

Perancangan Pengendali Suhu Air Pada Bak Mandi Menggunakan Fuzzy Logic Controller

Alfith, Antonov Bachtar, Algizan A.A
Teknik Elektro Institut Teknologi Padang
E-mail: alfith.st.tumangguang@gmail.com

ABSTRACT

Temperature is one of the most important parameters in life. One of the tools that use temperature as a working parameter is a water heater. Water heaters, especially electric water heaters, are increasingly useful from another of years. Good for heating water for drinking, bathing, soaking, and making food. From all the facilities, humans will be increasingly spoiled by technological advances. as one of the examples mentioned earlier, electric water heaters can be used as water heaters for soaking. Soaking makes the human body relax and more comfortable, especially when after doing activities or when the weather is cold. The optimal water temperature parameter for the human body is $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Fuzzy Logic is a problem-solving methodology with thousands of applications in stored controllers and information processing. Suitable to be implemented on a simple, small system, embedded in a microcontroller, multi-channel PC or data acquisition and system control based workstation. Fuzzy logic provides a simple way to describe definite conclusions from information from ambiguous, vague or inappropriate information.

Keywords: Temperature, Fuzzy Logic

ABSTRAK

Suhu ialah salah satu parameter yang sangat penting dalam kehidupan. Salah satunya alat yang menggunakan suhu sebagai parameter kerjanya ialah pemanas air. Pemanas air khususnya pemanas air elektrik semakin banyak kegunaannya dari tahun ke tahun. Baik untuk memanaskan air untuk minum, mandi, berendam, dan untuk membuat makanan. Dari semua kemudahan itu manusia akan semakin dimanjakan oleh kemajuan teknologi. Seperti salah satu contoh yang telah disebutkan sebelumnya, pemanas air elektrik dapat digunakan sebagai pemanas air untuk berendam. Berendam membuat tubuh manusia menjadi rileks dan lebih nyaman, terutama ketika setelah melakukan aktivitas maupun pada saat cuaca sedang dingin. Parameter suhu air yang optimal bagi tubuh manusia ialah $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Fuzzy Logic adalah metodologi pemecahan masalah dengan beribu-ribu aplikasi dalam pengendali yang tersimpan dan pemrosesan informasi. Cocok untuk diimplementasikan pada sistem yang sederhana, kecil, tertanam pada mikrokontroler, PC multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data dan kontrol sistem. Fuzzy logic menyediakan cara sederhana untuk menggambarkan kesimpulan pasti dari informasi dari informasi yang ambigu, samar-samar, atau tidak tepat.

Kata kunci : Temperatur, Fuzzy Logic

1. PENDAHULUAN

Suhu ialah salah satu parameter yang sangat penting dalam kehidupan. Salah satunya alat yang menggunakan suhu sebagai parameter kerjanya ialah pemanas air. Pemanas air elektrik dapat digunakan sebagai pemanas air untuk berendam. Berendam membuat tubuh manusia menjadi rileks dan lebih nyaman, terutama ketika setelah melakukan aktivitas maupun pada saat cuaca sedang dingin. Parameter suhu air yang optimal bagi tubuh manusia ialah $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

Mengacu dari hal yang diatas, agar hasil keluaran bisa tercapai sesuai dengan yang diharapkan maka diperlukannya sistem kontrol (*Control System*). Perancang sebuah sistem pengontrol suhu secara otomatis dan dihubungkan dengan mikrokontroler dengan kontrol logika fuzzy sebagai pengendalinya. Pengontrolan bukaan dari tiga buah keran yang berbeda suhunya, yakni keran yang mengalirkan air panas, keran yang mengalirkan air normal dan keran bukaan plant.

Dari pencampuran air dari kedua keran tersebut maka didapat suhu air yang diinginkan.

Perancangan dari alat “Pengendali Suhu Air Pada Bak Mandi Menggunakan Fuzzy Logic Controller” ini membantu memudahkan kita dalam pemakaian pemanas air buatan yang sudah ada dan memudahkan kita dalam mengatur suhu yang diinginkan tanpa membuka tutup kran dan lebih praktis penggunaannya. Perbedaan alat yang dilakukan dengan peneliti lainnya terletak pada sistem pengaturan air, yaitu dengan menggunakan katup solenoid air, sedangkan penelitian yang lain dengan menggunakan motor servo.

