

KENDALI KECEPATAN PUTARAN MOTOR KIPAS UNTUK PENDINGIN MINUMAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* *CONTROL* BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 328

Cahyadi¹⁾, Sugeng Suprijadi²⁾, Agus Siswanto³⁾

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945, Cirebon

Email: only.cahyadi@gmail.com

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945, Cirebon

Email: sugengjadi55@gmail.com

³Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945, Cirebon

Email: asiswanto.untagcrb@gmail.com

Abstrak

Fuzzy Logic Control adalah suatu metode pengendali sistem berdasarkan basis pengetahuan yang dimiliki, menggunakan logika *Fuzzy* sebagai cara pengambilan keputusan. Metode ini dapat menyesuaikan keluaran sistem berdasarkan perubahan parameter masukan akibat perubahan keadaan disekitarnya. Penulis menggunakan metode *Fuzzy Logic Control* untuk mengendalikan kecepatan putaran motor kipas berdasarkan perubahan nilai masukan berupa sensor suhu DS18B20 dan dua buah sensor inframerah yang difungsikan untuk mengetahui suhu maupun banyaknya minuman yang masuk dan keluar pada ruang pendingin, kemudian diolah menggunakan mikrokontroler ATMEGA 328 yang telah terprogram *Fuzzy Logic Control* sehingga menghasilkan keluaran berupa PWM dan diubah kedalam bentuk tegangan melalui modul driver motor sehingga dapat menggerakkan motor kipas. Untuk mengetahui kinerja sistem maka dilakukan pengujian dari hasil keluaran sistem dengan pembandingan simulasi *Fuzzy Logic Toolbox* pada aplikasi MATLAB, sehingga di dapat nilai rata – rata presentase kesalahan sebesar 1,77 %, sedangkan presentase kesalahan untuk hasil perhitungan keluaran sistem dengan pembandingan aplikasi MATLAB sebesar 0,71% dan presentase kesalahan tegangan keluaran pada *driver* motor dengan pembandingan hasil perhitungan sebesar 3,55 %.

Kata kunci : *Fuzzy*, Kendali, Suhu, Inframerah, MATLAB.

Abstract

Fuzzy Logic Control is a system control method based on the knowledge base that is owned, using *Fuzzy logic* as a method of decision making. This method can adjust the system output based on changes in input parameters due to changes in surrounding conditions. The author uses the method of *Fuzzy Logic Control* to control the speed of the fan motor rotation based on changes in input value in the form of DS18B20 temperature sensor and two infrared sensors that are used to determine the temperature and number of drinks entering and exiting the cooling box, then processed using an ATMEGA 328 microcontroller that has been programmed *Fuzzy Logic Control* so that it produces the output in the form of PWM and is converted into a voltage form through the motor driver module so that it can drive the fan motor. To determine the performance of the system, it is tested by the system output by comparing the simulation of *Fuzzy Logic Toolbox* in the MATLAB application, so that the average value of the error percentage is 1.77%, while the percentage of errors for the calculation of the system output with the MATLAB application comparator is 0, 71% and the percentage of the output voltage error in the motor driver with comparable results is 3.55%.

Keywords: *Fuzzy* : Control, Temperature, Infrared, MATLAB.

PENDAHULUAN

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Perubahan energi mekanik dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, salah satunya memutar baling – baling kipas.

Fungsi motor kipas pada sistem pendingin minuman yaitu untuk menyalurkan udara dari sistem pendingin ke daerah yang diinginkan. Akan tetapi motor kipas pada sistem pendingin selalu bekerja dengan putaran maksimal hingga akhirnya berpengaruh terhadap ketahanan motor kipas cenderung menurun dari waktu ke waktu sehingga mengakibatkan suhu dalam ruang pendingin menjadi tidak stabil.

Pada penelitian ini Penulis menggunakan metode *fuzzy logic control* dengan dua buah masukan yaitu berupa suhu dan banyaknya minuman. Nilai kedua masukan tersebut akan diolah menjadi bentuk *fuzzy* sehingga dapat diambil kesimpulan berdasarkan aturan – aturan *fuzzy* hingga menghasilkan keluaran berupa PWM sebagai acuan kecepatan putaran motor kipas. Dari hasil keluaran tersebut akan dibandingkan dengan simulasi pada aplikasi MATLAB untuk mengetahui presentase kesalahan.

