
SISTEM MONITORING PENGAIRAN OTOMATIS DENGAN METODE *LOGIKA FUZZY*

Qirom¹, Bahrn Niam², Much Sobri Sungkar³

^{1, 2, 3}Program Studi DIII Teknik Elektronika, Politeknik Harapan Bersama Tegal
qirom.bahagia2@gmail.com¹, bahrn08@gmail.com², sobrisungkar@gmail.com³

Abstrak

Kata Kunci:

IoT;
Logika Fuzzy;
Monitoring; Pengairan
Otomatis

Tanaman padi yang menjadi sumber pangan masyarakat memerlukan suhu, kelembaban udara dan tinggi air untuk pertumbuhan maksimal. Sistem pengairan merupakan kebutuhan utama dalam dunia pertanian, khususnya tanaman padi. Banyaknya kendala dalam pengairan konvensional diperlukan pengairan secara otomatis. Beberapa penelitian pengairan otomatis hanya menggunakan satu atau 2 parameter saja dan hanya menggunakan fuzzy saja atau IoT saja. Metode yang di tawarkan dalam penelitian ini menggunakan logika fuzzy dengan 3 input dan menggabungkan sistem monitoringnya secara real time berbasis IoT. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas logika fuzzy dengan tiga input untuk mengontrol sistem pengairan otomatis dengan pemantauan secara realtime dengan IoT. Data diperoleh dengan melakukan pengujian di waktu pagi, siang, sore, malam dan dengan perlakuan panas dan hujan kemudian dibandingkan dengan perhitungan matlab. Dari pengujian alat diperoleh rata-rata presisi dari perbandingan alat dengan perhitungan adalah sebesar 77,13%.

Abstract

Keywords:

Automatic Irrigation;
Fuzzy Logic; IoT;
Monitoring.

Rice plant which is a source of food for the people, needs enough temperature, air humidity and massive amount of water for maximum growth. The irrigation system is a major requirement in the field of agriculture, especially for rice plant. There are some constraints in conventional irrigation; therefore automatic irrigation system is necessary. Some previous studies about automatic irrigation only used one or two parameters and only applied fuzzy or IoT. The method offered in this study uses fuzzy logic with 3 inputs and combines the monitoring system in real time based on IoT. The purpose of this study is to determine the effectiveness of fuzzy logic with three inputs to control the automatic irrigation system by IoT real time monitoring. Data are obtained by tests conducted in the morning, afternoon, evening, night using heat and rain treatment then compared using Matlab calculation. From the tool testing, the average precision of the tool compared to the calculation is 77.13%.

✉ Alamat korespondensi:

E-mail: qirom.bahagia2@gmail.com

ISSN : 2087 - 1627

1. Pendahuluan

Tanaman padi yang menjadi sumber pangan utama masyarakat akan tumbuh maksimal jika ditanam sesuai dengan ketinggian tanah, suhu udara dan kelembaban udara serta ketinggian air padi pada setiap fase. Tanaman padi juga memerlukan saluran distribusi irigasi yang cukup baik, untuk memenuhi kebutuhan air tanaman selama periode pertumbuhannya secara optimal [1].

Perawatan dan pengaturan irigasi sawah masih banyak menggunakan cara konvensional. Tentunya hal ini kurang efektif dan efisien sehingga perlu mendapatkan sentuhan teknologi tepat guna pada permasalahan tersebut [2].

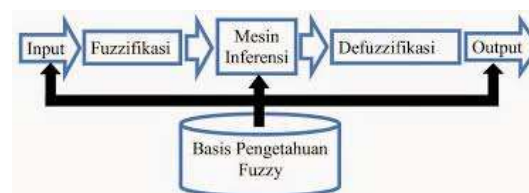
Berbagai penelitian dan metode sudah dilakukan untuk membuat perancangan pengairan secara otomatis, diantaranya dengan indikator ketinggian air berbasis SMS [3], dengan menggunakan *fuzzy logic* [4] atau menggunakan *wireless sensor network* [5]. Faktor yang diukur kebanyakan hanya satu atau dua seperti ketinggian [4] dan suhu [6], bahkan ada yang hanya penjadwalan saja buka tutup pintu [3]. Penggunaan satu sensor sebagai inputan dirasa kurang maksimal karena pengukuran suhu seluruh ruang kurang stabil.

