

RANCANG BANGUN PENGONTROL PINTU AIR OTOMATIS MENGUNAKAN METODE FUZZY BERDASARKAN PERUBAHAN KETINGGIAN AIR

Ach Habib Arrahman¹⁾ Susijanto Tri Rasmana²⁾ Weny Indah Kusumawati³⁾

Program Studi/Jurusan Sistem Komputer
Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya
Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298s

Email: 1)15410200056@stikom.edu 2)susyanto@stikom.edu, 3)weny@stikom.edu

Abstrak: Air adalah komponen paling penting dalam kehidupan, segala aktifitas manusia memerlukan air. Tak bisa dipungkiri air menjadi kebutuhan pokok manusia. Karena air menjadi kebutuhan pokok manusia perlu dilakukan upaya untuk mengatur daya guna air sesuai kebutuhan manusia, upaya yang harus dilakukan yaitu pengendali banjir atau membuat saluran air disetiap sungai yang baik. Pada penelitian kali ini dibuat sistem rancang bangun pengontrol pintu air otomatis menggunakan metode fuzzy berdasarkan perubahan ketinggian air, pada sistem pengontrol pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic Tsukamoto*. Pada metode ini memiliki 2 inputan yaitu nilai ketinggian air dan perubahan air. Output dari metode fuzzy yang digunakan memiliki 9 rule yang telah ditanamkan pada sistem yang berupa aktuator motor DC yang berfungsi untuk mengatur naik dan turunnya pintu air. Metode yang digunakan adalah metode fuzzy tsukamoto dengan set point 5 cm. Pengujian pada sistem otomasi mendapat rentan waktu yang berbeda-beda sesuai dengan perubahan air, untuk pengujiannya dilakukan sebanyak sembilan kali sesuai dengan perubahan air dan kondisi awal ketinggian air.

Kata kunci: Pintu Air Otomatis, *Fuzzy Logic Tsukamoto*, Arduino, Pengendali Banjir

PENDAHULUAN

Air adalah symbol kehidupan. Segala aktifitas makhluk hidup khususnya manusia dalam bidang industri, pengairan, dan rumah tangga sangat memerlukan air. Oleh sebab itu, air adalah inti kehidupan manusia dan perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan daya guna air yang mengalir. Meningkatkan daya guna air dapat dilakukan dengan pengendali bencana banjir atau membuat sistem perairan yang lebih baik.

Pada sungai yang sudah ada, diterapkan pintu air untuk mengatur ketinggian air pada sungai. Pintu air berfungsi sebagai bangunan untuk pengendali banjir. Umumnya pintu air digunakan untuk mengontrol aliran air di sungai dan pada sistem tanggul. Sistem pintu air manual masih banyak kelemahan, yaitu meluapnya air sungai yang mengakibatkan banjir serta dampak yang negatif bagi penduduk sekitar (Novianto, 2016).

Pada era saat ini semua serba canggih, perkembangan teknologi yang terbilang sudah

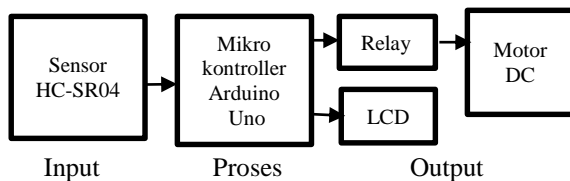
maju. Kemajuan ini telah mendorong kemampuan manusia untuk dapat mengatasi semua permasalahan yang ada di sekitarnya (Bambang, 2014). Berbagai jenis ilmu bisa diterapkan dengan komputer, kemajuan teknologi komputerisasi dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk membuat peralatan yang bisa digunakan dalam kehidupan, misalnya digunakan untuk mengatur kebutuhan air. Pengaturan pintu air yang dimaksud adalah pengontrolan pintu air otomatis sesuai dengan perubahan ketinggian air yang ada pada sungai. Jika air di sungai terlalu tinggi maka air harus dialirkan ke sungai yang lebih rendah. Jika ketinggian air dan perubahan ketinggian air yang ada pada sungai terlalu rendah dan lambat maka harus ditahan terlebih dahulu dan air yang disalurkan ke hilir dapat diatur sesuai dengan kebutuhan (Anis, 2015).