Febrianto Nurdani, (2016), “Rancang Bangun Kontrol Suhu Air Pada Prototipe Pemanas Air Menggunakan Logika Fuzzy”, Untuk mengatasi permasalahan tersebut penulis merancang sistem pemanas air yang menerapkan kontrol *fuzzy logic* sebagai kendalinya. Setelah kontrol fuzzy di implementasikan pada sistem, rise time suhu untuk mencapai *setpoint* 40°C ialah 15 detik overshoot

suhu ialah 0,88 °C dan settling time 2 menit 12 detik. Sedangkan rise time untuk ketinggian mencapai setpoint 5 cm ialah 22 detik, dan overshoot ketinggian sebesar 7,19 cm.

Hadrul Reza Muaz (2018), “Perancangan Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Ruangan Berbasis Arduino Uno Dengan Metoda Logika Fuzzy Tsukamoto” Dari hasil penelitian yang telah dilakukan selama 1 jam, penggunaan fuzzy logic sebagai kendali exhaust mampu menghemat daya 16% dibandingkan dengan tanpa kontrol fuzzy. Sementara batas yang ingin dicapai yaitu 15%. Selain itu kendali yang digunakan mampu mendekati suhu ideal ruangan yaitu 26,50C dari standar suhu ruangan ideal yaitu 260°C.

Nugroho Aprilia Dwi (2017), “Room Heater Control Berbasis Fuzzy Logic Controller (FLC)”, Kendali menggunakan fuzzy memiliki batasan-batasan lebih luas sehingga memudahkan pengaturan dalam jarak-jarak tertentu demi mendapatkan hasil yang maksimal dan akurat. Sistem yang dibuat untuk kali ini adalah sistem replika dari kontrol pemanas yang digunakan seperti pada penetas telur. Sistem bekerja dengan menggunakan input berupa sensor suhu LM35 sejumlah dua buah. Satu buah sensor ditempatkan di luar sebagai kendali suhu luar ruangan dan satu sensor diletakkan di dalam ruangan sebagai kendali temperatur dalam ruangan.

Romadhan Setiawan (2014), “Menggunakan Kontrol fuzzy logic controller untuk pengaturan suhu cairan berbasis atmega16”, Metode control yang digunakan yang digunakan dalam pengendalian suhu saat proses pemanasan (*heating*) adalah kendali fuzzy. *Settling point* suhu yang diinginkan pada proses pembuatan sari buah adalah 63°C - 74°C, dengan lama pemanasan sekitar 15-30 menit. Hasil pengujian diperoleh bahwa pengendalian suhu heater menggunakan teknik kendali fuzzy pada alat pembuatan sari buah otomatis menghasilkan respon sistem dengan *rise time* dan *settling time* yang kecil serta nilai maksimum overshoot yang masih dalam batas toleransi yakni 5%.

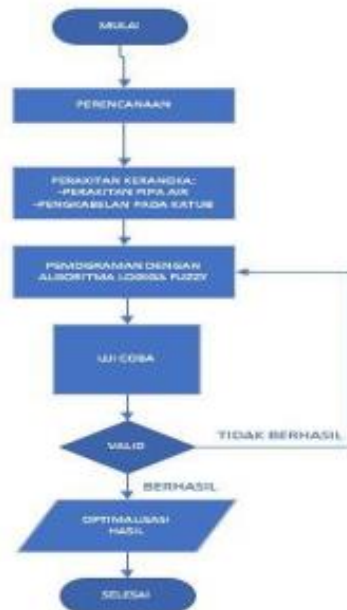
Wahab Faisal (2017), “Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan Pengujian sistem ini dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran pengendali melalui simulasi Fuzzy Logic Toolbox yang tersedia pada MATLAB”

2. METODA DAN PERANCANGAN ALAT

2.1 Metoda Perancangan

Dalam proses perancangan dalam skala prototype alat ini diperlukan alat dan bahan untuk

menunjang pembuatannya. Dalam proses pembuatan sampai dengan pengujian dapat dilihat pada diagram alir seperti pada gambar 1.



