

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Sebelumnya**

Berikut merupakan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, antara lain :

1. Pada tahun 2021 ada sebuah penelitian dengan konsep yang sama, cara kerja penelitian ini memanfaatkan ketersediaan air sesuai dengan kebutuhan tanaman, dengan adanya sensor kelembaban tanah dimana nilai kelembaban tanah dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan tanaman dalam proses irigasi, kekurangan penelitian tersebut adalah hanya mengatur dan menampilkan kebutuhan air irigasi tanpa ada perhitungan data hasil analisis air irigasi. [4]
2. Pada tahun 2022 ada penelitian yang membahas implementasi fuzzy, cara kerja penelitian ini adalah membuat implementasi fuzzy pada sistem irigasi berbasis arduino cara kerja penelitian ini sebagai penyiraman otomatis irigasi dengan mendeteksi kelembaban tanah dan kelembaban ruangan sensor DHT11, arduino membaca nilai tersebut dan memberi perintah ke pada relay untuk mengaktifkan pompa mini menyiram tanaman secara otomatis. Kekurangan penelitian ini adalah tidak mengatur aliran air dan menganalisis kebutuhan air pada tanaman. [5]

## 2.2 Selada

Selada (*Lactuca sativa*) merupakan tumbuhan sayur yang bisa dibudidaya di daerah sedang maupun beriklim tropis. Selada merupakan sayuran yang paling digemari karena dapat digunakan dalam berbagai makanan olahan. Tingginya permintaan pasar dalam dan luar negeri membuat tanaman selada ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi sehingga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat.



Gambar 2. 1 Selada

Sumber daya alam negara memiliki peluang yang cukup besar, karena ada banyak daerah yang sangat cocok untuk menanam selada. Produksi selada di Indonesia dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2013 masing-masing sebesar 283.770 ton, 280.969 ton, 294.934 ton dan 300.961 ton. Data menunjukkan bahwa produksi selada mengalami penurunan pada tahun 2011. Penyebab penurunan produksi selada adalah pemupukan yang masih kurang optimal dan wadah media tanam yang tidak sesuai[2]. Maka untuk mengatasi kendala tersebut salah satunya dengan menggunakan hidroponik. Adapun kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan untuk tanaman selada sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Parameter Kebutuhan Selada

pH	6 – 7
TDS	560 - 840
Suhu	25° – 28° C
EC	0,8 – 1,2

Kebutuhan air yang memadai sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman selada. Air berperan dalam transportasi nutrisi dan mineral dari akar ke seluruh bagian tanaman, menjaga keseimbangan suhu, serta mendukung fotosintesis dan metabolisme tanaman. Kurangnya air dapat menghambat pertumbuhan tanaman selada, menyebabkan daun mengering, penurunan produksi, dan bahkan kematian tanaman.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kebutuhan Air Tanaman Selada:

1. Tahap Pertumbuhan: Kebutuhan air tanaman selada berbeda-beda pada setiap tahap pertumbuhan. Pada tahap awal, tanaman membutuhkan lebih sedikit air, sedangkan pada tahap vegetatif dan reproduksi, kebutuhan air meningkat.
2. Faktor Lingkungan: Faktor-faktor seperti suhu udara, kelembaban relatif, dan intensitas cahaya mempengaruhi kebutuhan air tanaman selada. Suhu yang tinggi dan kelembaban udara rendah dapat meningkatkan kehilangan air melalui transpirasi, sehingga meningkatkan kebutuhan air tanaman.
3. Jenis Tanah: Sifat fisik dan kandungan air tanah juga berpengaruh pada kebutuhan air tanaman selada. Tanah yang memiliki kemampuan drainase yang baik dan kandungan air yang cukup akan mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik.