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini membahas tentang pembuatan miniatur pintu air otomatis. Pembahasan pada bagian ini, membahas tentang bagian perancangan dan pengimplementasian sistem kontrol pintu air otomatis yang meliputi pembuatan perangkat keras, miniatur pintu air, pengontrolan sistem elektronik, sirkulasi air pada miniatur, dan pembuatan perangkat lunak sistem kontrol pintu air otomatis menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*, yang digunakan dalam pengujian.

A. Perancangan Perangkat Keras

Berikut adalah Blok Diagram pada rancangan perangkat keras.



Gambar 1. Blok diagram sistem

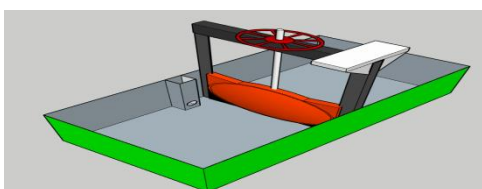
Penjelasan setiap bagian dari diagram blok sistem pada Gambar 1 sebagai berikut:

1. Input:
 - a) Sensor ultrasonic HC-SR04: sebagai sensor ultrasonik yang berfungsi untuk menghitung ketinggian air dan perubahan ketinggian air.
2. Proses:
 - a) Mikrokontroler Arduino Uno: sebagai pengolah data dari sensor ultrasonik dan diolah menggunakan sistem *fuzzy* sehingga diperoleh nilai output.
3. Output:
 - a) Motor DC: sebagai penggerak naik turunnya pintu air menggunakan relay
 - b) LCD (*Liquid Crystal Display*): sebagai tampilan ketinggian air, ketinggian pintu air, dan perubahan ketinggian air.

Penjelasan pada blok diagram gambar 1 yaitu nilai ketinggian air yang dapat dideteksi dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, dikirim ke mikrokontroler untuk diproses menggunakan sistem *fuzzy*. Pada sistem *fuzzy* ini telah memiliki *rules* yang telah ditetapkan. Setelah diproses menggunakan *fuzzy*, maka output dari nilai *fuzzy* menghasilkan perintah dari mikrokontroler untuk melakukan aktuatur yang telah ditetapkan pada program. Aktuatur motor DC aktif sesuai dengan output yang telah ditentukan. Semua aktuatur berhenti apabila nilai ketinggian air telah mencapai *rules* yang telah ditentukan.

1. Miniatur Pintu Air

a) Perancangan Miniatur Pintu Air



Gambar 2. Rancangan miniatur pintu air

Pada gambar 2 perancangan miniatur pintu air di bagi menjadi dua sisi yaitu sisi sebelum melewati pintu air dan sisi yang lain adalah sisi setelah melewati pintu air, pada sisi sebelum melewati pintu terdapat sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengetahui ketinggian air, setelah melewati pintu air masuk pada sisi setelah melewati pintu air dan sensor ultrasonik HC-SR04 juga ditaruh tepat diatas pintu air untuk mengetahui ketinggian pintu air.

