

METODE FUZZY LOGIC DALAM KONSEP IRIGASI AIR DENGAN MOKROKONTROLER ARDUINO

Rizky Pradana¹, Riri Irawati²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur
Jl. Raya Ciledug, Petungkungan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260
Telp. (021) 5853753, Fax. (021) 5866369
¹rizky.pradana88@budiluhur.ac.id, ²riri.irawati@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Tanaman dengan tingkat pertumbuhan yang baik adalah dengan menjaga kelembaban tanahnya. Dalam penelitian ini masalah yang diangkat adalah inkonsistensi dalam penyiraman tanaman dan kurangnya informasi tentang kebutuhan kadar kelembaban pada tanaman. Oleh karena itu, solusi yang diberikan dalam penelitian ini konsep penyiraman tanaman secara otomatis yang diterapkan dalam suatu model prototype. Model prototype ini menggunakan perangkat arduino uno yang di kolaborasi dengan dua sensor input, yaitu sensor SEN0114 dan GY302 serta sistem output berupa motor driver L289N sebagai media pengatur pompa air mini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah fuzzy logic dengan model rule Mamdani. Hasil dari percobaan yang dilakukan yaitu menghasilkan nilai efisiensi penggunaan air sebesar 80% dan efektifitas waktu penyiraman yaitu 71%, hal ini berdasarkan perbandingan dengan sistem penyiraman tanaman secara konvensional.

Kata Kunci : Fuzzy, efisiensi, efektifitas, sensor, arduino

I. PENDAHULUAN

Sistem komputer di era modern ini sangat penting dalam mempermudah pekerjaan manusia. Salah satunya adalah dalam proses irigasi tanaman. Dengan memanfaatkan sistem komputer, proses pengairan tanaman dapat dilakukan secara otomatis, tanpa campur tangan manusia, terlebih lagi pada lingkungan dengan kondisi alam yang berada di garis ekuator seperti tempat penelitian ini berlangsung. Pada kondisi ini tanaman memerlukan air dalam jumlah yang tergolong banyak dan konsisten pada musim kemarau, hal ini menyebabkan suatu mekanisme pengairan tanaman dengan model otomatis di daerah tropis sangatlah memungkinkan, karena dalam model otomatis ini terdapat beberapa indikator yang mendeteksi debit air yang keluar.

Permasalahan utama yang diangkat pada penelitian ini adalah konsistensi penyiraman tanaman secara konvensional, terutama saat musim kemarau yang seringkali menyebabkan tanaman mati atau tidak terurus karena tidak dialiri atau pengaliran air yang cenderung tidak konsisten karena keterbatasan waktu yang dimiliki. Selain itu masalah lainnya adalah efisiensi dan efektifitas dari metode penyiraman yang dilakukan, hal ini terkait dengan penghematan penggunaan air yang berujung pada kelestarian dan keberlangsungan kehidupan di muka bumi ini.

Solusi yang dibuat dalam penelitian ini adalah dengan membuat suatu model irigasi otomatis dengan menggunakan perangkat keras *micro controller* arduino uno yang disematkan logika fuzzy mamdani di dalamnya. selanjutnya dalam penelitian ini dibuat model perbandingan untuk mengetahui kelayakan dari solusi yang dibuat dibandingkan dengan cara yang terdahulu.

Metode perbandingan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode konvensional yang dibandingkan dengan metode modern (terkomputerisasi). Pada model penelitian yang pertama, yaitu model konvensional yang diukur dengan pengeluaran air berdasarkan pada kebiasaan dalam melakukan penyiraman tanaman di daerah tropis. Kemudian model yang kedua yaitu dengan mengukur suatu mekanisme penyiraman otomatis dengan menggunakan arduino dan fuzzy logic yang memanfaatkan dua input, yaitu sensor kelembaban tanah dan sensor cahaya sebagai indikator dari keringnya tanah. Berdasarkan dua cara tersebut, nantinya akan dibuat suatu model untuk mengukur nilai efisiensi dan efektifitas berdasarkan volume air yang dikonsumsi serta waktu yang diperlukan untuk melakukan penyiraman tanaman.

