

# KOMPARASI MIMO PADA SISTEM IRIGASI *INDOOR* DAN *OUTDOOR* DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*

Rizky Pradana<sup>1</sup>, Riri Irawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

<sup>2</sup>Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260

Telp: (021) 5853753, Fax: (021) 5853753

E-mail: rizky.pradana@budiluhur.ac.id<sup>1</sup>, riri.irawati@budiluhur.ac.id<sup>2</sup>

## **Abstract**

*The process of plant irrigation can be done in an open or closed environment. Irrigation applied to the open environment such as for food production process and gardening. As for the closed environment, irrigation is usually done for the process of cultivating plants for example greenhouse. The problem raised in this research is a series of appropriate irrigation system for indoor and outdoor environment. The solution offered is the creation of two modules of automatic irrigation system that will be compared to get suitability to the application in indoor or outdoor environment. The method used is fuzzy logic with multiple input multiple output (MIMO) pattern which is assembled in a prototype model. The results obtained from this research is to determine the efficiency value between module 1 and module 2 with the result percentage of 78% better from the results of research module 2.*

**Keywords:** *Fuzzy Logic, Multiple Input Multiple Output, Efficiency Value*

## **Abstrak**

*Proses irigasi tanaman dapat dilakukan di dalam suatu lingkungan terbuka maupun tertutup. Irigasi yang diterapkan pada lingkungan terbuka diantaranya untuk proses produksi pangan dan pertamanan. Sedangkan untuk lingkungan tertutup, biasanya irigasi dilakukan untuk proses pembibitan tanaman contohnya greenhouse. Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah rangkaian sistem irigasi yang tepat untuk lingkungan indoor maupun outdoor. Solusi yang ditawarkan yaitu pembuatan dua buah modul sistem irigasi otomatis yang akan dibandingkan untuk mendapatkan kesesuaian terhadap penerapan di lingkungan indoor ataupun outdoor. Metode yang digunakan adalah fuzzy logic dengan pola multiple input multiple output (MIMO) yang dirangkai pada suatu prototype model. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah dengan menentukan nilai efisiensi antara modul 1 dan modul 2 dengan hasil presentase sebesar 78% lebih baik dari hasil penelitian modul 2.*

**Kata Kunci:** *Fuzzy Logic, Multiple Input Multiple Output, Nilai Efisiensi*

## **1. PENDAHULUAN**

Terdapat tiga faktor utama yang menjadi pusat perhatian dunia saat ini, yaitu air, listrik dan penghijauan. Apabila ketiga faktor tersebut tidak dapat dipertahankan maka dapat menyebabkan kepunahan di muka bumi ini. Oleh karena itu tujuan utama dari penelitian ini yaitu untuk mengurangi konsumsi air, menghemat penggunaan listrik dan meningkatkan penghijauan yang secara kusus tujuannya adalah untuk melakukan penghematan di lingkungan sekitar berupa penghematan listrik dan air, dan dari sisi pengguna yaitu melakukan *cost reduction*, selanjutnya dari sudut pandang dunia, dapat meningkatkan penghijauan secara global.

Masalah yang timbul adalah bagaimana teknik yang tepat digunakan untuk melakukan penyiraman atau irigasi pada tanaman diruang terbuka dan di ruangan tertutup. Ruang terbuka diantaranya adalah lahan persawahan, perkebunan dan pertamanan yang di himpun dalam semesta produksi, kemudian pada ruang tertutup diantaranya adalah *green house* dan pelataran rumah yang menjadi tempat pembibitan untuk kebutuhan rumah tangga.

Solusi yang diberikan pada penelitian ini adalah membuat suatu perbandingan model atau prototipe modul irigasi otomatis dengan beberapa pemicu dan pola keluaran. Konsep yang dibuat adalah komparasi dua model *Multiple Input Multiple Output*

(MIMO) dari dua input sensor. Pada model yang pertama dibuat kombinasi input berupa sensor cahaya dan sensor tanah, kemudian pada model yang kedua dibuat kombinasi input sensor suhu dan sensor tanah. Keluaran yang dihasilkan dari solusi ini yaitu debit air yang mengalir dengan indikasi lampu dan tampilan layar berupa nilai intensitas cahaya dan kelembaban tanah pada model pertama kemudian nilai suhu udara dan kelembaban tanah pada model kedua.

Dalam solusi tersebut metodologi yang digunakan adalah penerapan *fuzzy logic*. Metode ini digunakan untuk membentuk fungsi keanggotaan dan penerapan aturan dari sistem yang dibuat. Fungsi keanggotaan ini dibagi kedalam empat himpunan dimana tiga diantaranya digunakan pada proses input dan satu himpunan terakhir digunakan untuk output. Tiga input tersebut antara lain digunakan untuk keanggotaan pada sensor cahaya, sensor kelembaban dan sensor suhu. Kemudian pada outputnya digunakan untuk mengatur debit air yang keluar.

