

APLIKASI POMPA AIR OTOMATIS DENGAN SENSOR LEVEL CAIRAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC SUGENO

Steven, Rainhard, Halim Agung

Fakultas Teknologi & Desain

Universitas Bunda Mulia

Jl. Lodan Raya, Jakarta Utara

stevenandreas73@gmail.com, rainhard.mail@gmail.com, hagung@bundamulia.ac.id

Abstrak

Provinsi DKI Jakarta merupakan daerah dengan padat pengguna mobil dan motor. Pertumbuhan mobil di Jakarta adalah mencapai 1.600 unit per hari nya; Untuk sepeda motor, pertumbuhannya adalah mencapai 4.000 – 4.500 per hari nya. Hal ini tentu menimbulkan efek dibutuhkannya lebih banyak lahan parkir di berbagai tempat, mulai dari gedung kantor, pusat perbelanjaan, pusat kebugaran, dan lain sebagainya. Salah satu solusi yang cukup efektif adalah adanya basement pada setiap bangunan . karena posisi basement pada setiap gedung berada di bawah permukaan tanah serta curah hujan yang tinggi dan kurangnya drainase air di sekitar gedung, maka tidak menutup kemungkinan bahwa basement dapat tergenang air sehingga menyebabkan banjir di seluruh lahan basement. Pompa air otomatis dengan sensor level cairan dapat menjadi solusi bagi pengelola gedung atau wisma, dalam mencegah masalah banjir yang terjadi pada basement mereka. Aplikasi pada pompa air otomatis mengimplementasikan metode logika *fuzzy logic Sugeno* dalam *microcontroller* yang terhubung dengan pompa air, sensor level cairan, serta sensor waterflow. Metode logika *fuzzy logic sugeno* berperan sebagai pengontrol kecepatan pompa air berdasarkan kecepatan debit air yang masuk kedalam penampungan, kemudian total air dan kecepatan arus air yang masuk ke dalam penampungan akan di tampilkan di *LCD display* . kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *fuzzy logic sugeno* dapat di terapkan pada pompa air otomatis yang di tunjukan pada pengujian 20 sampel dimana 18 sampel terindikasi *valid*

Kata kunci : Pompa, Air, Banjir, *Basement*, *Microcontroller*.

Abstract

DKI Jakarta Province is an area with heavy users of cars and motorcycles. The growth of cars in Jakarta is reaching 1,600 units per day; For motorcycles, its growth is reaching 4,000 - 4,500 per day. This certainly causes the effect of need more parking space in various places, ranging from office buildings, shopping centers, fitness centers, and so forth. One solution that is quite effective is the basement on every building. because the basement position in every building is below ground level and high rainfall and lack of drainage of water around the building, it is possible that the basement can be flooded causing flooding in all basement area. Automatic water pumps with liquid level sensors can be a solution for building managers or guesthouses, in preventing flood problems occurring in their basements. The application on the automatic water pump implements the Sugeno fuzzy logic logic method in a microcontroller connected to a water pump, liquid level sensor, and waterflow sensor. The logic method of fuzzy logic sugeno acts as a water pump speed controller based on the rate of water discharge that enters the shelter, then the total water and velocity of the incoming water into the shelter will be displayed on the LCD display. the conclusion of this study shows that the fuzzy logic sugeno method can be applied to the automatic water pump which is shown on the test of 20 samples where 18 samples indicated valid

Keywords: Pump, Water, Flood, Basement, Microcontroller.

I. PENDAHULUAN

Provinsi DKI Jakarta merupakan daerah dengan padat pengguna mobil dan motor. Pertumbuhan mobil di Jakarta adalah mencapai 1.600 unit per hari nya; Untuk sepeda motor, pertumbuhannya adalah mencapai 4.000 – 4.500 per hari nya. Hal ini tentu menimbulkan efek dibutuhkan nya lebih banyak lahan parkir di berbagai tempat, mulai dari gedung kantor, pusat perbelanjaan, pusat kebugaran, dan lain sebagainya. Salah satu solusi yang cukup efektif adalah dengan menggunakan *basement*. Selain menghemat luas lahan, parkir *basement* juga melindungi kendaraan yang parkir dari terik matahari dan hujan.