Penulisan ini dibagi kedalam lima tahapan, berdasarkan pada laporan penelitian yang dilakukan. Kelima tahapan tersebut adalah pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi, pengujian dan yang terakhir adalah kesimpulan dan saran. Pada tinjauan pustaka, akan dibahas literatur review yang didapat dari penelitian-penelitian terdahulu guna mepedalam pengetahuan tentang subjek penelitian ini. Selanjutnya adalah kategori metodologi yang berisi metodologi yang digunakan secara mendetail, mulai dari proses input sampai proses output, serta metodologi cara memperoleh nilai efisiensi dan efektifitas dari penelitian ini. Kemudian adalah tahap ujicoba atau pengujian, pada tahap ini akan dibahas dan dijabarkan tentang proses implementasi dan pengujian terhadap nilai efisiensi dan efektifitas dari implementasi yang dilakukan. Terakhir adalah tahap kesimpulan dan saran. Pada tahap ini akan diberikan kesimpulan berdasarkan pada ujicoba yang dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya, agar penelitian tentang

irigasi air yang memanfaatkan *mikro controller* ini semakin sempurna.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian yang dilakukan oleh Devika[1] menyatakan bahwa dalam melakukan penelitian yang terkait dengan penyiraman tanaman secara terkomputerisasi haruslah berdasarkan nilai kelembaban tanah. Selanjutnya dari penelitian yang dilakukan oleh Hartati[2] menegaskan bahwa masalah dalam dalam penerapan fuzzy di dalam penelitian irigasi tanaman diperlukan setidaknya dua sensor. Dalam penelitiannya digunakan sensor kelembaban tanah dan sensor cahaya. Tinjauan pustaka yang ketiga adalah dari penelitian yang dilakukan oleh Harly[3] bahwa dalam pembuatan suatu sistem pengairan tanaman diperlukan juga suatu model monitoring sehingga dapat terus terkontrol dari segi kelembaban tanahnya. Selanjutnya dari penelitian yang dilakukan oleh Ihsan[4], pembuatan penelitian didasarkan pada sensor kelembaban tanah dengan memanfaatkan arduino uno. Terakhir penelitian yang dilakukan oleh Bathan[5], pada penelitiannya dimodelkan penggunaan *thermoelectric generator* yang dikonversikan sebagai sensor kelembaban tanah.

III. METODOLOGI

3.1 Metode Pengamatan dan Evaluasi

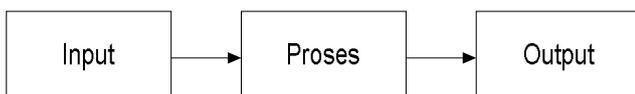
Metode standar yang dijadikan pendekatan dalam penelitian ini dibagi kedalam dua metode, yaitu metode pengamatan dan metode evaluasi. Pada metode pengamatan berisikan pemaparan tentang proses masukan dan keluaran dari penelitian yang dibuat, kemudian metode evaluasi digunakan sebagai proses pengambilan kesimpulan dari penelitian yang dikerjakan.

Metode pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode observasi secara langsung. Pengamatan yang dilakukan terkait media input yaitu cahaya matahari dan kelembaban tanah, serta hasil keluaran, berupa debit air yang keluar dari motor servo.

Cara evaluasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengamati nilai-nilai yang dihasilkan oleh tangkapan sensor yang digunakan. Mulai dari evaluasi yang dilakukan untuk sensor cahaya, sensor kelembaban tanah sampai debit air yang dikeluarkan. Evaluasi ini digunakan untuk menentukan batas ambang toleransi dari logika fuzzy yang akan digunakan.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini dibagi berdasarkan fase yang terjadi, yaitu objek pada fase *input*, fase proses dan fase *output*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :

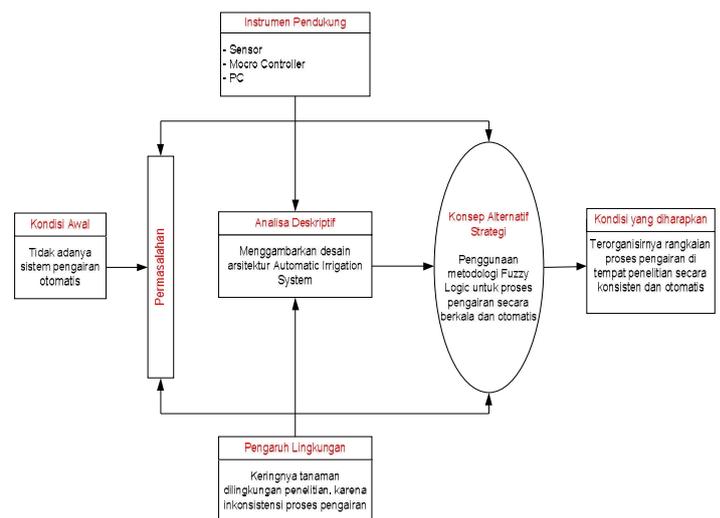


Gambar 1. Proses Input-Output

Pada fase *input*, objek yang yang menjadi indikator masukan ada dua macam, yaitu intensitas cahaya dan kelembaban tanah