## 2. LANDASAN TEORI

Adapun penelitian yang dijadikan referensi adalah sebagai berikut:

- a. Suatu sistem irigasi tanaman yang bekerja secara otomatis sesuai dengan kondisi pencahayaan yang sesuai dengan kadar intensitas cahaya yang masuk dengan merancang sensor yang dapat mendeteksi sinar yang diterima agar pengaliran tidak dilakukan pada saat terik matahari dan dengan penyesuaian terhadap kelembaban tanah yang menjadi objek penelitian.[1]
- b. Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk adalah faktor yang mempengaruhi permintaan terhadap air dimasa depan. Selanjutnya apabila kondisi tanah kering maka sensor hygrometer akan bekerja dan pemberitahuan berupa data yang akan dikirim kepada pemilik lahan pertanian melalui wireless sensor network yang terhubung pada jaringan komputer. Pemilik lahan dapat mengontrol sistem pengairan dan memantau keadaan tanah melalui sensing logic, selanjutnya wireless sensor network akan mengirimkan sinyal melalui paket-paket data dengan indikator RSSI. Sistem kontrol yang digunakan pada pompa air adalah dengan menggunakan mikrokontroller ATmega 32 berdasarkan sensor kelembaban tanah yang ditampilkan pada LCD. Aplikasi jaringan wireless sensor dalam sistem pengelolaan otomatisasi irigasi juga akan memonitor kondisi air dalam tanah, bila kondisi air kering maka ada katup penutup aliran air terbuka secara otomatis. [2]
- c. Kemajuan terbaru dalam teknologi sensor elektromagnetik telah membuat penjadwalan irigasi otomatis menjadi kenyataan dengan menggunakan perangkat penginderaan kelembaban tanah mutakhir. Namun, banyak panduan yang tersedia untuk penempatan sensor secara empiris ditentukan dari eksperimen spesifik lokasi dan tanaman. Ketepatan sensor juga bisa menjadi faktor penting yang mempengaruhi efisiensi irigasi. Studi ini meneliti bagaimana posisi dan akurasi kelembaban kelembaban tanah dapat mempengaruhi kinerja sistem penjadwalan irigasi permukaan tetesan air berbasis kelembaban di bawah berbagai kondisi. Untuk tujuan ini beberapa percobaan numerik dilakukan dengan menggunakan model matematis, memasukkan kondisi batas tergantung sistem untuk mensimulasikan sistem penjadwalan irigasi berbasis kelembaban tanah. Hasil penelitian ini memberikan bukti yang jelas bahwa posisi dan akurasi kelembaban kelembaban tanah dapat sangat mempengaruhi efisiensi irigasi dalam sistem penjadwalan irigasi tetes air berbasis kelembaban. [3]
- d. Desain dan pembuatan generator termo-listrik (TEG) dan penerapan sistem irigasi otomatis menggunakan TEG ini sebagai detektor kelembaban tanah. TEG yang dimasukkan ke dalam dua alat penukar panas mampu menemukan perbedaan termal antara udara dan tanah yang menjalin hubungan dengan kondisi kelembaban tanah. Tingkat kelembaban tanah dari output TEG, sebuah mikrokontroler digunakan untuk mengotomatisasi sistem irigasi. Sistem irigasi menyesuaikan dengan kondisi tanah yang dikandungnya dari air kelembaban yang dideteksi melalui TEG. Konsumsi air tanah dikendalikan oleh Sistem irigasi otomatis berdasarkan kondisi tanah dan oleh karena itu, mempromosikan air konservasi lebih baik dibandingkan dengan konsumsi air dari sistem irigasi manual. Juga mengoptimalkan pertumbuhan tanaman karena akan menyiramnya sampai tingkat kelembaban yang benar pada waktu yang tepat. [4]
- e. Pengairan atau irigasi merupakan faktor penting dalam industri pertanian dan perkebunan. Ancaman serius yang dihadapi industri tersebut adalah semakin menurunnya ketersediaan air. Oleh karena itu dibutuhkan upaya pengelolaan air secara tepat khususnya dalam irigasi. Air yang digunakan untuk irigasi secara konvensional tidak efisien karena memerlukan

banyak air dan tidak sesuai kebutuhan. Selain itu, irigasi konvensional memerlukan waktu yang tidak sedikit hanya untuk mengairi tanaman sehingga tidak efektif untuk lahan yang banyak dan relatif luas. Untuk itu maka diperlukan teknologi yang secara otomatis melakukan pengairan yang efektif dan efisien. Wireless Sensor Network (WSN) merupakan suatu sistem komunikasi data nirkabel yang terdiri dari beberapa node yang ditempatkan di area tertentu. WSN ini diimplementasikan ke dalam sistem irigasi otomatis ini untuk memudahkan komunikasi data dengan jarak yang jauh. Sistem ini menggunakan sensor Higrometer YL-69, untuk komunikasi wireless menggunakan NRF24L01+, processor menggunakan arduino untuk node dan router, dan raspberry pi pada server. Hasil percobaan menunjukkan bahwa NRF24L01+ dapat berkomunikasi antar modul dengan baik pada jarak 35 meter. Frekuensi pada radio yang digunakan sebesar 2.4 GHz dengan kecepatan 2Mbps. Pengaturan delay optimal pada komunikasi pada wireless sensor network menggunakan NRF24L01+ adalah 500 ms. Pengaturan irigasi dengan menggunakan kontrol fuzzy didapatkan kesalahan rata-rata terhadap titik acuan sebesar 11%. [5]

