

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Spesifikasi NodeMCU ESP32.....	18
<b>Tabel 3.2</b> Spesifikasi <i>Power Supply</i> 12V 5A .....	19
<b>Tabel 3.3</b> Modul <i>Stepdown</i> 5V MP1584 .....	20
<b>Tabel 3.4</b> Spesifikasi Relay 5V 4 Channel.....	21
<b>Tabel 3.5</b> Spesifikasi Sensor Kadar Air Tanah HW-390 .....	22
<b>Tabel 3.6</b> Spesifikasi Sensor Kadar Air Tanah HW-390 .....	23
<b>Tabel 3.7</b> Spesifikasi Pompa Air DC 12V .....	24
<b>Tabel 3.8</b> Spesifikasi Kipas DC 12V.....	25
<b>Tabel 3.9</b> Spesifikasi Pemanas Udara PTC .....	26
<b>Tabel 3.10</b> Spesifikasi Pemanas Udara PTC .....	26
<b>Tabel 3.11</b> <i>Rules Fuzzy Logic</i> .....	32
<b>Tabel 4.1</b> Hasil pengujian <i>rules</i> pada sistem .....	51
<b>Tabel 4.2</b> Performa Mode Kendali Pada Aplikasi.....	58
<b>Tabel 4.3</b> Performa Kendali Manual Pompa Pada Aplikasi.....	59
<b>Tabel 4.4</b> Performa Kendali Manual Pemanas Pada Aplikasi.....	59

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Tanaman berjenis sawi pendek atau pakcoy (*Brassica chinensis L.*), merupakan salah satu tanaman yang banyak diminati untuk dikonsumsi. Pakcoy sangat diminati karena mengandung banyak vitamin A dan E yang baik untuk memelihara kesehatan mata dan mencegah penuaan [1]. Menurut Badan Pusat Statistik, produksi tanaman berjenis sayuran khususnya sawi-sawian mencapai 667.473 ton pada tahun 2020 [2]. Produksi dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan budidaya pakcoy baik dalam skala besar maupun skala rumah tangga. Dalam budidaya pakcoy, banyak faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti kadar air tanah pada media tanam.

Standar kadar air tanah yang baik untuk tanaman berkisar antara 50% - 70% [3]. Kadar air tanah yang cukup tinggi dibutuhkan untuk mempertahankan zat organik dan unsur hara yang terdapat pada media tanam. Untuk memenuhi kebutuhan kadar air tanah, budidaya pakcoy di Indonesia masih mengikuti musim penghujan [4]. Namun kadar air tanah yang berlebih justru mengakibatkan hilangnya unsur hara dan berdampak buruk bagi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dirancang alat berupa prototipe yang dapat memantau dan mengendalikan nilai kadar air tanah pada media tanam budidaya pakcoy sehingga sesuai dengan syarat tumbuh tanaman.

Implementasi dari alat berupa prototipe dengan sistem kendali yang dapat melakukan kendali secara otomatis berbasis mikrokontroler. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah pada media tanam budidaya pakcoy. Sensor kadar air tanah akan ditempatkan pada media tanam untuk mendeteksi nilai yang kemudian diolah oleh mikrokontroler dengan prinsip kendali logika *fuzzy* mamdani. Aktuator akan beroperasi untuk menaikkan nilai kadar air tanah dan menurunkan nilai kadar air tanah berdasarkan aturan *fuzzy* yang telah dirancang. Sistem dapat dipantau dan dikendalikan secara manual melalui aplikasi *smartphone*.

