

PENERAPAN METODE FUZZY UNTUK MONITORING PENGGUNAAN AIR RUMAH TANGGA BERBASIS ARDUINO

Alfan Ahmad Afifuddin

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
xingxin0209@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar manusia, begitu juga di Indonesia. baik digunakan untuk mencuci, minum, masak, dll. untuk monitoring penggunaan air pada prakteknya selama ini masih menggunakan meteran analog yang dimana pengguna setiap mau mengecek harus melihat ke meteran, meski begitu nyatanya kebanyakan orang tidak sempat untuk melakukan itu. pemantauan ini sangatlah perlu dilakukan, diharapkan dengan memantau penggunaan air diharapkan dapat meminimalisir pemborosan air.

Dalam penelitian ini, penulis memberikan solusi dengan sistem monitoring penggunaan air yang bisa diakses kapanpun dan dimanapun. dengan implementasi metode fuzzy untuk sistem otomatis pengisian tandon air, sehingga saat kondisi level air dan penggunaan air pada level tertentu maka akan membuka kran pengisian tandon secara otomatis, dengan memanfaatkan sensor ultrasonik dan sensor debit air dengan kontrol arduino. pengolahan data ini yang akan menentukan terbuka tutupnya kran pengisian tandon, untuk menentukan terbuka atau tertutupnya kran pengisian tandon ada beberapa kondisi atau pembacaan sensor yang dijadikan acuan untuk proses ini. dalam hal ini data dari pembacaan sensor debit air akan dikirim ke website dengan menerapkan prinsip IoT.

Sistem monitoring ini dapat mempermudah pemantauan penggunaan air rumah tangga. dengan adanya sistem ini diharapkan dapat meminimalisir pemborosan air yang disebabkan kurangnya pengawasan pengguna, serta tidak membutuhkan waktu lama dan bisa mengecek penggunaan air tanpa harus repot-repot melihat meteran lagi.

Kata kunci : penggunaan air, Arduino, fuzzy, website, monitoring, waterflow.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar bagi semua manusia, begitu juga di Indonesia air dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Air sangat dibutuhkan oleh manusia untuk mandi, minum, mencuci dan kebutuhan lainnya. Masalah utama yang terjadi untuk sumber daya air meliputi penggunaan air yang berlebihan yang akhirnya membuat pengeluaran bulanan menjadi membengkak. Disadari atau tidak hal ini yang menyebabkan penggunaan air yang tidak terkontrol dan akhirnya terjadi pemborosan.

Pada prakteknya pemantauan penggunaan air pada tiap-tiap rumah yang sekarang ini dilakukan oleh PDAM, BUMD ataupun yang sejenisnya masih menggunakan meteran analog. Jika dilihat dari segi alat, penggunaan meteran yang masih analog seringkali menimbulkan kesalahan dalam penulisan hasil pemakaian air yang bisa merugikan penyewa jasa tersebut. Hal ini terjadi karena tidak semua orang bersedia memeriksa hasil penggunaan airnya yang tercantum dalam meteran analog. Mereka lebih sering mengandalkan petugas yang mencatat hasil penggunaan air, padahal hasil pencatatan mereka belum tentu sama dengan yang tertera di meter airnya.

Dalam memantau penggunaan air dibutuhkan sensor yang dapat mendeteksi debit air secara akurat dan *real-time*. Untuk menggunakan sensor tersebut dibutuhkan sebuah mikrokontroler khusus yang dirancang untuk menjalankan tugas dari sensor atau

yang biasa disebut dengan sistem tertanam atau *embedded system*. Untuk memberikan informasi kepada pengguna jasa, data yang telah didapat dari sensor akan dikirim melalui internet dan disimpan ke dalam database yang nantinya isi dari database tersebut ditampilkan pada website *monitoring*. Konsep pengiriman data dari mikrokontroler yang didapat dari sensor biasa disebut dengan *internet of things*. Saat ini perkembangan dalam bidang IoT (*Internet of Things*) sangat luas dalam hal penggunaannya. Dengan memanfaatkan *Internet of Things Concept* untuk dapat melakukan kontrol pada hardware atau alat, juga *IoT Concept* dapat digunakan untuk *monitoring* dengan bantuan akses internet. Dengan memanfaatkan *IoT Concept* dapat dilakukan pengembangan dengan menambahkan sistem *monitoring* pada penggunaan air rumah tangga tentang penggunaan air harian, mingguan, bulanan.

Dari uraian di atas, dikembangkan sebuah rancang bangun alat sistem *monitoring* penggunaan air rumah tangga berbasis Arduino sebagai mikrokontroler dengan menerapkan metode *fuzzy*, sensor *water flow* sebagai pengukur debit air, *module GSM SIM800L* sebagai pengiriman data sensor ke database dan serta alat pendukung yang lain yang berada pada metode penelitian pada laporan ini. saat melakukan pengiriman data *Modul GSM SIM800L* bergantung pada kekuatan sinyal yang diperoleh dari BTS.

