

Click here and write your Article Category

Kontrol Suhu *Rice Cooker* dengan Metode *Fuzzy Logic* Sebagai *Slow Cooker* dan Memanaskan Makanan Menggunakan Aplikasi Android

Ratna Aisuwarya¹, Rian Ferdian², Farlie Angriawan³

^{1, 2, 3} Jurusan Sistem Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 INDONESIA

ARTICLE INFORMATION

Received: February 00, 00
 Revised: March 00, 00
 Available online: April 00, 00

KEYWORDS

Fuzzy Logic, Rice Cooker, Slow Cooker, Microwave, Android

CORRESPONDENCE

Phone : +62 811 2014 117
 E-mail : aisuwarya.unand@gmail.com

ABSTRACT

There is many electronic equipment that can facilitate the work in cooking. Some of these electronic equipment uses a large amount of electricity. For example in the use of electronic cooking tools such as microwaves, slow cookers and rice cookers. All three cooking utensils have more similar uses, namely in cooking and heating food. Therefore, it is combined into a rice cooker by using temperature control in the porridge cooking mode and setting the time for heating the food. In order to add the slow cooker feature to the rice cooker, the fuzzy logic method is used to control temperature and set the heating time on the microwave feature. On the use of a rice cooker, an Android application is made to select the desired cooking method. The results obtained are the features of slow cooker cooking porridge that is cooked for 2 hours the temperature will be stable at 60 minutes with an average temperature of ± 90.8 °C, cooking porridge for 4 hours the temperature will be stable at 50 minutes with an average of average temperature ± 81.9 °C, the cooking porridge for 6 hours the temperature will be stable in the 45th minute with an average temperature of ± 72.4 °C. While in the microwave feature the results obtained for the length of time required to heat food, the more food heat to be produced.

PENDAHULUAN

Pada saat ini banyak barang elektronik yang dapat memudahkan pekerjaan dalam memasak. Beberapa peralatan elektronik tersebut menggunakan listrik yang cukup besar. Contohnya dalam penggunaan alat elektronik memasak seperti *microwave* dan *rice cooker*. Kemudian penggunaan perangkat memasak yang hampir sama, seperti *rice cooker* dan *slow cooker* dalam mengolah bahan pangan beras. Jika *rice cooker* umumnya digunakan untuk mengolah bahan pangan beras menjadi nasi, pada *slow cooker* digunakan untuk mengolah bahan pangan beras menjadi bubur.

Tetapi prinsip kerja *slow cooker* berbeda dengan *rice cooker*. *Slow cooker* bekerja dengan cara menaikkan suhu sampai mencapai titik suhu yang telah diatur dan mempertahankan suhu tersebut sesuai dengan lama durasi yang ditetapkan sesuai dengan keinginan. Sedangkan *Rice cooker* bekerja dengan cara menaikkan suhu sampai mencapai titik didih air, sehingga air menguap dan akhirnya air akan habis, kemudian mempertahankan suhu tinggi tersebut beberapa saat untuk

membiarkan semua air menguap dan akhirnya menurunkan suhu sehingga keadaan *rice cooker* berubah menjadi menghangatkan.

Terdapat dua buah fungsi utama pada *rice cooker* yaitu *cook* sebagai mode memasak nasi dan *warm* sebagai mode menghangatkan nasi. Fitur *warm* pada *rice cooker* adalah teknologi yang dikembangkan dimana *rice cooker* tidak lagi digunakan sebagai alat pemasak nasi saja tapi juga dapat menjaga nasi tetap hangat sepanjang hari karena adanya fungsi *warm* [1]. Fitur ini sama halnya dengan fungsi dari *microwave* dalam memanaskan atau menghangatkan. Namun saat menghangatkan makanan dengan menggunakan *rice cooker* terdapat kekurangan. Hal ini dikarenakan fungsi utama *rice cooker* hanyalah memasak nasi dan menghangatkan nasi. Dan untuk makanan lainnya dibutuhkan pengaturan suhu agar makanan tidak rusak saat dipanaskan. Agar fungsi yang ada pada perangkat *slow cooker* dan *microwave* dapat ditambahkan pada sebuah *rice cooker* maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengontrol suhu saat memasak atau menentukan lama waktu untuk memanaskan makanan. Sehingga proses dari kedua perangkat tersebut dapat dilakukan menggunakan *rice cooker*.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya terkait sistem kontrol suhu pada *rice cooker*. Pada penelitian tahun 2017 [2], mengenai pengontrolan kestabilan suhu penghangat nasi pada *rice cooker*. Pengontrolan ini bertujuan untuk menstabilkan suhu pada saat menghangatkan nasi agar tidak cepat kering. Pada penelitian tahun 2018 [3], mengenai sistem kontrol suhu *rice cooker* dengan tambahan fungsi sebagai *slow cooker*. Sistem ini menggunakan *rotary switch* sebagai pemilihan mode memasaknya. Selanjutnya pada tahun 2019 [4], mengenai sistem kontrol suhu *rice cooker* sebagai fungsi menghangatkan makanan layaknya *microwave*. Metode yang digunakan dalam pengontrolannya menggunakan metode PID.

Berdasarkan penelitian diatas, *rice cooker* yang dirancang masih menggunakan *switch* untuk pemilihan mode memasaknya dan masing-masingnya hanya memiliki satu fitur tambahan dari *rice cooker*. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menambahkan kedua fitur dari kedua penelitian tersebut kedalam sebuah *rice cooker* dan menggunakan *smartphone* sebagai pemilihan mode memasaknya tanpa memerlukan tombol fisik dalam mengoperasikannya. Pada sistem ini akan dirancang pengontrol suhu *rice cooker* dengan 3 mode pilihan mode memasak yaitu, mode pertama untuk memasak nasi secara normal, mode kedua untuk memasak bubur (*slow cooker*), dan mode ketiga memanaskan makanan (*microwave*).