b) Implementasi Miniatur Pintu Air



Gambar 3. Implementasi miniatur pintu air

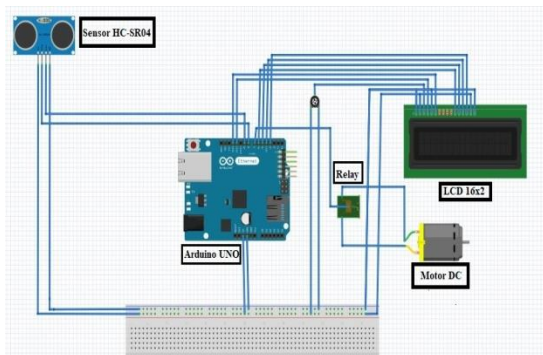
Bahan yang digunakan untuk membuat miniatur pintu air otomatis adalah kaca yang memiliki ketebalan 6mm kenapa dibuat sedemikian rupa untuk menghindari terjadi kecelakaan atau pecah yang bisa disebabkan oleh hal-hal tertentu. Miniatur pintu air otomatis memiliki ukuran yaitu panjang = 100 cm, lebar = 50 cm, tinggi = 60 cm dan pintu air memiliki ketinggian yaitu = 30 cm, pintu air itu sendiri dinaik turunkan oleh motor yang sudah disambungkan ke ulir yang memiliki diameter = 5 mm, untuk pendeteksi seberapa tinggi pintu air itu membuka dan menutup maka dipasang sensor ultrasonik HC-SR04 yang menghadap langsung pada pintu air.

2. Kontrol Elektronik Pintu Air Otomatis

Alat untuk mengontrol pintu air menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino. Alat ini menggunakan dua sensor ultrasonik yang memiliki fungsi berbeda, sensor ultrasonik yang pertama berfungsi untuk mengukur ketinggian air

dengan cara sensor ultrasonik diletakkan tepat diatas air pada miniatur sungai yang sudah dibuat dengan menambahkan pelampung agar sensor dapat membaca ketinggian air, kemudian data yang sudah didapat oleh sensor ultrasonik langsung dikirim ke Arduino selanjutnya pada Arduino diproses dengan menggunakan metode *Fuzzy* yang sudah dibuat di Arduino dengan sensor ultrasonic kedua yang terpasang pada pintu air sebagai pembanding masukan data, setelah diproses oleh Arduino akan menghasilkan nilai ataupun data yang mengeluarkan perintah output kepada relay sebagai pengatur arah dan kecepatan putaran motor yang daya atau tegangannya disalurkan oleh power supply yang berfungsi sebagai sumber tegangan/ daya. Motor berfungsi untuk menggerakkan pintu air yang juga di ukur ketinggiannya oleh sensor ultrasonik, kemudian sensor ultrasonik mengirim data ke Arduino sehingga ketinggian pintu air diketahui. Berikut adalah rancangan dan implementasi dari control elektronik pintu air otomatis:

a) Rancangan Kontrol Elektronik Pintu Air Otomatis



Gambar 4. Rancangan kontrol elektronik pintu air otomatis

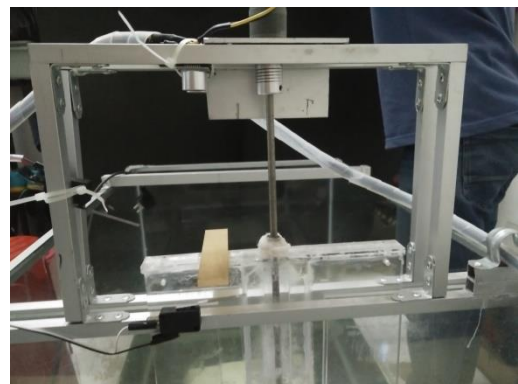
Pada gambar 4 adalah rancangan elektronik dari pintu air otomatis menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air juga sebagai input, dan sebagai outputnya menggunakan relay 2 channel sebagai pengatur arah putaran motor DC dan LCD 16x2 sebagai tampilan monitor dari hasil sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mengukur ketinggian air dan ketinggian pintu air, kemudian otak dari elektronnya sendiri yaitu menggunakan mikrokontroler arduino uno yang mengontrol seluruh komponen-komponen yang lain.

b) Implementasi Kontrol Elektronik Pintu Air Otomatis



Gambar 5. Implementasi Arduino, Relay, LCD

Pada gambar 5 terdapat relay 2 channel, mikrokontroler arduino uno, dan LCD dikemas jadi satu dalam sebuah wadah atau box untuk membuat rangkaian elektroniknya menjadi lebih rapi dalam masalah pengkabelan jelas terlihat lebih rapi.