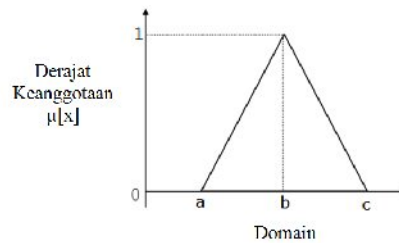
METODE PENELITIAN

A. Teori Fuzzy

Teori himpunan *Fuzzy* dikembangkan oleh Prof. Dr. Lotfi Zadeh pada tahun 1960-an. Logika *Fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Logika benar dan salah dari logika Boolean tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk itu Zadeh mengembangkan sebuah himpunan *Fuzzy*. Logika *Fuzzy* mempunyai nilai yang kontinyu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran.

1. Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi berupa kurva segitiga.



Gambar 1. Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ (b-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1)$$

2. Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *Fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *Fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B \quad (2)$$

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan *Fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen.

3. Defuzifikasi (Metode Takagi Sugeno Kang)

Metode Takagi Sugeno Kang (TSK) mirip dengan metode mamdani, hanya *output* (konsekuen) tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan konstanta atau persamaan linier. Metode ini juga lebih mudah direalisasikan kedalam bentuk pemograman dengan rumus :

$$Z_{out} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (3)$$

Dimana :

Z_{out} = nilai keluaran *crisp*.

W_i = derajat keanggotaan nilai ke- i .

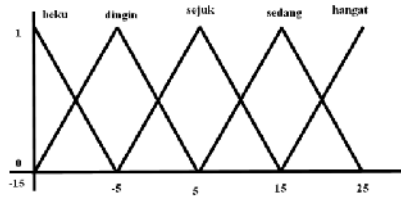
Z_i = nilai keluaran variabel ke- i .

B. Rancangan Sistem Fuzzy

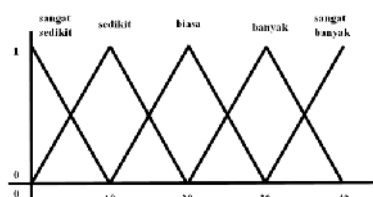
Sistem *Fuzzy* yang penulis buat menggunakan tiga variabel yaitu variabel suhu, variabel banyaknya minuman dan kecepatan (PWM), Berikut ini gambar dari fungsi keanggotaan tiap variabel :

C. Rancangan Sistem Fuzzy

Sitem *Fuzzy* yang penulis buat menggunakan tiga variabel yaitu variabel suhu, variabel banyaknya minuman dan kecepatan (PWM), Berikut ini gambar dari fungsi keanggotaan tiap variabel :

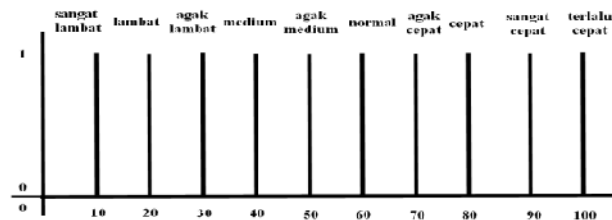


Gambar 2. Variabel suhu



Gambar 3 Variabel banyaknya minuman

sedangkan himpunan *Fuzzy* pada variabel Banyaknya minuman yaitu sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak, sangat banyak dan himpunan untuk variabel keluaran (PWM) yaitu sangat lambat, lambat, agak lambat, medium, agak medium, normal, agak cepat, cepat, sangat cepat dan terlalu cepat.



Gambar 4. Variabel Kecepatan

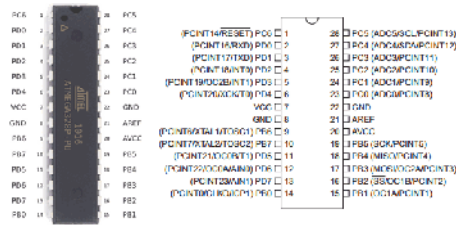
Tabel 1. Aturan *fuzzy*

S \ M	Beku	Dingin	Sejuk	Sedang	Hangat
SSedikit	SLambat	SLambat	Medium	Normal	Cepat
Sedikit	SLambat	ALambat	AMedium	ACepat	SCepat
Biasa	Lambat	A lambat	AMedium	Cepat	SCepat
Banyak	Lambat	Medium	Normal	Cepat	TCepat
SBanyak	ALambat	Medium	ACepat	SCepat	TCepat

D. Perangkat Keras

1. ATMEGA 328

ATMEGA328 memiliki fitur cukup lengkap, mulai dari kapasitas memori program dan memori data yang cukup besar, interupsi, timer/counter, PWM, USART, TWI, analog comparator, EEPROM internal dan juga ADC internal. Berikut ini konfigurasi pin dari ATMEGA 328 :



Gambar 5. ATMEGA 328

2. LCD(Liquid Crystal Display) 16x2

LCD adalah suatu display dari bahan cairan Kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD 2x16 artinya LCD ini memiliki 2 baris dimana setiap barisnya dapat memuat 16 karakter.