LANDASAN TEORI

Rice Cooker

Rice cooker merupakan alat elektronik rumah tangga yang mempermudah dalam memasak nasi. *Rice cooker* memiliki dua fungsi yaitu memasak (*cooking*) dan memanaskan (*warming*). Kapasitas memasak nasi pada *rice cooker* umumnya berukuran antara 0,6 liter, 1 liter, 1,8 liter dan 2 liter. [6] *Rice cooker* memanfaatkan penggunaan prinsip kerja rangkaian listrik untuk proses memasak atau menghangatkan nasi. Bagian elektrik terpenting dari *rice cooker* adalah *leaf switch*, sensor panas magnetik, dan *heating element* (elemen pemanas). *Leaf switch* adalah saklar utama yang terkait dengan tuas/tangkai pemindah posisi *cook* (memasak) atau *warm* (menghangatkan). Apabila tangkai pemindah posisi ditekan ke bawah (posisi *cook*) maka kontak *leaf switch* akan menyambungkan sumber AC 220V ke elemen pemanas untuk memasak (*heating element*). Elemen pemanas ini akan memanasi logam tempat duduk panci dengan panas yang tinggi yang ditandai dengan led1 menyala[5].

Slow Cooker

Slow cooker merupakan peralatan elektronik yang digunakan untuk memasak makanan dalam waktu yang lama dan dalam suhu yang relatif rendah. Suhu yang digunakan tergantung dari berapa lama waktu yang dimasukkan. Makanan yang biasa dimasak dengan *slow cooker* adalah bubur. *Slow cooker* mampu bekerja selama 4-10 jam dengan rentang suhu untuk kondisi *low* 76°C - 93°C dan kondisi *high* 137°C - 149°C [6]. Ada 2 jenis *slow cooker*, yaitu manual dan otomatis. Jenis manual hanya terdapat tiga pilihan kondisi memasak suhu yaitu 2 jam, 3 jam, dan 4 jam atau 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. Sedangkan jenis otomatis memiliki *timer* yang dapat diinputkan sesuai dengan kebutuhan. Waktu yang diinputkan akan mempengaruhi lama proses memasak. *Slow*

cooker juga mempunyai penghangat yang digunakan untuk menghangatkan makanan setelah dimasak..

Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sebuah sensor suhu tahan air (*waterproof*) yang memiliki tingkat akurasi 0,5°C. DS28B20 tidak menghasilkan *output* berupa tegangan, namun berupa pulsa digital. *Output* yang berupa digital ini akan langsung dihubungkan dengan pin digital mikrokontroler, tidak melalui ADC. Komunikasi sensor ini melalui 1-wire bus yang berarti hanya dibutuhkan satu jalur data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler [7].



Gambar 1. Sensor DS1820

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam. Motor servo mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan motornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya [8].



Gambar 2. Motor Servo

Wemos D1

Wemos merupakan salah satu modul *board* yang dapat berfungsi sebagai *arduino*, khususnya untuk *project* yang mengusung konsep IoT. Wemos dapat running *standalone* tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler, berbeda dengan modul wifi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak dari rangkaian tersebut, wemos dapat running *standalone* karena didalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui *serial port* atau via OTA serta transfer program secara *wireless* [9].



Gambar 3. Wemos D1

Solid State Relay (SSR)

Solid State Relay (SSR) adalah sebuah saklar ON-OFF atau sering disebut juga saklar semikonduktor. Perbedaan SSR dari saklar pada umumnya adalah SSR tidak memiliki bagian yang bergerak, sehingga tidak ada kontak pada bagian permukaan, selain itu SSR juga dapat digabungkan dengan rangkaian transistor dan sirkuit IC. Hal ini menyebabkan SSR memiliki keunggulan berupa tidak ada penurunan performa kerja.

SSR bekerja apabila ada tegangan diberikan kepada SSR, akan mengakibatkan LED menyala dan kemudian menyinari *photosensitive diode*. Hal ini menyebabkan timbulnya tegangan diantara *MOSFET* dan *GATE*, sehingga mengakibatkan *MOSFET* dalam kondisi ON [10].



Gamabr 4. Solid State Relay (SSR)

Sistem Kontrol

Sistem kontrol terdiri dari beberapa hal yaitu sistem, proses dan kontrol. Sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja secara bersama untuk menjalankan perintah atau tujuan tertentu. Proses adalah perubahan secara bertahap dan konstan menuju keadaan akhir tertentu. Sedangkan kontrol adalah mengawasi, mengatur dan mengendalikan sesuatu. Jadi, sistem kontrol adalah proses pengaturan atau pengendalian satu atau beberapa *variable* atau *parameter* sehingga berada pada suatu *range* tertentu [11].

Fuzzy Logic

Konsep logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California, pada bulan Juni 1965. Logika *fuzzy* merupakan generalisasi dari logika klasik yang hanya memiliki dua nilai keanggotaan yaitu 0 dan 1. Dalam logika *fuzzy*, nilai kebenaran suatu pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar sampai dengan sepenuhnya salah. Dengan teori himpunan *fuzzy*, suatu objek dapat menjadi anggota dari banyak himpunan dengan derajat keanggotaan yang berbeda dalam masing-masing himpunan. Konsep ini berbeda dengan teori himpunan biner (*crisp*). Teori himpunan biner tergantung pada logika dua nilai (*two-valued logic*) untuk menentukan apakah sebuah objek merupakan suatu anggota himpunan atau bukan [12].

Fuzzy Logic Metode Sugeno

Dalam sistem inferensi *fuzzy*, terdapat tiga metode yang digunakan yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno. Pada penelitian Tugas Akhir ini akan

menggunakan metode *fuzzy* Sugeno. *Fuzzy logic* metode sugeno merupakan metode inferensi *fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF – THEN*, dimana *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan singleton yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain. [13]

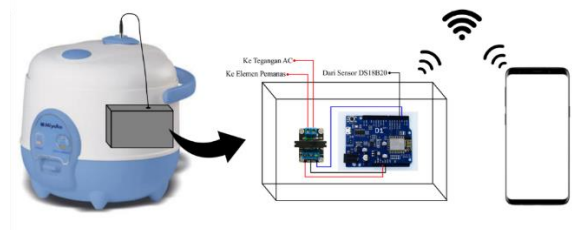
Pulse Width Modular (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa Contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa, pengendalian kecepatan motor DC, Pengendalian Motor Servo, Pengaturan nyala terang LED [14].