Beberapa metode kecerdasan buatan seperti sistem pakar, jaringan syarat tiruan, logika fuzzy dan algoritma genetika dapat digunakan sebagai metode dalam perancangan pengairan otomatis [7]. Pada penelitian ini menggabungkan logika fuzzy pada sistem kontrol penyiraman air [8] dan *IoT* untuk memonitor status sensor dan melaporkan status sistem secara *realtime* [9]. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan logika fuzzy untuk mengendalikan pintu pada sistem pengairan otomatis dan melakukan *monitoring* secara *realtime* dengan parameter input suhu udara, kelembaban udara dan tinggi air sawah.

2. Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai kesamaran antara benar atau salah dengan besar kebenaran dan kesalahan sesuatu yang dibicarakan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya [10]. Logika fuzzy dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti pada sistem diagnosis penyakit, pemodelan sistem pemasaran, riset operasi, kendali pengairan, prediksi gempa, klasifikasi dan pencocokan pola [11].

Untuk memahami langkah kerja logika fuzzy, perhatikan gambar 1 struktur elemen dasar sistem inferensi fuzzy:



Gambar 1. Struktur Elemen Dasar Sistem Inferensi Fuzzy

Basis pengetahuan fuzzy merupakan kumpulan *rule-rule fuzzy* dalam bentuk pernyataan *if...then*. Fuzzy-fikasi merupakan proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy. Mesin inferensi merupakan proses untuk mengubah input fuzzy menjadi output fuzzy dengan cara mengikuti aturan-aturan *if-then* rules yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan fuzzy. Defuzzifikasi merupakan mengubah output fuzzy yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan fuzzifikasi.

Metode Fuzzy mamdani merupakan salah satu metode dari Fuzzy Inference System, sistem pengambil keputusan. Dalam metode fuzzy mamdani menggunakan aturan atau rules berbentuk “sebab-akibat” atau “*if-then*”. Cara perhitungan dari metode fuzzy mamdani, pertama adalah aturan yang dibentuk mewakili himpunan fuzzy, kemudian dihitung derajat keanggotaan sesuai dengan aturan yang telah dibuat. Setelah mendapatkan nilai derajat keanggotaan, dicari nilai alpha predikat (α) dengan menggunakan fungsi MIN dan komposisi antar rule menggunakan fungsi max untuk menghasilkan himpunan fuzzy baru. Langkah terakhir, mencari nilai output yang merupakan nilai *crisp(z)* yang disebut proses defuzzifikasi. Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan mamdani, diantaranya menggunakan metode COA (center of area), bisektor, MOM (mean of maximum), LOM (Largest of maximum) dan SOM (smallest of maximum). Pada penelitian menggunakan metode COA (center of area), dimana dinyatakan dalam persamaan 1.

$$z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz} \quad (1)$$

Dimana α = alpha predikat (nilai minimal dari nilai derajat keanggotaan), dan z = nilai *crisp* defuzzifikasi rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*).

3. Metode

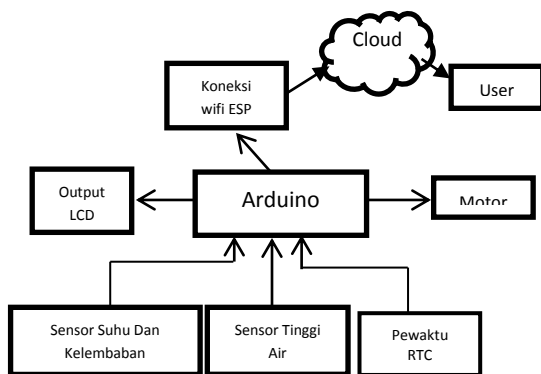
Perancangan sistem monitoring pengairan otomatis ini menggunakan jenis irigasi permukaan

(*surface irrigation*) dengan menggunakan beberapa komponen dasar, yaitu:

- Arduino Uno, sebagai otak dari semua kontrol pengairan otomatis.
- Sensor DHT22, untuk mengukur suhu dan kelembaban udara
- Sensor Ultrasonik HC-SR04, untuk mengukur tinggi air
- RTC DS3231, sebagai pewaktu real time
- ESP8266, sebagai jalur transmisi data ke thingspeak.com
- LCD 20x4, untuk menampilkan data sensor
- Motor Servo MG 996R, untuk membuka/menutup pintu air

IoT berfungsi mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik (*environment*), data-data ini kemudian akan diproses agar dapat dipahami maknanya[10]. Dalam penelitian ini dimonitoring dengan web www.thingspeak.com untuk mengetahui kondisi suhu, kelembaban udara, tinggi air dan lama penyiraman dalam bentuk grafik. Tampilannya dekstop ini bisa dilihat secara *mobile* dengan *ThingView Free Apps*.

Perancangan sistem dalam penelitian ini terdapat beberapa bagian yaitu sensor, mikrokontroller, dan aktuator yang ditunjukkan pada gambar 1 diagram blok sistem. Sensor yang digunakan yaitu DHT22 yang dapat mendeteksi suhu dan kelembaban udara dan HC-SR04 untuk mendeteksi tinggi air. Arduino Uno digunakan sebagai otak dari kontrol, dengan memasukkan logika fuzzy ke dalam bentuk program (*sketch*). Aktuator yaitu menggunakan motor servo yang dapat mengatur lama waktu penyiraman. Hasilnya ditampilkan dalam LCD 20x04 dan dimonitoring jarak jauh dengan internet yang terkoneksi dengan ESP8266.



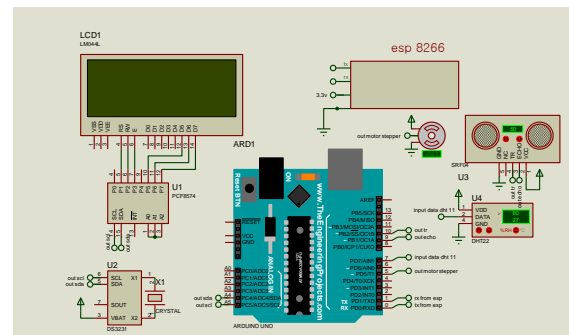
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Prinsip Kerja dari diagram blok sistem yang diperlihatkan dalam gambar 3.6 adalah sebagai berikut :

1. RTC mengatur input waktu pada arduino yang akan di outputkan ke LCD

2. Melalui DHT22 akan terukur nilai suhu dan kelembaban udara serta HC-SR04 akan mengukur tinggi air sawah.
3. Pembacaan nilai dari semua sensor di oleh oleh Arduino dengan logika fuzzy dengan mengikuti rule based.
4. Hasil pengolahan kontrol arduino dengan logika fuzzy akan menggerakkan motor servo sebagai aktuator yang akan membuka dan menutup pintu air.
5. Nilai yang terbaca di sensor dan aktuator ditampilkan oleh LCD 20x04 dan dimonitoring lewat jaringan internet melalui modul ESP 8266.

Pada pemrograman arduino terdapat 3 input (DHT22, HC-SR04, RTC) dan 3 output (LCD 20x04, ESP 8266, Motor Servo).



4. Hasil dan Analisis

4.1. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data yang spesifik dari alat yang sudah dibuat. Pada pengujian dilakukan pada waktu pagi, siang, sore dan malam serta pengkondisian suhu tinggi dan hujan. Proses persiapan pengujian alat dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan pada pukul 07.53 - 08.49, pukul 13.19 - 14.17, pukul 16.33 -17.47, pukul 22.18 - 23.44, dan pengujian dengan perlakuan panas dan hujan dilakukan pada pukul 14.21 - 14.41. Dari pengujian diperoleh data pada Tabel 1, Tble 2, Tabel 3, Table 4, dan Tabel 5.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pagi Hari