Gambar 6. Implementasi HC-SR04, Motor DC, Limit Switch

Berikut ini adalah implementasi dari pemasangan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian pintu air, dan pemasangan motor DC yang berfungsi untuk menggerakkan naik turunnya pintu seperti pada gambar 67 sensor ultrasonik HC-SR04 diletakkan tepat diatas pintu air.

3. Sirkulasi Air Pada Miniatur Pintu Air Otomatis

Pada miniatur pintu air otomatis perlu adanya sirkulasi air untuk memberikan gambaran secara real sungai pada kehidupan nyata. Alat yang digunakan untuk membuat sirkulasi air adalah pipa

ber diameter $\frac{3}{4}$ dim dengan memiliki panjang 3 meter lalu dipotong-potong sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, untuk mesin penyedot air atau pompa air digunakan pompa air AC untuk memberikan tenaga semburan air yang kuat seperti menyerupai sungai yang sebenarnya.

a) Implementasi Sirkulasi Air



Gambar 7. Pembuatan sirkulasi air

Pembuatan sirkulasi air seperti pada gambar 7 dibuat menggunakan pipa yang berdiameter $\frac{3}{4}$ dim dengan menyambung pipa ke bagian pompa yang berfungsi untuk menyedot air, untuk bagian pompa air yang berfungsi sebagai keluaran air dari pompa disambungkan oleh pipa yang masuk ke bagian miniatur yaitu sebelum melewati pintu air dengan memasang kran air untuk membuka dan menutup aliran air.



Gambar 8. Implementasi sirkulasi air pada miniatur

Implementasi sirkulasi air pada gambar 8 dibuat menggunakan pipa yang berdiameter $\frac{3}{4}$ dim yang kemudian disambungkan ke pompa air AC untuk menyedot air di bagian setelah melewati pintu air dan dipompa ke bagian sebelum melewati pintu air.

B. Perancangan Perangkat Lunak

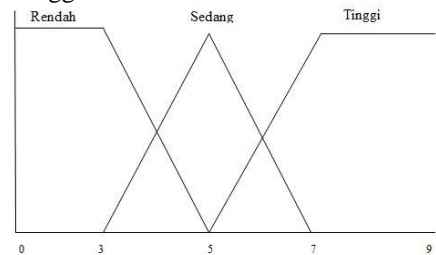
1. Perancangan Metode Fuzzy Tsukamoto

Pada penelitian ini metode fuzzy yang digunakan yaitu fuzzy Tsukamoto, metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton (Kusumadewi, 2010). Penggunaan fuzzy Tsukamoto ini untuk mengontrol seluruh aktuator secara real time. Berikut adalah rule-rule metode fuzzy Tsukamoto yang telah diterapkan sebagai keluaran pada sistem yang telah dirancang.

Terdapat dua *input* pada *fuzzy* Tsukamoto yaitu inputan pertama ketinggian air dan inputan kedua yaitu perubahan ketinggian air, inputan pertama adalah hasil pembacaan menggunakan sensor ultrasonic HC-SR04 secara real time dan inputan kedua adalah perubahan ketinggian air saat ini dikurangi ketinggian sebelumnya, nilai dari pengurangan tersebut yang digunakan sebagai input ke-2 pada fuzzy.

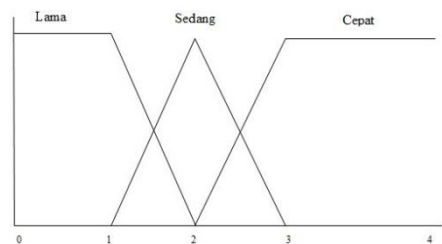
a) Himpunan Fuzzy

- Ketinggian Air



Gambar 9. Himpunan fuzzy ketinggian air

- Perubahan Ketinggian Air



Gambar 10. Himpunan fuzzy perubahan ketinggian air

b) Rule Fuzzy

- IF Ketinggian Air Rendah and Perubahan Air Lambat then Pintu Rendah
- IF Ketinggian Air Rendah and Perubahan Air Sedang then Pintu Rendah
- IF Ketinggian Air Rendah and Perubahan Air Cepat then Pintu Sedang