Penelitian sebelumnya sudah dilakukan dengan merancang sebuah sistem yang dapat menaikkan nilai kadar air tanah menggunakan *valve* pada media tanam saat nilai kadar air tanah berada dibawah nilai standar[4]. Hanya saja sistem belum dapat melakukan suatu aksi apabila nilai kadar air tanah berada diatas standar. Oleh karena itu akan dilakukan beberapa pengembangan seperti instalasi sensor suhu, perancangan aktuator yang dapat menurunkan nilai kadar air tanah apabila berada diatas standar, dan penggunaan *platform* IoT untuk memantau dan mengendalikan sistem melalui aplikasi *smartphone*.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana desain dan rancangan sistem kendali dan pemantauan kadar air tanah pada media tanam budidaya pakcoy?
2. Bagaimana implementasi dan respon sistem logika *fuzzy* pada sistem kendali kadar air tanah pada media tanam budidaya pakcoy ?
3. Bagaimana pemantauan dan kendali sistem kendali kadar air tanah pada media tanam budidaya tanaman pakcoy melalui aplikasi android?

### 1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat Tugas Akhir ini adalah:

1. Merancang sistem yang dapat mengendalikan dan memantau nilai kadar air tanah pada media tanam budidaya tanaman pakcoy.
2. Mengimplementasikan logika *fuzzy* dan mengetahui respon sistem yang dihasilkan.
3. Memantau dan mengendalikan nilai kadar air tanah melalui aplikasi *smartphone* berbasis android.

Adapun manfaat tugas akhir ini adalah memudahkan pengguna dalam memantau dan mengendalikan nilai kadar air tanah secara otomatis ataupun manual melalui aplikasi *smartphone* berbasis android.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Parameter yang dikendalikan adalah nilai kadar air tanah pada media tanam budidaya pakcoy.
2. Terdapat parameter pendukung nilai suhu udara untuk menentukan *output* dari sistem.
3. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah pada polibag berukuran 10cm x 20cm.
4. Nilai kadar air tanah yang dapat dikendalikan sistem tidak lebih dari 73%.
5. Tidak membahas kualitas budidaya tanaman pakcoy.
6. Sistem yang dirancang merupakan sebuah prototipe.

### **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Studi Literatur  
Menggunakan literatur ataupun referensi dari buku, jurnal, media daring, dan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.
2. Perancangan Sistem  
Membuat desain dan merancang sistem sesuai dengan spesifikasi.
3. Pengujian Sistem  
Melakukan pengujian terhadap alat yang telah dirancang sehingga didapatkan data untuk dianalisis.
4. Analisis Hasil  
Menganalisis dan mengolah data hasil pengujian sistem sehingga mendapatkan kesimpulan apakah sistem yang dirancang sudah sesuai dengan yang diharapkan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab pembahasan yang disusun sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, tujuan dan manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika dari penulisan Tugas Akhir.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang penjelasan teori yang mendukung dalam penulisan dan perancangan Tugas Akhir.

### BAB III PERANCANGAN SISTEM

Berisi mengenai perancangan sistem yang dibuat dalam Tugas Akhir.

### BAB IV HASIL PERCOBAAN DAN ANALISIS

Mengurai hasil percobaan sistem alat yang telah dirancang dan menganalisis hasil dari pengujian alat.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

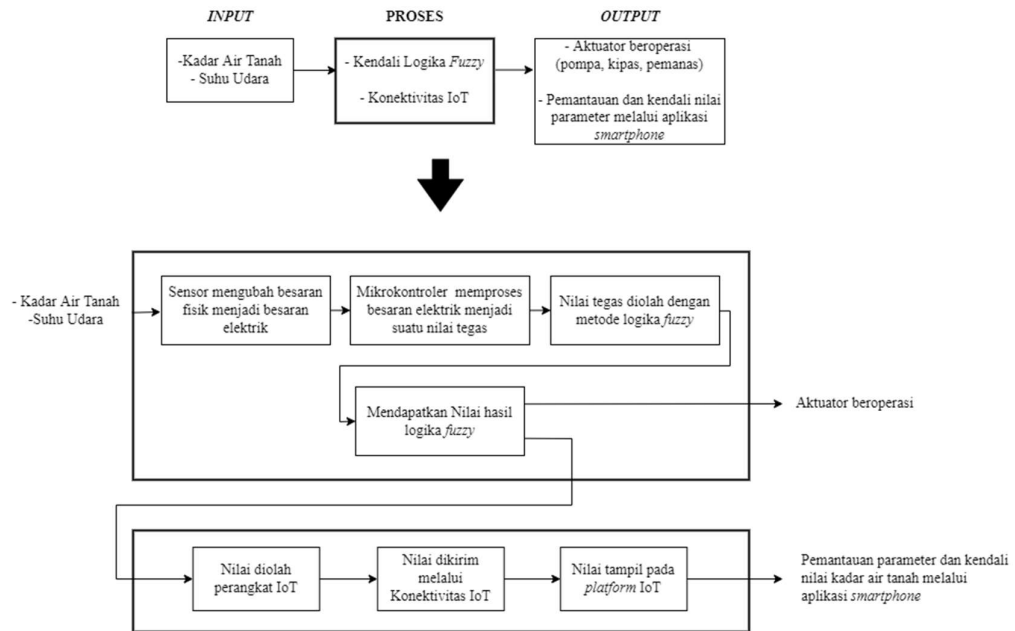
Berisi kesimpulan dari sistem yang telah dirancang serta memberikan saran dan masukan guna penelitian serupa selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Desain Konsep Solusi

