BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitan-Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.1 membahas perihal penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya mengenai pengontrol pH dan nutrisi tanaman selada pada hidroponik sistem nft.

Tabel 2.1 penelitian-penelitian sebelumnya

NO	Judul	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1	Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino[2]	Logika binner	Alat ini dapat mengatur pH dan nutrisi pada tanaman selada sesuai kadar yang telah ditentukan	Alat tersebut tidak ada aktuator sebagai pengaduk pada tandon nutrisi
2	Evaluation of hydroponic systems for the cultivation of Lettuce (*Lactuca sativa L.*, var. Longifolia) and comparison with protected soil-based cultivation[5]	Logika binner	Hidroponik mendorong pengurangan hari yang diperlukan untuk setiap siklus panen, yang secara komersial dapat memberikan keuntungan yang signifikat bagi produsen.	Pengukuran pH dan ppm nutrisinya masih menggunakan cara manual
3	Perancangan Sistem Monitoring Pada Hidroponik Selada (*Lactuca sativa L.*) Dengan Metode NFT Berbasis *Internet of Things* (IoT)[6]	Logika binner	Mempermudah petani dalam memantau atau memonitoring tanaman hidroponik walaupun sedang berada di jarak yang jauh	Alat tersebut tidak ada aktuator sebagai pengaduk pada tandon nutrisi

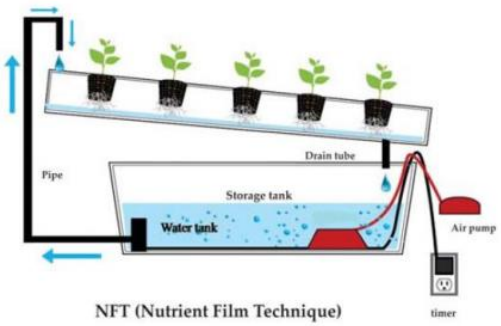
2.2 Selada

Selada (*Lactuca sativa L.*) merupakan tanaman yang tumbuh di daerah yang dingin atau tropis. Kandungan nutrisi selada antara 560 hingga 840 ppm, sedangkan tingkat pH-nya sekitar 6,0 hingga 7,0. Bila nilai pH lebih rendah dari 6,0 atau lebih tinggi dari 7,0 petani harus menambahkan larutan penurun pH (pH turun) atau larutan penambah pH (pH naik) untuk mengembalikan pH ke normal, 6,0 hingga 7,0[2]. Jika nilai PPM pada larutan nutrisi melebihi nilai ideal, penyerapan air tanaman selada akan berkurang, sehingga terganggunya proses fotosintesis. Sebaliknya, jika nilai PPM lebih rendah dari nilai ideal, proses pertumbuhan tanaman selada akan terhambat. PPM (parts per million) adalah satuan konsentrasi, yang digunakan sebagai satuan dari pecahan yang sangat kecil. Contohnya larutan dengan konsentrasi 21 ppm berarti setiap 1.000.000 bagian larutan hanya ada 21 bagian zat terlarut, jika dinyatakan dalam pecahan, konsentrasi yaitu 21/1000000 atau 0.000021[10]. Bentuknya dapat dilihat pada gambar 2.1.

Gambar 2.1 Selada

2.3 Hidroponik NFT

Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) merupakan teknik hidroponik yang mampu dengan mudah memenuhi kebutuhan air dan nutrisi tanaman yang tergolong memiliki biaya operasional rendah. Sistem ini terdiri dari saluran yang memiliki laju aliran konstan dengan tetap menjaga kandungan nutrisi[2]. Contoh Hidroponik NFT ditunjukan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hidroponik NFT

2.4 Cairan pH

pH yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan nilai pH dalam hidroponik, dengan menggunakan larutan pH up yang mengandung larutan basa (10% Kalium Hidroksida) dan larutan pH down yang mengandung larutan asam (10% Nitric Acid)[2]. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.3.