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah pada metodologi dan alat yang digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Fuzzy Logic pada proses pengerjaannya dimana Fuzzy Logic controller memproses aturan – aturan yang dibuat user yang memerintah system control target, ia dapat dimodifikasi dengan mudah untuk meningkatkan atau mengubah secara drastis performa system. Sensor-sensor yang terintegrasi dapat dengan mudah digabungkan kedalam system secara sederhana dengan menghasilkan aturan memerintah yang sesuai

### 3. METODE

#### 3.1 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini terbagi dalam tiga fase, yaitu input, proses dan output. Dalam fase input objek yang menjadi indikator masukan terbagi kedalam dua model. Pada model pertama objeknya berupa intensitas cahaya dan nilai kelembaban tanah, sedangkan pada model yang kedua objeknya berupa nilai suhu udara dan kelembaban tanah. Kedua model input tersebut dimasukkan kedalam satu mikro kontroler dengan mengubah signal analog yang

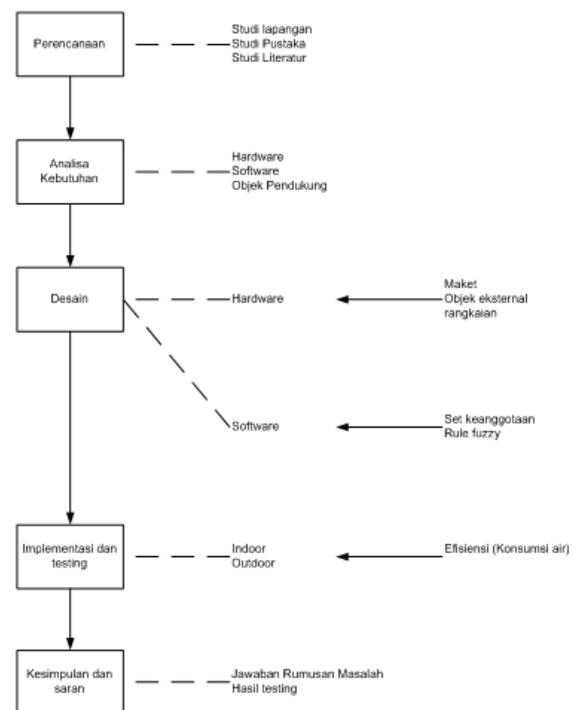
didapat oleh sensor kebentuk digital yang nantinya diproses dengan logika fuzzy.

Pada fase proses, objek yang diteliti adalah nilai input yang telah didigitalisasi dan dibagi kedalam set keanggotaan masing-masing himpunan. Kemudian setelah set keanggotaan terbentuk, barulah dengan proses rule yang ada pada fuzzy mamdani proses penyatuan nilai input tersebut dilakukan.

Pada fase output objek yang dilihat adalah debit air yang keluar dengan pola fuzzy selanjutnya lampu indikator yang menyala berdasarkan kondisi hasil keluaran debit air. Yang terakhir yaitu LCD yang menampilkan nilai dari spesifikasi model ditambah nilai output secara umum (putaran pompa).

#### 3.2 Langkah Penelitian

Langkah penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini terbagi kedalam lima tahapan, yaitu perencanaan, analisa, desain, implementasi dan testing, terakhir adalah penarikan kesimpulan. Berikut adalah gambar alur penelitian yang dilakukan:



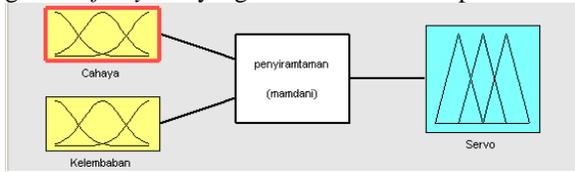
Gambar 3.1 Langkah Penelitian

#### 3.3 Desain Alur Program

##### 3.3.1 Model Fuzzy Pada Modul 1

Model fuzzy pada modul 1 yang dibuat terdiri dari 2 input dan satu output, yaitu satu input sensor cahaya, satu input sensor kelembaban tanah dan satu output putaran kecepatan motor, berikut adalah

gambar *fuzzy set* yang dibentuk untuk implementasi:



Gambar 3.2 Fuzzy Set Umum Modul 1

**a) Set Keanggotaan Sensor Cahaya**

Keanggotaan untuk sensor cahaya terdiri dari 3 himpunan:

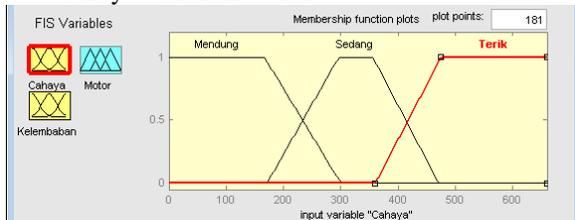
Mendung Set Anggota [0 0 167 300]

Sedang Set Anggota [170 300 360 470]

Terik Set Anggota [360 475 660 660]

Derajat Keanggotaan Fuzzyfikasi >0.5

Satuan yang digunakan untuk variabel nilai cahaya adalah x100 lux



Gambar 3.3 Fuzzy Set Cahaya

**b) Set Keanggotaan Sensor Kelembaban Tanah**

Keanggotaan untuk sensor kelembaban tanah terdiri dari 3 himpunan

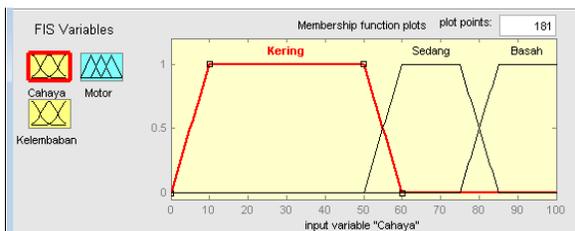
Kering Set Anggota [0 10 50 60]

Sedang Set Anggota [50 60 70 85]

Basah Set Anggota [75 85 100 120]

Derajat Keanggotaan Fuzzyfikasi >0.5

Satuan yang digunakan untuk variabel nilai kelembaban adalah dalam prosentase (%)



Gambar 3.4 Fuzzy Set Kelembaban Modul 1

**c) Set Keanggotaan Fuzzy Output Modul 1**

Keanggotaan Untuk mengatur kecepatan putaran motor terdiri dari 3 himpunan

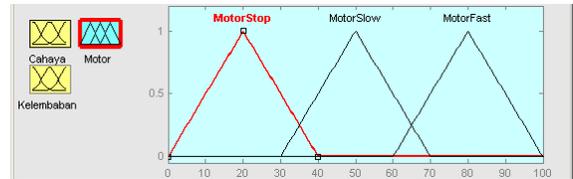
Motor Stop Set Anggota [0 10 30 40]

Motor Low Set Anggota [30 40 60 70]

Motor Fast Set Anggota [60 70 90 100]

Derajat Keanggotaan Fuzzyfikasi >0.2

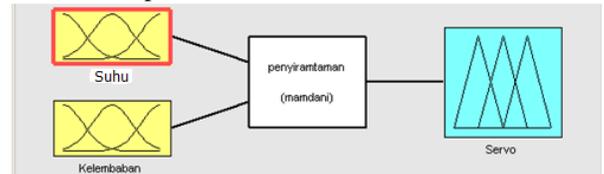
Satuan yang digunakan untuk variabel nilai kecepatan adalah dalam prosentase (%).



Gambar 3.5 Fuzzy Set Output Modul 1

**3.3.2 Model Fuzzy Pada Modul 2**

Model fuzzy pada modul 2 yang dibuat terdiri dari 2 *input* dan satu *output*, yaitu satu *input* sensor suhu, satu input sensor kelembaban tanah dan satu output putaran kecepatan motor, berikut adalah gambar *fuzzy set* yang dibentuk untuk implementasi:



Gambar 3.6 Fuzzy Set Umum Modul 2

**a) Set Keanggotaan Sensor Suhu**

Keanggotaan untuk sensor suhu terdiri dari 3 himpunan:

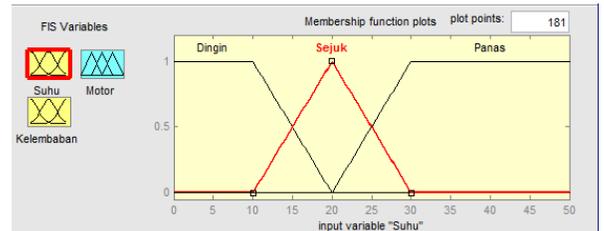
Dingin Set Anggota [0 0 10 20]

Sedang Set Anggota [10 20 20 30]

Panas Set Anggota [20 30 30 100]

Derajat Keanggotaan Fuzzyfikasi >0.5

Satuan yang digunakan untuk variabel nilai suhu adalah celsius.