Desain konsep solusi merupakan sebuah kerangka dari sistem yang berupa konsep dan bertujuan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang dibahas. Desain konsep solusi memiliki beberapa tahap yaitu input, proses, dan output.



**Gambar 2.1** Desain Konsep Solusi

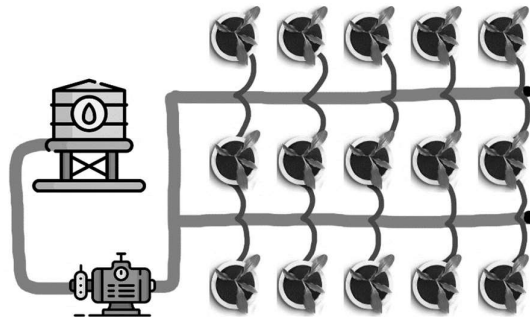
Pada Gambar 2.1 sistem memiliki *input* parameter berupa kadar air tanah dan suhu udara pada media tanam, dengan proses kendali logika *fuzzy* dan konektivitas IoT, serta *output* beroperasinya aktuator. Parameter akan dideteksi melalui sensor kemudian data yang didapat oleh sensor akan diproses mikrokontroler menggunakan logika *fuzzy* yang hasilnya berupa *rules*. Aktuator yang berupa pompa air, kipas, dan pemanas, akan beroperasi dengan rentang waktu yang berbeda-beda sesuai dengan *rules* logika *fuzzy* yang telah dirancang.

Nilai hasil keluaran logika *fuzzy* juga kemudian diolah oleh mikrokontroler dan dikirim ke *platform* IoT. Setelah nilai berhasil tampil di *platform* IoT kemudian dimanfaatkan konektivitas IoT untuk mengirim nilai ke aplikasi *smartphone* yang telah dirancang. Pada aplikasi tersebut pengguna dapat memantau parameter dan mengendalikan aktuator dengan metode ON – OFF.

## 2.2 Pakcoy

Pakcoy (*Brassica chinensis L.*) merupakan tanaman berjenis sayur-sayuran yang berasal dari keluarga *Brassicaceae* dan masih satu genus dengan sawi putih (petsai) dan sawi hijau (caisim). Pakcoy berasal dari Tiongkok dan mulai dibudidayakan secara luas sejak abad ke – 5[1], dan sampai saat ini budidaya pakcoy masih tersebar luas dan diminati banyak orang untuk dikonsumsi. Tanaman pakcoy memiliki tinggi antara 15 – 30 cm dengan daun berbentuk oval berwarna hijau mengkilap dengan permukaan ditumbuhi rambut halus dan tangkai daun berwarna putih atau hijau muda [5]. Tanaman pakcoy dapat dibudidayakan didaerah dengan ketinggian 5 – 1200 meter diatas permukaan laut (dpl) sehingga dapat ditanam di dataran rendah maupun dataran tinggi. Iklim yang baik untuk budidaya tanaman pakcoy yaitu daerah dengan suhu 15 – 30<sup>0</sup>C dengan curah hujan lebih dari 200 mm/bulan, serta lama penyinaran sinar matahari antara 10 – 13 jam [6].