Gambar 2.3 Cairan pH

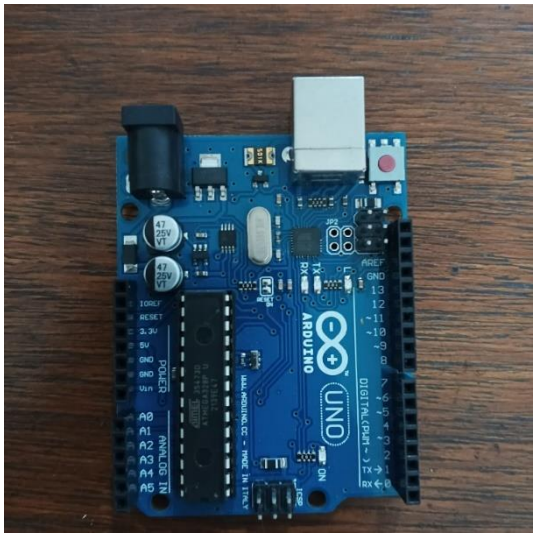
2.5 Cairan AB Mix

Larutan nutrisi yang digunakan terdiri dari garam makro dan mikro yang dihasilkan dari larutan stok A dan stok B, yang dikenal sebagai larutan AB Mix. Petani sering menggunakan nutrisi ini untuk memupukan tanaman hidroponik[2]. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.4.

Gambar 2.4 Cairan AB-mix

2.6 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan board mikrokontroler berbasis ATMega 328. Arduino memiliki 14 pin input dan output digital, dimana 6 pin input dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, konektor tegangan, header ICSP dan tombol riset. Arduino ini berisi semua yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler [6]. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Arduino Uno

Spesifikasi:

1. Tegangan operasi: 5V
2. Tegangan catu daya (rekomendasi): 7-12V
3. Pin I/O Digital 14 (dengan 6 PWM output)
4. Pin Input Analog 6
5. Arus DC per Pin I/O 40 mA
6. Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V 50 mA
7. Flash Memory 32 KB dimana 0.5 KB digunakan oleh bootloader
8. SRAM 2 KB
9. EEPROM 1 KB (ATmega328)

2.7 Sensor TDS

Sensor TDS (Total Dissolved Solids) merupakan sensor kompatibel Arduino yang digunakan untuk mengukur nilai konsentrasi objek solid yang terlarut dalam air. Sensor ini akan menghitung tingkat konduktivitas dengan membaca nilai tegangan yang diberikan oleh batang besi. Tegangan masukan berkisar antara 3,3 hingga 5 V, dan tegangan keluaran analog yang dihasilkan berkisar antara 0 hingga 2,3 V [2]. Untuk mendapatkan nilai TDS digunakan rumus sebagai berikut:

tegangan = nilai analog / rentang ADC x AREF (2.1)

Setelah mendapatkan nilai tegangan selanjutnya mencari nilai EC (Electrical conductivity) dengan rumus:

EC = (133,42 x tegangan^3 - 255,86 x tegangan^2 + 857,39 x tegangan) (2.2)

Setelah mendapatkan nilai EC selanjutnya melakukan perhitungan kompensasi suhu. Dengan rumus sebagai berikut:

EC = EC/(1 + 0,02 x (suhu – 25)) (2.3)

Setelah mendapatkan nilai EC yang telah dikompensasi suhunya, selanjutnya menghitung nilai TDS dengan rumus sebagai berikut:

TDS = EC x 0,5 (2.4)

Contoh sensor TDS ditunjukkan pada gambar 2.6.

Gambar 2.6 Sensor TDS

Spesifikasi:

1. Tegangan *input*: 3.3 ~ 5.5V
2. Tegangan *output*: 0 ~ 2.3V
3. Arus Kerja: 3 ~ 6mA
4. Rentang pengukuran TDS: 0 ~ 1000ppm
5. Akurasi pengukuran TDS: ± 10% F.S. (25°C)
6. Ukuran modul: 42 x 32 mm

2.8 Sensor pH

Sensor pH merupakan sensor yang mampu mendeteksi nilai pH air. Sensor ini berguna untuk mengingatkan pH air atau memantau nilai pH air jika air mengalami pencemaran. Untuk menggunakannya, cukup sambungkan sensor pH ini ke Arduino[2]. Untuk mendapatkan nilai pH digunakan rumus sebagai berikut:

Nilai pH = -5,809 x tegangan pH + 24,027 (2.5)

Nilai -5,809 dan 24,027 diperoleh dari persamaan linear pada saat melakukan kalibrasi sensor. Persamaan tersebut yaitu:

y = -5,809x + 24,027 (2.6)

Keterangan y = nilai pH dan x = nilai tegangan.

Contoh sensor pH ditunjukkan pada gambar 2.7.

Gambar 2.7 Sensor pH

Spesifikasi:

1. Tegangan: 5 ± 0,2V (AC – DC)
2. Arus kerja: 5-10 mA
3. Rentang Pengukuran: 0 - 14PH
4. Waktu Respon: ≤ 5s
5. Waktu stabilitas: ≤ 60s
6. Konsumsi daya: ≤ 0,5W

7. Ukuran modul: 43mm x 32mm x 20mm
8. Berat: 25 g

2.9 Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu yang memiliki keluaran sinyal digital. DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu ± 0,5°C pada rentang suhu -10°C sampai +85°C[11]. Ditunjukkan pada gambar 2.8.