2. TINJAUAN PUSTAKA

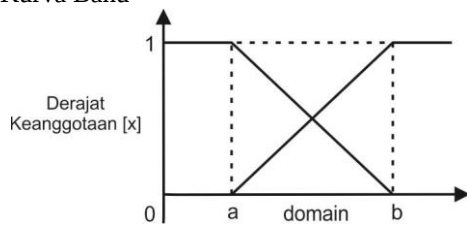
2.1 Fuzzy

Fuzzy atau himpunan samar diperkenalkan pertama kali oleh Lothfi Zadeh pada tahun 1965. Dengan teori fuzzy set yang bertujuan untuk menangani masalah ketidakpastian atau kebenaran yang bersifat sebagian. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut yaitu variabel linguistik dan *numeric*. linguistik adalah sebuah penamaan grub yang mewakili keberadaan atau kondisi misalnya parobaya, tua, muda, naik, turun. sedangkan *numeric* adalah sebuah nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 20,30,40, dsb.[1]

Sistem fuzzy terdiri dari tiga komponen utama, yaitu Fuzzifikasi, Inferensi, dan Defuzzifikasi. Fuzzifikasi mengubah nilai - nilai masukan ke dalam bentuk fuzzy *input*, dimana nilai tersebut berupa nilai linguistik yang ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu, untuk Inferensi sendiri melakukan penalaran menggunakan fuzzy *input* dan fuzzy rule yang telah ditentukan untuk bisa menghasilkan fuzzy *output*, lalu yang terakhir Defuzzifikasi yaitu merubah fuzzy *output* menjadi nilai *crisp* yang menyatakan suatu obyek dari satu himpunan yang memiliki nilai keanggotaan ya(1) atau tidak(0).[2]

Berdasarkan pengertian diatas untuk memulai menghitung fuzzy pertama harus menentukan nilai keanggotaan, kemudian Inferensi atau menentukan rule, dan yang terakhir adalah defuzzifikasi. Untuk mencari nilai keanggotaan :

a. Kurva Bahu



Gambar 1 Kurva Bahu

Himpunan fuzzy bahu digunakan untuk menentukan variabel suatu daerah fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar, kemudian didapatkan rumus sebagai berikut :

$$\mu(x, a, b) = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a < x < b \\ 0, & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu(x, a, b) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ 1, & x \geq b \end{cases}$$

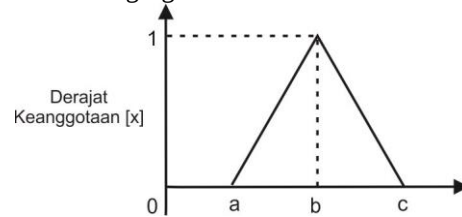
Keterangan :

a : nilai domain kiri

b : nilai domain kanan

x : nilai yang akan dicari

b. Kurva Segitiga



Gambar 2 Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga ditandai adanya 3 (tiga) parameter yaitu $\{a, b, c\}$ yang akan menentukan kordinat x dari tiga sudut segitiga, kemudian didapatkan rumus sebagai berikut :

$$\mu(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ OR } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \\ 1, & x = b \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan :

a : nilai domain terkecil derajat ke anggotaan 0

b : nilai domain derajat ke anggotaan 1

c : nilai domain terbesar derajat ke anggotaan 0

x : nilai yang akan dicari

Kemudian setelah mencari nilai keanggotaan, berlanjut ke Inferensi. Inferensi diperoleh dari pengumpulan dan koreksi antar aturan, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum(OR) atau minimum(AND), kemudian menggunakan untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikan ke *output*. Jika semua proposisi telah dievaluasi maka *output* akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi, secara umum metode ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{nilai } \alpha = \begin{cases} OR_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \\ AND_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \end{cases} \quad (3)$$

Keterangan :

: untuk rule OR(atau)

$OR_{A \cup B}$ $AND_{A \cap B}$: untuk rule AND(dan)

$\mu_A[x]$: dari fungsi keanggotaan $\mu_A[x]$

$\mu_B[y]$: dari fungsi keanggotaan $\mu_B[y]$

Diatas adalah untuk mencari nilai alpha(α), kemudian untuk mencari Z_1, Z_2, Z_n , dst, mengikuti banyak rule yang digunakan. Untuk mendapatkan nilai Z_1, Z_2, Z_n kita bisa menggunakan rumus berikut :

$$Z_n = Z_{max} + \alpha(Z_{max} - Z_{min})$$

$$Z_n = Z_{min} - \alpha(Z_{max} - Z_{min}) \quad (4)$$

Keterangan :

Z_{max} : nilai domain max

Z_{min} : nilai domain min

α : diambil dari literasi point (3)

Setelah itu masuk ke langkah terakhir yaitu defuzzifikasi untuk mencari nilai akhir atau output, kemudian diperoleh rumus sebagai berikut :

$$Z(\text{Output}) = \frac{(\alpha_1 + \alpha_2) * (\alpha_2 + \alpha_3) \dots (\alpha_n + \alpha_{n+1})}{(\alpha_1 + \alpha_2 \dots + \alpha_n)} \quad (5)$$