- IF Ketinggian Air Sedang and Perubahan Air Lambat then Pintu Sedang
- IF Ketinggian Air Sedang and Perubahan Air Sedang then Pintu Sedang
- IF Ketinggian Air Sedang and Perubahan Air Cepat then Pintu Tinggi
- IF Ketinggian Air Tinggi and Perubahan Air Lambat then Pintu Tinggi
- IF Ketinggian Air Tinggi and Perubahan Air Sedang then Pintu Tinggi
- IF Ketinggian Air Tinggi and Perubahan Air Cepat then Pintu Tinggi

c) Defuzzifikasi

Pada proses defuzzifikasi menggunakan metode *Weight-Average*. Keluaran dari hasil defuzzifikasi merupakan nilai *real* untuk seberapa besar pintu air membuka dan menutup. Nilai dari hasil evaluasi rules diproses dengan mengalikan setiap nilai minimal yaitu hasil dari evaluasi rules dan nilai rules berupa derajat yang telah ditetapkan.

$$\text{Pengali} = (\text{Rule00} * \text{Rendah}) + (\text{Rule01} * \text{Rendah}) + (\text{Rule02} * \text{Sedang}) + (\text{Rule10} * \text{Sedang}) + (\text{Rule11} * \text{Sedang}) + (\text{Rule12} * \text{Tinggi}) + (\text{Rule20} * \text{Tinggi}) + (\text{Rule21} * \text{Tinggi}) + (\text{Rule22} * \text{Tinggi});$$

$$\text{Pembagi} = \text{Rule00} + \text{Rule01} + \text{Rule02} + \text{Rule10} + \text{Rule11} + \text{Rule12} + \text{Rule20} + \text{Rule21} + \text{Rule22}$$

$$\text{Defuzzifikasi} = \text{Pengali} / \text{Pembagi}$$

Pada variabel Pengali merupakan nilai minimal dari hasil proses Evaluasi Rules yang dikalikan ketinggian pintu air dari rules yang telah ditetapkan. Pada variabel Pembagi merupakan nilai minimal dari proses evaluasi rules yang dijumlahkan. Output dari Defuzzifikasi berupa nilai ketinggian dari pintu air yang mengontrol ketinggian air sungai.

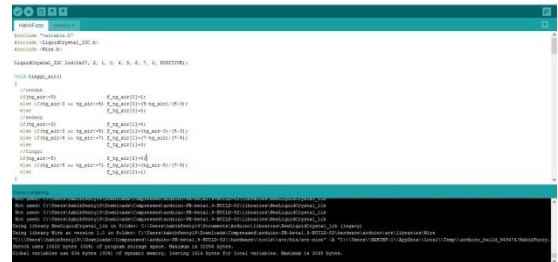
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, menjelaskan tentang pengujian pintu air otomatis berdasarkan perancangan sistem maupun alat yang telah dibuat. Tujuan dari pengujian untuk mengetahui hasil dari metode fuzzy tsukamoto apakah sudah berhasil atau belum dalam implementasi pada pintu air otomatis.

A. Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno

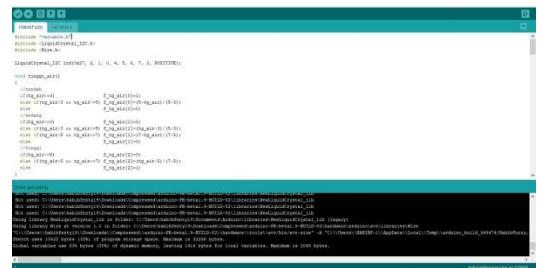
Pada pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah mikrokontroler ini dapat digunakan

dengan baik, serta dapat mengeksekusi program dengan benar. Hasil dari pengujian bisa dilihat pada gambar 12 dan gambar 13 berikut:



Gambar 11. Compile Project

Setelah compile program selesai, maka langkah selanjutnya yaitu mengupload program ke arduino uno.