Karena posisi ketinggiannya lebih rendah dari lahan utama, maka parkir *basement* merupakan salah satu tempat yang rawan terendam air ketika turun hujan. Untuk itu diperlukan pompa air yang dipasang di parkir *basement*, untuk membuang air hujan yang masuk. Namun untuk tingkat badan atau organisasi tertentu, memakai sumber daya manusia sebagai pengawas ketinggian air bukanlah hal yang efisien untuk dilakukan. Dikarenakan pengawasan harus dilakukan selama 24 jam dalam 7 hari, maka paling tidak dibutuhkan 3 SDM yang sigap, yang berarti, akan menambah pengeluaran biaya dari badan atau organisasi tersebut. Berdasarkan masalah ini, kami berusaha merancang sebuah aplikasi menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Sugeno yang diimplementasikan ke dalam sebuah *microcontroller* agar berfungsi sebagai sensor pendeteksi ketinggian air, sekaligus menyalakan daya pompa.

Sebagai referensi untuk penelitian ini, peneliti mengacu pada beberapa penelitian terdahulu, Penelitian yang di lakukan oleh Wahyu Setyo Mintaraga membahas aplikasi inference system dengan metode sugeno untuk mengestimasi curah hujan (Wahyu Setyo Mintaraga, 2017), hasil penelitiannya adalah hasil yang di dapat kurang sesuai di karenakan dari 47 data penelitian hanya memiliki 11 data yang sesuai dengan data sebenarnya. maka persentase kesalahan *fuzzy inference system* dengan metode Sugeno sebesar 77%. penelitian yang di lakukan oleh Tegar Assyidqi Nugroho membahas aplikasi kontrol ketinggian air pada budidaya ikan dan tanaman yumina bumina menggunakan metode sugeno (Tegar Assyidqi Nugroho, 2016), hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil dari pengujian

sesuai dengan perancangan yang di buat sistem mampu menentukan *output* berupa pompa *off* dapat di simpulkan bahwa tahap implemetasi metode *fuzzy* pada sistem telah berhasil di lakukan. penelitian yang di lakukan oleh Rizki Pradana membahas irigasi air dengan mikrokontroler Arduino menggunakan metode *fuzzy logic* sugeno (Rizki Pradana, 2016), hasil penelitian nya adalah dari segi efisiensi konsumsi air yang di gunakan untuk penyiraman tanaman dengan konsep *prototype*, mempunyai nilai efisiensi yang lebih baik dengan perolehan antara model otomatis dengan manual yaitu 20% banding 80%. penelitian yang di lakukan oleh Surnadi, TH Dwiati Wismarini membahas pengendali pintu dan pompa air menggunakan metode sugeno (Surnadi, TH Dwiati Wismarini, 2015), hasil penelitian nya adalah antara perhitungan manual dengan otomatis di pintu air hampir sama karena rata-rata selisih masih di bawah 10%, hal ini di karenakan pembuatan deteksi pintu yang belum presisi. Penelitian yang di lakukan oleh Fahmi Mubarak dan Harianto membahas pengendalian salinitas pada air menggunakan metode *fuzzy logic* (Fahmi Mubarak & Harianto, 2015), hasil penelitian nya adalah tingkat akurasi sensor *waterflow or sanility* untuk pengukuran sanilitas sebesar 98,99% hasil tersebut merupakan perbandingan larutan garam yang sudah di ukur dalam satuan ppt.