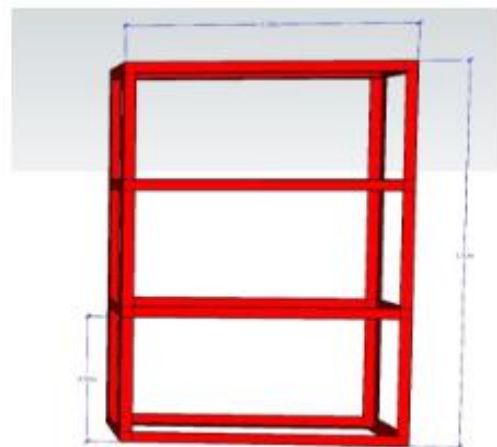
Gambar 1 Diagram alir perancangan dan pengujian alat

2.2 Data Perancangan

Data-data dalam perancangan ini adalah alat dan bahan yang diperlukan untuk merancang pengendali suhu air menggunakan fuzzy logic controller.

2.3 Perakitan Kerangka

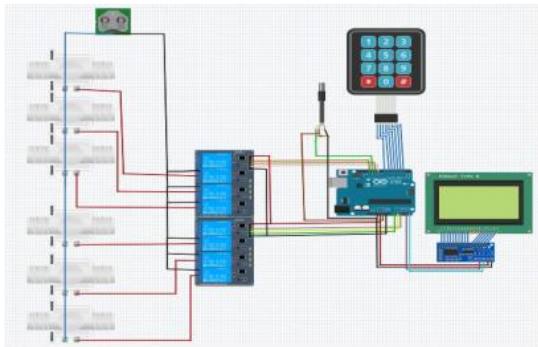
Adapun desain dari kerangka yang dibuat bisa dilihat pada Gambar 2 berikut,



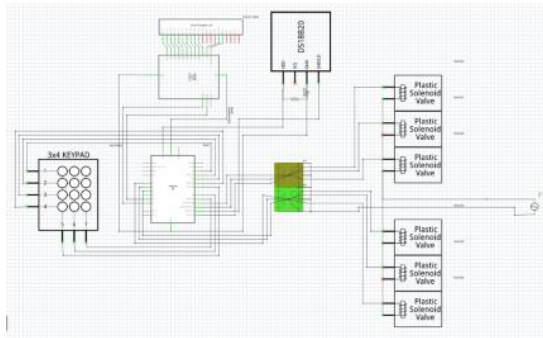
Gambar 2 Desain Kerangka

2.4 Perakitan Rangkaian Kontrol

Dibawah ini merupakan skema rangkaian Kontrol Pengendali Suhu air. Gambar 3 dan 4 merupakan rangkaian kontrol pengendali suhu air yang berfungsi sebagai input suhu yang diinginkan dan kontrol katup solenoid.



Gambar 3 Skema Rangkaian



Gambar 4 Rangkaian Skematik

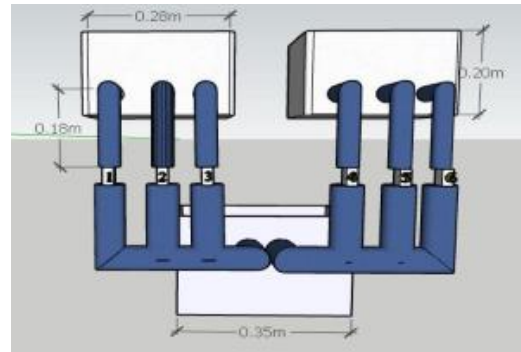
Prinsip Kerja dari Rangkaian yaitu : Pada saat set awal dihidupkan, gambar akan relay normal 1 dan relay panas 1 hidup, dan pada tombol terdapat beberapa suhu yang diinputkan, 27, 32, 35, 39, 42, 45, 50, 55, 60 °C. Suhu yang dibaca oleh sensor suhu DS18B20 ditampilkan pada LCD.