Gambar 3.7 Fuzzy Set Suhu

**b) Set Keanggotaan Sensor Kelembaban Tanah**

Keanggotaan untuk sensor kelembaban tanah modul 2 terdiri dari 3 himpunan

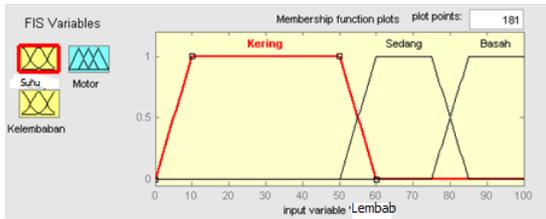
Kering Set Anggota [0 10 50 60]

Sedang Set Anggota [50 60 70 85]

Basah Set Anggota [75 85 100 120]

Derajat Keanggotaan Fuzzyfikasi >0.5

Satuan yang digunakan untuk variabel nilai kelembaban adalah dalam prosentase (%).



Gambar 3.8 Fuzzy Set Kelembaban Modul 2

**c) Set Keanggotaan Fuzzy Output Modul 2**

Keanggotaan untuk mengatur kecepatan putaran motor terdiri dari 3 himpunan.

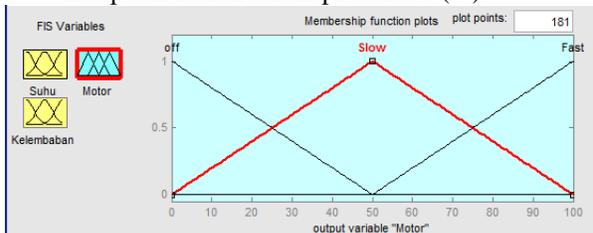
Motor Stop Set Anggota [0 10 30 40]

Motor Low Set Anggota [30 40 60 70]

Motor Fast Set Anggota [60 70 90 100]

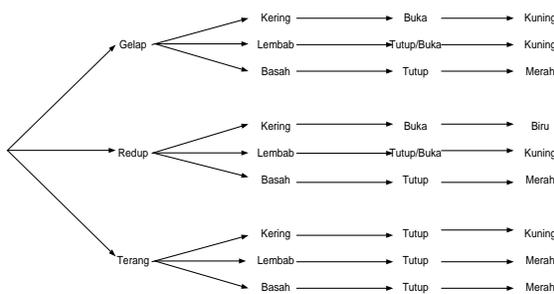
Derajat Keanggotaan Fuzzyfikasi >0.2

Satuan yang digunakan untuk variabel nilai kecepatan adalah dalam prosentase (%).



Gambar 3.9 Fuzzy Set Output Modul 2

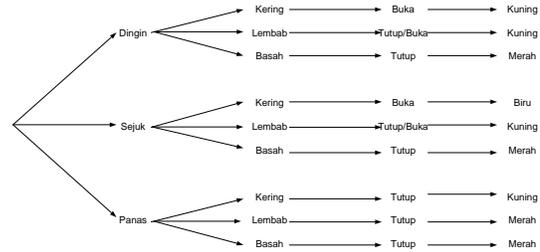
Model rules untuk seluruh ketentuan tersebut digambarkan dari model rules sebagai berikut:



Gambar 3.10 Rule Fuzzy Cahaya-Kelembaban

Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa pompa akan terbuka bila kondisi cahaya redup atau terang, tetapi akan tertutup atau mati saat kondisi cahaya terang. Kemudian bila dilihat dari sensor tanah, pompa akan tertutup bila keadaan tanah basah, dan akan terbuka atau berputar setengah putaran bila keadaan lembab. Lampu indikator yang menyala sebanyak tiga warna, yang mengindikasikan perubahan intensitas cahaya yang dikombinasikan dengan kelembaban tanah.

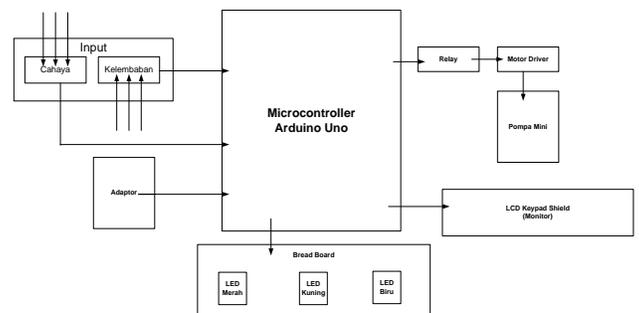
Rule yang kedua adalah rule yang terbentuk pada model dua, yaitu kombinasi antara sensor suhu dan sensor kelembaban tanah. Gambar rule tidak jauh berbeda dari gambar rule sebelumnya, perbedaan terletak pada rangkaian awal, yang diganti dengan himpunan dari sensor suhu. Berikut adalah gambarnya:



Gambar 3.11 Rule Fuzzy Suhu-Kelembaban

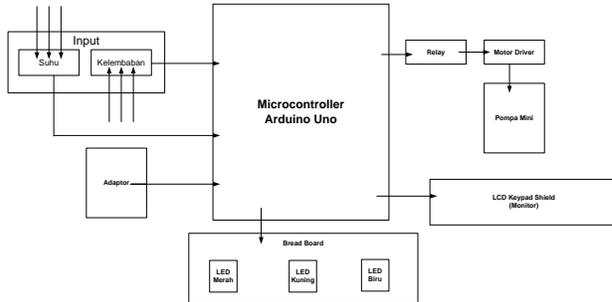
**3.4 Desain Alur Rangkaian**

Desain yang dirancang untuk merealisasikan prototype dari alur program diatas adalah sebagai berikut:



Gambar 3.12 Rangkaian Komponen Modul 1

Rangkaian komponen diatas yang dibentuk terdiri dari input, proses dan output. Pada input model pertama, terdiri dari sensor cahaya dan sensor kelembaban tanah yang dihubungkan kedalam mikrokontroler arduino uno. Di dalam arduino uno proses fuzzyfikasi dilakukan dan keluarannya adalah lampu indikator dan putaran pompa yang dikendalikan oleh motor driver, serta keterangan dari input dan output yang dapat dilihat pada layar LCD 16x2. Selanjutnya pada rangkaian model kedua, perbedaan terletak pada penggunaan sensor suhu yang menggantikan posisi sensor cahaya. Gambar rangkaian dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3.13 Rangkaian Komponen Modul 2

## 4. HASIL PEMBAHASAN

### 4.1 Tampilan Komponen

#### a. ArduinoUno

Penelitian ini pada intinya menggunakan perangkat arduino uno sebagai perangkat Artificial Intelligence. Pada board ini disematkan program fuzzy logic dan kontrol terhadap semua komponen terkait. Berikut adalah gambar dari arduino uno yang digunakan:



Gambar 4.1 Tampilan Arduino Uno

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa perangkat arduino uno yang digunakan menjadi central processing unit yang terhubung dengan PC, AC adaptor, LCD keypad shield, rangkaian LED dan motor driver yang dipakai dikedua modul 1 dan 2.

#### b. Sensor Cahaya GY 302

Sensor cahaya yang digunakan pada modul 1 diletakkan di dalam sebuah kotak yang dibalut dengan isolasi hitam agar pencahayaan terfokus hanya datang dari satu sisi sehingga tidak terpengaruh oleh noise (cahaya) dari sisi lainnya. Berikut adalah gambar sensor yang telah dimodifikasi sesuai dengan ketentuan diatas:



Gambar 4.2 Sensor Cahaya GY 302

#### c. Sensor Kelembaban Tanah SEN0114

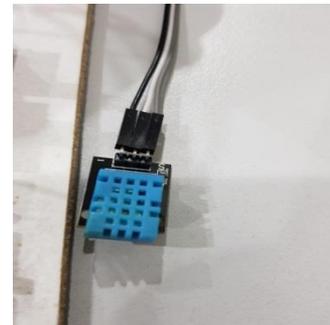
Cara kerja Sensor ini adalah dengan ditancapkan kedalam tanah, untuk mendapatkan nilai kelembaban dari tanah yang dijadikan objek penelitian yang dipakai dikedua modul 1 dan 2. Berikut adalah gambar percobaan yang dilakukan :



Gambar 4.3 Sensor Kelembaban Tanah SEN0114

#### d. Sensor Suhu

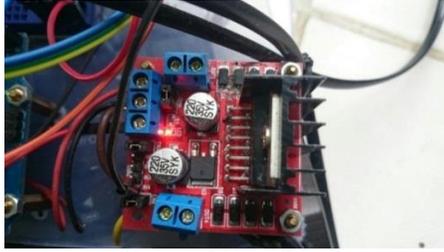
Sensor suhu ini digunakan pada modul 2. Cara kerja sensor suhu ini akan membaca kondisi lingkungan panas atau dingin dalam satuan derajat celcius. Ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4.4 Sensor Suhu

#### e. Motor Driver Board L298N

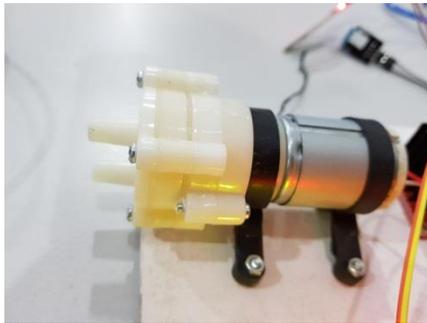
Motor driver ini digunakan untuk mengatur debit air yang keluar dari pompa berdasarkan dari aturan fuzzy yang dibuat pada modul 1 dan modul 2, dengan batasan nilai bit yang mempengaruhi kekuatan arus listrik yaitu 0 bit untuk motor stop, 128 bit untuk motor slow dan 255 bit untuk motor fast. Motor driver menjembatani antara pompa sebagai objek keluaran dan arduino board yang menjadi central processing unit. Berikut adalah gambar motor driver yang digunakan:



Gambar 4.5 Motor Driver

f. **Pompa Mini**

Pompa mini digunakan pada modul 1 dan 2 sebagai komponen output penelitian. Karena alat yang dibuat masih dalam bentuk prototype maka pompa air yang digunakan adalah pompa mini akuarium seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.6 Pompa air mini

g. **LCD Keypad Shield**

LCD Keypad Shield ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 4.7 Tampilan LCD Keypad Shield Pada Modul 1

Gambar diatas menunjukkan keterangan kelembaban tanah, intensitas cahaya dan kondisi pompa motor pada modul 1, berdasarkan dari dua input yang diterapkan dalam model fuzzy yang dibuat. Pada gambar tersebut tertera "LMB" (kelembaban) bernilai 102% yang berarti kondisi tanah sangat lembab (kisaran 85%-120%). Selanjutnya "CHY"(intensitas cahaya) bernilai 1603 lux yang berarti mendung (kisaran 0 lux-25000 lux). Kemudian terakhir adalah keterangan motor stop yang berarti kondisi motor pompa dalam kondisi tertutup atau air tidak mengalir.

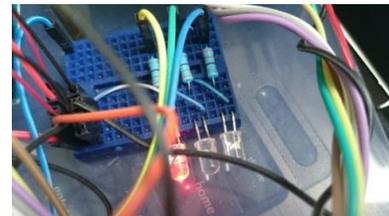


Gambar 4.8 Tampilan LCD Keypad Shield Pada Modul 2

Gambar diatas menunjukkan keterangan kelembaban tanah, temperatur dan kondisi pompa motor pada modul 2, berdasarkan dari dua input yang diterapkan dalam model fuzzy yang dibuat. Pada gambar tersebut tertera "LMB" (kelembaban) bernilai 2 (dalam persen) yang berarti kondisi tanah kering (kisaran 0%-55%). Selanjutnya "TMP"(suhu) bernilai 26 (dalam derajat celcius) yang berarti suhu panas (kisaran 20°C – 100°C). Kemudian terakhir adalah keterangan motor stop yang berarti kondisi motor pompa dalam kondisi tertutup atau air tidak mengalir.

h. **Lampu LED**

- 1) Lampu LED pada modul 1 ini terdiri dari tiga lampu LED warna indikator yaitu merah, kuning dan hijau. Penyusunan ini di dasari oleh filosofi traffic light yang mengindikasikan keluarnya arus air seperti kendaraan yang bergerak, dimana merah untuk mengindikasi tidak ada arus air yang mengalir, kuning untuk arus air yang sedang dan hijau untuk arus air cepat. Berikut adalah gambar dari rangkaian komponen LED yang disusun dalam Penelitian ini:

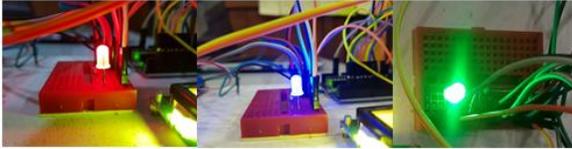


Gambar 4.9 Rangkaian LED Modul 1

Pada gambar terlihat bahwa lampu LED yang menyala adalah lampu merah, itu menandakan bahwa kondisi pompa berhenti dan tidak ada arus listrik yang dialiri ke motor driver.

- 2) Lampu LED pada modul 2 ini terdiri dari satu lampu LED yang dapat berubah warna merah menjadi hijau ataupun biru tergantung dari kondisi yang diberikan.

Warna merah menandakan kondisi putaran motor stop, warna biru menandakan kondisi putaran motor slow dan warna hijau menandakan kondisi putaran motor pompa fast.



Gambar 4.18 Rangkaian LED modul 2

#### 4.4 Analisa

Cara analisa hasil dari penelitian ini didasari oleh model testing secara deduktif, yaitu dari bentuk umum ke penarikan kesimpulan secara khusus, dimana bentuk umum yang diambil berupa signal analog yang didapat dari sekitar sistem yang kemudian di ubah ke bentuk digital oleh masing-masing sensor yang terdapat pada masing-masing model sistem, yang kemudian diterjemahkan oleh kode program ke dalam bentuk laporan pada layar LCD dan putaran pompa.

Selanjutnya langkah detil dalam analisa hasil yang dicapai adalah dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan eksperimental dengan tiga variabel penilaian yang masing-masing terbagi ke dalam fase input dan output yang menjadi tolak ukur penilaian dengan *black box*. Pada fase input, yang dibandingkan adalah antara nilai intensitas cahaya dan nilai dari sensor suhu pada kedua sistem. Berdasarkan nilai inputnya dilihat sensitifitas dari kedua sensor. Selanjutnya pada output, yang dinilai adalah kecepatan putaran pada motor pompa.