Pada fase kedua, objek yang diteliti adalah nilai digital yang masuk melalui fase *input* yang kemudian di konversi kedalam bentuk range dalam jangkauan 0 sampai 100 sebagai indikator dari persentase kekuatan *input*. Kemudian pada fase terakhir, objek yang diteliti adalah *Light Emmiting Diode* (LED) dan volume air yang nantinya akan keluar. LED dijadikan sebagai objek indikator dari *input* yang telah diproses dengan metode fuzzifikasi pada fase awal. Begitu juga dengan volume air, debit air yang dikeluarkan oleh pompa berdasarkan trigger yang diterima oleh motor driver.

Kerangka pemikiran dari penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Kerangka Pemikiran

3.3 Langkah Penelitian

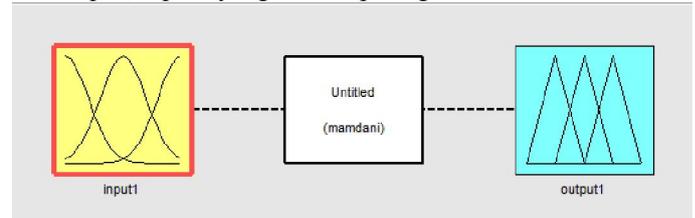
Langkah penelitian ini merupakan rangkaian proses yang terkait secara sistematis guna berjalannya penelitian ini sesuai dengan koridor yang ditentukan. Setiap tahap merupakan bagian yang menentukan tahap berikutnya, sehingga harus dilakukan dengan teliti. Oleh karena itu berikut adalah prosedur atau langkah-langkah dalam penelitian yang dilakukan:

Tabel 1. Langkah Penelitian

	Perencanaan	Analisa	Desain	Implementasi	Kesimpulan & Saran
S T A R T	Penentuan tujuan dan cakupan melalui FGD	Penentuan Hardware	Pembentukan desain Logika Fuzzy	Penerapan dalam bentuk prototype	Penarikan kesimpulan
	Pengambilan bahan studi melalui literatur, pustaka dan lapangan	Penentuan Software	Pembentukan rangkaian desain hardware	Pengambilan data	Evaluasi kekurangan
	Pembentukan Hipotesa			Pengolahan data	Pembentukan saran pengembangan lebih lanjut

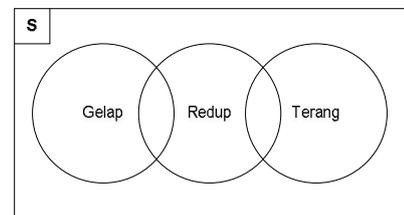
F
I
N
I
S
H

Tahap Desain dibagi ke dalam dua kategori, yaitu desain alur program dan desain rangkaian. Desain program difokuskan pada penerapan metode fuzzy logic mamdani. Pada prinsipnya, pola fuzzy mamdani dibagi kedalam tiga tahap, yaitu *input*, *rule* dan *output*, seperti yang terlihat pada gambar berikut ini:



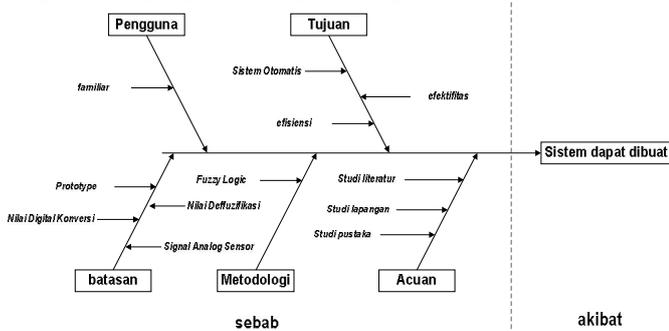
Gambar 5. Desain Alur Program

Pada fase *input*, dibagi ke dalam dua objek, yaitu Intensitas cahaya dan kelembaban tanah. Pada fase pertama intensitas cahaya masuk ke dalam sensor *Light Dependent Resistor (LDR)*. Pada fase ini *input* dibagi kedalam tiga himpunan yang saling terintegrasi dengan pola kurva bentuk segitiga. Dimana dapat dianalogikan kedalam suatu model himpunan yang memiliki semesta dengan integrasi dari model irisan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram ven berikut ini :