Keterangan :

$Z(\text{output})$: nilai crisp / akhir

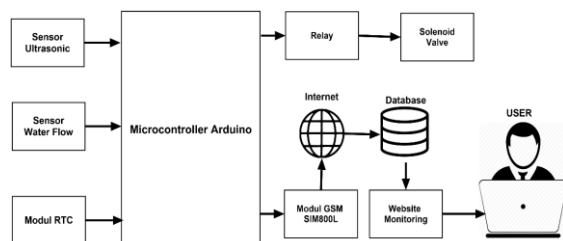
α : diambil dari literasi (3)

x : diambil dari literasi (4)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diskripsi sistem dan Diagram Blok

Diagram blok pada pemantauan Penggunaan air dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

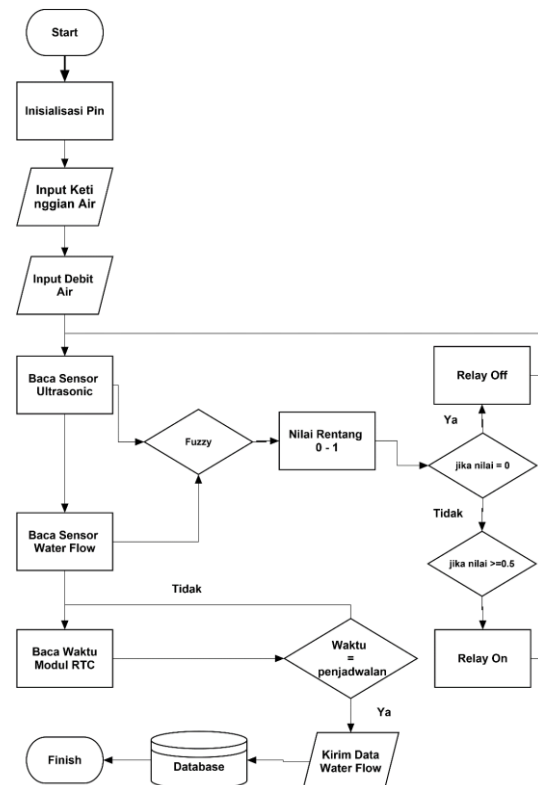


Gambar 3 Blok Diagram Sistem pemantauan

Pada Gambar 3 menjelaskan bahwa sistem ini menggunakan *minimum* sistem Arduino, dimana system ini mempunyai 3 inputan yaitu sensor ultrasonic sebagai pendeteksi ketinggian air, sensor waterflow sebagai penghitung debit air, dan modul RTC sebagai penunjuk waktu. Kemudian oleh arduino data input diproses yang dimana ada 2 *output* yang pertama menjalkankan relay kemudian solenoid on/off, dan yang kedua akan mengirimkan data debit air dengan cara Arduino *me-request* alamat pengiriman melalui perantara modul GSM dengan mode internet untuk mengirimkan data yang di simpan ke *database* kemudian di tampilkan pada *website*. *Website* akan menampilkan informasi apabila ada layanan internet dimana informasi yang ditampilkan berupa data penggunaan air dari pembacaan sensor *waterflow*.

3.2 Flowchart Sistem Hardware

Flowchart system hardware menggambarkan alur kerja dari sistem pada *microcontroller* beserta sensor yang terhubung.

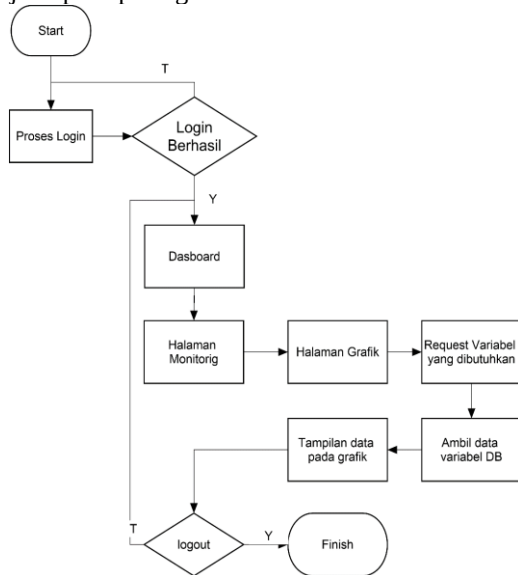


Gambar 4 Flowchart Hardware

Pada gambar 4 menunjukan kerja suatu sistem hardware yang dibuat yang dimana dimulai dari penginisialisasi pin yang digunakan kemudian mendapatkan data inputan berupa debit air dan ketinggian air, dimana ketinggian air dibaca oleh sensor ultrasonik dan debit air dibaca oleh sensor *waterflow*. Kemudian dari kedua inputan tersebut masuk ke proses fuzzy yang dimana digunakan untuk mengontrol buka tutup kran melalui relay sebagai saklarnya yang dimana menggunakan output fuzzy jika hasilnya antara 0 maka relay *off* dan jika hasilnya antara 0.5 ~ 1 maka relay *on*. Kemudian dari input sensor *waterflow* tadi data yang didapat diunggah ke server dengan penjadwalan menggunakan modul RTC sebagai waktu karena Arduino tidak ada jam internal, dari pembacaan modul RTC akan dibandingkan dengan jadwal unggah dan jika sama maka data dari sensor *waterflow* akan diupload ke server.