METODE PENELITIAN

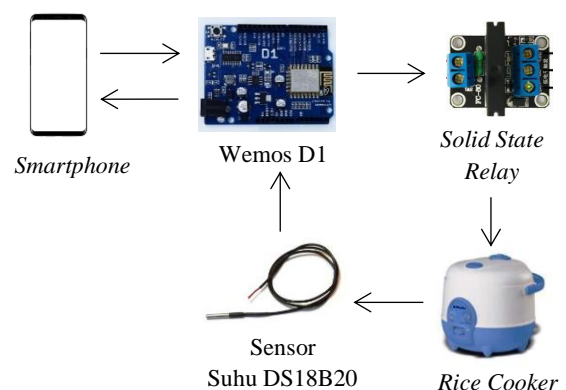
Rancangan Umum Sistem

Berikut merupakan rancangan umum sistem yang akan dibuat:



Gamabr 5. Rancangan Umum Sistem

Pada proses perancangan ini *smartphone* memberikan *input* berupa mode memasak yang diinginkan ke Wemos D1 sebagai data yang akan diproses. Setelah itu sensor DS18B20 akan membaca nilai suhu yang ada pada *rice cooker*. Data yang telah dibaca akan diterima oleh mikrokontroler Wemos D1. Selanjutnya *Solid State Relay* akan menerima *output* dari mikrokontroler, sehingga dapat mengontrol suhu saat proses memasak.



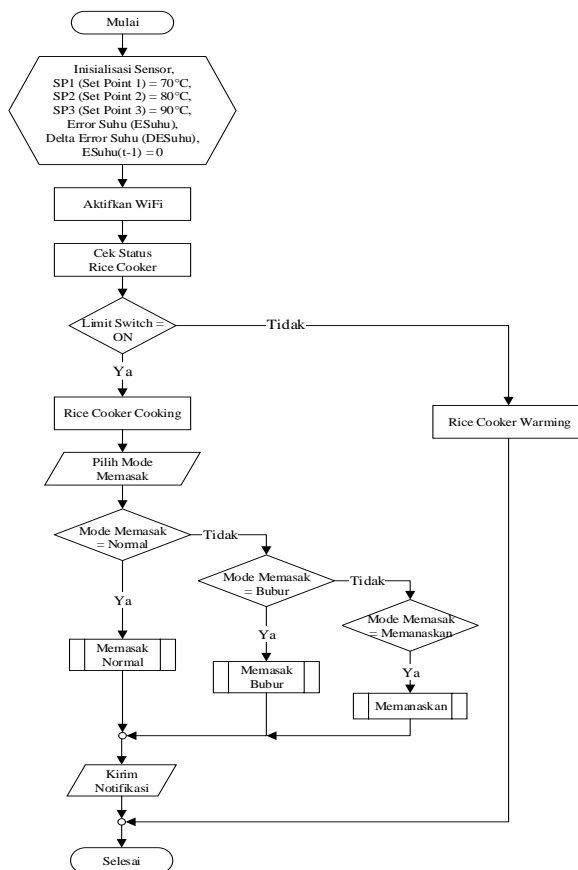
Gamabr 6. Rancangan Perangkat Keras

Berdasarkan Gambar 3.4, masing – masing perangkat keras memiliki fungsi sebagai berikut:

1. *Smartphone* digunakan untuk memasukkan mode memasak yang akan diproses dan menampilkan data pembacaan suhu selama proses memasak berlangsung.
2. Wemos D1 digunakan sebagai mikrokontroler yang menjadi pengontrol utama dari sistem.
3. *Solid State Relay* (SSR) digunakan sebagai *driver* pemanas *rice cooker* yang dihubungkan ke sumber tegangan AC dan mikrokontroler.
4. Sensor DS18B20, digunakan untuk membaca suhu pada *rice cooker*.

Rice cooker, digunakan sebagai perangkat utama sistem yang akan ditambahkan fungsi mode *slow cooker* dan mode *microwave*

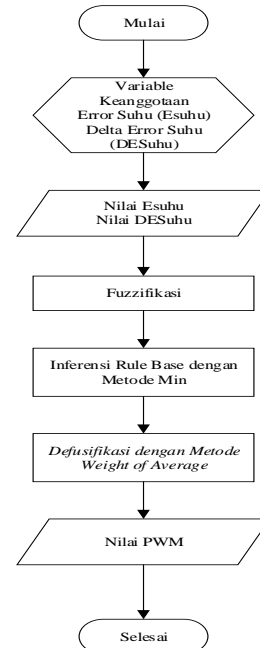
Rancangan Proses



Gambar 7. Flowchart Rancangan Umum Proses Sistem

Berdasarkan Flowchart diatas, jika mode memasak yang dipilih adalah *Normal* maka akan dilakukan proses memasak nasi seperti biasa dengan memberikan tegangan PWM maksimal pada pemanas *rice cooker* dan setelah selesai maka akan dikirimkan notifikasi ke *smartphone*. Selanjutnya jika mode memasak yang dipilih adalah mode memasak bubur maka proses akan masuk ke proses memasak *slow cooker*. Setiap tipe kondisi memasak untuk *slow cooker* mempunyai durasi dan *set point* yang berbeda - beda. Pada mode memasak yang dipilih adalah mode memanaskan makanan maka akan masuk ke mode *microwave* dimana makanan akan dipanaskan sesuai dengan lama waktu yang dipilih. Pada mode memasak bubur menggunakan pengontrolan *fuzzy logic*, suhu yang terbaca akan diolah untuk mendapatkan nilai

output berupa PWM. *Output* ini akan mempengaruhi tegangan pada pemanas *rice cooker* selama proses memasak. Jika suhu yang diperoleh sama dengan *set point* maka suhu akan dipertahankan selama beberapa jam tergantung dari mode memasak yang dipilih, jika tidak sama dengan *set point* maka akan dilakukan perhitungan kembali. Jika suhu sudah selesai dipertahankan, maka status *rice cooker* berubah menjadi *warming* dengan ditandai dengan tidak aktifnya *limit switch* (*low*). Hal ini juga menandakan bahwa proses memasak telah selesai. Proses *fuzzy logic* terdapat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Flowchart Proses Fuzzy Logic