3. Sensor suhu DS18B20

Sensor DS18B20 memiliki kemampuan untuk mengukur suhu pada kisaran -55°C sampai 125°C dan bekerja secara akurat dengan kesalahan $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada kisaran -10°C sampai 85°C.

4. Sensor Inframerah

Sensor Infra merah termasuk dalam kategori sensor biner yaitu sensor yang menghasilkan output 1 atau 0 saja. *Infra Red Sensor* (IR Sensor) dapat digunakan untuk berbagai keperluan misalnya sebagai sensor pada pendeteksi benda lewat.



Gambar 6. LCD 16x2 dan modul I2c



Gambar 7. Sensor suhu DS18B20



Gambar 8. Sensor inframerah

5. PELTIER (Termoelectric cooler)

Pendingin *Termoelectric cooler* (TEC), juga sering disebut pendingin Peltier atau pompa panassolid-state yang memanfaatkan efek Peltier. Saat TEC / Peltier dilewati arus maka alat ini akan memindahkan panas dari satusisi ke sisi lain, biasanya menghasilkan perbedaan panas sekitar 40°C - 70°C.

6. Driver Motor L298N

Modul ini menggunakan IC L298 yang merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol.



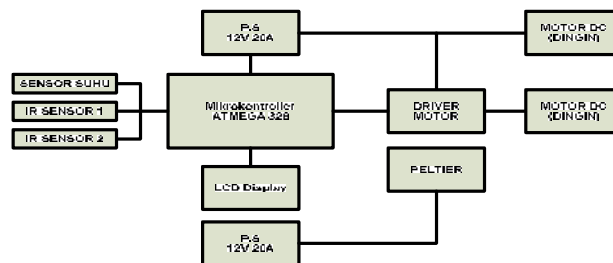
Gambar 9. Peltier



Gambar 10. Driver motor

E. Perancangan Alat

Pengendalian kecepatan motor kipas terdiri dari tiga tahapan, tahap awal berupa tiga buah inputan berupa sensor suhu dan sensor inframerah yang mendeteksi gejala perubahan pada daerah sekitar, kemudian dikonversi kedalam bentuk tegangan dan diteruskan menuju mikrokontroller, tahap kedua data inputan akan diolah sesuai dengan kaidah logika *fuzzy* yang terprogram pada mikrokontroller.



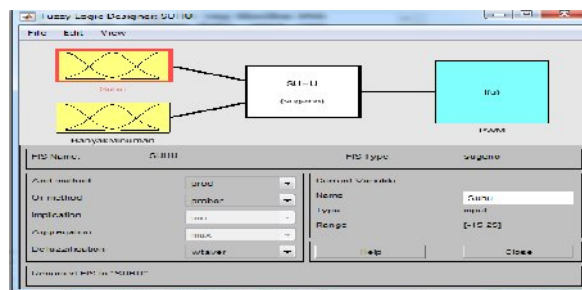
Gambar 11. Blok diagram

Pada tahap terakhir keluaran mikrokontroller dalam bentuk PWM akan ditampilkan pada LCD dan dikonversi oleh driver motor kedalam bentuk kecepatan putaran motor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

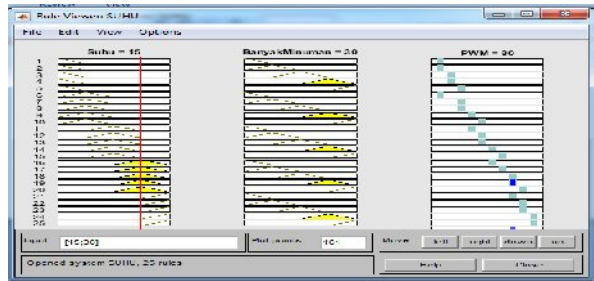
A. Hasil Simulasi

Penulis menggunakan *Fuzzy Logic Toolbox* pada aplikasi MATLAB sebagai acuan untuk membandingkan hasil keluaran dari alat kendali kecepatan putaran motor kipas dengan hasil keluaran dari simulasi.