Adapun cara pengaturan relaynya adalah

- Apabila suhu yang diinputkan < 0 dari suhu yang dibaca sensor maka relay normal 1, 2, 3 akan hidup dan relay.
- Suhu yang diinputkan > 0 dan ≤ 5 dari suhu yang dibaca sensor maka relay normal 1 dan relay panas 1 hidup.
- Suhu yang diinputkan > 5 dan ≤ 10 maka relay normal 1 dan relay panas 1 dan 2 hidup.
- Suhu yang diinputkan > 10 dan ≤ 15 dari suhu yang dibaca sensor maka relay normal 1 dan relay panas 1, 2, 3 hidup.
- Suhu yang diinputkan > 15 dan ≤ 20 dari suhu yang dibaca sensor maka relay normal 1, 2 dan relay panas 1, 2 hidup.
- Suhu yang diinputkan > 20 dan ≤ 30 dari suhu yang dibaca oleh sensor maka relay normal 1 dan relay panas 1, 2, 3 hidup. Suhu yang diinputkan > 30 dan ≤ 40 dari suhu yang dibaca oleh sensor, maka relay panas 1, 2, 3 hidup.

2.5 Perakitan Instalasi Air

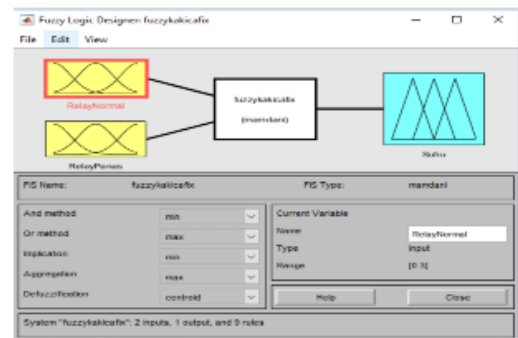
Instalasi air pada rangkaian ini berfungsi sebagai wadah bagi aliran air, pengendalian dan kontrol suhu pada air.



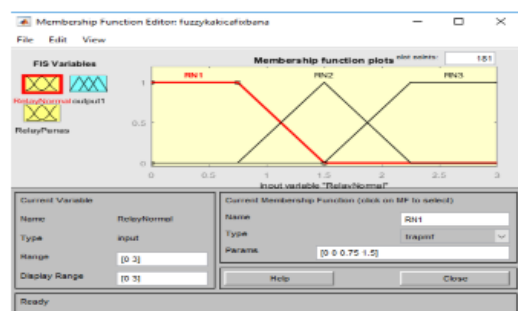
Gambar 5 Desain Instalasi Air

2.6 Pemrograman Fuzzy Logic

Penggunaan fuzzy logic pada alat ini berfungsi sebagai penentu pada program arduino dan hanya sebagai monitor dan membuat grafik, fuzzy logic ini tidak bisa di export ataupun di pindahkan ke arduino.