Gambar 2.8 Sensor Suhu DS18B20

Spesifikasi:

1. Catu Daya: 3 ~ 5.5VDC
2. Range suhu: -55°C ~ +125°C
3. Akurasi ± 0,5°C dari -10°C hingga +85°C
4. Resolusi pengukuran: 9 ~ 12bit
5. Output: Digital

2.10 Float Sensor

Float sensor adalah sensor level dengan pelampung yang bergerak naik dan turun saat level cairan berubah. Sensor float terhubung ke Arduino Uno untuk

mengaktifkan atau mematikan pompa ketika tingkat cairan telah mencapai ambang batas[12]. Contoh bentuk float sensor ditunjukkan pada gambar 2.9.

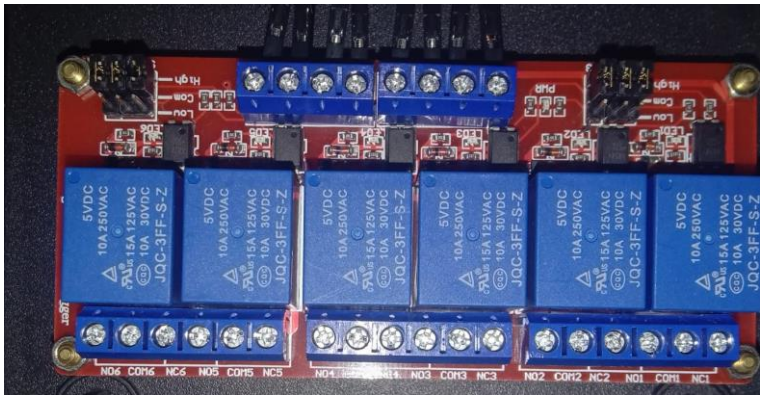
Gambar 2.9 Float sensor

Spesifikasi:

1. Daya (Maks): 10W
2. Tegangan pengalihan (max): 110VDC
3. Arus pengalihan (max): 0,5A
4. Resistensi (max): 100 Ohm
5. Float length: 85 mm / 3.35

2.11 Relay

Relay adalah saklar listrik yang beroperasi memanfaatkan gelombang elektromagnetik. Relay biasanya terdiri dari switch, wire coil dan iron shaft. Bagian ini akan bekerja ketika arus mengalir melalui koil sehingga menyebabkan medan magnet disekitarnya berubah dan posisi saklar berubah[13]. Contoh bentuk modul relay ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Relay

2.12 Pompa Peristaltik

Pompa peristaltik menggunakan tekanan dan perpindahan untuk memompa berbagai jenis fluida. Tidak pernah bersentuhan langsung dengan fluida[14]. Gambar 2.11 menunjukkan contoh pompa peristaltik.

Gambar 2.11 Pompa Peristaltik

2.13 Pompa DC

Pompa air DC adalah alat untuk menggerakkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan tinggi setelah pompa membuat tekanan yang rendah pada sisi masuk air dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar air[1]. Ditunjukkan pada Gambar 2.12.

Gambar 2.12 Pompa DC

2.14 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu perangkat elektronik yang dapat menampilkan angka atau teks. Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler[15]. Contoh dari LCD 16x2 ditunjukkan pada Gambar 2.13.

Gambar 2.13 LCD 16X2

2.15 Motor AC

Motor AC adalah sebuah motor listrik yang di gerakan oleh alternatingcurrent atau arus bolak balik (AC). Umumnya, motor AC terdiri dari dua komponen utama yaitu stator dan rotor. Stator merupakan komponen listrik statis.

Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor[16]. Contoh dari motor AC ditunjukkan pada Gambar 2.14.

Gambar 2.14 Motor AC

2.16 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software yang digunakan untuk memprogram board arduino, dengan kata lain Arduino IDE berfungsi sebagai media untuk memprogram board Arduino. Program yang ditulis menggunaan Arduino Software (IDE) disebut sketch[15].