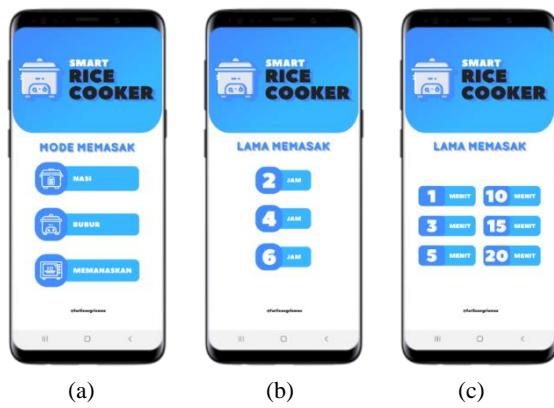
Variable *fuzzy* yang digunakan yaitu *error* dan *delta error*. *Error* merupakan hasil yang didapatkan dari selisih antara nilai *set point* yang telah ditetapkan sebelumnya dengan suhu yang terbaca pada saat ini (suhu aktual). *DError* merupakan selisih antara *error* yang terbaca saat ini dengan *error* sebelumnya. Fungsi keanggotaan *DError* ditentukan dengan melihat kemungkinan besar rentang selisih *error* suhu yang terjadi.

Rancangan Interface Aplikasi

Perancangan *interface* aplikasi dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 9. Tampilan, Utama Aplikasi



Gambar 10. Tampilan Pemilihan Mode Memasak, (a) Tampilan Memilih Mode Memasak, (b) Tampilan Mode Memasak Bubur, (c) Tampilan Mode Memanaskan Makanan



Gambar 11. Tampilan Notifikasi Makanan Telah Selesai Dimasak

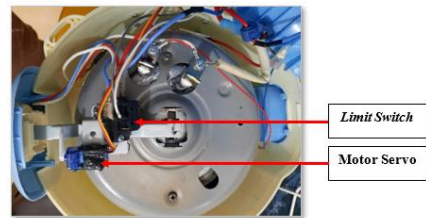
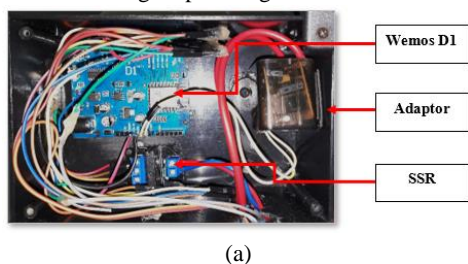
HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras yang terdiri dari *rice cooker* berkapasitas 0,6 liter dan komponen elektronika, yang terdiri dari Wemos D1, *solid state relay* (SSR), sensor suhu DS18B20, *limit switch*, dan motor servo.

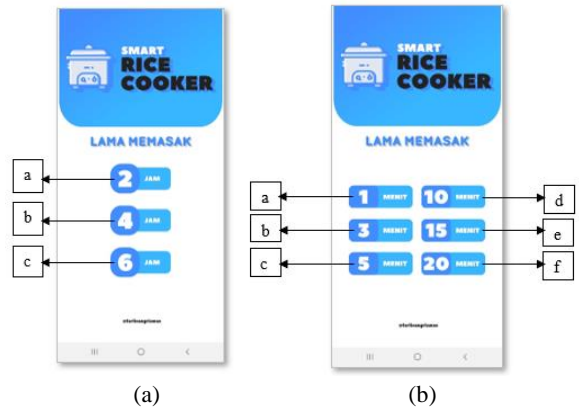


Gambar 12. Implementasi Perangkat Keras
Komponen-komponen pembentuk sistem dirangkai didalam sebuah kotak, dimana didalam kotak tersebut terdapat Wemos D1, *solid state relay* (SSR), dan adaptor. Sedangkan *limit switch* dan motor servo dirangkai pada bagian dalam *rice cooker*.



(b)
Gambar 13 Perangkat Keras Bagian Dalam (a) Didalam Kotak Komponen, (b) Didalam *Rice Cooker*

Implementasi Perangkat Lunak



Gambar 15. Tampilan Pilihan Lama Memasak (a) Bubur, (b) Memanaskan Makanan

Keterangan gambar (a):

- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memasak bubur 2 jam
- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memasak bubur 4 jam
- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memasak bubur 6 jam

Keterangan gambar (b):

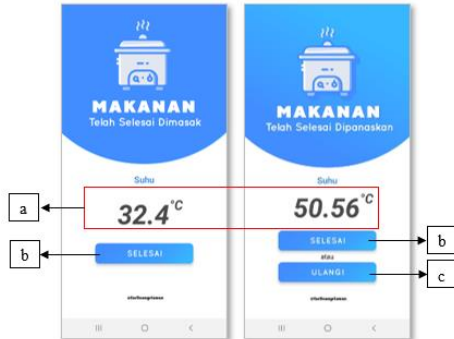
- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memanaskan makanan selama 1 menit
- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memanaskan makanan selama 3 menit
- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memanaskan makanan selama 5 menit
- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memanaskan makanan selama 10 menit
- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memanaskan makanan selama 15 menit
- Tombol yang digunakan untuk memilih mode memanaskan makanan selama 20 menit



Gambar 16. Tampilan Suhu Selama Mode Memasak

Keterangan gambar :

- Memuat hasil pembacaan nilai suhu dari sensor selama proses memasak.
- Memuat informasi lama memasak bubur yang sedang berlangsung.
- Memuat informasi lama memanaskan makanan yang sedang berlangsung.



Gambar 17. Tampilan Saat Proses Selesai

Keterangan gambar :

- Memuat hasil pembacaan nilai suhu dari sensor selama proses memasak
- Tombol yang berfungsi untuk menyetujui bahwa proses memasak telah selesai dan kembali ke halaman utama aplikasi
- Tombol yang berfungsi untuk kembali ke halaman pemilihan lama memanaskan makanan untuk mengulangi proses memanaskan kembali.

Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem ini bertujuan untuk melihat kemampuan sistem yang dibangun dalam menghasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan mode memasak yang diinginkan dan akan ditampilkan suhu selama proses memasak pada aplikasi android. Pengujian ini dilakukan pada 3 mode memasak, yaitu mode memasak nasi, mode memasak bubur (*slow cooker*) dan mode memanaskan makanan (*microwave*). Hasil pengujian tersebut terdapat pada table 1 berikut ini.