3.4 Flowchart Sistem Website

Flowchart system Website menggambarkan alur kerja Seperti pada gambar 3.4.

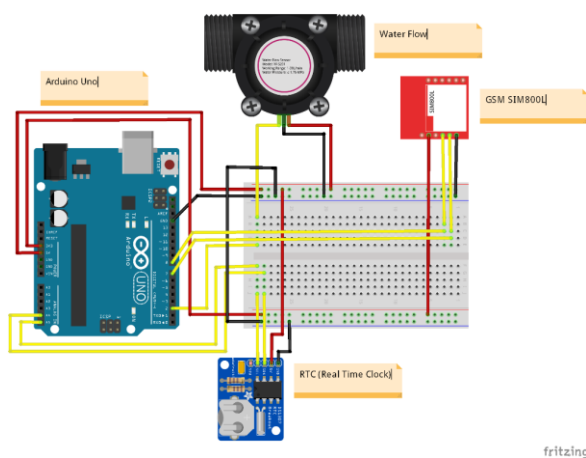


Gambar 5 Flowchart Website

Pada Gambar 5 menunjukan suatu kerja *system website* yang nanti akan dibuat untuk mengetahui informasi data monitoring penggunaan air harian, minggu, dan bulan. Mulai (*Start*) untuk membuka website monitoring, setelah itu akan muncul menu login di website monitoring, setelah user melakukan login pada sistem akan diteruskan kehalaman utama yang berisi infomasi penggunaan air berupa nilai volume dalam bentuk grafik yang menampilkan data berupa *line chart*.

3.5 Skema Rangkaian Alat

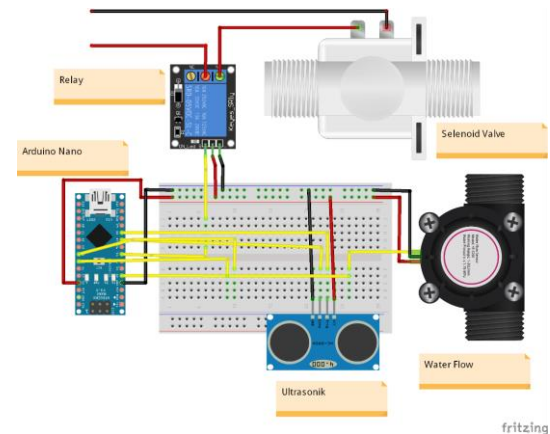
Desain skema rangkaian alat merupakan acuan untuk merangkai alat yang akan digunakan sebagai *monitoring penggunaan air* dan *controlling* kran air atau solenoid valve, seperti pada Gambar 6 dan 7



Gambar 6 Skema Rangkaian Alat Monitroing

Pada Gambar 6 Skema rangkaian alat secara keseluruhan dari sistem *monitoring* penggunaan air

berbasis web terdiri dari arduino uno sebagai mikrokontroler, RTC sebagai penjadwalan, sensor *flow meter* sebagai pembaca debit air dan modul GSM SIM800L sebagai perantara mengirim data ke internet.



Gambar 7 Skema Rangkaian Alat Controlling

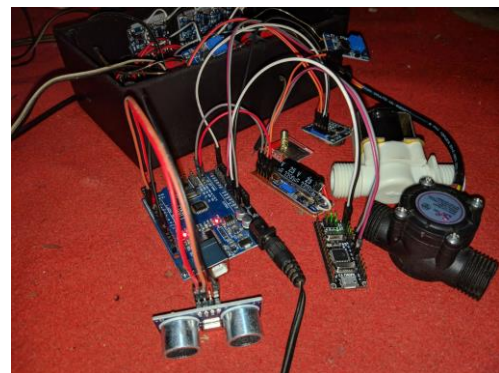
Sedangkan pada Gambar 7 Skema rangkaian alat dari sistem *controlling* Selenoid Valve dari perhitungan fuzzy yang berada di arduino nano sebagai mikrokontroler, relay sebagai penghubung antara catu daya dengan solenoid valve agar bisa buka atau tutup kran air, lalu sensor *waterflow* untuk membaca debit air, kemudian sensor ultrasonic digunakan sebagai pembaca ketinggian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Hasil yang diperoleh penulis dalam penelitian ini berupa perangkat monitoring yang tersusun atas beberapa sensor untuk mengetahui penggunaan air serta *website* berfungsi sebagai penerima informasi dari perangkat yang memudahkan pengguna jasa untuk menerima informasi. Untuk akses perangkat monitoring ini dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun menggunakan jaringan internet.