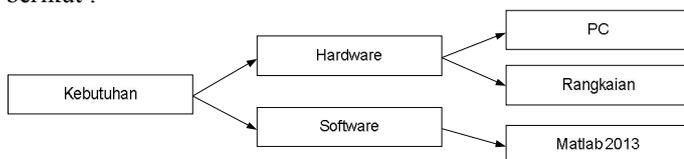
Gambar 6. Pola Intensitas Cahaya

Pada tahap perencanaan, peneliti membuat suatu forum group discussion untuk menentukan aspek yang akan menjadi ranah penelitian. Diskusi ini menghasilkan *fishbone diagram* yang dapat dilihat pada diagram berikut ini :



Gambar 3. Fishbone Diagram

Tahap analisa dibagi menjadi dua kategori, yaitu tahap penentuan hardware dan tahap penentuan software. Pada tahap penentuan hardware, dibagi ke dalam dua katogori lagi, yang pertama adalah harware pendukung software dan hardware implementer. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :

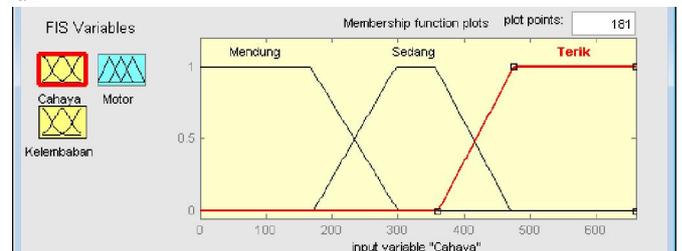


Gambar 4. Rancangan Analisa Kebutuhan

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

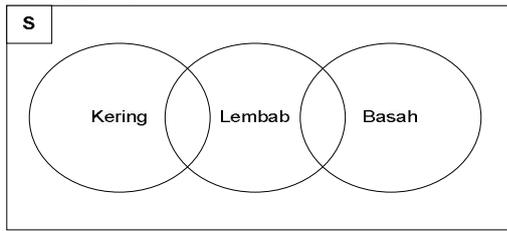
Satuan yang digunakan untuk variabel nilai cahaya adalah x100 lux



Gambar 7. Fuzzy Set Cahaya

Fase *input* yang ke dua juga memiliki kemiripan dengan *input* yang pertama, bedanya terdapat pada katogori yang dijadikan acuan. Kategori tersebut adalah kering, lembab dan basah. Model ini juga dapat dianalogikan sebagai rangkaian himpunan yang saling terintegrasi dalam suatu semesta yang dikategorikan dalam semesta kelembaban tanah yang saling

bersinggungan dalam pola intersection yang dapat dilihat pada gambar berikut ini :

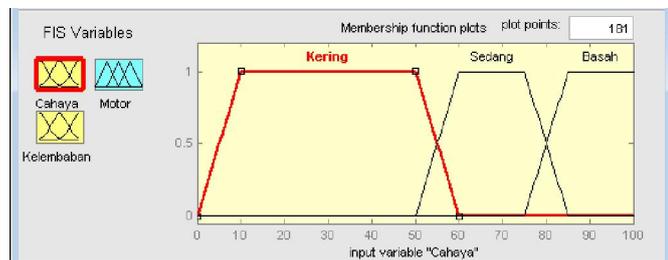


Gambar 8. Pola Kelembaban Tanah

Dari gambar tersebut, dapat dilihat adanya saling keterkaitan antara tiga kategori dalam penerimaan *input* pada sensor kelembaban tanah, untuk lebih jelasnya sebagai berikut: Keanggotaan untuk sensor kelembaban tanah terdiri dari 3 himpunan, yaitu :

- 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

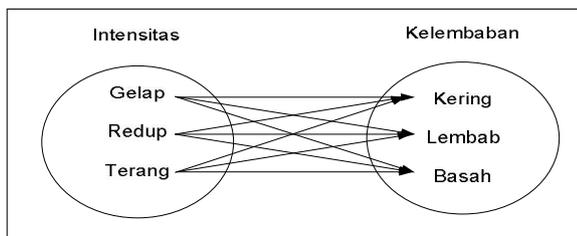
Satuan yang digunakan untuk variabel nilai kelembaban adalah dalam prosentase (%)