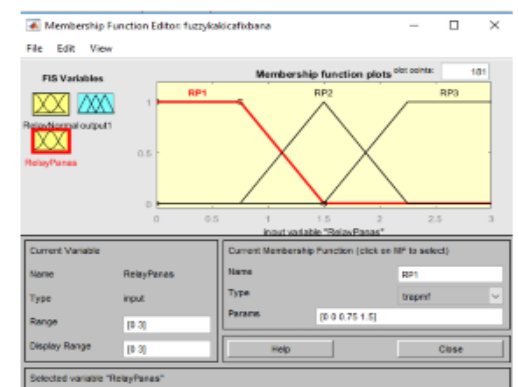


Gambar 6 Fuzzy Logic Menggunakan Metode Mamdani

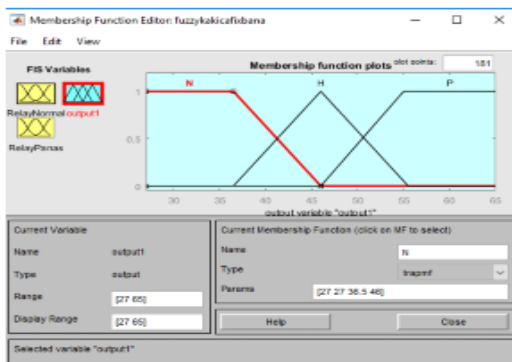


Gambar 7 Input Relay Normal

s

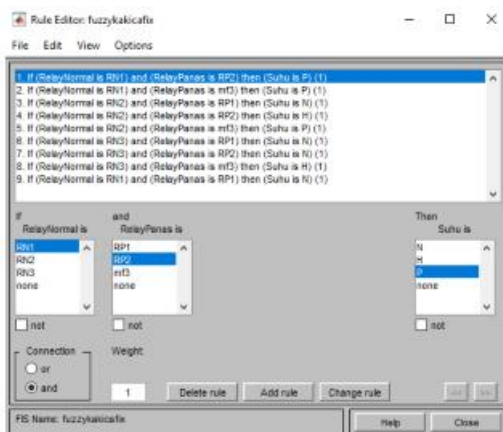


Gambar 8 Input Relay Panas



Gambar 9 Output Dari Logika Fuzzy

Pada logika fuzzy yang digunakan ada 2 input, yaitu input 1 dinamai RelayNormal, dengan 3 keanggotaan, yaitu RN1, RN2, RN3. Dan input 2 dinamai RelaiPanas, dengan 3 keanggotaan, yaitu RP1, RP2, RP3. Semua input keanggotaan memiliki range yang sama yaitu dari 0 sampai 3. Adapun rule dari logika fuzzy yang dibuat bisa dilihat pada gambar 10 berikut.



Gambar 10 Rule dari Logika Fuzzy

Pada rule inilah landasan dari pembuatan program arduino dan melihat kebenaran dari logika yang dibuat tersebut.

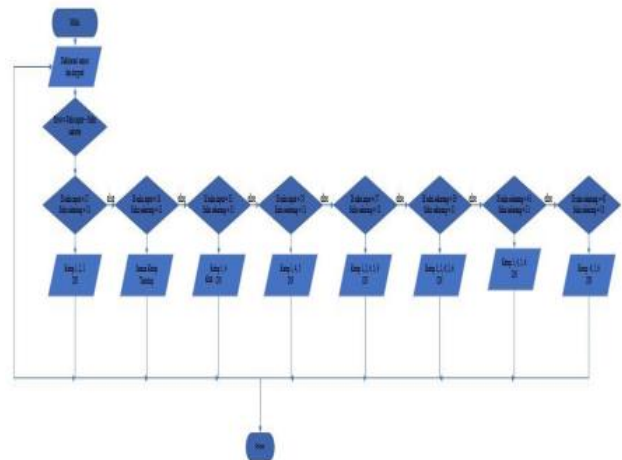
Tabel 1 Rules Keanggotaan Fuzzy

N/P	RP1	RP2	RP3
RN1	H	P	P
RN2	N	H	P
RN3	N	N	H

Rules pada fuzzy berfungsi sebagai penguji dan melihat keakuratan dan prediksi dari katup yang terbuka dan berapa suhu yang terprediksi. Apabila 3 relay normal terbuka dan 0 relay yang terbuka, maka suhu yang terprediksi berkisar antara $\pm 24^{\circ}\text{C}$, dan apabila relay normal terbuka 2 dan relay panas terbuka 1, maka suhu yang terprediksi berkisar antara $\pm 27^{\circ}\text{C}$, dan seterusnya.

2.7 Pemrograman Arduino

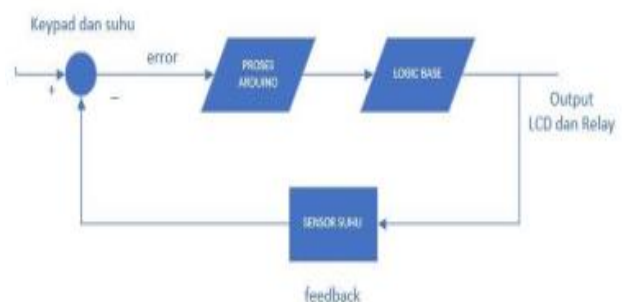
Adapun pada pemrograman arduino ini harus memiliki alur pemrograman nya, flowchartnya bisa dilihat pada gambar 11,