Pada penelitian ini dilakukan pembahasan mengenai pengujian perangkat keras *monitoring* maupun *website*-nya. Perangkat keras *monitoring* dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8 Tampilan Alat Monitoring

Pada gambar 8 menunjukan kumpulan komponen sebelum dirangkai menjadi satu bagian, yang dimana disitu menampilkan sensor – sensor, mikrokontroler serta alat tambahan lainnya.

4.2 Pengujian Website

Pada tahap pengujian *website* dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui apakah *website* sudah dapat berjalan dengan baik atau sebaliknya. Berikut ini adalah pengujian pada sistem monitoring penggunaa air rumah tangga.

4.3 Halaman Login

Halaman login merupakan salah satu halaman *website* monitoring penggunaan air rumah tangga. Pada halaman login, baik *admin* / *user* diminta untuk memasukkan *username* dan *password*.

4.4 Halaman Monitoring

Halaman *monitoring* merupakan salah satu halaman *website* monitoring penggunaan air rumah tangga. Pada halaman *monitoring*, memberikan informasi penggunaan air dalam bentuk grafik.

4.7 Pengujian

Pengujian pada Penerapan Metode Fuzzy Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga Berbasis Arduino yaitu untuk melihat ketetapan program dalam pengujian fungsional *website*.

4.8 Pengujian Sistem Perangkat Keras

4.8.1 Pengujian Metode

Pengujian metode pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan perhitungan manual dengan software, ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasilnya sudah sesuai. Dengan cara pertama menentukan rule yang akan digunakan :

[R1] IF Ketinggian Air Rendah AND Penggunaan Air Sedikit THEN ON

[R2] IF Ketinggian Air Rendah AND Penggunaan Air Banyak THEN ON

[R3] IF Ketinggian Air Sedang AND Penggunaan Air Sedikit THEN ON

[R4] IF Ketinggian Air Sedang AND Penggunaan Air Banyak THEN ON

[R5] IF Ketinggian Air Tinggi THEN OFF

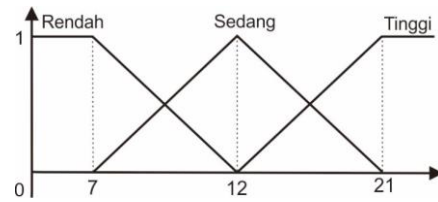
Kemudian menentukan variabel dan himpunan yang akan digunakan, dimana disini menggunakan maket sebagai pengujian dan menggunakan metode tsukamoto.

Kemudian didapatkan 2 variabel *INPUT* dan 1 variabel *OUTPUT*, *INPUT* = Ketinggian Air, dan Penggunaan Air, *OUTPUT* = ON / OFF relay, dimana Ketinggian Air Ada 3 Himpunan yaitu :

Ketinggian Redah = 7 cm

Ketinggian Sedang = 12 cm

Ketinggian Tinggi = 21 cm



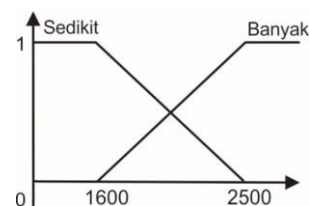
Gambar 9 Kurva Keanggotaan

Pada Gambar 9 menunjukan bahwa rendah dengan nilai 7 berada di posisi 1, sedang dengan nilai 12 berada di posisi 1, dan tinggi dengan nilai 21 berada di posisi 1.

Penggunaan air terdapat juga 2 Himpunan yaitu :

Penggunaan air sedikit = 1600 ml

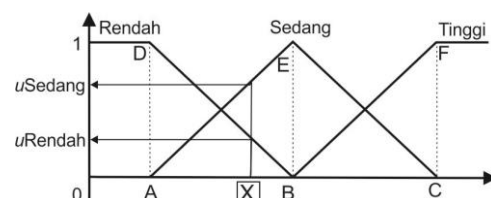
Penggunaan air banyak = 2500 ml



Gambar 10 Kurva Keanggotaan Penggunaan Air

Pada Gambar 10 menunjukan bahwa sedikit dengan nilai 1600 berada di posisi 1, dan banyak dengan nilai 2500 berada di posisi 1.

Setelah itu mencari nilai keanggotaan dari variabel input ketinggian air dengan menggunakan fungsi ke anggotaan sebagai berikut :



Gambar 11 Kurva Fungsi Keanggotaan Ketinggian

Pada Gambar 11 menjelaskan bahwa ketinggian air rendah berada pada segitiga ABD, ketinggian air sedang berada pada segitiga ACE, dan ketinggian air tinggi berada pada segitiga BCF. Berikut adalah persamaan untuk variabel ketinggian air, ketinggian air dibagi menjadi rendah, sedang, dan tinggi.

a. Ketinggian air rendah

Jika X berada pada segitiga ABD maka, yang digunakan adalah persamaan rendah, untuk lebih jelasnya bisa dilihat persamaan berikut ini :

$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a < x < b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$$