## 2.3 Sistem Irigasi Tetes



**Gambar 2.2** Desain Irigasi Tetes

Pada Gambar 2.2 merupakan desain dari sistem irigasi tetes. Irigasi tetes merupakan sistem irigasi yang pengaliran airnya menggunakan pipa berdiameter kecil dan dialirkan langsung ke tanah di dekat tanaman, pemberian air dilakukan dengan menempatkan nozel di permukaan tanah dekat perakaran tanaman. Sistem

ini memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tanpa membasahi keseluruhan lahan, sehingga dapat mereduksi kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan.

Irigasi tetes memiliki keunggulan dibandingkan sistem irigasi yang lainnya seperti efisiensi irigasi yang lebih tinggi, mencegah timbulnya penyakit *leaf burn* pada tanaman tertentu, mengurangi terjadinya hama penyakit dan gulma yang disebabkan kondisi tanah yang terlalu basah, serta pemberian pupuk dan ataupun pestisida bersamaan dengan pemberian air irigasi. Untuk merancang sistem irigasi tetes diperlukan beberapa komponen seperti penetes, pipa lateral, pipa utama, pompa atau tenaga penggerak, dan komponen lainnya seperti katup, tangki air, dll [7].

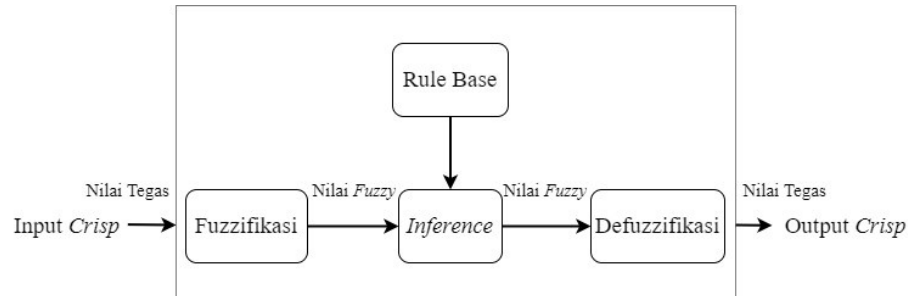
#### **2.4 Tanah Pada Budidaya Pakcoy**

Tanah yang cocok untuk budidaya pakcoy adalah tanah subur, gembur, banyak mengandung bahan organik, tidak tergenang, dan irigasi dalam tanah berjalan dengan baik. Standar kadar air tanah sesuai untuk tanaman sawi dan yaitu berkisar antara 50% - 70% [8]. Semakin rendah kadar air dalam tanah maka akan membuat tanah menjadi kering dan bahan organik yang terkandung dalam tanah akan berkurang. Sedangkan derajat keasaman (pH) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan adalah antara 6 – 7. Keasaman dalam tanah sangat berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara dalam tanah, semakin tinggi pH tanah maka ketersediaan unsur hara semakin rendah [9].

#### **2.5 Metode Kendali Logika Fuzzy**

Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 [10]. Metode logika *fuzzy* adalah metode pendekatan dengan menggunakan deskripsi linguistik dan sistem analisis teori dengan aturan yang samar (*fuzzy*). Kekaburan atau kesamaran dalam logika *fuzzy* berada dalam rentang 0 hingga 1, berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki nilai 0 dan 1. Oleh karena itu, dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersamaan, dan menunjukkan sejauh mana benar atau salah dari suatu nilai [11]. Logika *fuzzy* dapat mengklasifikasi apakah suatu kadar air tanah kering, normal, atau basah.