NO	Suhu	Kelembaban	Tinggi Air	Lama Siram
1	24,4	76,51	2,23	34
2	24,98	76,34	2,23	34
3	25,44	75,81	3,36	34
4	25,87	75,23	3,6	33,42
5	25,82	73,11	3,32	33,83
6	24,42	73,07	3,87	32,7
7	25,23	73,92	4,23	31,3
8	25,07	74,04	2,29	34
9	24,88	75,6	2,57	34
10	25,31	74,08	2,31	34
11	25,07	75,86	2,2	34
12	25,66	74,98	2,59	34
13	26,22	74,7	3,63	32,54

Tabel 2. Hasil Pengukuran Siang Hari

No	Suhu	Kelembaban	Tinggi Air	Lama Siram
1	31,22	58,21	4,5	31,1
2	31,45	58,3	5,61	30,34
3	31,34	58,2	5,61	30,2
4	31,7	59,04	5,21	30,5
5	32,4	59,71	4,86	31,1
6	32,21	62,06	5,22	31
7	33,4	65,83	5,63	31,9
8	32,12	63,04	5,83	31,2

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sore Hari

No	Suhu	Kelembaban	Tinggi Air	Lama Siram
1	32,11	58,02	4,92	29,3
2	31,2	59,36	3,77	30,31
3	30,89	60,1	3,02	34
4	31,09	60,2	4,87	30
5	32,02	64,79	4,2	31,5
6	32,18	63,24	5,22	31
7	32,08	65,24	5,63	32
8	31,77	63,24	5,63	32

Tabel 4. Hasil Pengukuran Malam Hari

No	Suhu	Kelembaban	Tinggi Air	Lama Siram
1	28,3	60,1	3,32	33,76
2	28,24	61,2	3,32	33,77
4	28,01	59,05	4,22	31,42
5	29,12	59,62	3,33	33
6	28,93	60,3	3,2	33,21
7	29,3	60,3	3,2	33,88
8	29,3	60,3	3,2	33,88
9	29,12	59,62	3,33	33,23
10	29,23	60,71	3,5	33,63
11	28,29	61,55	4,18	31,22

Tabel 5. Hasil Pengukuran Perlakuan Panas dan Hujan

No	Suhu	Kelembaban	Tinggi Air	Lama Siram
1	31	35,5	9,45	29,2
2	30,9	35,8	9,5	33,8
3	30,9	36,3	9,76	33,9
4	35,3	34,9	7,23	32,1

4.2. Analisis Data

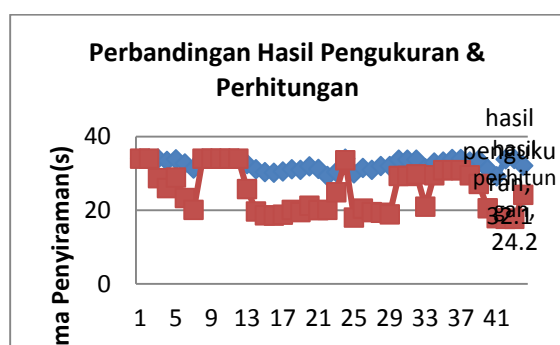
Data yang diperoleh untuk lama penyiraman diolah menggunakan matlab untuk dibandingkan antara pengukuran dan perhitungan, diperoleh angka seperti ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Nilai Pengukuran dan Perhitungan

Periode	hasil pengukuran	hasil perhitungan	Tingkat Presisi
1	34	34	100
2	34	34	100
3	34	28,7	84,41
4	33,42	26	77,79
5	33,83	28,9	85,42
6	32,7	23,3	71,25
7	31,3	20,1	64,21
8	34	34	100
9	34	34	100
10	34	34	100
11	34	34	100
12	34	34	100
13	32,54	25,7	78,97
14	31,1	19,7	63,34

15	30,34	18,6	61,30
16	30,2	18,5	61,25
17	30,5	18,8	61,63
18	31,1	20,1	64,63
19	31	19,5	62,90
20	31,9	21,2	66,45
21	31,2	20	64,10
22	29,3	20,1	68,60
23	30,31	24,9	82,15
24	34	33,6	98,82
25	30	18	60
26	31,5	20,4	64,76
27	31	19,5	62,90
28	32	19,3	60,31
29	32	18,9	59,06
30	33,76	29,3	86,78
31	33,77	29,3	86,76
32	33,75	29,7	88
33	31,42	21	66,83
34	33	29,5	89,39
35	33,21	30,9	93,04
36	33,88	30,9	91,20
37	33,88	30,9	91,20
38	33,23	29,5	88,77
39	33,63	27,1	80,58
40	31,22	20,5	65,66
41	29,2	17,8	60,95
42	33,8	17,7	52,36
43	33,9	17,7	52,21
44	32,1	24,2	75,38