Tabel 1. Pengujian Proses Sistem Keseluruhan

Mode Memasak	Durasi Memasak	Kesamaan Data Aplikasi dengan Alat		Limit Switch		Perputaran Motor Servo Saat Proses Selesai	Ket
		Input Mode	Suhu Terbaca	0 (Low)	1 (High)		
Nasi	-	✓	✓	Warm	Cook	-	-
Bubur (Slow Cooker)	2 Jam	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil
	4 Jam	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil
	6 Jam	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil
Memanaskan (Microwave)	1 Menit	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil
	3 Menit	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil
	5 Menit	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil
	10 Menit	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil
	15 Menit	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil
	20 Menit	✓	✓	Warm	Cook	45°	Berhasil

Pada pengujian keseluruhan dilakukan dengan 2 mode, yaitu pengujian dengan mode memasak bubur (*slow cooker*) dan mode

memanaskan makanan (*microwave*). Proses memasak bubur dilakukan dengan cara membandingkan kemampuan kerja alat tanpa pengontrol *fuzzy* dengan menggunakan pengontrol *fuzzy*. Sedangkan pada pengujian memanaskan makanan akan diuji bagaimana kenaikan suhu yang terjadi setiap lama memanaskan yang dipilih.

Pengujian Sistem Pada Mode Memasak Bubur (*Slow cooker*)

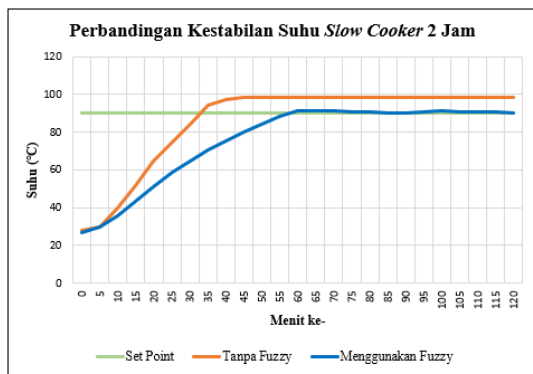
Pengujian Mode Memasak Bubur 2 Jam

Pengujian tanpa pengontrolan dilakukan dengan memberikan nilai PWM sebesar 50 yang sama dengan nilai tegangan AC sebesar 96,4 volt. Sedangkan pada pengujian menggunakan pengontrolan dilakukan dengan memberikan nilai PWM yang didapatkan dari hasil perhitungan *fuzzy logic*. Data yang diperoleh dari hasil pengujian ini ditujukan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Perubahan Nilai Suhu Mode *Slow Cooker* 2 Jam

Menit Ke-	Suhu Tanpa Pengontrolan Fuzzy Logic (°C)	Suhu Menggunakan Pengontrolan Fuzzy Logic (°C)
0	31.00	26.56
5	31.69	29.87
10	45.81	35.38
15	55.38	43.19
20	64.87	51.31
25	74.81	58.50
30	84.50	64.87
35	94.19	70.50
40	97.50	75.50
45	98.56	80.00
50	98.56	84.44
55	98.56	88.56
60	98.56	91.31
65	98.56	91.44
70	98.56	91.25
75	98.56	90.75
80	98.56	90.87
85	98.56	90.31
90	98.56	90.12
95	98.56	91.00
100	98.56	91.12
105	98.56	90.81
110	98.56	91.00
115	98.56	90.62
120	98.56	90.25

Berdasarkan data yang didapatkan pada Tabel 4.11, terlihat bahwa suhu saat proses memasak bubur tanpa pengontrolan hampir mencapai titik didih pada menit ke 45 hingga selesai. Sedangkan pada proses memasak bubur menggunakan pengontrolan dapat dilihat bahwa suhu mengalami kestabilan pada menit ke 60 hingga selesai dengan suhu diangka $\pm 91^{\circ}\text{C}$. Perbandingan hasil pengujian tersebut dapat dilihat dari grafik pada Gambar 18 berikut ini.



Gambar 18. Grafik Perbandingan Kestabilan Suhu *Slow Cooker* 2 Jam



Gambar 19 Hasil Memasak *Slow Cooker* 2 Jam (a) Tanpa Pengontrolan *Fuzzy* (b) Menggunakan *Fuzzy*

Gambar (a) menunjukkan hasil masakan bubur yang cukup kering seperti nasi yang baru selesai di masak. Hal ini disebabkan karena suhu mendekati titik didih air yang mengakibatkan air cepat mengering. Gambar (b) menunjukkan hasil masakan bubur yang tidak terlalu kering dan sedikit berair. Hal ini dikarenakan pengontrolan *fuzzy* menghasilkan suhu yang stabil selama proses memasak sehingga suhu tidak mencapai suhu titik didih airnya.

Pengujian Mode Memasak Bubur 4 Jam

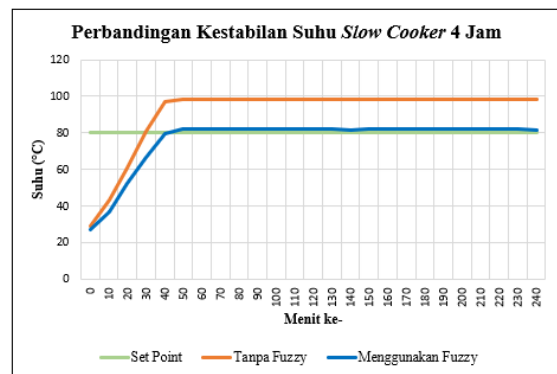
Pengujian tanpa pengontrolan dilakukan dengan memberikan nilai PWM sebesar 40 yang sama dengan nilai tegangan AC sebesar 83,2 volt. Sedangkan pada pengujian menggunakan pengontrolan dilakukan dengan memberikan nilai PWM yang didapatkan dari hasil perhitungan *fuzzy logic*. Data yang diperoleh dari hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Perubahan Nilai Suhu Mode *Slow Cooker* 4 Jam