Gambar 11 Flowchart Program Arduino

Pada port arduino pin pada relay normal terletak pada pin 11, 13, 10 diberi kode IN1, IN2, IN3 dan pin relay panas yaitu A0, A1, dan A2, diberi kode IN4, IN5, IN6. Adapun pada program tersebut relay aktif atau dialiri arus bisa dilihat dengan kode LOW dan mati dengan kode HIGH. Hidup dan matinya sebuah relay tergantung suhu yang diinputkan dan suhu yang terdeteksi. Adapun output dari rangkaian ini yaitu relay tersebut yang nanti akan tersambung pada setiap katup yang telah diberi kode dan nomor.

Pada Alat yang dibuat dengan Arduino sebagai Kontrollernya, memiliki blok diagram yang seperti dibawah ini.



Gambar 12 Blok Diagram Pengontrolan

Pada Blok diagram diatas dapat dilihat bahwa input pada program ini terletak pada keypad dan suhu yang dibaca oleh sensor, selanjutnya input di proses oleh arduino dan dihubungkan dengan logic basenya, dan dibaca oleh output yaitu menentukan relay yang akan terbuka dan tertutup dan pembaca suhunya ditampilkan pada LCD, dan feedback dari logic basenya pada sensor suhu dan masuk lagi ke input, dan begitu seterusnya.

Tabel 2 Besaran Error dan Jumlah Katup Selenoid yang terbuka

No	Besar Error	Katup yang terbuka
1	< 0	1, 2, dan 3
2	$= 0$	-
3	$0 > E \leq 3$	1 dan 4
4	$3 > E \leq 6$	1, 4, dan 5
5	$6 > E \leq 9$	1, 2, 4, 5 dan 6
6	$9 > E \leq 12$	1, 4, 5, dan 6
7	$12 > E \leq 15$	4, 5, dan 6

Pada tabel diatas dilihat bahwa apabila error sama dengan nol atau suhu yang diinputkan sudah sesuai keinginan, maka semua katup akan mati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan

Dari Program Fuzzy yang dibuat dan diimplementasikan kepada alat yang dibuat didapat perhitungan :

Input RN(Relay Normal) memiliki range 0 sampai 3
Adapun fungsi keanggotaannya :

- RN1 dengan range 0, 0.75, dan 1.5
- RN2 dengan range 0.75, 1.5, 2.25
- RN3 dengan range 1.5, 2.25, 3

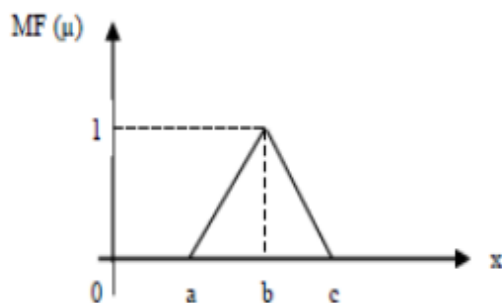
Input RP(Relay Panas) memiliki range 0 sampai 3
Adapun fungsi keanggotaannya :

- RP1 dengan range 0, 0.75, 1.5
- RP2 dengan range 0.75, 1.5, 2.25
- RP3 dengan range 1.5, 2.25, 3

Output Suhu memiliki range 27 sampai 65 °C

Adapun fungsi keanggotaannya :

- N(Normal) dengan range 27, 36.5, 46
- H(Hangat) dengan range 36.5, 46, 55.5
- P(Panas) dengan range 46, 55.5, 65

**Gambar 13** Membership Function

Misalkan x dimana $b > x > c$

$$F(x) = (c - x)/(c - b) \dots \dots \dots (3.1)$$

Apabila diterapkan kepada salah satu Relay, maka :
Dengan range 0.75, 1.5, 2.25

Misalkan x dimana $1.5 > x > 2.25$

Maka $f(x) = 1.875$

$$F(x) = \frac{2.25 - 1.875}{2.25 - 1.5} = \frac{0.375}{0.75} = 0.5$$

Untuk set point suhu pada arduino menggunakan konsep pembaca Error yaitu ;

Error = Suhu yang diinputkan – suhu sekarang (dibaca oleh sensor).....(3.2)

$$= 32 - 27$$

$$= 5$$

Maka hasilnya adalah 5, dan apabila Errornya 5, maka katup sesuai yang diinginkan, dan apabila set point Error = 0, maka semua katup mati.