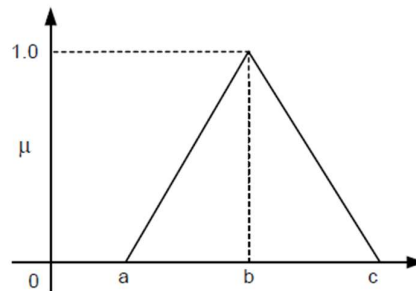
**Gambar 2.3** Diagram Blok Kendali Logika Fuzzy

Gambar 2.3. Merupakan diagram blok dari kendali logika *fuzzy* yang memiliki beberapa tahapan yaitu :

a. Fuzzifikasi

Suatu proses untuk mengubah masukan yang berupa nilai tegas (*crisp*) menjadi nilai *fuzzy* (linguistik). Pada Proses ini setiap nilai *fuzzy* memiliki fungsi keanggotaannya masing-masing [12]. Fungsi keanggotaan merupakan pemetaan titik masukan kedalam nilai keanggotaan yang disajikan dalam bentuk kurva dengan interval 0 hingga 1. Adapun beberapa Fungsi yang digunakan dalam proses ini sebagai contoh :

- Fungsi Keanggotaan Segitiga



**Gambar 2.4** Fungsi Keanggotaan Segitiga

Pada Gambar 2.4. merupakan fungsi keanggotaan yang disajikan dalam bentuk kurva segitiga. Nilai keanggotaannya dapat diketahui melalui persamaan (1).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1.1)$$

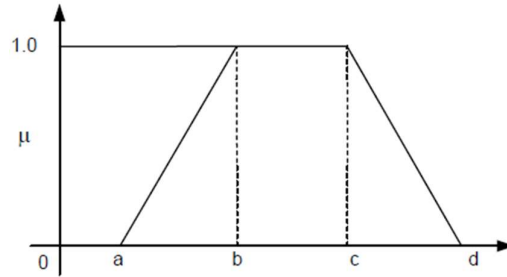
Keterangan :

$\mu(x)$  = nilai / derajat keanggotaan

$x$  = domain nilai

$a, b, dan c$  = nilai pada domain

- Fungsi Keanggotaan Trapesium



**Gambar 2.5** Fungsi Keanggotaan Trapesium

Pada Gambar 2.5. Merupakan fungsi keanggotaan yang disajikan dalam bentuk kurva trapesium. Nilai keanggotaannya dapat diketahui melalui persamaan (2).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & x \geq d \end{cases} \quad (1.2)$$

Keterangan :

$\mu(x)$  = nilai / derajat keanggotaan

$x$  = domain nilai

$a, b, dan c$  = nilai pada domain

b. Inferensi

Suatu proses implikasi dalam menilai nilai masukan dan evaluasi aturan (*rule*) guna menentukan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu contoh implikasi sederhana dengan menggunakan dua variabel *fuzzy* *If-Then* dapat direalisasikan seperti : *if (X1 is A1), (X2 is A2)...(Xn is An) Then Y is B*, dimana X dan Y merupakan skalar, dan A dan B merupakan himpunan

*fuzzy* [10]. Aturan (*rule*) juga penting dalam proses ini untuk dijadikan acuan sehingga keluaran yang dihasilkan oleh sistem sesuai dengan yang diharapkan [11].

c. Defuzzifikasi

Setelah didapatkan keluaran dari tahap *inference*, maka keluaran yang didalamnya terdapat aturan (*rule*) yang telah ditentukan akan menjadi masukan dalam tahap defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi merupakan proses mengubah nilai *fuzzy* yang telah didapat kedalam bentuk nilai tegas (*crisp*) yang keluarannya berupa suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diambil nilai dalam *range* tertentu maka akan didapatkan nilai tegas yang mewakili *range* tersebut [12].