Menit Ke-	Suhu Tanpa Pengontrolan <i>Fuzzy Logic</i> (°C)	Suhu Menggunakan Pengontrolan <i>Fuzzy Logic</i> (°C)
0	28	27.00
10	39,13	36.63
20	60,63	52.31
30	80,75	66.87
40	97,37	79.37
50	98,44	82.06
60	98,44	81.94
70	98,44	81.94
80	98,44	82.06
90	98,44	82.06
100	98,44	82.00
110	98,44	82.06

120	98,44	82.06
130	98,44	82.00
140	98,44	81.81
150	98,44	82.12
160	98,5	82.06
170	98,5	82.06
180	98,5	81.94
190	98,5	82.00
200	98,5	82.06
210	98,5	82.06
220	98,5	81.87
230	98,5	81.87
240	98,5	81.44

Berdasarkan data yang didapatkan pada Tabel 4.11, terlihat bahwa suhu saat proses memasak bubur tanpa pengontrolan hampir mencapai titik didih pada menit ke 50 hingga selesai. Sedangkan pada proses memasak bubur menggunakan pengontrolan dapat dilihat bahwa suhu mengalami kestabilan pada menit ke 50 hingga selesai dengan suhu diangka $\pm 82^{\circ}\text{C}$. Perbandingan hasil pengujian tersebut dapat dilihat dari grafik pada Gambar 20 berikut ini.



Gambar 20 Grafik Perbandingan Kestabilan Suhu *Slow Cooker* 4 Jam



Gambar 21 Hasil Memasak *Slow Cooker* 4 Jam (a) Tanpa Pengontrolan *Fuzzy* (b) Menggunakan *Fuzzy*

Gambar (a) menunjukkan hasil masakan bubur yang terlalu kering seperti nasi yang baru selesai di masak. Hal ini disebabkan karena suhu mendekati titik didih air yang mengakibatkan air cepat mengering. Gambar (b) menunjukkan hasil masakan bubur yang lumayan encer dan berair. Hal ini dikarenakan pengontrolan *fuzzy* menghasilkan suhu yang stabil selama proses memasak sehingga suhu tidak mencapai titik didihnya.

Pengujian Mode Memasak Bubur 6 Jam

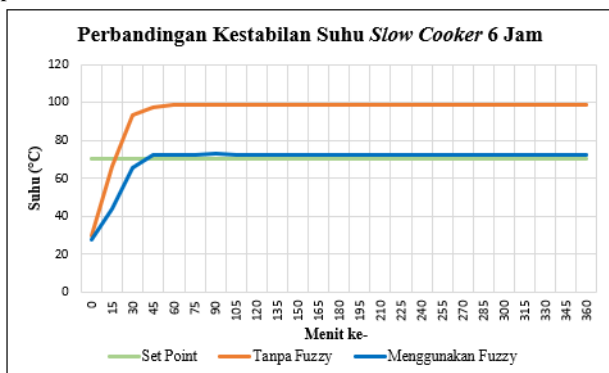
Pengujian tanpa pengontrolan dilakukan dengan memberikan nilai PWM sebesar 30 yang sama dengan nilai tegangan AC

sebesar 70,3 volt. Sedangkan pada pengujian menggunakan pengontrolan dilakukan dengan memberikan nilai PWM yang didapatkan dari hasil perhitungan *fuzzy logic*. Data yang diperoleh dari hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Perubahan Nilai Suhu Mode *Slow Cooker* 6 Jam

Menit Ke-	Suhu Tanpa Pengontrolan <i>Fuzzy Logic</i> (°C)	Suhu Menggunakan Pengontrolan <i>Fuzzy Logic</i> (°C)
0	31,06	27.87
15	69,94	43.63
30	93,06	65.62
45	97,5	72.19
60	98,5	72.19
75	98,5	72.19
90	98,56	72.69
105	98,56	72.31
120	98,56	72.37
135	98,56	72.44
150	98,56	72.50
165	98,56	72.50
180	98,56	72.37
195	98,69	72.50
210	98,56	72.56
225	98,56	72.44
240	98,69	72.44
255	98,69	72.50
270	98,69	72.37
285	98,69	72.44
300	98,69	72.37
315	98,69	72.37
330	98,69	72.44
345	98,69	72.44
360	98,69	72.31

Berdasarkan data yang didapatkan pada Tabel 4.11, terlihat bahwa suhu saat proses memasak bubur tanpa pengontrolan hampir mencapai titik didih pada menit ke 50 hingga selesai. Sedangkan pada proses memasak bubur menggunakan pengontrolan dapat dilihat bahwa suhu mengalami kestabilan pada menit ke 50 hingga selesai dengan suhu diangka $\pm 82^{\circ}\text{C}$. Perbandingan hasil pengujian tersebut dapat dilihat dari grafik pada Gambar 22 berikut ini.



Gambar 22 Grafik Perbandingan Kestabilan Suhu *Slow Cooker* 6 Jam



(a) (b)
Gambar 23 Hasil Memasak *Slow Cooker* 6 Jam (a) Tanpa Pengontrolan *Fuzzy* (b) Menggunakan *Fuzzy*

Pengujian Sistem Pada Mode Memanaskan Makanan (*Microwave*)

Bentuk pengujian mode memanaskan makanan dilakukan dengan membandingkan 2 jenis makanan yang memiliki suhu awal yang berbeda yaitu makan dengan suhu dingin dan makan dengan suhu ruangan. Proses memanaskan makanan dilakukan dengan cara memberikan nilai PWM maksimal sebesar 255 yang sama dengan tegangan AC sebesar 222 volt.

