi nilai ADC ke bentuk persentase kelembapan berdasarkan sensor kelembapan tanah.

$$100 - \frac{\text{Nilai terbaca (ADC)}}{\text{Nilai Maksimal (ADC)}} \times 100\%$$



Gambar 2. 6 Sensor YL-69 [3]

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor YL-69

Keterangan	Detail
<i>Operating Voltage</i>	DC 3.3V-5V
<i>Output voltage signal</i>	0 ~ 4.2V
<i>Current</i>	35mA
LED	Power indikator (Merah) dan Indikator <i>output</i> perubahan digital (Hijau)
Fungsi Pin	
VCC	Eksternal 3.3V-5V

GND	2
DO	Digital <i>output interface</i> (0 and 1)
AO	Analog <i>output interface</i> (0 ~ 4.2V)

2.2.11 Driver Motor

Driver motor L298N biasanya digunakan sebagai pengontrol motor agar mikrokontroler dapat mengontrol motor untuk berputar seperti mengatur kecepatan dan arah putarnya. Selain itu, *driver* motor L298N berfungsi sebagai penguat arus dan tegangan, memastikan bahwa motor menerima arus yang sesuai. Modul ini menggunakan IC L298N sebagai komponen utama untuk pengendalian arus tinggi pada motor. *Driver* motor DC L298N adalah *driver* H-Bridge yang paling sederhana dan mudah digunakan, Ini membuat rangkaian lebih mudah dan sederhana, H-Bridge menggunakan empat saklar elektronik untuk mengatur aliran arus dua arah, menghasilkan perubahan polaritas pada motor dan mengendalikan arah putarannya [29].



Gambar 2. 7 *Driver* Motor L298N [29]

Tabel 2. 4 Spesifikasi *Driver* Motor L298N

Keterangan	Detail
<i>Input Voltage</i>	DC 3.2V ~ 40Vdc
Power Supply	DC 5 V ~ 35V
<i>Peak Current</i>	2 Amp
<i>Operating current range</i>	0 ~ 36mA
Fungsi Pin	

<i>Enable</i>	Mengatur Kecepatan Motor
<i>Logic Input IN 1-4</i>	Mengatur Arah Putaran Motor
<i>Output A&B</i>	Penghubung Motor DC
Power +5V,+12V	Sebagai Catu Daya Eksternal

2.2.12 Pompa Air

Pompa air merupakan mesin yang dirancang untuk mengangkut air dari satu lokasi ke lokasi lain dengan cara meningkatkan tekanan air dan mengalirkannya melalui pipa. Alat ini umumnya menggunakan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Pompa ini bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanis yang digunakan untuk menggerakkan air. Pompa memindahkan fluida dengan memanfaatkan perbedaan tekanan yang dibuat antara sisi hisap dan sisi tekan. Mekanisme pompa memanfaatkan perbedaan tekanan untuk menjaga sisi hisap tidak bergerak, sehingga tekanan dapat dipindahkan [14].

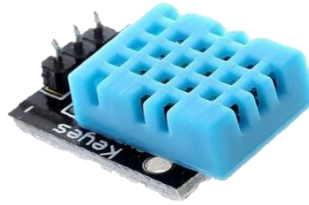


Gambar 2. 8 Pompa Air [14]

2.2.13 Sensor DHT 11

Modul sensor DHT11 berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban pada lingkungan sekitar. Sensor ini mengeluarkan sinyal tegangan analog yang dapat diinterpretasikan oleh mikrokontroler. Sensor DHT11 termasuk dalam kategori elemen resistif, sama seperti sensor NTC yang digunakan untuk mengukur suhu. Dibandingkan dengan modul sensor lainnya, modul ini memiliki keunggulan dalam membaca data dengan lebih responsif, dapat mendeteksi suhu dan kelembaban objek dengan cepat, dan data tidak mudah terinterferensi. Sensor DHT11 umumnya dilengkapi dengan fitur kalibrasi yang memungkinkan

penyesuaian data suhu dan kelembaban agar lebih akurat. Kalibrasi ini dimungkinkan oleh koefisien kalibrasi yang tertanam dalam memori program OTP sensor [8].



Gambar 2. 9 Sensor DHT 11 [8]

Tabel 2. 5 Spesifikasi Sensor DHT11

Keterangan	Detail
Maksimum Operasi	2.5mA max
Kisaran Kelembaban	20-90%RH / $\pm 5\%RH$
Rentang Suhu	0-50 °C / $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
Resolusi	1°C 8 Bit
<i>Response Time</i>	6s – 30s
Fungsi Pin	
VCC	Catu daya 3,3 hingga 5,5 Volt DC
<i>Output</i>	Pin keluaran digital
GND	Tanah

2.2.14 Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan gratis dan nirlaba yang bisa diakses melalui *smartphone* atau komputer. Dikembangkan oleh Pavel Durov dan Nikolai Durov pada tahun 2013, Telegram menawarkan pengiriman pesan yang cepat dan aman dengan berbagai fitur tambahan seperti obrolan grup, saluran (*channels*). Telegram memungkinkan pengguna yang telah mendaftar untuk saling berkomunikasi melalui pesan instan, berbagi foto, video, audio, dan beragam jenis *file* lainnya. Pengguna Telegram dapat memanfaatkan fitur botnya untuk mengontrol dan memantau perangkat via kode API, sehingga memungkinkan pertukaran informasi [30].