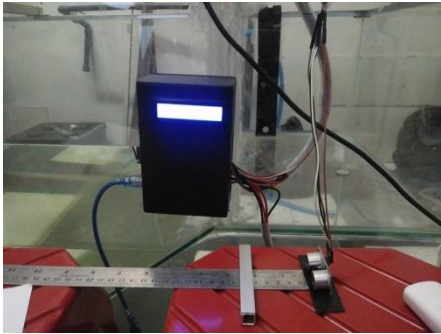


Gambar 12. Upload Project

Pada gambar 12 dapat diketahui bahwa mikrokontroler arduino dapat digunakan dan tidak terdapat kerusakan dapat dilihat dari upload program yang berhasil.

B. Pengujian Sensor HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang dan kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut (Adhitya, 2015). Pada pengujian sensor ultrasonic HC-SR04 dibuat program untuk dapat membaca ketinggian air dan pintu air menggunakan software Arduino IDE dengan jalur komunikasi 1-Wire yang telah disediakan pada Arduino IDE. Hasil dari pengujian terdapat pada gambar 13 dan tabel 1 berikut:



Gambar 13. Pengujian Sensor HC-SR04

Pada gambar 13 dapat diketahui bahwa sensor ultrasonic HC-SR04 mampu untuk mengukur jarak dengan benda yang ingin diketahui jaraknya dan nilainya ditampilkan pada LCD.

Tabel 1. Selisih perbandingan jarak

Percobaan Ke-	Sensor HC-SR04	Alat Ukur Tinggi Standar	Selisih
1	4.87	5	0.13
2	9.95	10	0.05
3	14.92	15	0.08
4	19.89	20	0.11
5	24.94	25	0.06
6	29.97	30	0.03
7	34.95	35	0.05
8	39.92	40	0.08
9	44.88	45	0.12
10	49.93	50	0.07
Rata-Rata			0.08

Kesimpulan dari hasil perbandingan HC-SR04 dan alat ukur standar dapat dilihat pada tabel diatas yaitu perbedaan pada HC-SR04 memiliki nilai yang lebih rendah dari alat ukur standar dan memiliki selisih dengan rata-rata 0,08 cm.

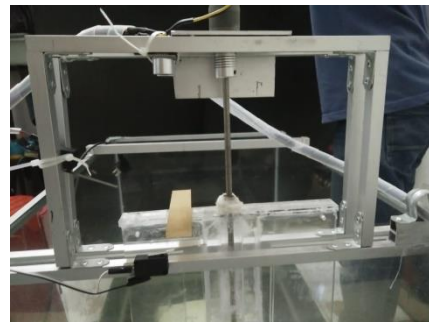
C. Pengujian Motor DC

Pada Pengujian kali ini motor DC yang berfungsi sebagai pengatur tinggi rendahnya pintu air. Pengujian ini bertujuan mengetahui motor DC dapat bekerja sesuai dengan baik dan benar. Motor DC harus bisa membuka dan menutup pintu air yang memiliki 3 kondisi yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Pada pengujian motor DC yaitu mengatur pergerakan pintu air sesuai program dan function yang telah dibuat dan ditampilkan pada LCD. Untuk menguji pergerakan motor DC dalam menggerakkan pintu air dibandingkan dengan sensor HC-SR04 untuk mengetahui pergerakan pintu sudah sesuai dengan program yang telah dibuat.



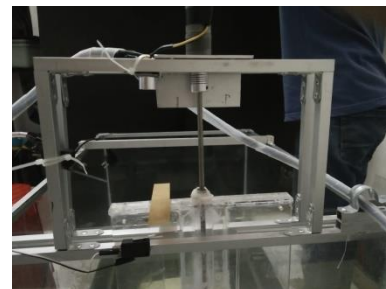
Gambar 14. Motor DC memenuhi kondisi pertama

Pada gambar 14 dapat diketahui bahwa motor DC dapat memenuhi kondisi pertama, pada kondisi pertama yaitu motor DC harus membuka dan menurunkan pintu air pada ketinggian 1 cm.