Pengujian Mode Memanaskan 1 Menit

Tabel 5 Pengujian Memasak Makanan 1 Menit

Detik Ke-	Makanan Suhu Dingin (°C)	Makanan Suhu Ruangan (°C)
0	19,56	27.00
10	19,56	27.00
20	19,56	27.44
30	19,56	27.44
40	19,56	27.50
50	19,56	27.56
60	19,56	27.56

Berdasarkan data pada Tabel 5, sup suhu dingin memiliki suhu awal sebelum dipanaskan yaitu $19,56^{\circ}\text{C}$ dan setelah dipanaskan suhu makanan tetap diangka $19,56^{\circ}\text{C}$ sehingga perubahan tidak terjadi perubahan suhu selama 1 menit. Sedangkan pada sup dengan suhu ruangan yang memiliki suhu awal 27°C , setelah dipanaskan suhunya menjadi $27,56^{\circ}\text{C}$ sehingga perubahan suhu yang terjadi pada jenis makan dengan suhu ruangan setelah 1 menit adalah $0,56^{\circ}\text{C}$. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu yang terjadi pada makanan dingin lebih lama dari pada makanan yang memiliki suhu ruangan. Hal ini dikarenakan untuk menaikkan suhu dari makanan dingin membutuhkan energi panas yang tinggi dari pada makanan bersuhu ruangan. Hasil mode memanaskan 1 menit

Pengujian Mode Memanaskan 3 Menit

Tabel 6 Pengujian Memasak Makanan 3 Menit

Detik Ke-	Makanan Suhu Dingin (°C)	Makanan Suhu Ruangan (°C)
0	19,31	27,06
20	19,31	27,13
40	19,31	27,19
60	19,31	27,31
80	19,31	27,44
100	19,31	27,69
120	19,37	28,13

140	19,44	28,5
160	19,5	29,06
180	19,56	29,75

Berdasarkan data pada Tabel 6, sup suhu dingin memiliki suhu awal sebelum dipanaskan yaitu 19,31°C dan setelah dipanaskan suhu sup menjadi 19,56°C sehingga perubahan suhu yang terjadi selama 3 menit adalah 0,25°C. Sedangkan pada sup dengan suhu ruangan yang memiliki suhu awal 27,06°C, setelah dipanaskan suhunya menjadi 29,75°C sehingga perubahan suhu yang terjadi pada jenis makan dengan suhu ruangan setelah 3 menit adalah 2,69°C. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu yang terjadi pada makanan dingin lebih lama dari pada makanan yang memiliki suhu ruangan. Hal ini dikarenakan untuk menaikkan suhu dari makanan dingin membutuhkan energi panas yang tinggi dari pada makanan bersuhu ruangan.

Pengujian Mode Memanaskan 5 Menit

Tabel 7 Pengujian Memasak Makanan 5 Menit

Detik Ke-	Makanan Suhu Dingin (°C)	Makanan Suhu Ruangan (°C)
0	16,25	27,37
50	16,25	27,56
100	16,25	28
150	16,31	29,12
200	16,56	30,75
250	17,19	32,94
300	18,12	35,63

Berdasarkan data pada Tabel 7, sup suhu dingin memiliki suhu awal sebelum dipanaskan yaitu 16,25°C dan setelah dipanaskan suhu sup menjadi 18,12°C sehingga perubahan suhu yang terjadi selama 5 menit adalah 1,87°C. Sedangkan pada sup dengan suhu ruangan yang memiliki suhu awal 27,37°C, setelah dipanaskan suhunya menjadi 35,63°C sehingga perubahan suhu yang terjadi pada jenis makan dengan suhu ruangan setelah 5 menit adalah 8,26°C. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu yang terjadi pada makanan dingin lebih lama dari pada makanan yang memiliki suhu ruangan. Hal ini dikarenakan untuk menaikkan suhu dari makanan dingin membutuhkan energi panas yang tinggi dari pada makanan bersuhu ruangan.

Pengujian Mode Memanaskan 10 Menit

Tabel 8 Pengujian Memasak Makanan 10 Menit

Menit Ke-	Makanan Suhu Dingin (°C)	Makanan Suhu Ruangan (°C)
0	17,31	27,94
1	17,31	28,51
2	17,31	30,34
3	17,56	32,77
4	18,12	36,03
5	19,12	39,65
6	20,75	43,59
7	22,75	46,52
8	25,06	48,87
9	27,69	54,46
10	30,44	58,84

Berdasarkan data pada Tabel 8, sup suhu dingin memiliki suhu awal sebelum dipanaskan yaitu 17,31°C dan setelah dipanaskan suhu sup menjadi 30,44°C sehingga perubahan suhu yang terjadi selama 10 menit adalah 13,13°C. Sedangkan pada sup dengan suhu ruangan yang memiliki suhu awal 27,94°C, setelah

dipanaskan suhunya menjadi 58,84°C sehingga perubahan suhu yang terjadi pada jenis makan dengan suhu ruangan setelah 10 menit adalah 30,90°C. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu yang terjadi pada makanan dingin lebih lama dari pada makanan yang memiliki suhu ruangan. Hal ini dikarenakan untuk menaikkan suhu dari makanan dingin membutuhkan energi panas yang tinggi dari pada makanan bersuhu ruangan.

Pengujian Mode Memanaskan 15 Menit

Tabel 9 Pengujian Memasak Makanan 15 Menit

Menit Ke-	Makanan Suhu Dingin (°C)	Makanan Suhu Ruangan (°C)
0	18,06	28,12
1,5	18,06	28,25
3	18,31	29,37
4,5	19,37	33
6	21,5	37,69
7,5	24,69	43,69
9	28,56	51,25
10,5	32,62	60,31
12	37,25	69,25
13,5	42,12	79,06
15	47	88,31

Berdasarkan data pada Tabel 9, sup suhu dingin memiliki suhu awal sebelum dipanaskan yaitu 18,06°C dan setelah dipanaskan suhu sup menjadi 47°C sehingga perubahan suhu yang terjadi selama 15 menit adalah 28,94°C. Sedangkan pada sup dengan suhu ruangan yang memiliki suhu awal 28,12°C, setelah dipanaskan suhunya menjadi 88,31°C sehingga perubahan suhu yang terjadi pada jenis makan dengan suhu ruangan setelah 15 menit adalah 60,19°C. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu yang terjadi pada makanan dingin lebih lama dari pada makanan yang memiliki suhu ruangan. Hal ini dikarenakan untuk menaikkan suhu dari makanan dingin membutuhkan energi panas yang tinggi dari pada makanan bersuhu ruangan.