## 2.6 *Internet of Things (IoT)*

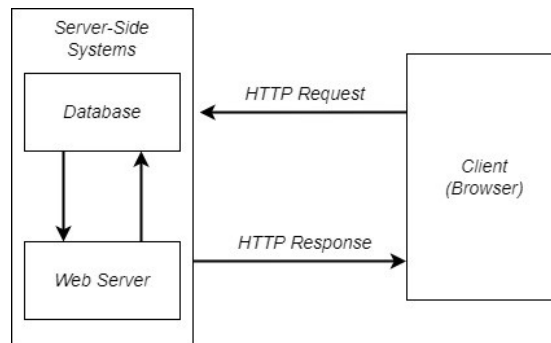
*Internet of Things (IoT)* adalah kemampuan suatu objek atau benda (*things*) yang dapat berkomunikasi dengan sesama objek ataupun manusia melalui jaringan lokal ataupun global, yang merupakan bagian dari internet. Sehingga bisa dikatakan bahwa *Internet of Things (IoT)* adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia ke internet [13]. Penggunaan IoT memiliki banyak kegunaan seperti berbagi data, sisten kontrol, dan sistem pengawasan terhadap mesin, elektronik, ataupun benda lainnya yang terhubung dengan jaringan internet.

## 2.7 *Platform Internet of Things (IoT)*

*Platform IoT* adalah teknologi *multi layer* yang memungkinkan pengguna untuk mengelola perangkat-perangkat yang terhubung, sementara secara bersamaan menangani masalah skalabilitas hingga keamanan perangkat [14]. *Platform IoT* dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan data (*cloud*) yang berfungsi untuk menyimpan nilai dari suatu sistem yang umumnya dirancang dengan menggunakan sensor. *Platform IoT* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah Antares, yaitu *trademark IoT* dari PT. Telkom Indonesia Tbk. Antares dipilih karena dapat berkomunikasi dengan berbagai macam protokol seperti HTTP, MQTT, CoAP dan memudahkan pengguna dalam menggunakannya karena disediakan library untuk android dan mikrokontroler berbasis arduino [15].

## 2.8 *Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)*

HTTP adalah protokol jaringan lapisan aplikasi (*application layer*) yang dikembangkan untuk membantu proses transfer antar komputer seperti mengirimkan *file*, dokumen, gambar, video antar komputer [16]. HTTP bekerja dengan menggunakan pesan *request* dari client ke server untuk melakukan suatu tugas tertentu kepada sebuah objek di server. Setelah di proses, server akan mengirimkan *response* yang berisi status pengerjaan tugas dari server ke *client*. Untuk melakukan *request* dan *response*. Siklus *request-response* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Diagram Siklus HTTP

## 2.9 *Message Queue Telemetry Transport (MQTT)*

*Message Queue Telemetry Transport (MQTT)* adalah sebuah protokol komunikasi yang berjalan diatas TCP/IP yang mempunyai ukuran paket data yang kecil sehingga catu daya yang dibutuhkan cukup kecil [17]. MQTT bekerja dengan metode *publish* dan *subscribe* yang memiliki keuntungan adanya *broker* sehingga sumber pengirim data dan penerima data tidak saling mengetahui. *Publisher* berperan untuk mengirim pesan dan *subscriber* akan menerima pesan yang telah *unsubscribe* sebelumnya. Sedangkan *broker* memiliki peran untuk mengelola daftar topik yang *unsubscribe* oleh *subscriber* serta menyampaikan pesan dari *publisher* ke *subscriber*.

## 2.10 Penelitian Sebelumnya

Penelitian mengenai kadar air tanah tanaman pakcoy sebelumnya telah dilakukan dengan sistem pengendalian kadar air tanah dan juga *monitoring*

menggunakan metode kurva kalibrasi linear persamaan regresi. Sistem pengendalian dirancang dengan menggunakan 4 sensor kadar air tanah YL-69 yang ditempatkan di 4 pot tanaman pakcoy [4]. Sistem menggunakan aktuator berupa *solenoid valve* dan pompa air sebagai media irigasi. Output dari sistem adalah beroperasinya aktuator dan menampilkan data nilai kadar air tanah pada LCD. Namun masih terdapat beberapa kekurangan pada sistem tersebut yaitu sistem tidak memiliki aksi apabila nilai kadar air tanah masih berada diatas nilai standar yang diperlukan tanaman.