II. LANDASAN TEORI

1. Metode Sugeno

Salah satu aplikasi logika fuzzy yang telah berkembang amat luas dewasa ini adalah system inferensi fuzzy (Fuzzy Inference System / FIS), yaitu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk IF THEN, dan penalaran fuzzy. Misalnya dalam penentuan status gizi, produksi barang, sistem pendukung keputusan, penentuan kebutuhan kalori harian, dan sebagainya. Ada tiga metode dalam sistem inferensi fuzzy yang sering digunakan, yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Takagi Sugeno. Dalam penelitian ini akan dibahas penentuan status gizi menggunakan metode Mamdani. Sistem ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan logika fuzzy.

Pada dasarnya sistem inferensi fuzzy terdiri dari empat unit, yaitu :

1. Unit fuzzifikasi (fuzzification unit)

Fuzzifikasi diartikan sebagai suatu proses untuk menemukan nilai keanggotaan pada nilai linguistik sesuai dengan nilai inputan yang diberikan (Siler & Buckley, 2005).

2. Unit penalaran logika fuzzy (fuzzy logic reasoning unit)
3. Unit basis pengetahuan (knowledge base unit), yang terdiri dari dua bagian:
 1. Basis data (data base), yang memuat fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan fuzzy yang terkait dengan nilai dari variabel-variabel linguistik yang dipakai.
 2. Basis aturan (rule base), yang memuat aturan-aturan berupa implikasi fuzzy.
4. Unit defuzzifikasi (defuzzification unit / unit penegasan)

Pada sistem inferensi fuzzy, nilai-nilai masukan tegas dikonversikan oleh unit fuzzifikasi ke nilai fuzzy yang sesuai. Hasil pengukuran yang telah difuzzikan itu kemudian diproses oleh unit penalaran, yaitu dengan menggunakan unit basis pengetahuan, menghasilkan himpunan fuzzy sebagai keluarannya. Langkah terakhir dikerjakan oleh unit defuzzifikasi yaitu menerjemahkan himpunan keluaran tersebut kedalam nilai yang tegas. Nilai tegas inilah yang kemudian direalisasikan dalam bentuk suatu tindakan yang dilaksanakan dalam proses tersebut.

Dalam sistem inferensi fuzzy, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya ialah metode Sugeno orde nol. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno-Kang pada tahun 1985. Penalaran dengan Metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani dan Tsukamoto, dimana pada setiap aturan yang berbentuk implikasi "if...then" anteseden yang berbentuk konjungsi (AND) mempunyai nilai keanggotaan berbentuk minimum (MIN), hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy. Sehingga fungsi implikasi nya menjadi :

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B$$

dengan x dan y adalah skalar. A dan B adalah konstanta. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot (x_3 \text{ is } A_3) \cdot \dots \cdot (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Dengan $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ adalah himpunan fuzzy sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen. dengan \cdot adalah operator AND, (Kusumadewi dan Purnomo, 2010). Metode Sugeno orde nol merupakan kasus khusus dari metode Mamdani dan metode Tsukamoto, dimana konsekuen tiap implikasi nya bernilai konstan dan Michio Sugeno mengusulkan penggunaan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen (Sivanandam, Sumathi, dan Deepa, 2007).

Definisi 2 : Pendukung (support) dari suatu himpunan fuzzy, dilambangkan dengan, merupakan himpunan dari titik-titik di dimana fungsi keanggotaan adalah positif

Definisi 2.3 : Suatu fuzzy singleton adalah suatu himpunan dimana pendukung merupakan suatu poin tunggal dalam universe of discourse

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

III.1. Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional *prototype* yang dibuat adalah:

1. *Prototype* ini hanya dapat digunakan pada basement pada suatu gedung atau rumah yang rendah dr permukaan tanah
2. *Prototype* ini bekerja dengan mengukur debit air yang masuk ke dalam penampungan
3. *Prototype* ini dapat berjalan apabila air menyentuh sensor
4. *Prototype* ini menggunakan *sensor waterflow* untuk mengukur debit air yang masuk ke penampungan.
5. *Prototype* ini menggunakan metode sugeno