2.17 Fuzzy Logic Sugeno

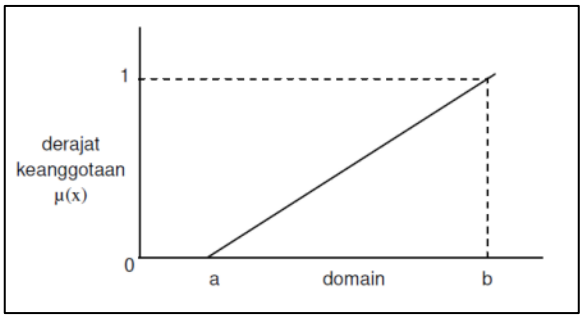
Fuzzy Sugeno ialah metode logika fuzzy yang digunakan untuk pengambilan keputusan menggunakan aturan *IF-THEN*. Metode ini memodelkan hubungan antara input serta output memakai fungsi keanggotaan fuzzy serta implikasi. Kelebihan Fuzzy Sugeno terletak di kemampuannya membuat output numerik sesuai kombinasi linier input[17]. Dalam perhitungan fuzzy logic sugeno ada tiga tahap ialah *fuzzyfikasi, inferensi,* dan *defuzzyfikasi.*

1. *Fuzzyfikasi*

Dalam tahap *fuzzyfikasi* ialah proses mengubah nilai tegas yang ada menjadi fungsi keanggotaan [18]. Untuk mendapatkan fungsi keanggotaan, langkahnya dengan melakukan representasi berikut:

a. Representasi Linier Naik

Nilai dominan yang memiliki keanggotaan paling sedikit (0) dimulai dengan kenaikan himpunan dan bergerak ke kanan untuk nilai dominan yang memiliki keanggotaan lebih tinggi[18]. Contohnya ditunjukkan pada gamabr 2.15.



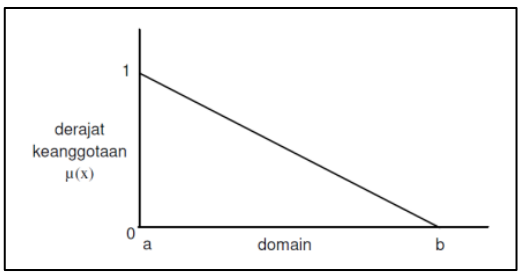
Gambar 2.15 Representasi linier naik

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x]\begin{cases} 0; & x <= a \\ (x-a)/(b-a) & a <= x >= b \\ 1; & x >= b \end{cases} \qquad (2.7)$$

b. Representasi Linier Turun

Garis lurus dimulai dengan nilai dominan tertinggi di sisi kiri dan kemudian menurun ke nilai dominan terendah di sisi kiri[18]. Contohnya ditunjukkan pada gamabr 2.16.



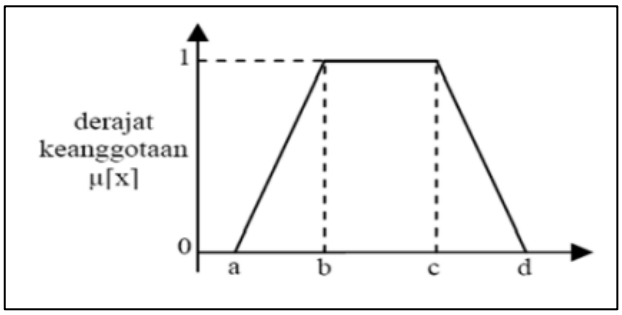
Gambar 2.16 Representasi linier turun

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x]\begin{cases}(b-x)/(b-a); & a <= x <= b \\ 0; & x >= b\end{cases} \quad (2.8)$$

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium biasanya berbentuk seperti segitiga, tetapi pada sebagian titik ada yang mempunyai nilai keanggotaan 1[18]. Contohnya ditunjukkan pada gamabr 2.17.



Gambar 2.17 Representasi kurva trapesium

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x]\begin{cases}0; & x <= a \; atau \; x >= d \\ (x-a)/(b-a); & a <= x <= b \\ 1; & b <= x <= c \\ (d-x)/(d-c); & c <= x <= d\end{cases} \quad (2.9)$$

2. *Inferensi*

Proses *inferensi* dilakukan dengan menggunakan nilai α, yang merupakan nilai minimum antara TDS dan pH[9].

α = min (μTDS(x), μpH(y)) (2.10)

3. *Defuzzyfikasi*

Defuzzyfikasi adalah kebalikan dari proses fuzzyfikasi. Metode fuzzy sugeno menggunakan weighted average (WA) untuk proses defuzzifikasi, dan rumusnya adalah sebagai berikut[18]:

$$WA = \frac{\alpha 1 z 1 + \alpha 2 z 2 + \alpha 3 z 3 + \cdots + \alpha n z n}{\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 + \cdots + \alpha n} \quad (2.11)$$

Keterangan: WA= Nilai rata-rata, αn = nilai predikat aturan ke-n, dan zn = indeks nilai output (konstanta) ke-n.