Gambar 15. Motor DC memenuhi kondisi kedua

Pada gambar 15 dapat diketahui bahwa motor DC dapat memenuhi kondisi kedua, pada kondisi kedua yaitu motor DC harus membuka dan menurunkan pintu air pada ketinggian 2 cm.



Gambar 16. Motor DC memenuhi kondisi ketiga

Pada gambar 16 dapat diketahui bahwa motor DC dapat memenuhi kondisi ketiga, pada kondisi ketiga yaitu motor DC harus membuka dan menurunkan pintu air pada ketinggian 3 cm. Kesimpulan dari hasil percobaan motor DC dapat dilihat pada Gambar 4.4 – 4.6 diatas yaitu motor DC dapat memenuhi keseluruhan kondisi seperti kondisi pertama, kondisi kedua, dan kondisi ketiga yang telah ditentukan oleh program.

D. Pengujian Keseluruhan Sistem

Hasil pengujian keseluruhan yang meliputi dari pengujian segi *Software* maupun *Hardware*, *Software* meliputi program yang telah dimasukan kepada arduino uno berupa input, output, dan metode *Fuzzy Logic*. *Hardware* meliputi pemasangan setiap komponen yang telah dipasang pada setiap *Software*.

Tabel 2. Tabel pengujian pertama pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	6
2	2	6
3	3	6
4	4	5
5	5	6
Rata - Rata		5.8

Ketinggian Awal Air = 8 cm, dan Perubahan Air = Lambat

Pada tabel 2 adalah hasil dari pengujian pertama pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketetinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian pertama pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 2 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu selama 5.8 detik

Tabel 3. Tabel pengujian kedua pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	15
2	2	16
3	3	15
4	4	15
5	5	16
Rata - Rata		15.6

Ketinggian Awal Air = 8 cm, dan Perubahan Air = Sedang

Pada tabel 3 adalah hasil dari pengujian kedua pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketetinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian kedua pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 3 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan

untuk membuat air menjadi normal yaitu selama 15.6 detik

Tabel 4. Tabel pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	29
2	2	29
3	3	29
4	4	30
5	5	30
Rata - Rata		29.6

Ketinggian Awal Air = 8 cm, dan Perubahan Air = Cepat

Pada tabel 4 adalah hasil dari pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketetinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 4 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu selama 29.6 detik

Tabel 5. Tabel pengujian keempat pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	7
2	2	6
3	3	7
4	4	7
5	5	6
Rata - Rata		6.6

Ketinggian Awal Air = 9 cm, dan Perubahan Air = Lambat

Pada tabel 5 adalah hasil dari pengujian keempat pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketetinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 5 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu selama 6.6 detik

Tabel 6. Tabel pengujian kelima pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	18
2	2	18
3	3	17
4	4	17
5	5	18
Rata - Rata		17,6

Ketinggian Awal Air = 9 cm, dan Perubahan Air = Sedang

Pada tabel 6 adalah hasil dari pengujian kelima pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketetinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 6 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu selama 17.6 detik

Tabel 7. Tabel pengujian keenam pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	32
2	2	33
3	3	33
4	4	32
5	5	33
Rata - Rata		32.6

Ketinggian Awal Air = 9 cm, dan Perubahan Air = Cepat

Pada tabel 7 adalah hasil dari pengujian keenam pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketetinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 7 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu 32.6 detik

Tabel 8. Tabel pengujian ketujuh pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	9
2	2	9
3	3	9
4	4	9

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
5	5	8
Rata - Rata		8.8

Ketinggian Awal Air = 10 cm, dan Perubahan Air = Lambat

Pada tabel 8 adalah hasil dari pengujian ketujuh pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketetinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 8 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu selama 8.8 detik.