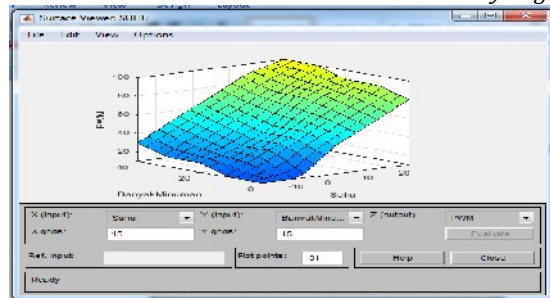


Gambar 12. *Fuzzy Logic Toolbox*

Pengambilan keputusan pada sistem fuzzy menggunakan metode sugeno berdasarkan dua variable input yaitu variable suhu dan variable banyaknya minuman dengan variable keluaran berupa PWM.



Gambar 13. Hasil keluaran berdasarkan aturan *Fuzzy Logic Toolbox*



Gambar 14. Hasil keluaran Surface *Fuzzy Logic Toolbox*

Pada gambar diatas menampilkan *output* PWM yang akan berubah sesuai dengan perubahan masukan pada variable suhu dan banyaknya minuman berdasarkan duapuluh lima aturan yang telah dibuat.

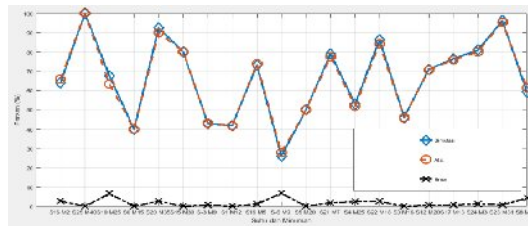
B. Hasil pengujian

Penulis melakukan dua puluh kali pengujian secara acak dari hasil keluaran alat dan membandingkannya dengan Simulasi MATLAB, sehingga memperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian sistem keluaran

Pengujian Ke-	Masukan		Keluaran		Error %
	Suhu (°C)	Minuman (Btl)	Simulasi (%)	Alat (%)	
1	16	2	64	65,8	2,81
2	25	40	100	100	0,00
3	10	25	67,5	63,3	6,63
4	0	15	40	40	0,00
5	20	35	92,5	90	2,70
6	15	30	80	80	0,00
7	-3	29	43	43,3	0,69
8	1	12	42	42	0,00
9	19	5	73	73,9	1,23
10	-6	9	26,2	28	6,87
11	5	20	50	50	0,00
12	21	7	79	77,5	1,89

13	4	25	53	51,7	2,45
14	22	18	86,4	84,2	2,54
15	3	16	46	46	0,00
16	12	20	71	70,6	0,56
17	17	13	76,4	75,8	0,78
18	24	3	81	80	1,23
19	23	31	96,2	95,4	0,83
20	8	20	59	61,5	4,23
Rata - Rata					1,77

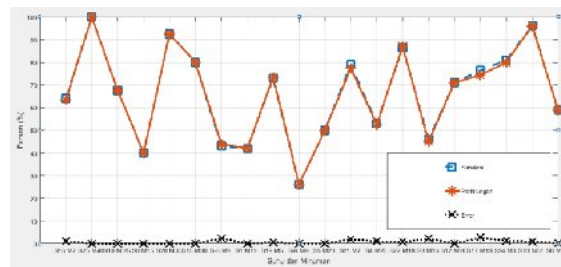


Gambar 15. Grafik perbandingan sistem keluaran

Selain menguji hasil keluaran alat dengan pembandingan *fuzzy logic toolbox* pada aplikasi MATLAB penulis juga membandingkan perhitungan hasil keluaran sistem berdasarkan aturan fuzzy dengan *fuzzy logic toolbox* pada aplikasi MATLAB. Berikut tabel ini hasil dari dua puluh kali percobaan yang dilakukan penulis :

Tabel 3. Perbandingan perhitungan dan simulasi

Pengujian Ke-	Masukan		Keluaran		Error %
	Suhu (°C)	Minuman (Btl)	Simulasi (%)	Perhitungan (%)	
1	16	2	64	63,4	0,93
2	25	40	100	100	0,00
3	10	25	67,5	67,5	0,00
4	0	15	40	40	0,00
5	20	35	92,5	92,5	0,00
6	15	30	80	80	0,00
7	-3	29	43	44	2,32
8	1	12	42	42	0,00
9	19	5	73	73,4	0,54
10	-6	9	26,2	26,2	0,00
11	5	20	50	50	0,00
12	21	7	79	77,5	1,89
13	4	25	53	52,5	0,94
14	22	18	86,4	87	0,69
15	3	16	46	45	2,17
16	12	20	71	71	0,00
17	17	13	76,4	74,4	2,61
18	24	3	81	80	1,23
19	23	31	96,2	96	0,83
20	8	20	59	59	0,20
Rata - Rata					0,71