Metode pengukuran kebutuhan air tanaman selada: untuk menentukan kebutuhan air tanaman selada, beberapa metode pengukuran yang umum digunakan adalah:

1. Metode Penyiraman Terjadwal: Penyiraman dilakukan secara terjadwal berdasarkan jadwal yang telah ditentukan, dengan memperhatikan faktor-faktor seperti kondisi cuaca dan fase pertumbuhan tanaman.
2. Metode Pengukuran Gravimetri: Metode ini melibatkan pengukuran berat tanah sebelum dan setelah penyiraman. Perbedaan berat tanah digunakan untuk menentukan jumlah air yang diserap oleh tanaman.
3. Metode Pengukuran Potensi Air Tanah: Metode ini mengukur potensi air tanah menggunakan tensiometer atau alat pengukur lainnya. Data ini digunakan untuk menentukan waktu dan jumlah air yang perlu disuplai kepada tanaman.

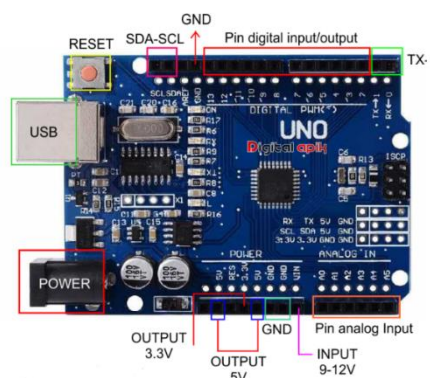
Kebutuhan air yang memadai sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman selada. Faktor tahap pertumbuhan, kondisi lingkungan, dan jenis tanah berperan dalam menentukan kebutuhan air tanaman selada. Metode pengukuran yang akurat dan tepat juga diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman selada dengan efektif. Memahami dan memenuhi kebutuhan air tanaman selada akan membantu petani dalam mencapai hasil panen yang optimal dan meningkatkan kualitas tanaman selada yang dihasilkan.[2]

### 2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.

Nama “*Uno*” berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino. [6]



Gambar 2. 2 *Arduino Uno*

## 2.4 Water Flow Sensor YF-S201

*Water Flow Sensor* utamanya terbuat dari plastik, *hall sensor* dan *rotor magnetic*. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi atau mengukur aliran air. Ketika air melewati rotor, maka rotor magnetik akan berputar. Kecepatan putaran dari rotor magnetik tergantung dari perubahan laju aliran air, kemudian *hall sensor* ini yang dibaca oleh mikrokontroller. Penggunaan flow meter Sensor adalah alat yang digunakan untuk menentukan keberadaan bahan aliran (cair, gas, bubuk) dalam jalur aliran, dengan semua aspek aliran itu sendiri, termasuk kecepatan atau laju aliran dan massa atau total volume material yang mengalir dalam lorong. Dan ini sering disebut totalizer.

Ketahui parameter aliran suatu material dengan mengukur Flow Meter Sensor yang dikirim sebagai data digital dan juga dapat dikirim untuk menghasilkan listrik atau Signal yang dapat digunakan sebagai input ke sirkuit kontrol atau sirkuit listrik lainnya. Dalam beberapa kasus, flow meter dapat digunakan untuk mencapai efisiensi suatu proses dengan melakukan penyesuaian aliran fluida kecil. Seperti dalam industri manufaktur di mana kebutuhan air, udara bertekanan dan uap, tentu saja, ukuran kecil harus sesuai dengan kebutuhan jalur produksi sesuai dengan konsumsi mesin dalam proses produksi.[7]



Gambar 2. 3 Water Flow Sensor YF-S201

## 2.5 Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

Modul sensor *ultrasonic* HC-SR04 dapat mengukur jarak dengan rentang dari mulai 2cm sampai 400cm, dengan nilai akurasi mencapai 3mm. Pada modul ini terdapat ultrasonik *transmitter*, ultrasonik *receiver* dan *control circuit*. Berikut ini dasar prinsip kerja dari sensor *ultrasonic* HC-SR04 :

- a. Menggunakan IO *trigger* sedikitnya sinyal high selama 10us.
- b. Modul HC-SR04 secara otomatis akan mengirimkan 8 kali 40 KHz dan mendeteksi apa terdapat sinyal balik atau tidak.
- c. Jika terdapat sinyal balik, maka durasi waktu dari *output high* adalah waktu dari pengiriman dan penerimaan ultrasonik.

$$\text{Jarak} = (\text{waktu sinyal } high) * \text{kecepatan suara} (340\text{m/s}) / 2$$