Keterangan :

a = batasan untuk nilai rendah

b = batasan untuk nilai sedang

x = nilai yang didapatkan (akan dihitung)

b. Ketinggian air sedang

Jika X berada pada segitiga ACE maka, yang digunakan adalah persamaan sedang, untuk lebih jelasnya bisa dilihat persamaan berikut ini :

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ OR } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \\ 1, & x = b \end{cases}$$

Keterangan :

a = batasan untuk nilai rendah

b = batasan untuk nilai sedang

c = batasan untuk nilai tinggi

x = nilai yang didapatkan (akan dihitung)

c. Ketinggian air tinggi

Jika X berada pada segitiga BCF maka, yang digunakan adalah persamaan sedang, untuk lebih jelasnya bisa dilihat persamaan berikut ini :

$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq b \\ \frac{x-b}{c-b}, & b < x < c \\ 1, & x \geq c \end{cases}$$

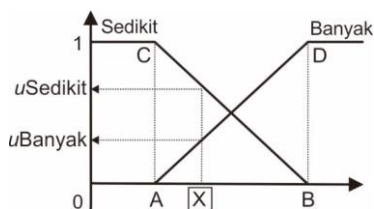
Keterangan :

b = batasan untuk nilai sedang

c = batasan untuk nilai tinggi

x = nilai yang didapatkan (akan dihitung)

Kemudian untuk mencari fungsi keanggotaan dari variabel *input* Penggunaan air bisa dengan menggunakan fungsi ke anggotaan sebagai berikut :



Gambar 12 Kurva Fungsi Keanggotaan Penggunaan Air

Pada Gambar 12 menjelaskan bahwa penggunaan air sedikit berada pada segitiga ABC, dan penggunaan air banyak berada pada segitiga ABD. Berikut adalah persamaan untuk variabel penggunaan air, penggunaan air dibagi menjadi sedikit, dan banyak.

a. Penggunaan air sedikit

Jika X berada pada segitiga ABC maka, yang digunakan adalah persamaan sedikit, untuk lebih jelasnya bisa dilihat persamaan berikut ini :

$$\mu_{Sedikit} = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a < x < b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$$

Keterangan :

a = batasan untuk nilai sedikit

b = batasan untuk nilai banyak

x = nilai yang didapatkan (akan dihitung)

b. Penggunaan air banyak

Jika X berada pada segitiga ABD maka, yang digunakan adalah persamaan banyak, untuk lebih jelasnya bisa dilihat persamaan berikut ini :

$$\mu_{Banyak} = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ 1, & x \geq b \end{cases}$$

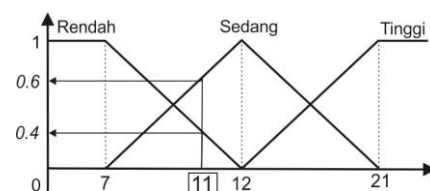
Keterangan :

a = batasan untuk nilai sedikit

b = batasan untuk nilai banyak

x = nilai yang didapatkan (akan dihitung)

Berikut ini adalah perhitungan fungsi keanggotaan dari variabel ketinggian air.



Gambar 13 Penerapan Keanggotaan Variabel Ketinggian

$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq 7 \\ \frac{12-x}{12-7}, & 7 < x < 12 \\ 0, & x \geq 12 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0, & x \leq 7 \text{ OR } x \geq 21 \\ \frac{x-7}{12-7}, & 7 < x < 12 \\ \frac{21-x}{21-12}, & 12 < x < 21 \\ 1, & x = 12 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 12 \\ \frac{x-12}{21-12}, & 12 < x < 21 \\ 1, & x \geq 21 \end{cases}$$

Berdasarkan rumus diatas untuk μ_{Rendah} menggunakan aturan dimana $7 < x < 12$, dengan inputan ketinggian 11 maka didapatkan hasil 0.4, untuk jelasnya bisa dilihat pada perhitungan dibawah ini :

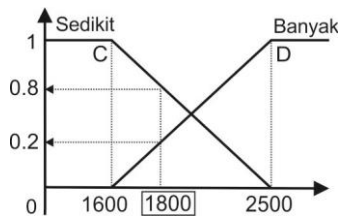
$$\mu_{Rendah} = \frac{12-11}{12-7} = \frac{1}{5} = 0.2$$

Untuk mencari μ_{Sedang} juga berdasar dengan aturan dimana $7 < x < 12$, yang dimana 7 lebih kecil dari X dan X lebih kecil dari 12. Dengan inputan ketinggian 11 maka didapat hasil 0.8, untuk jelasnya bisa dilihat pada perhitungan dibawah ini :

$$\mu_{Sedang} = \frac{11-7}{12-7} = \frac{4}{5} = 0.8$$

Setelah selesai menghitung nilai fungsi keanggotaan dari variabel ketinggian air, kemudian menghitung

nilai fungsi dari variabel penggunaan air, seperti langkah – langkah dibawah ini :