Tabel 9. Tabel pengujian kedelapan pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	21
2	2	22
3	3	22
4	4	21
5	5	22
Rata - Rata		21.6

Ketinggian Awal Air = 10 cm, dan Perubahan Air = Sedang

Pada tabel 9 adalah hasil dari pengujian kedelapan pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketetinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 9 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu selama 21.6 detik

Tabel 10. Tabel pengujian kesembilan pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Percobaan Ke -	Waktu yang Dibutuhkan (second)
1	1	36
2	2	36
3	3	36
4	4	36
5	5	35
Rata - Rata		35.8

Ketinggian Awal Air = 10 cm, dan Perubahan Air = Cepat

Pada tabel 10 adalah hasil dari pengujian kesembilan pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati waktu, berapa waktu dibutuhkan untuk membuat ketinggian air itu stabil atau normal. Dari pengujian ketiga pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 10 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu 35.8 detik

Tabel 11. Tabel kesimpulan dari seluruh pengujian pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*.

No	Kondisi Awal	Perubahan Air	Waktu Rata – Rata
1	8	Lambat	5.8
2	8	Sedang	15.6
3	8	Cepat	29.6
4	9	Lambat	6.6
5	9	Sedang	17.6
6	9	Cepat	32.6
7	10	Lambat	8.8
8	10	Sedang	21.6
9	10	Cepat	35.8

Pada tabel 11 adalah hasil rangkuman dari seluruh pengujian yang telah dilakukan pada pintu air otomatis menggunakan *Fuzzy Logic*. Pengambilan hasil rangkuman dilakukan dengan menggabungkan berapa hasil pengujian guna mempermudah melihat hasil dari pengujian yang telah dilakukan. Dari rangkuman pengujian pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada tabel 11 dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat air menjadi normal yaitu berbeda-beda menyesuaikan kondisi awal dan perubahan ketinggian air.

KESIMPULAN

Hasil dari pengujian pada sistem pintu air otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* pada Tugas Akhir ini terdapat kesimpulan diantaranya:

1. Pada pengujian sistem kontrol berhasil dilakukan dengan menggunakan arduino uno sebagai mikrokontrolernya, sensor ultrasonic HC-SR04 sebagai pengukur ketinggian, perubahan dan ketinggian pintu air, dan motor DC sebagai penggerak dari pintu air.
2. Pengujian sistem pintu air otomatis berbasis fuzzy logic bertujuan untuk mempertahankan ketinggian air dalam kondisi stabil yaitu 5 cm. Pengujian pada sistem otomasi mendapat

rentan waktu yang berbeda-beda sesuai dengan perubahan air, untuk pengujiannya dilakukan sebanyak sembilan kali sesuai dengan perubahan air dan kondisi awal ketinggian air.

Saran

Saran yang diberikan untuk mengembangkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan sistem IoT bertujuan untuk memantau dari jarak jauh.
2. Pembuatan sistem pintu air otomatis menggunakan metode yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, Y. (2015). Penggunaan Metode *Fuzzy Takagi-Sugeno* Di Arduino Uno Untuk Pengendali Pintu Dan Pompa Air. *ISSN*. 7 (1): 43 – 51.
- Adhitya Permana, Triyanto Dedi (2015). Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Dan Pengisian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA8. *ISSN: 2338-493X* 3 (2): 76-87
- Kusumadewi Sri, Purnomo Hari (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*: Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Novianto, H. (2016). Sistem Pintu Air Otomatis Menggunakan Logika *Fuzzy*. *INFORM*. 1 (2): 125 – 130.
- Bambang Tri Wahyu Utomo, Hasan Saifudi. 2014. Prototyping Sistem Monitoring Ketinggian Air Dan Pengendalian Pintu Air Pada Jaringan Irigasi Berbasis Mikrokontroler Atmega16 Dengan Menggunakan Short Message Service (SMS). *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*. 8 (1): 59-68