Gambar 9. Fuzzy Set Kelembaban

Tahap selanjutnya dari analisa adalah tahap pembuatan rules yang menggunakan model mamdani, dengan ketentuan model *cartesian product* dimana $(\forall x) (px)$ mempunyai relasi secara menyeluruh ke $(\forall y) (qy)$ dimana x adalah *input* intensitas cahaya dan y adalah *input* kelembaban. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam *model cartesian product* berikut ini:

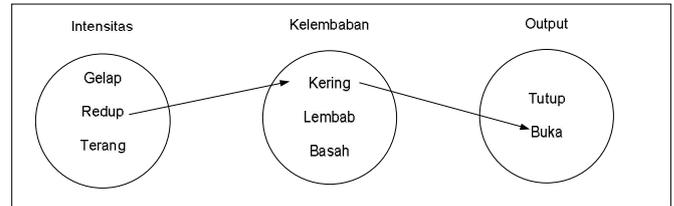
$$\left(\prod_{(gelap, redup, terang)} (Intensitas) \right) \times \left(\prod_{(kering, lembab, terang)} (Kelembaban) \right)$$



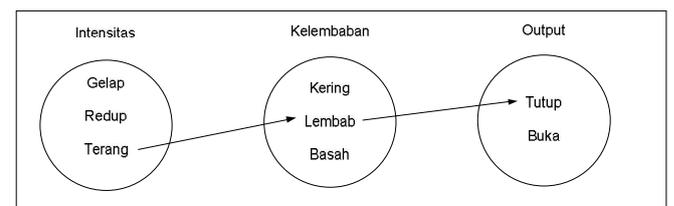
Gambar 10. Pola Cartesian Product

Dari gambar relasi tersebut, untuk menghasilkan sebuah keputusan dari rule yang ada, maka masukan untuk proses

defuzifikasi selanjutnya berupa suatu rule yang direpresentasikan kedalam suatu bentuk fungsi, dimana hasilnya adalah berupa pemutaran motor servo ke arah 0° untuk menutup jalan keluarnya air dan 90° untuk membuka jalannya air serta pengambilan air melalui pompa di dalam penampungan. Hal ini dengan ketentuan satu fungsi dari domain ke kodomain, seperti digambarkan pada gambar berikut ini :

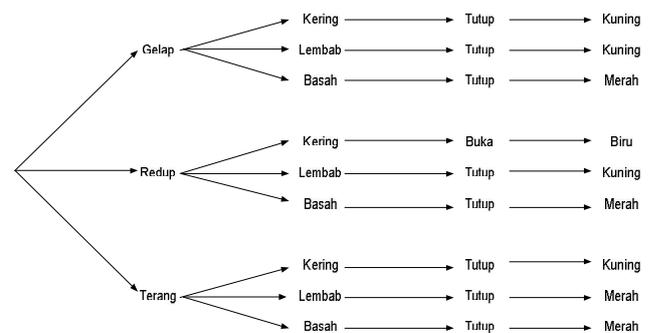


Gambar 11. Pola Komposisi Rule 1



Gambar 12. Pola Komposisi Rule 2

Ketentuan tersebut digunakan untuk mengatur keluarnya air dari tempat penampungan air. Seluruh ketentuan tersebut digambarkan dari model rules sebagai berikut :



Gambar 13. Alur Keputusan

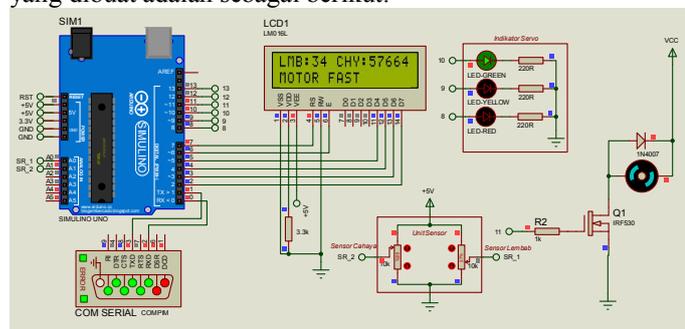
Gambar diatas menjelaskan rule dari proses fuzzy mamdani untuk proses keluarnya air dan nyalanya lampu LED. Pada gambar tersebut terlihat jelas syarat untuk menyalakan air, yaitu pada saat kondisi pencahayaan redup dan kondisi tanah dalam keadaan kering, karena pada saat itu diperkirakan terjadi pada pagi dan sore hari, sehingga tepat untuk proses irigasi tanaman. Indikator merah pada LED menandakan kondisi basah pada tanah baik itu di kondisi gelap, redup ataupun cahaya terang, ini mengindikasikan bahwa air di penampungan tetap berapa pada posisi penuh atau tertutup pada motor servo yang menjadi pintu jalannya air keluar dari tempat