III.2. Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam membuat *prototype* adalah sebagai berikut:

1. Mainboard (papan utama)



Gambar 3.1 Mainboard Arduino board model UNO R3

2. Relay set



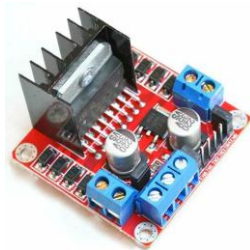
Gambar 3.2 Relay set 2x2 12 volt

3. Sensor pengukur debit air.



Gambar 3.3 Sensor Water flow G1

4. Driver motor L298



Gambar 3.4 Driver motor L298 :
pengontrol kecepatan pompa

5. Water Sensor



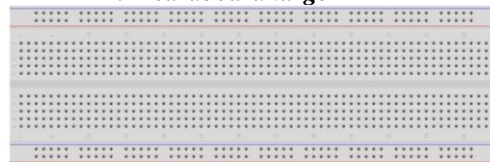
Gambar 3.5 Water Level Sensor

6. LCD 2x16



Gambar 3.6 LCD Arduino 2x16

7. Beardboard large



Gambar 3.7 Beardboard large

8. Cable



Gambar 3.8 Cable

III.3. Pemilihan Metode

Pada penelitian ini dipilih metode sugeno karena dapat bekerjasama dengan teknik – teknik kendali secara konvensional dan fuzzy logic tidak terbatas pada sedikit masukan umpan balik dan satu atau dua output control, tidak juga penting untuk menilai atau menghitung parameter rata – rata perubahan dengan tujuan agar diimplementasikan.. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro.

Cara kerja metode sugeno, yaitu:

1. Menentukan input yang akan dipakai dan pada kasus ini ada 2 input yang akan dipakai dalam penerapan.
 1. Input nilai arus air.

2. Input Water level untuk mengetahui ketinggian air
2. Penentuan fungsi keanggotaan
 1. Arus air terdiri atas 2 himpunan fuzzy , yaitu : DERAS dan LEMAH
 2. Level Air terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu: TERENDAM dan TIDAK TERENDAM .
3. Membuat rule dari variabel yang ada
 1. Rule 1
If sensor 1 TERENDAM, maka pompa 1 MENYALA
 2. Rule 2
If sensor 1 TIDAK TERENDAM , maka pompa 1, dan pompa 2 TIDAK MENYALA
 3. Rule 3
If sensor 2 TERENDAM, maka pompa 2 MENYALA
 4. Rule 4
If sensor 2 TIDAK TERENDAM, maka pompa 2 MENYALA

Melakukan defuzzifikasi dengan cara menentukan output pesan singkat yang akan dikirim sesuai dengan metode mamdani additive yaitu dengan menjumlahkan nilai dari tiap crisp untuk dipertegas.

IV. PERANCANGAN *PROTOTYPE*

IV.1 Prototype

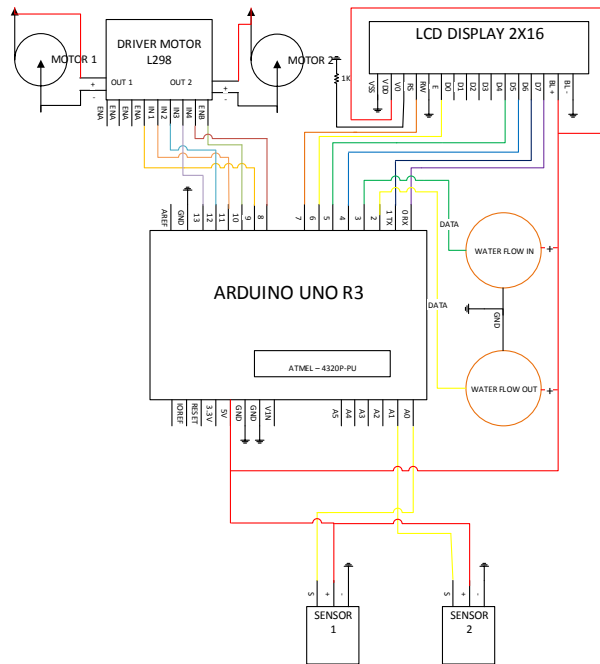
Metode akan melakukan proses apakah pompa air akan menyala atau tidak menyala . saat prototype sudah memperoleh nilai tetap dari proses Defuzzyfication maka akan di tentukan hasil total air di dalam penampungan dan kecepatan air per menit dan hasil tersebut akan di tampilkan di layar LCD yang berukuran 2x16cm. Berikut ini merupakan langkah-langkah nya:

1. Prototype akan membaca data dari memori yang tersimpan di mainboard arduino UNO untuk mengetahui nilai kecepatan arus air yang masuk kedalam penampungan air.

2. Ketika nilai arus air sudah di dapat maka pompa tidak akan langsung menyala sampai air menyentuh water level sensor yang ada di dalam penampungan air.
3. Ketika air sudah menyentuh water level sensor yang ada di dalam penampungan maka pompa air 1 akan menyala. Kecepatan pompa 1 akan mengikuti kecepatan arus air yang masuk, semakin deras arus air yang masuk kedalam penampungan maka semakin cepat juga kecepatan pompa air tersebut.
4. Ketika pompa 1 menyala maka air akan di sedot keluar dari penampungan air, kemudian air akan melewati water flow sensor ke 2.
5. Jika air menyentuh Water level sensor ke 2 maka pompa 2 akan menyala dengan kecepatan maksimal , guna pompa ke 2 ini adalah membantu pompa 1 untuk menyedot air ke luar penampungan.
6. Ketika air berkurang dan sudah tidak menyentuh Water level sensor ke 2 pompa akan tetap menyala sampai dimana air berkurang dan tidak menyentuh pada water level sensor yang pertama.
7. Saat metode Sugeno dijalankan, maka pengguna akan mendapatkan hasil yang di tampilkan di layar LCD berupa kecepatan arus air per liter dalam satu menit dan total air yang ada di penampungan air.

Gambar 3.11 adalah rangkaian alat yang di gunakan secara keseluruhan untuk membuat prototype yang akan di implementasikan untuk *basement* dalam suatu gedung atau untuk bangunan yang ada di bawah permukaan tanah . *Driver motor L298* mendapatkan tegangan dari adaptor 12 V , dan motor pompa mendapatkan tegangan dari *Driver motor L298* . untuk *LCD display 2 x16* , *Water flow sensor* , *water level sensor* mendapatkan teganan VCC 5 V dari *ardunio UNO* . Setiap komponen yang membutuhkan energi listrik harus mempunyai *pin Vcc* dan *GND*, karena dua *pin* ini berfungsi mengalirkan arus ke komponen yang bersangkutan. *Data* yang disalurkan semuanya terhubung di *mainboard* untuk menjalankan instruksi yang dibuat, sehingga masing – masing komponen bisa saling bekerja dan menjalankan fungsi masing – masing.