Tabel 2. 2 Spesifikasi HC-SR04

Spesifikasi	Keterangan
Input Tegangan	5V DC
Arus	15 mA
Frekuensi Kerja	40KHz
Jarak Maksimum	4m
Jarak Minimum	2cm
Sudut Pengukuran	15°
Input Sinyal <i>Trigger</i>	10us pulsa TTL
Output Sinyal Echo	Sinyal level TTL
Dimensi	45*20*15mm

Tabel 2.1 menunjukkan bentuk fisik dari sensor *Ultrasonic* HC-SR04, dimana pin *trigger* digunakan untuk input pulsa sedangkan pin *echo* digunakan untuk *output* pulsa. [8]



Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonic

Spesifikasi dari sensor ultrasonik Hcsrf-04 adalah sebagai berikut :

- a. Dimensi : 24 mm (P) x 20 mm (L) x 17 mm (T)
- b. Konsumsi Arus : 30 mA (rata-rata), 50 mA (max)
- c. Jangkauan : 3 cm – 3 cm
- d. Sensitifitas : Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak >1m.

Prinsip kerja sensor ultrasonik dapat dilakukan sebagai berikut :

Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan sebagai berikut :

$$s = \frac{v \times t}{2}$$

Keterangan : s = jarak (meter)

v = kecepatan suara

(340m/detik) t = waktu

tempuh ( detik)

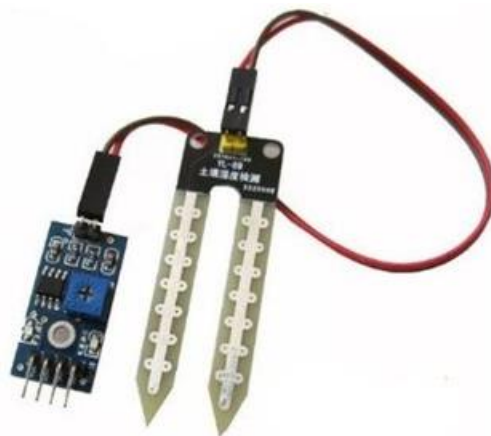


Hcsr-04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3cm – 3 cm dengan *output* panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu *Trigger* dan *Echo*. Untuk mengaktifkan Hcsr-04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin *Trigger* minimal 10  $\mu$ s, selanjutnya Hcsr-04 mengirimkan pulsa positif melalui pin *Echo* selama 100  $\mu$ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek.

Prinsip kerja Hcsr-04 adalah *transmitter* memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (20 KHz) yang berbentuk pulsa, kemudian jika didepan Hcsr-04 ada objek padat maka *receiver* akan membaca lebar pulsa yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran.[8]

## 2.6 Sensor Kelembapan Tanah YL-96

Sesuai dengan gambar 2.5, sensor terdiri dari dua elektroda dan dua elektroda tersebut ditancapkan ke tanah. Arus listrik yang mengalir menuju kedua elektroda melalui tanah, serta resistansi pada tanah akan menentukan kelembaban tanah. Saat kadar air tanah tinggi, ion air akan mempermudah arus listrik mengalir melalui tanah dan menyebabkan resistansi menjadi kecil. Sebaliknya saat kadar air rendah, resistansi menjadi besar[9]. Sering kali sensor dijual bersama rangkaian potensiometer untuk mengatur batasan pengukuran. [8]



Gambar 2. 5 Sensor kelembaban tanah YL-96

Tabel 2. 3 Spesifikasi YL-96

VCC	3.3 V atau 5 V
Arus	35 mA
Tegangan output	0 V hingga 4.2 V
Dimensi panel	3.0 x 1.6 cm
Dimensi probe	6.0 x 3.0 cm

Berikut merupakan rumus untuk mengubah nilai analog sensor kelembabatan tanah menjadi satuan persen.

Kelembaban Tanah :  $x = (100 - (\text{nilai analog} / 1023) * 100)$ .