Dari Tabel perhitungan di atas dapat dibuat grafik seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan

Pada gambar 6 terdapat 6 bagian data yaitu 13 data pagi hari, 8 data siang hari, 8 data sore hari, 11 data malam hari dan 4 data dengan perlakuan panas dan hujan. Pada data pagi nilai presisi tertinggi alat sebesar 100%, nilai presisi terendah 64,22% dan nilai rata-rata presisi alat pada pengukuran waktu pagi sebesar 89,39%. Data siang hari diperoleh tingkat presisi terendah 61,26%, tertinggi 66,46% dan rata-rata presisi pada pengukuran waktu siang hari adalah 63,21%. Data sore hari diperoleh tingkat presisi terendah 59,06%, tertinggi 98,82% dan rata-rata presisi pada pengukuran waktu sore hari adalah 69,57%. Pada malam hari diperoleh tingkat presisi terendah 65,66%, tertinggi 93,04% dan rata-rata presisi pada pengukuran waktu malam hari adalah 84,38%. Pada perlakuan panas dan hujan tingkat presisi terendah 52,21%, tertinggi 75,38% dan rata-rata presisi pada pengukuran waktu malam hari adalah 60,23%. Dari semua pengujian diperoleh nilai presisi terendah adalah 52,21%, tertinggi 100% dan rata-rata 77,13%.

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa Sistem otomatis berhasil dibangun terdiri dari sensor DHT 22, sensor ultrasonik sebagai input dan motor servo sebagai output dengan esp8266 sebagai penghubung ke internet dengan memanfaatkan kontrol metode logika *fuzzy* dengan rata-rata 77,13%. Saran kedepannya adalah perlu penyempurnaan dengan metode *close loop* seperti PID agar ada hasil yang kurang presisi bisa menjadi pertimbangan pada masukan berikutnya. Fungsi *IoT* bisa dikembangkan untuk mengontrol, bukan hanya memonitoring.

Daftar Pustaka

- [1] Soeharto, *PP23/1982 tentang Irigasi*, vol. 1982. Jakarta: Menteri/Sekretaris negara RI, 1982, pp. 1–21.
- [2] A. Nif'an, "Purwarupa Kendali Kanal Irigasi Sawah Terjadwal Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328," *Univ. PGRI Yogyakarta*, 2016.
- [3] N. S. Edwin JS Situmorang, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Persawahan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535 Dengan Indikator Ketinggian Air berbasis SMS," *Politeknik Negeri Medan, Medan*, 2014.
- [4] R. Pradana and R. Irawati, "Metode Fuzzy Logic Dalam Konsep Irigasi Air Dengan Mikrokontroler Arduino," *J. Telemat. MKOM*, vol. 8, no. 2, pp. 107–113, 2016.
- [5] M. S. Dzulkifli and M. Rivai, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network," *Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 261–266, 2016.
- [6] R. Romero, J. L. Muriel, I. Garcia, and D.

- Muñoz de la Peña, "Research on Automatic Irrigation Control: State of The Art and Recent Results," *Agric. Water Manag.*, vol. 114, pp. 59–66, 2012.
- [7] Suyanto, *Artificial intelligence : sarching , reasoning , planning dan learning / Suyanto*. Bandung: Informatika, 2011.
- [8] F. Khodadadi, A. V Dastjerdi, and R. Buyya, *INTERNET OF THINGS* : Elsevier Inc.
- [9] J. Grafika and N. Yogyakarta, "Perancangan Context-Aware Smart Home Dengan Menggunakan Internet of Things," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2016 (SENTIKA 2016)*, 2016, vol. 2016, no. Sentika, pp. 455–459.
- [10] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu, 2003.
- [11] E. M. dan V. S. T. Sutojo, *Kecerdasan Buatan*. penerbit andi, 2011.