Diagram Schematic Prototype



Gambar 3.11 Diagram Schematic

IV.2 Implementasi Metode

Sitem yang dirancang memiliki satu *output* dan dua *input*. Sistem menggunakan tampilan LCD Arduino sebagai output, yang hanya berupa tulisan. Untuk membuat LCD menampilkan output, digunakan kode: “*lcd.print*”. Fungsi dari kode tersebut sama dengan fungsi “*cout>>*” pada bahasa C. Kode tersebut diimplementasikan ke dalam papan *microcontroller* Arduino Uno R3, di mana sudah terhubung juga dengan LCD. Untuk *input*, sistem menggunakan dua sensor level cairan Funduino. Sensor level cairan yang pertama akan ditempatkan pada selang, tempat mengalir nya debit air yang masuk ke dalam box akuarium. Sedangkan sensor level cairan yang kedua akan ditempatkan pada alas box akuarium. Sensor level cairan dideklarasikan di dalam kode dengan cara mendeklarasikan nomor port Arduino tempat kedua sensor level cairan tersebut dihubungkan.

```

1 void function pompa1
2 {
3
4   data equal analogRead(pinAir1);
5   if data is greater than or equal 400 then
6
7     {
8       integer debit2;
9       assign debit2 to debit;
10      if debit2 is greater than or equal 0.1 then
11
12        {
13          integer debit1;
14          debit1 equal debit * 9;
15          if debit1 is greater than or equal 255 then
16            {
17              assign 255 to debit1;
18            }
19          else
20            {
21              debit1 equal debit * 9;
22            }
23          end if
24
25          digitalWrite (in1, HIGH);
26          digitalWrite (in2, LOW);
27          assign 1 to rotDirection;
28          analogwrite(ena,debit1);
29          delay(20);
30        }
31      }
32    else
33    {
34      digitalWrite(in1, HIGH);
35      digitalWrite(in2, LOW);
36      assign 1 to rotDirection;
37      analogwrite(ena,200);
38    }
39  }
40  end if
41
42  {
43    digitalWrite(in1, LOW);
44    digitalWrite(in2, LOW);
45    digitalWrite(in3, LOW);
46    digitalWrite(in4, LOW);
47  }
48  end if
49
50  }
51
52  }

```

Gambar 4.1 Script Fungsi Pengaktifan Microcontroler Arduino

Keterangan:

1. Input dari sensor level cairan akan disimpan ke dalam variabel data. Angka nya sendiri sudah ditentukan oleh arduino, yaitu 0 – 1032.
2. Jika variabel data memiliki nilai lebih dari atau sama dengan 400, maka fungsi sensor waterflow dalam membara kecepatan debit air akan hidup.
3. Jika sensor waterflow memberikan *input* lebih dari 0.1, maka fungsi pompa air akan hidup.
4. Begitu sensor waterflow berhenti memberikan *input*, pompa air akan tetap menyala sampai dengan waktu yang telah ditentukan.

Pengujian Sistem

Tabel 4.1 Proses Manual Perhitungan debit air

Pengujian	L/min	Waktu tempuh	Volume air yang diuji
Pengujian 1	9L/min	6,66 detik	1 liter
Pengujian 2	1L/min	60 detik	1 liter
Pengujian 3	2L/min	30 detik	1 liter

Pengujian	L/min	Waktu tempuh	Volume air yang diuji
Pengujian 4	15L/min	4 detik	1 liter
Pengujian 5	29L/min	2,06 detik	1 liter
Pengujian 6	30L/min	2 detik	1 liter
Pengujian 7	60L/min	1 detik	1 liter
Pengujian 8	28 L/min	2,14 detik	1 liter
Pengujian 9	17 L/min	3,52 detik	1 liter
Pengujian 10	45 L/min	1,35 detik	1 liter
Pengujian 11	32 L/min	1,85 detik	1 liter
Pengujian 12	22 L/min	2,60 detik	1 liter
Pengujian 13	12 L/min	5 detik	1 liter
Pengujian 14	53 L/min	1,13 detik	1 liter
Pengujian 15	36 L/min	1,66 detik	1 liter
Pengujian 16	19 L/min	3,15 detik	1 liter
Pengujian 17	26 L/min	2,30 detik	1 liter
Pengujian 18	41 L/min	1,46 detik	1 liter
Pengujian 19	33 L/min	1,81 detik	1 liter
Pengujian 20	47 L/min	1,27 detik	1 liter

Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa peneliti melakukan pengujian sebanyak 20 kali dengan menggunakan rumus proses manual. Tujuan dari pengujian ini adalah dijadikan sebagai pembandingan antara perhitungan manual dan perhitungan *prototype*. Debit air yang dijadikan contoh dalam pengujian dibatasi 1 liter untuk memudahkan peneliti dalam melakukan pengujian.