Gambar 14 Penerapan Keanggotaan Variabel Penggunaan Air

$$\mu_{Sedikit} = \begin{cases} 1, & x \leq 1600 \\ \frac{2500 - x}{2500 - 1600}, & 1600 < x < 2500 \\ 0, & x \geq 2500 \end{cases}$$

$$\mu_{Banyak} = \begin{cases} 0, & x \leq 1600 \\ \frac{x - 1600}{2500 - 1600}, & 1600 < x < 2500 \\ 1, & x \geq 2500 \end{cases}$$

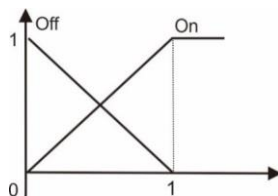
Berdasarkan rumus diatas untuk $\mu_{Sedikit}$ menggunakan aturan dimana $1600 < x < 2500$, dengan inputan penggunaan air 1800 maka didapatkan hasil 0.8, untuk jelasnya bisa dilihat pada perhitungan dibawah ini :

$$\mu_{Sedikit} = \frac{2500 - 1800}{2500 - 1600} = \frac{700}{900} = 0.8$$

Untuk μ_{Banyak} juga menggunakan aturan dimana $1600 < x < 2500$, dengan inputan penggunaan air 1800 maka didapatkan hasil 0.2, untuk jelasnya bisa dilihat pada perhitungan dibawah ini :

$$\mu_{Banyak} = \frac{1800 - 1600}{2500 - 1600} = \frac{200}{900} = 0.2$$

Untuk menghitung fungsi keanggotaan On/Off terdapat 2 fungsi keanggotaan yaitu On/Off, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 18



Gambar 15 Penerapan Keanggotaan Relay On/Off

$$\mu_{Off} = \begin{cases} 1, & x \leq 0 \\ \frac{1-x}{1-0}, & 0 < x < 1 \\ 0, & x \geq 1 \end{cases}$$

$$\mu_{On} = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{x-0}{1-0}, & 0 < x < 1 \\ 1, & x \geq 1 \end{cases}$$

Lalu masuk ke bagian inferensi atau rule, dimana mengambil salah satu rule yang cocok dengan permasalahan dan masukan nilai yang di dapatkan. Disini didapatkan rule [r1] jika ketinggian air rendah dan penggunaan air sedikit maka on, [r2] jika ketinggian air rendah dan penggunaan air banyak maka on, [r3] jika ketinggian air sedang dan penggunaan air sedikit maka on, [r4] jika ketinggian air sedang dan penggunaan air banyak maka on, karena nilai masukan ketinggian air bernilai 11 yang dimana itu berada pada kondisi antara rendah dan sedang, dan penggunaan air yang berada pada kondisi antara sedikit dan banyak.

Untuk menghitung rule bisa menggunakan $\min$, lebih jelasnya sebagai berikut :

[r1] jika ketinggian air rendah dan penggunaan air sedikit maka on

$$\alpha_1 = \min(\text{ketinggian air rendah ; penggunaan air sedikit})$$

$$\alpha_1 = \min(0.2 ; 0.8) \rightarrow \alpha_1 = 0.2$$

$$Z_1 = \frac{x - 0}{1 - 0} \rightarrow Z_{min} + \alpha_1(Z_{max} - Z_{min}) = 0 + 0.2(1 - 0) = 0.2$$

[r2] jika ketinggian air rendah dan penggunaan air banyak maka on

$$\alpha_2 = \min(0.2 ; 0.22) \rightarrow \alpha_2 = 0.2$$

$$Z_2 = \frac{x - 0}{1 - 0} \rightarrow Z_{min} + \alpha_2(Z_{max} - Z_{min}) = 0 + 0.2(1 - 0) = 0.2$$

[r3] jika ketinggian air sedang dan penggunaan air sedikit maka on

$$\alpha_3 = \min(\text{ketinggian air sedang ; penggunaan air sedikit})$$

$$\alpha_3 = \min(0.8 ; 0.8) \rightarrow \alpha_3 = 0.8$$

$$Z_3 = \frac{x - 0}{1 - 0} \rightarrow Z_{min} + \alpha_3(Z_{max} - Z_{min}) = 0 + 0.8(1 - 0) = 0.8$$

[r4] jika ketinggian air sedang dan penggunaan air banyak maka on

$$\alpha_4 = \min(0.8 ; 0.2) \rightarrow \alpha_4 = 0.2$$

$$Z_4 = \frac{x - 0}{1 - 0} \rightarrow Z_{min} + \alpha_4(Z_{max} - Z_{min}) = 0 + 0.2(1 - 0) = 0.2$$

Setelah didapatkan nilai α_1 dan Z_n , pada metode tsukamoto untuk menentukan output *crisp* digunakan digunakan defuzifikasi rata-rata terpusat, yaitu :

$$Z = \frac{(\alpha_1 * Z_1) + (\alpha_2 * Z_2) + \dots + (\alpha_n * Z_n)}{(\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n)}$$

$$Z = \frac{(0.2 * 0.2) + (0.2 * 0.2) + (0.8 * 0.8) + (0.2 * 0.2)}{0.4 + 0.2 + 0.8 + 0.2} = 0.52$$

Jadi hasil nilai *crisp* dari ketinggian air 11 cm dan penggunaan air 1800 ml adalah 0.52 dimana itu menandakan ON.