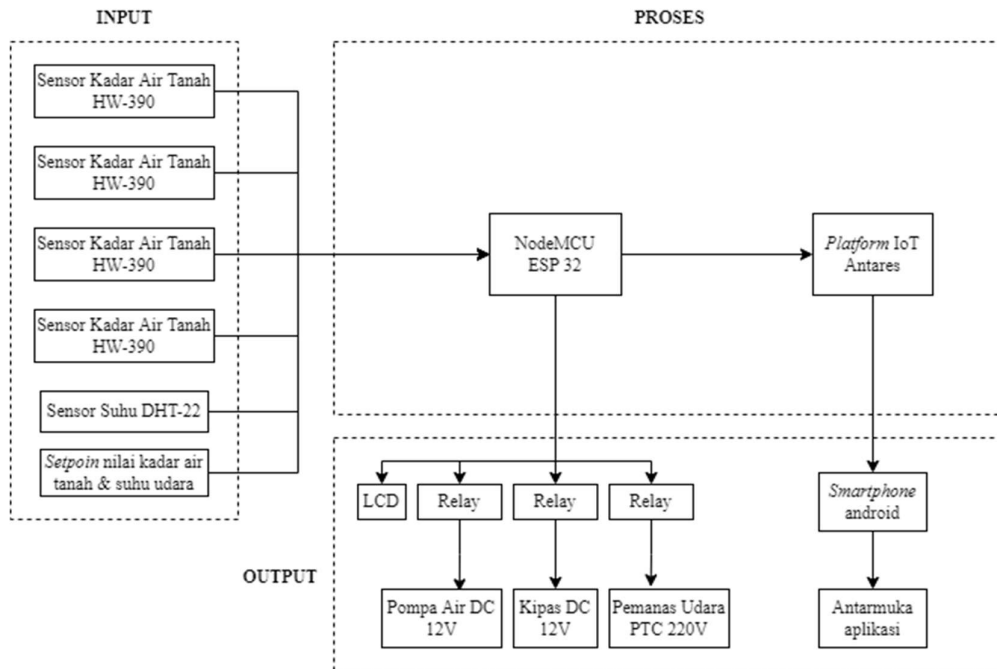
Pengembangan penelitian sebelumnya dilakukan dengan merancang sistem yang dapat melakukan aksi apabila nilai kadar air tanah masih  $>70\%$  yaitu dengan menggunakan pemanas buatan yang dihasilkan dari aktuator berupa kipas dan pemanas udara PTC. Sistem irigasi yang digunakan yaitu irigasi tetes untuk mendapatkan volume air yang konsisten antara satu polibag dengan polibag lainnya. Metode yang digunakan dalam sistem ini adalah kendali logika *fuzzy* dengan tujuan untuk memberikan durasi pada aktuator untuk beroperasi. Serta mengintegrasikan sistem dengan konektivitas IoT sehingga dapat dipantau melalui aplikasi *smartphone*

## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Desain Sistem

Sistem kendali kadar air tanah pada budidaya tanaman pakcoy berbasis IoT menggunakan logika *fuzzy* berfungsi untuk mengendalikan parameter nilai kadar air tanah pada media tanam budidaya pakcoy secara otomatis.



**Gambar 3.1** Desain Sistem

Pada Gambar 3.1 kadar air tanah dan suhu udara akan dideteksi sensor dan akan oleh mikrokontroler ESP-32. Nilai yang terdeteksi sensor akan dibandingkan dengan nilai *setpoint* yang sudah ditentukan. Apabila nilai kadar air tanah tidak sesuai dengan *setpoint* maka mikrokontroler akan memberi perintah ke relay yang terhubung dengan pompa air, kipas, dan pemanas untuk mengendalikan nilai kadar air tanah agar sesuai dengan *setpoint*. Terdapat LCD untuk memantau sistem yang sedang beroperasi. Mikrokontroler juga terhubung dengan *platform* IoT Antares untuk mengirim dan mengambil data. Terdapat aplikasi *smartphone* sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem yang sedang berjalan.