Rumus yang digunakan untuk mencari waktu tempuh pengisian air ke dalam penampungan adalah:

$$t = \frac{60}{s} \times V$$

Di mana:

t = waktu tempuh dalam satuan detik.

s = kecepatan debit air dalam satuan Liter per menit.

V = Volume air dalam satuan Liter.

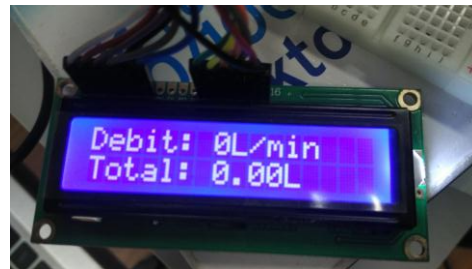
Proses perhitungan debit air prototype

Tabel 4.2 Proses Perhitungan debit air Prototype

Pengujian	L/min	Waktu tempuh	Volume air yang diuji
Pengujian 1	9L/min	7 detik	1 liter
Pengujian 2	1L/min	60 detik	1 liter
Pengujian 3	2L/min	30 detik	1 liter
Pengujian 4	15L/min	4 detik	1 liter
Pengujian 5	29L/min	2 detik	1 liter

Pengujian	L/min	Waktu tempuh	Volume air yang diuji
Pengujian 6	30L/min	2 detik	1 liter
Pengujian 7	60L/min	1 detik	1 liter
Pengujian 8	28 L/min	2 detik	1 liter
Pengujian 9	17 L/min	4 detik	1 liter
Pengujian 10	45 L/min	1 detik	1 liter
Pengujian 11	32 L/min	2 detik	1 liter
Pengujian 12	22 L/min	3 detik	1 liter
Pengujian 13	12 L/min	5 detik	1 liter
Pengujian 14	53 L/min	1 detik	1 liter
Pengujian 15	36 L/min	2 detik	1 liter
Pengujian 16	19 L/min	3 detik	1 liter
Pengujian 17	26 L/min	2 detik	1 liter
Pengujian 18	41 L/min	1 detik	1 liter
Pengujian 19	33 L/min	2 detik	1 liter
Pengujian 20	47 L/min	1 detik	1 liter

Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa peneliti melakukan pengujian sebanyak 20 kali dengan menjalankan proses yang terjadi pada *prototype*. Tujuan dari pengujian ini adalah dijadikan sebagai pembandingan antara perhitungan manual dan perhitungan *prototype*. Pengujian dapat dilihat pada gambar 4.4, gambar 4.5, gambar 4.6, dan gambar 4.7.



Gambar 4.4 Percobaan awal perhitungan debit air prototype

Percobaan pertama dilakukan dengan cara mereset *prototype* sampai LCD ke angka nol, untuk mengetahui jumlah debit air yang masuk ke dalam penampungan air sebanyak 1 liter pada kecepatan 9L/min dengan waktu tempuh 6,7 detik, seperti yang di lihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Percobaan pertama perhitungan total debit air

Percobaan ke dua di lakukan dengan cara mereset *prototype* sampai *LCD* menunjukkan angka nol , untuk mengetahui jumlah debit air yang masuk kedalam penampungan air sebanyak 1 liter dengan kecepatan 15/min dengan waktu tempuh 4 detik , seperti yang di lihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Percobaan kedua perhitungan total debit air

Percobaan ke tiga di lakukan dengan cara mereset *prototype* sampai *LCD* menunjukkan angka nol , untuk mengetahui jumlah debit air yang masuk kedalam penampungan air sebanyak 1 liter dengan kecepatan 22L/min dengan waktu tempuh 3 detik , seperti yang di lihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Percobaan ketiga perhitungan total debit air

Hasil Pengujian

Berdasarkan *data* pengujian keakuratan jarak yang diproses secara manual dan *prototype* didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan debit air *Prototype*