penampungan. Selanjutnya lampu kuning pada kondisi pencahayaan terang menandakan kondisi tanah yang kering, dalam hal ini pengairan pada tanaman tidak boleh dilakukan, karena akan mengakibatkan terganggunya kerja fotosintesis pada tanaman, oleh karena itu pada kondisi seperti ini motor servo tetap pada posisi 0°. Kemudian pada saat kondisi tanah lembab pada kondisi pencahayaan redup dan gelap, lampu LED yang menyala adalah lampu dengan warna kuning, pada kondisi ini tidak diperlukan penyiraman karena kondisi tanah yang masih lembab, memungkinkan tanaman untuk tetap mendapatkan air.

Proses selanjutnya setelah pembuatan rules adalah proses defuzifikasi, dimana proses ini adalah proses untuk menentukan apakah pompa mengalirkan air atau tidak, kalau mengalirkan air, masuk ke dalam pengaliran secara high pressure atau low pressure dan lampu mana pada himpunan LED yang akan menyala. Defuzifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah defuzifikasi centroid dengan model rumus :

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

Berdasarkan model penerapan metode tersebut, rangkaian yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 14. Simulasi Rangkaian

- Keterangan:
- SIM 1 = Arduino Uno 324P
 - COM SERIAL = USB PORT untuk monitoring data secara *real time*
 - LCD1 = *Display* informasi untuk menampilkan nilai pembacaan sensor dan keterangan status motor
 - Sensor cahaya = BH1750
 - Sensor Kelembababan = *Moisture* sensor V2

- Led Indikator servo bekerja berdasarkan alur berikut ini:
- a) Jika tanah dalam kelembaban kering (Nilai sensor berada 0% → 45%) maka lampu berwarna hijau akan nyala dan kecepatan motor sangat cepat (*Fast*).
 - b) Jika tanah dalam kelembaban sedang (Nilai sensor berada 46% → 80%) maka lampu warna kuning akan nyala dan mengurangi kecepatan motor (*Slow*)

- c) Jika tanah dalam kelembaban basah (nilai sensor 81% → 100%) maka lampu warna merah akan nyala dan putaran motor akan berhenti motor (*stop*)
- d) Jika dari kondisi kelembaban tanah basah hingga kelembaban tanah sedang maka lampu indikator merah akan menyala hingga ke warna kuning, tetapi motor tidak akan berputar.
- e) Jika dari kondisi kelembaban tanah sedang hingga kelembaban tanah kering maka lampu indikator merah akan nyala kuning hingga ke warna hijau, dan putaran motor akan berputar cepat dan siklus dimulai kembali dari *point a*.
- f) Jika cahaya terik aturan *rule point a* sampai e tidak berlaku karena motor akan *stop* walau dalam kondisi tanah kering sekalipun, ini bertujuan ketika penyiraman pohon dilakukan pada cahaya yang mendung dan normal saja, atau keadaan di pagi hari atau sore hari saja, tidak berlaku disiang hari.

IV. PERCOBAAN DAN ANALISA

Percobaan yang dilakukan pada penelitian ini terbagi kedalam dua proses, yang pertama adalah proses dengan model konvensional, yaitu penyiraman secara manual yang dilakukan sebanyak satu kali sehari, dan percobaan kedua adalah percobaan dengan sistem yang dibuat. Berikut adalah gambar dari model sistem yang dibuat :



Gambar 15. Rangkaian Arduino Uno

Analisa dari penelitian ini didasari oleh pengambilan data yang dilakukan setiap hari sebanyak tiga kali (pagi, siang, sore) selama 10 hari percobaan. Percobaan ini dilakukan dengan dua cara, yang pertama secara manual, yaitu penyiraman berdasarkan kebiasaan menyiram tanaman yang dilakukan minimal satu hari sekali penyiraman dengan indikator basah dan keringnya tanah berdasarkan pengelihatn mata. Banyaknya debit air yang dibutuhkan untuk percobaan dengan metode pertama ini adalah sebanyak 2 liter air setiap satu kali percobaan. Penentuan ini didasari oleh cukupnya air yang menggenangi pot tanaman. Berikut adalah tabel penyiraman yang dilakukan secara manual:

Tabel 2. Percobaan Manual

Hari	Jam	Jumlah air (l)
1	16:00	2
2	16:00	2
3	16:00	2
4	16:00	2
5	16:00	2
6	16:00	2
7	16:00	2
8	16:00	2
9	16:00	2
10	16:00	2
Total		20

Penyiraman tersebut dilakukan setiap harinya dengan jangka waktu yang konstan, yaitu pukul 16:00, dimana tingkat intensitas cahaya matahari sudah memasuki area sedang. Banyaknya air yang diberikan pada percobaan ini adalah sebanyak dua liter setiap kali penyiraman.

Percobaan yang kedua dilakukan secara komputerisasi yaitu dengan metode fuzzy logic. Pada awal percobaan kondisi tanah yang digunakan berkondisi sangat kering. saat input 1 dan input 2 mendapatkan data, indikator LED merespon dengan sinyal lampu hijau, membuat motor driver mengaktifkan arus listrik secara penuh dalam satuan bit (255 bit) sehingga pompa air berputar secara maksimal sampai sensor kelembaban tanah membaca bahwa kondisi tanah sudah masuk ke dalam taraf basah, setelah itu pompa air berhenti secara otomatis. Pada percobaan tersebut, kadar air yang dikeluarkan sebanyak 2 liter. Kemudian pengeluaran air selanjutnya terjadi pada hari keempat sebanyak 1 liter, dimana kondisi cuaca sedang dan kondisi tanah sudah memasuki taraf sedang.

Berdasarkan dari kumpulan tabel analisa diatas, dapat digambarkan bahwa secara menyeluruh, penggunaan fuzzy logic untuk sistem irigasi mempunyai keunggulan yaitu lebih efisienya penggunaan air yang diperlukan untuk suatu sistem irigasi, karena adanya indikator yang digunakan. Selain itu, dari segi efektifitas waktu, penggunaan metode fuzzy logic untuk suatu sistem irigasi juga mempunyai keunggulan, yaitu tidak perlu melakukan penyiraman secara konstan dalam suatu periodik tertentu. Untuk lebih jelasnya berikut adalah gambar diagram penggunaan air dari segi kuantitas dan waktu penyiraman:

Tabel 2. Hasil Keseluruhan Percobaan

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Jumlah	Rata-rata	
Parameter	Intensitas cahaya (indikator)	mendung (1)	mendung (1)	terik (3)	sedang (2)	terik (3)	terik (3)	mendung (1)	mendung (1)	sedang (2)	16	1.6	
	Kelembaban (indikator)	kering (1)	basah (3)	sedang (2)	sedang (2)	basah (3)	sedang (2)	basah (3)	basah (3)	sedang (2)	23	2.3	
Konsumsi	Air (otomatis)	2l	-	-	1l	-	1l	-	-	-	1l	5l	0.5l
	Air (manual)	2l	2l	2l	2l	2l	2l	2l	2l	2l	2l	20l	2l

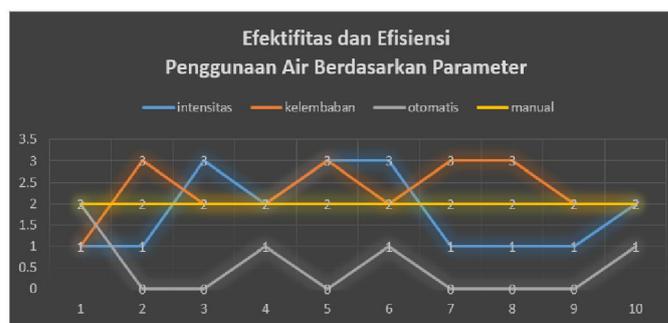
Tabel diatas menjelaskan tiga macam kategori yang diintegrasikan menjadi satu model informasi. Tiga kategori tersebut adalah hari percobaan, parameter, yang menjadi indikasi keluarnya air, dan yang terakhir adalah konsumsi air yang dikeluarkan dari media penyimpanan. Berdasarkan tabel