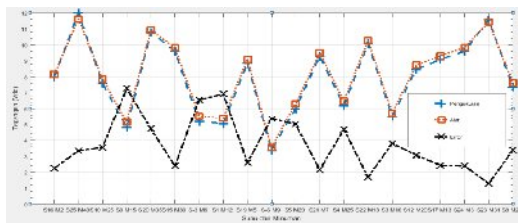


Gambar 16. Grafik perbandingan perhitungan dan simulasi

Pengujian tegangan keluaran dilakukan untuk mengetahui berapa nilai tegangan pada keluaran modul driver motor yang dipergunakan untuk memutar motor kipas dan membandingkannya dengan hasil perhitungan sesuai dengan tegangan masukan sebesar 12 Vdc. Berikut tabel ini hasil dari dua puluh kali percobaan yang dilakukan penulis :

Tabel 4. Pengujian Tegangan Keluaran

Pengujian Ke-	Masukan		Keluaran		Error %
	Suhu (°C)	Minuman (Btl)	Perhitungan (Volt Dc)	Alat (Volt Dc)	
1	16	2	7,98	8,16	2,25
2	25	40	12	11,6	3,34
3	10	25	7,59	7,86	3,55
4	0	15	4,8	5,15	7,29
5	20	35	10,8	10,92	4,72
6	15	30	9,6	9,83	2,39
7	-3	29	5,19	5,53	6,55
8	1	12	5,04	5,39	6,94
9	19	5	8,86	9,09	2,59
10	-6	9	3,36	3,54	5,37
11	5	20	6	6,30	5
12	21	7	9,3	9,50	2,15
13	4	25	6,20	6,49	4,67
14	22	18	10,10	10,27	1,68
15	3	16	5,52	5,73	3,8
16	12	20	8,47	8,73	3,06
17	17	13	9,09	9,31	2,42
18	24	3	9,6	9,83	2,39
19	23	31	11,58	11,43	1,29
20	8	20	7,38	7,63	3,38
Rata - Rata					3,55



Gambar 17. Grafik pengujian tegangan keluaran

C. Hasil Akhir Alat

Berikut penulis sajikan gambar dari hasil akhir pembuatan alat yang difungsikan untuk kendali kecepatan putran motor kipas untuk pendingin minuman menggunakan metode fuzzy logic control berbasis mikrokontroler ATMEGA 328:



Gambar 18. Tampak depan



Gambar 19. Tampak belakang



Gambar 20. Tampak Atas

KESIMPULAN

1. Pengendalian kecepatan putaran motor kipas untuk pendingin minuman menggunakan metode *fuzzy logic control* berbasis mikrokontroler ATMEGA 328 berfungsi dengan baik karena memiliki rata-rata kesalahan kurang dari 5 %.
2. Presentase kesalahan pada keluaran alat dengan pembandingan aplikasi MATLAB didapatkan nilai rata-rata presentase kesalahan 1,77%. Sedangkan Presentase kesalahan perbandingan perhitungan hasil keluaran sistem berdasarkan aturan fuzzy dengan *fuzzy logic toolbox* pada aplikasi MATLAB didapatkan nilai rata-rata presentase kesalahan 0,71% dan presentase kesalahan pada tegangan keluaran alat dengan pembandingan hasil perhitungan didapatkan nilai rata-rata presentase kesalahan 3,55%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon.

REFERENSI

- Kusumadewi, Sri.,& P, Hari. 2004. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri. 2002. Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wahab, Faisal, dkk. 2017. Desain dan Purwarupa *Fuzzy Logic Control* untuk Pengendalian Suhu Ruangan. JTERA.
- Gandi, Frima dan Meqorry Yusfi. 2016. Perancangan Sistem Pendingin Air Menggunakan Elemen Peltier Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. Universitas Andalas : jakarta.
- Faisal, Reza Dkk. 2016. Ecobox : Inovasi Penyimpan Makanan Non CFC Berbasis Peltier Thermoelektrik Yang Murah, Hemat Energi Dan Ramah Lingkungan. Unveritas Negeri Semarang : Semarang
- Nurazizah, Ellia Dkk. 2017. Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor Ds18b20 Untuk Penyandang Tunanetra. Universitas Telkom : Bandung.
- Rozaq, Imam Abdul dan Noor Yulita DS. 2017. Uji Karakterisasi Sensor Suhu Ds18b20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air. Universitas Muria Kudus : Kudus.