3.2 Hasil

Dari pengujian yang dilakukan ada beberapa data yang diuraikan, seperti data waktu untuk mencapai suhu yang diinginkan, data tegangan tiap katup, dan data arus dari katup solenoid yang diparalelkan.

Tabel 2 Data Suhu, Waktu, Tegangan, Arus, dan Selisih Suhu Alat yang Dibuat

No	Suhu input (°C)	Suhu sekarang (°C)	Selisih suhu input dan sekarang	Waktu (s)	Katup yang terbuka	Tegangan Katup (V)	Arus Katup (A)
1	27	30	-3	102	1, 2, 3	223,6 ; 223,6 ; 223,5	0,9 ; 1 ; 0,98
2	29	27	2	88	1, 4	228,6 ; 227,6	1 ; 1,02
3	31	29	2	96	1, 4	227,8 ; 223,8	0,97 ; 1,03
4	27	31	-4	405	1, 2, 3	229,1 ; 227,8 ; 228,6	1,02 ; 0,98 ; 1,01
5	33	27	6	378	1, 4, 5	226,6 ; 224,7 ; 227,5	0,97 ; 1,01 ; 1,01
6	27	33	-6	503	1, 2, 3	227,6 ; 227,6	0,98 ; 0,99 ; 1,01
7	35	27	8	543	1, 2, 4, 5, 6	227,5 ; 226,8 ; 226,8 ; 227,7 ; 227,6	0,98 ; 0,98 ; 1,01 ; 0,98 ; 1,02
8	27	35	-8	876	1, 2, 3	226,8 ; 227,6 ; 223,9	1,01 ; 0,97 ; 1,01
9	37	27	10	893	1, 4, 5, 6	227,4 ; 229,6 ; 227,4 ; 226,8	1,01 ; 0,98 ; 0,97 ; 0,99
10	27	37	-10	1156	1, 2, 3	226,8 ; 226,7 ; 226,6	1,01 ; 1,02 ; 0,97
11	39	27	12	1245	1, 4, 5, 6	226,8 ; 227,7 ; 226,7 ; 226,7	1,01 ; 0,97 ; 0,98 ; 0,99
12	41	39	2	89	1, 4	224,8 ; 225,2	0,98 ; 1,02
13	27	41	-14	1768	1, 2, 3	227,5 ; 225,6 ; 226,7	1,01 ; 0,98 ; 1,01 ; 0,98
14	43	27	16	2045	4, 5, 6	226,7 ; 227,6 ; 226,5	1,01 ; 0,98 ; 99

Dari alat yang dibuat, suhu yang diinputkan ada beberapa pilihan tombol suhu yang bisa diinputkan, yaitu 27°, 29°, 31°, 33°, 35°, 37°, 39°, 41°, dan 43° C. Suhu air pada air normal yang di set yaitu 27° C dan suhu air panas yang di set yaitu 65° C.

3.3 Prinsip Kerja

Prinsip kerja pada alat ini diinputkan dari program arduino, dimana landasan programnya dari logika fuzzy yang dibuat, adapun prinsip kerja dari program yang dibuat yaitu :