Evaluasi yang dilakukan adalah dengan mengukur nilai efisiensi dari masing-masing sistem. Penilaian efisiensi didapat dari durabilitas sistem yang dibuat. Penilaian tersebut berdasarkan pada daya tampung air dengan indikasi konsumsi air. Pola yang dinilai adalah semakin irit penggunaan air, maka semakin efisien penggunaan airnya, dengan spesifikasi semakin lama daya tampung air pada tempat penampungan, maka semakin efisien penggunaan airnya. Berdasarkan hasil eksperimen ini didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Jumlah Volume Sistem 1 dan Sistem 2

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume Sistem 1	5 liter	4,2 liter	3,7 liter	3,7 liter	2,9 liter	2,9 liter	2,9 liter	2,9 liter	2,6 liter	2,6 liter
Volume Sistem 2	5 liter	4,1 liter	4,1 liter	4,1 liter	3,6 liter	3,6 liter	3,6 liter	3,6 liter	3,3 liter	3,3 liter

Percobaan yang dilakukan adalah dengan memasang sistem yang diintegrasikan ke sebuah pot dengan

kadar air yang minim, atau tanah kering. Untuk permulaan masing masing sistem disambungkan ke dalam wadah penyimpanan air dengan komposisi 5 liter. Setelah sistem teraliri listrik dan terdikasi tidak terik dan tanah kering, maka sistem tersebut akan bekerja. Percobaan pertama dilakukan pada sore hari sehingga sistem beralan secara normal. Penilaian dilakukan setiap sore pada pukul 18:00 WIB selama 10 hari. Pencatatan dilakukan dengan melihat seberapa besar air yang tersisa pada wadah penampungan. Berdasarkan hasil yang dicapai, didapat nilai akhir yaitu 2,6 liter untuk sistem 1 dan 3,3 liter untuk sistem 2, maka dapat dilihat bahwa dengan penerapan sistem 2 konsumsi air lebih efisien, dengan perolehan 78% lebih efisien.

#### 5. KESIMPULAN

- a. Cara pembuatan optimalisasi irigasi tanaman modul 1 dan modul 2 dengan memanfaatkan perangkat arduino uno yang dilengkapi dengan metode fuzzy logic mamdani yang diterapkan dengan model otomatisasi penyiraman tanaman secara real time. Pada modul 1 menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor cahaya sedangkan pada modul 2 menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor suhu dengan keluaran yaitu debit air sebagai indikator nilai efisiensi dan efektifitas yang menjadi tolak ukur dalam penelitian ini.
- b. Dalam pencarian hasil efisiensi dari sistem yang dibuat adalah dengan membandingkannya berdasarkan pada banyaknya air yang di konsumsi oleh masing-masing model sistem. Pencatatan dilakukan dengan melihat seberapa besar air yang tersisa pada wadah penampungan. Berdasarkan hasil yang dicapai, didapat nilai akhir yaitu 2,6 liter untuk sistem 1 dan 3,3 liter untuk sistem 2, maka dapat dilihat bahwa dengan penerapan sistem 2 konsumsi air lebih efisien, dengan perolehan 78% lebih efisien.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rizky Pradana, Riri Irawati. (2016). Metode Fuzzy Logic dalam Konsep Irigasi Air dengan Mikrokontroler Arduino. Jurnal Telematika MKOM vol. 8 No. 2 September 2016, ISSN 2085-725X
- [2] Eka Susanti. (2016). Automasi Sistem Irigasi Menggunakan Sensing Logic Berbasis Wireless

Sensor. Jurnal Teknik Informatika Politeknik Sekayu. Vol 4 No.1 h.18-23.  
[Networkjournal.polsky.ac.id/index.php/tips/article/download/69/21](http://networkjournal.polsky.ac.id/index.php/tips/article/download/69/21)

- [3] Konstantinos, Stamatios, Nicholas Dercas. (2015) Investigating The Effects Of Soil Moisture Sensors Positioning And Accuracy On Soil Moisture Based Drip Irrigation Scheduling Systems. Elsevier vol 148 pages 258-268.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377414003357>

- [4] M. Bathan, Ma Carla, Paula Jianelli. (2013). Automated Irrigation System Using Thermoelectric Generator As Soil Moisture Detector. Research Congress De La Salle University Manila March 7-9.  
[http://www.dlsu.edu.ph/conferences/dlsu\\_research\\_congress/2013/\\_pdf/SEE/SEE-V-044.pdf](http://www.dlsu.edu.ph/conferences/dlsu_research_congress/2013/_pdf/SEE/SEE-V-044.pdf)

- [5] M.Dzulkifli S, Muhammad Rivai, Suwito. (2016). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5, No. 2, (2016) ISSN: 2337-3539  
[https://www.researchgate.net/profile/Muhammad\\_Rivai3/publication/318561340](https://www.researchgate.net/profile/Muhammad_Rivai3/publication/318561340)