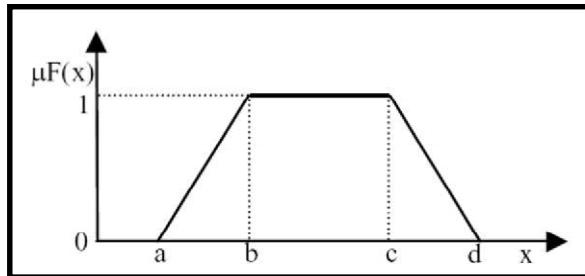
### 2.7 Fuzzy Mamdani

Metode mamdani sering juga dikenal dengan nama metode Max-Min atau Max-Product. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk memperoleh output diperlukan empat tahap yaitu[10]:

#### 1. Pembentukan himpunan fuzzy

Metode mamdani, baik variable input maupun variable output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy, himpunan fuzzy diambil dari fungsi keanggotaan dinyatakan sebagai fungsi matematis tertentu. Derajat keanggotaan dari masing-masing elemen semesta pembicaraan memerlukan perhitungan. Fungsi matematis yang biasa digunakan yaitu fungsi trapesium. Fungsi keanggotaan trapesium mempunyai bentuk seperti pada gambar 1 dan dispesifikasikan oleh empat parameter {a,b,c,d} seperti persamaan 1[7].

$$\text{Trapezium}(x;a,b,c,d)= \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (1)$$



Gambar 2. 6 Fungsi Keanggotaan Trapezium

Parameter  $\{a,b,c,d\}$  ( dengan  $a < b < c < d$  ) menentukan kordinat  $x$  pada empat sudut dari fungsi keanggotaan trapesium.

## 2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)

Logika pengambilan keputusan (Fuzzy inference) mengamplifikasikan aturan-aturan fuzzy pada masukkan fuzzy, kemudian mengevaluasi setiap aturan. Prinsip logika fuzzy digunakan untuk mengkombinasikan aturan-aturan JIKA-MAKA ( IF THEN) yang terdapat dalam basis aturan suatu pemetaan dari suatu himpunan fuzzy input himpunan fuzzy output. Logika pengambilan keputusan merupakan langkah kedua dalam pemrosesan logika fuzzy. Terdapat beberapa metode pengambilan keputusan dalam logika fuzzy yaitu metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan metode mamdani adalah Min dan dalam melakukan komposisi dengan menggunakan Max. Metode komposisi ini sering disebut Max-Min

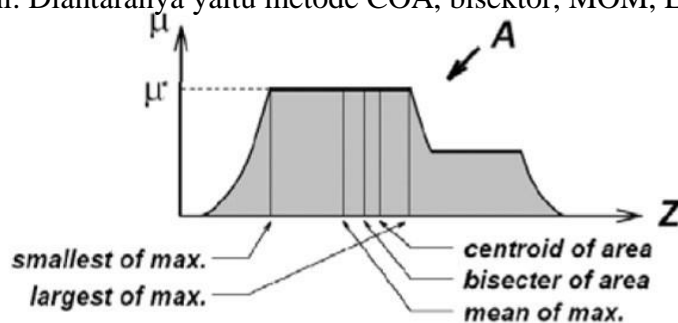
### 3. Komponen aturan

Langkah pertama pengambilan keputusan metode Mamdani adalah melakukan proses fuzifikasi untuk memetakan data tegas masukan kesalahan dan beda kesalahan data fuzzy sesuai dengan tipe dan bentuk fungsi keanggotaan. Langkah kedua adalah melakukan proses terhadap kedua data fuzzy tersebut dengan operator AND yang akan mengambil nilai paling minimal dari dua data tersebut. Langkah ketiga dengan implikasi MIN akan memotong fungsi keanggotaan keluaran setelah melalui operator AND sehingga didapat daerah fuzzy. Ketiga proses tersebut juga diterapkan pada aturan-aturan fuzzy berikutnya. Setelah aturan fuzzy dieksekusi, dilakukan proses komposisi dengan metode MAX yaitu solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikan ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Setelah proses implikasi dan komposisi telah dilakukan maka proses selanjutnya adalah proses defuzzifikasi.

### 4. Penegasan (defuzzyfikasi)

Input dari proses defuzzyfikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output[7]. Defuzzifikasi pada komposisi aturan

Mamdani. Diantaranya yaitu metode COA, bisektor, MOM, LOM, dan SO



Gambar 2. 7 Metode Deffuzifikasi