Hasil uji coba metode seperti ditunjukan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian Metode

No	Tinggi Air (cm), Penggunaan air(ml)	Aksi	Nyata	Kondisi
1	(11 cm, 1800 ml)	On	On	Sesuai
2	(21 cm, 1000 ml)	Off	Off	Sesuai
3	(19 cm, 500 ml)	-	-	Sesuai
4	(8 cm, 2600 ml)	On	On	Sesuai
5	(15 cm, 1600 ml)	On	On	Sesuai

Pada Table 1 menunjukan bahwa aksi dan nyata mendapatkan kondisi yang sesuai dengan yang diharapkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari proses penelitian pembuatan sistem “Penerapan Metode Fuzzy Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga Berbasis Arduino” dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi ketinggian air dengan persentase nilai error 0%.
2. Sensor *waterflow* mampu mendeteksi debit air dengan tingkat ralat rata – rata 2.07%.
3. Memanfaatkan internet dengan melalui modul GSM SIM800L dapat mempermudah upload data ke website, dimana semua status terkirim dengan waktu rata – rata yang dibutuhkan modul untuk mengupload file adalah ± 10 detik.
4. Pada tahap pengujian kompatibilitas website menggunakan 3 browser yaitu *Google Chrome (Version 70.0.3538.102)*, *Mozilla Firefox (Build 61.0/64-bit)*, dan *Browser Smartphone* dengan prosentase kompatibilitas 100% berjalan sesuai perancangan.

5.2 Saran

Penerapan Metode Fuzzy Untuk Monitoring Penggunaan Air Berbasis Arduino ini masih mempunyai kekurangan sehingga dapat dikembangkan agar dapat menjadi lebih baik lagi. Untuk pengembangan lebih lanjut terdapat beberapa saran :

1. Sistem bisa dikembangkan dari versi Website ke mobile.
2. Sensor Ultrasonik bisa diganti dengan menggunakan sensor ketinggian air (*water level*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyanto, A. & Haris, A., 2016. Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan

Jumlah Jam Overtime Pada Produksi Barang di PT Asahi Best Base Indonesia (ABBI) Bekasi. *Informatika SIMANTIK*, Volume 1, pp. 1-11.

- [2] Turesna, G., . Z. & H., 2015. Pengendali Intensitas Lampu Ruangan Berbasis Arduino UNO Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *J.Oto.Ktrl.Inst*, Volume 7, pp. 73-88.
- [3] Susanto, R. & Widiastuti, N. I., 2014. KAJIAN SISTEM MONITORING DOKUMEN AKREDITASI TEKNIK INFORMATIKA UNIKOM. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, Volume 12, pp. 195-202.
- [4] Chandra, R. N., 2014. INTERNET OF THINGS DAN EMBEDDED SYSTEM UNTUK INDONESIA. pp. 10-19.
- [5] Wijayanto, D., Triyanto, D. & I., 2016. PROTOTIPE PENGUKUR DEBIT AIR SECARA DIGITAL UNTUK MONITORING PENGGUNAAN AIR RUMAH TANGGA. *Coding Sistem Komputer Untan*, Volume 4, pp. 109-118.
- [6] Gusmanto., Marindani, E. D. & Sanjaya, B. W., 2017. Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Dan Pelacakan Pada Kendaraan Sepeda Motor Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano. pp. 1-11.
- [7] Arasada, B. & Suprianto, B., 2017. Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno Bakhtiyar Arasada. *Teknik Elektro*, Volume 6, pp. 137-145.
- [8] Triady, R., Triyanto, D. & I., 2015. PROTOTIPE SISTEM KERAN AIR OTOMATIS BERBASIS SENSOR FLOWMETER PADA GEDUNG BERTINGKAT. *Coding Sistem Komputer Untan*, Volume 3, pp. 25-34.
- [9] Masruchi., R. Rep, V. V. & Hidayanti, F., 2015. Perancangan Sistem Pengukuran dan Monitoring Pemakaian Air Rumah PDAM Berbasis SMS (Short Message Service). *Ilmiah GIGA*, Volume 18, pp. 115-122.
- [10] Destiningrum, M. & Adrian, Q. J., 2017. SISTEM INFORMASI PENJADWALAN DOKTER BERBASIS WEB DENGAN MENGGUNAKAN FRAMEWORK CODEIGNITER. *TEKNOINFO*, Volume 11, pp. 30-37.
- [11] Firman, A., Wowor, H. F. & Najoran, X., 2016. Sistem Informasi Perpustakaan Online Berbasis Web. *Teknik Elektro dan Komputer*, Volume 5, pp. 29-36.
- [12] Ramadhani, S., Anis, U. & Masruro, S. T., 2013. Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Layanan Kesehatan Di. *Teknika*, Volume 5, pp. 479-484.