diatas, terlihat adanya kolaborasi antara intensitas cahaya dan kelembaban tanah dari sepuluh hari percobaan. Penentuan kondisi mendung, sedang dan terik ditentukan dari akumulasi pengambilan nilai intensitas cahaya yang dilakukan pada sub bab sebelumnya. Demikian juga dengan kelembaban tanah, penentuan nilai kering, sedang dan basah juga ditentukan dengan akumulasi pengambilan nilai sebelumnya yaitu di sub bab analisa. Berdasarkan *track record* yang dihasilkan dari sub bab analisa, konsumsi air yang dihasilkan dari dua metode yang berbeda terlihat jauh secara signifikan, yaitu 5 liter untuk metode otomatis dan 20 liter untuk metode manual yang dilakukan berdasarkan kebiasaan menyiram tanaman setiap harinya. Dengan nilai tersebut, maka bisa dibuktikan bahwa, dari 10 hari percobaan, konsumsi air dari model otomatis yang berlandaskan pada metode *fuzzy logic* terlihat lebih efisien dari kuantitas dan efektif dari segi waktu karena tidak perlu melakukan penyiraman setiap hari. Perbandingan tersebut dapat dilihat dengan jelas dari grafik lingkaran berikut ini:



Gambar 16. Grafik Lingkaran Perbandingan Efisiensi dan Efektifitas Sistem Irigasi Tanaman

Dari grafik diatas dapat dilihat nilai perbandingan konsumsi air sebagai tolak ukur nilai efisiensi konsumsi air yang digunakan, terlihat bahwa dengan menggunakan model fuzzy logic yang diterapkan, menghasilkan nilai konsumsi air sebesar 20% dan dengan menggunakan metode manual penyiraman didapat perolehan nilai sebesar 80%. Kemudian dari sisi perbandingan waktu pengairan, didapat efektifitas yang jauh berbeda juga, yaitu 29% untuk metode otomatis dan 71% untuk metode manual. Secara keseluruhan, grafik kolaborasi antara parameter dan konsumsi air dari keseluruhan percobaan dapat dilihat pada grafik trend berikut ini:



Gambar 17. Grafik Trend Efektifitas dan Efisiensi

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah optimalisasi irigasi tanaman dengan memanfaatkan perangkat arduino uno yang dilengkapi dengan metode fuzzy logic mamdani yang diterapkan dengan model otomatisasi penyiraman tanaman secara real time.

Perancangan sistem ini menggunakan dua sensor, yaitu sensor cahaya dan sensor kelembaban tanah sebagai media input yang dioptimalkan dengan aturan mamdani di dalam mikro controller arduino uno dengan keluaran yaitu debit air sebagai indikator nilai efisiensi dan efektifitas yang menjadi tolak ukur dalam penelitian ini.

Dari segi efisiensi konsumsi air yang digunakan untuk penyiraman tanaman dalam irigasi tanaman dengan konsep prototype menggunakan pot, mempunyai nilai efisiensi yang lebih baik dengan perolehan antara model otomatis dengan manual yaitu 20% banding 80%. Kemudian dari segi efektifitas yang diambil dari sisi waktu pengairan, dari 10 kali percobaan didapat perbandingan 29% untuk model otomatis dan 71% untuk model manual, sehingga didapat bahwa secara otomatis, memiliki tingkat efektifitas yang lebih baik dibandingkan dengan model manual.

Berdasarkan penelitian ini, saran peneliti adalah di penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan membandingkan metode fuzzy logic yang digunakan dalam sistem ini dengan penggunaan metodologi lainnya, yang berdasar pada penggunaan arduino uno juga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Devika, V., S. Sk. Khamuruddeen, Sk. Khamurunnisa, Jayanth Thota, Khalesha Shaik. (2014). *Arduino Based Automatic Plant Watering System. International Journal of Advance Research in Computer Science and Software Engineering 4(10), October 2014, pp. 449-456.*
- [2] Hartati, S., & Zuliarso, E. (2008). Aplikasi Pengolah Bahasa Alami untuk Query Basisdata XML. *Dinamik-Jurnal Teknologi Informasi, XIII(2)*. Retrieved from
- [3] Pamungkas, Harly Yoga, Eru Puspita, Taufiqurrahman. (2010). Alat Monitoring Kelembaban Tanah dalam Pot berbasis Mikrokontroler AT Mega 168 dengan Tampilan *Output* pada Situs Jejaring Sosial Twitter Pembudidaya dan Penjual Tanaman Hias Anthurium. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [4] Ihsan, Muhammad., Choliq Komarudin K., dkk. (2012). Pengukuran Kelembaban Tanah dengan Kadar Air yang Bervariasi Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah SEN0057 dan VH400. Institut Pertanian Bogor.
- [5] 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.*