1. Pada saat di ON kan saklar ke katup solenoid, dan dipasangkan adaptor ke arduino dan katup 1(RN1) dan katup 4(RP1) on, sebagai pengeluaran air, agar campuran air dibaca oleh sensor.
2. Diasumsikan pada saat setelah di ON kan suhu yang dibaca oleh sensor adalah 29 ° C, dan suhu input yang diinginkan pada tombol 27 ° C, maka katup 1(RN1), 2(RN2), 3(RN3) hidup, dan suhu air akan perlahan turun dari 29 ° C menjadi 27 ° C dan setelah sampai pada suhu yang diinginkan, maka semua katup akan otomatis mati.
3. Apabila suhu yang diinginkan (diinputkan) 31 °C, maka katup yang terbuka 1(RN1) dan 4(RP1) dan apabila sesuai pada suhu yang diinginkan maka semua katup akan otomatis mati.
4. Apabila suhu yang diinputkan 33 °C, maka katup 1(RN1), 4(RP1), dan 5(RP2) dan apabila sesuai pada suhu yang diinginkan, maka semua katup akan otomatis mati.
5. Apabila suhu yang diinputkan 35 °C, maka sama dengan no.4.
6. Apabila suhu yang diinputkan 37 °C, maka katup yang terbuka 1(RN1), 2(RN2), 4(RP1), 5(RP2), 6(RP3) dan apabila setelah sesuai pada suhu yang diinginkan, maka semua katup akan otomatis mati.
7. Apabila suhu yang diinputkan 39 °C, maka katup yang terbuka 1(RN1), 4(RP1), 5(RP2), 6(RP3) dan apabila setelah sesuai pada suhu yang diinginkan, maka semua katup akan otomatis mati.
8. Apabila suhu yang diinputkan 41 °C, maka sama dengan no.7.
9. Apabila suhu yang diinputkan 43 °C, maka katup yang terbuka 4(RP1), 5(RP2), 6(RP3) dan apabila setelah sampai pada suhu yang diinginkan, maka katup yang terbuka akan otomatis mati.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian hasil perancangan alat pengendali suhu air pada bak mandi

menggunakan Fuzzy Logi Controller ini, dapat diambil beberapa kesimpulan :

- a. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang diinginkan tergantung rentang suhu dan input suhu yang di set. Adapun rentang suhu yang tersedia pada input yaitu, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, dan setiap waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan 1°C suhu membutuhkan waktu 45 detik, dan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan suhu 1°C adalah 40 detik.
- b. Pengontrolan Suhu air ini menggunakan input yang sedikit lebih efisien.
- c. Sensor bekerja sebagai pembaca suhu air dan dari sensor juga penentu katup yang terbuka dan tertutup nantinya, termasuk penentu suhu untuk melihat selisih dari suhu yang diinputkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Febrianto Nurdani, (2016), Rancang Bangun Kontrol Suhu Air Pada Prototipe Pemanas Air Menggunakan Logika Fuzzy, tugas akhir Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.
- [2] Hadrul Reza Muaz (2018), Perancangan Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Ruangan Berbasis Arduino Uno Dengan Metoda Logika Fuzzy Tsukamoto.
- [3] Iqbal, Muhammad, *Pengaturan Suhu Cairan yang Mengalir dengan Fuzzy Logic Controller*, Penelitian, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2001. Nugroho Aprilia Dwi (2017), *Room Heater Control Berbasis Fuzzy Logic Controller (FLC)*.
- [4] Lee, Chuen Chien. 1990. "Fuzzy Logic in Control System: Fuzzy logic Controller – Part I." IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. Vol.20, no. 2, hal. 404-418.
- [5] Lee, Chuen Chien. 1990. "Fuzzy Logic in Control System: Fuzzy logic Controller – Part II." IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. Vol.20, no. 2, hal. 419-435.
- [6] Romadhan S. (2014), Menggunakan Kontrol fuzzy logic controller untuk pengaturan suhu cairan berbasis atmega16.
- [7] Wahab Faisal (2017), "Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan Pengujian sistem ini dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran pengendali melalui simulasi Fuzzy Logic Toolbox yang tersedia pada MATLAB.
- [8] Juwana dan M. Unggul. 2006. Sistem Kontrol Proses dan PLC.

- [9] Gumilang Sejati, Tedy. 2015. Klasifikasi Suara Burung Lovebird dengan Algoritma *Fuzzy Logic*. Bandung. Universitas TELKOM.
- [10] Jun Yan, Michael Ryan and James Power, *Using Fuzzy Logic*, Prentice Hall, New York, 1994.