L/min	Waktu tempuh (manual)	Waktu tempuh (<i>prototype</i>)	Volume air yang diuji	Hasil
9 L/min	6,66 detik	7 detik	1 liter	Sesuai
1 L/min	60 detik	60 detik	1 liter	Sesuai
2 L/min	30 detik	30 detik	1 liter	Sesuai
15 L/min	4 detik	4 detik	1 liter	Sesuai
29 L/min	2,06 detik	2 detik	1 liter	Sesuai
30 L/min	2 detik	2 detik	1 liter	Sesuai
60 L/min	1 detik	1 detik	1 liter	Sesuai
28 L/min	2,14 detik	2 detik	1 liter	Sesuai
17 L/min	3,52 detik	4 detik	1 liter	Sesuai
45 L/min	1,35 detik	1 detik	1 liter	Sesuai
32 L/min	1,85 detik	2 detik	1 liter	Sesuai
22 L/min	2,60 detik	3 detik	1 liter	Sesuai
12 L/min	5 detik	5 detik	1 liter	Sesuai
53 L/min	1,13 detik	1 detik	1 liter	Sesuai
36 L/min	1,66 detik	2 detik	1 liter	Sesuai
19 L/min	3,15 detik	3 detik	1 liter	Sesuai
26 L/min	2,30 detik	2 detik	1 liter	Sesuai
41 L/min	1,46 detik	1 detik	1 liter	Sesuai
33 L/min	1,81 detik	2 detik	1 liter	Sesuai
47 L/min	1,27 detik	1 detik	1 liter	Sesuai

Dari hasil perhitungan di dapat seperti pada tabel 4.3 dapat dilihat terdapat 2 perbandingan perbandingan pengujian yakni secara manual dan secara otomatis dari *prototype*. Pengujian tersebut membandingkan antara lamanya waktu tempuh untuk 1liter air .

Dan jarak ukur uji dari *prototype* memiliki nilai toleransi sebesar 3 angka desimal dibelakang koma. Hasil jarak ukur uji dari *prototype* yang terlihat pada Tabel 4.3, jika dilakukan pembulatan maka akan menghasilkan nilai yang sama dengan jarak ukur uji yang diharapkan berdasarkan perhitungan manual. Dari hasil pengujian jarak ukur uji menghasilkan toleransi perbedaan dengan nilai maksimal sebesar 0,5 meter.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian *prototype* dilakukan untuk mengetahui kecepatan air per menit yang masuk ke dalam penampungan dan menampilkan total air yang sudah ada di dalam penampungan
2. Penerapan metode *fuzzy sugeno* pada *prototype* memiliki tingkat keberhasilan 96% untuk membantu meringankan resiko banjir yang berada di bawah permukaan tanah .

Saran

Saran-saran yang bisa dilakukan untuk pengembangan berdasarkan hasil penelitian ini antara lain :

1. Untuk pengembangan lebih lanjut sumber energi yang disalurkan untuk *prototype* dapat menggunakan adaptor, sehingga lebih fleksibel.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut *prototype*, ukuran *waterflow* harus lebih besar agar pipa yang berukuran besar bisa masuk kedalam sensor *water flow*.

REFERENSI

- Basil, Yourseef. 2012. *Asimulation Model for Waterfall Software Development life cycle. International Journal of Engineering and technology* (IJET), Lebanon. ISSN: 2049-3444
- Octarina, Nur Samijayani 2013. Implementasi sistem sensor sederhana untuk peringatan banjir. Jakarta . Indonesia.
- Priyono Mulyono, 2008. Pendeteksian ketinggian permukaan zat cair menggunakan microcontroler AT89C51.
- Siregar, Kalam. 2013. Menggunakan *Water Flow Sensor G1/2* berbasis Mikrokontroler 8535. *Viskosimeter Digital*, Sumatera Utara, Indonesia.
- McRoberts, Michael. 2013. *Beginning Arduino: Technology in action 2nd edition*. New York. ISBN: 978-1430250166