Pengujian Mode Memanaskan 20 Menit

Tabel 10 Pengujian Memasak Makanan 20 Menit

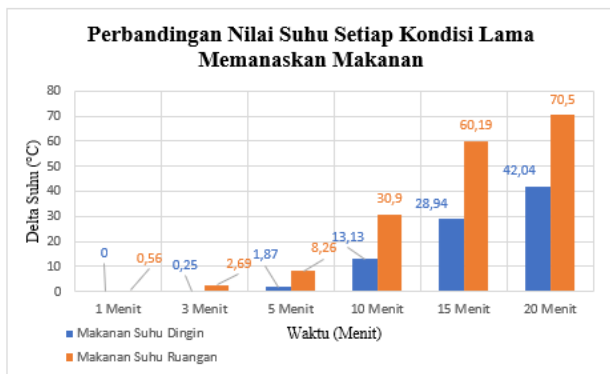
Menit Ke-	Makanan Suhu Dingin (°C)	Makanan Suhu Ruangan (°C)
0	19,71	27,25
2	19,87	27,31
4	20,56	29,87
6	22,75	35,81
8	26,62	44,69
10	31,69	53,88
12	37,06	65
14	42,88	74,19
16	48,88	84
18	55,31	94,75
20	61,75	97,5

Berdasarkan data yang didapatkan pada Tabel 4.17, sup suhu dingin memiliki suhu awal sebelum dipanaskan yaitu 19,17°C dan setelah dipanaskan suhu sup menjadi 61,75°C sehingga perubahan suhu yang terjadi selama 20 menit adalah 42,04°C. Sedangkan pada sup dengan suhu ruangan yang memiliki suhu awal 27,25°C, setelah dipanaskan suhunya menjadi 97,50°C sehingga perubahan suhu yang terjadi pada jenis makan dengan suhu ruangan setelah 20 menit adalah 70,50°C. Dari data tersebut

dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu yang terjadi pada makanan dingin lebih lama dari pada makanan yang memiliki suhu ruangan. Hal ini dikarenakan untuk menaikkan suhu dari makanan dingin membutuhkan energi panas yang tinggi dari pada makanan bersuhu ruangan.

Perbandingan Suhu Makanan dengan Lama Waktu Memanaskan

Perbandingan yang dilakukan yaitu dengan membandingkan lama waktu memanaskan dengan suhu akhir setiap jenis makanan yang dipanaskan. Perbandingan suhu makanan dengan lama waktu memanaskan setiap jenis makanan dapat ditunjukkan pada grafik Gambar 26 berikut.



Gambar 26 Perbandingan Nilai Suhu Setiap Kondisi Lama Memanaskan Makanan

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin lama mode memanaskan yang dipilih, maka semakin besar perubahan suhu yang diperoleh dalam memanaskan makanan, dan apabila makanan yang dipanaskan memiliki suhu yang rendah maka kenaikan suhu akan semakin lama. Begitu pula sebaliknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem mampu menstabilkan suhu pada masing-masing kondisi pada mode memasak *slow cooker* dengan menggunakan pengontrolan fuzzy. Pada kondisi memasak *slow cooker* selama 2 jam kestabilan suhu terjadi pada $\pm 90.8^{\circ}\text{C}$, untuk kondisi memasak *slow cooker* selama 4 jam kestabilan suhu terjadi pada $\pm 81.9^{\circ}\text{C}$ dan untuk kondisi memasak *slow cooker* selama 6 jam kestabilan suhu terjadi pada $\pm 72.4^{\circ}\text{C}$
2. Hasil memasak bubur *slow cooker* selama 6 jam memiliki tekstur yang lebih lembut dari bubur *slow cooker* selama 4 jam, sedangkan hasil memasak bubur dari *slow cooker* selama 4 jam lebih lembut dibandingkan hasil memasak bubur pada *slow cooker* 2 jam.
3. Pada mode memanaskan makanan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan makanan, maka semakin panas makanan yang dihasilkan. Serta semakin rendah (dingin) suhu awal makanan yang akan dipanaskan maka akan semakin lama kenaikan suhu yang dihasilkan.

4. Aplikasi android mampu mengirim perintah mode memasak yang diinginkan ke alat serta mampu menampilkan informasi suhu saat proses memasak sedang berjalan pada alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ekarifin. 2017. Jenis *Rice cooker* Berdasarkan Fiturnya. <http://ricecooker.co.id/jenis-rice-cooker>, diakses pada tanggal 19 Maret 2019.
- [2] Hidayati, N., Aisuwarya, R., Putri, E.R. 2017. *Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Penghangat Nasi Menggunakan Metode Fuzzy Logic*. Jurnal Universitas Muhammadiyah. Jakarta, 1 November 2017.
- [3] Hardianto, T.I. 2018. *Implementasi Metode Fuzzy Logic pada Sistem Kontrol Suhu Rice cooker dengan Fungsi Sebagai Slow cooker*. Journal of Information Technology and Computer Engineering. Padang, Juli 2018.
- [4] Vidiana, Y. 2019. *Smart Rice cooker Dengan Metode Pid untuk Menghangatkan Makanan Menggunakan Aplikasi Android dan Kontrol Suhu Otomatis*. Journal of Information Technology and Computer Engineering. Padang, Januari 2019.
- [5] Miyako. 2017. Manual book miyako MCM 606 B. http://miyako.co.id/assets/manual/IM_MCM-6062.pdf, diakses pada tanggal 23 Maret 2019.
- [6] Miyako. 2017. *Slow cooker* - SC-400. <http://www.miyako.co.id/product/SC-400>, diakses pada tanggal 23 Maret 2019.
- [7] Astria, F., Subito, M., Nugraha, W.D. *Rancang Bangun Alat Ukur PH dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway*. Mektrik, Vol. 1 No.1 September 2017.
- [8] Kusuma, T., Mulia, T.M. 2018. *Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2*. STMIK Atma Luhur Pangkal Pinang, 9 Maret 2018.
- [9] Anonymous. Tanpa tahun. WEMOS Electronics. <https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1>, diakses pada 25 Maret 2019.
- [10] Artanto, H. 2018. *Trainer Iot Berbasis Esp8266 Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Komunikasi Data Dan Interface Di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Uny*. Tugas Akhir. Universita Negri Yogyakarta.
- [11] Kaswidjanti, W., Aribowo, S.A., Wicaksono, B.C. *Implementasi Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto Pada Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Pemilikan Rumah*. Telematika Vol. 10, No. 2, Januari 2014.
- [12] Mubarak, Roy. 2017. *Sistem Cerdas Berbasis Konsep Fuzzy Logic untuk Evaluasi Kinerja Karyawan*. ESIT Vol. XI No. 02 Oktober 2017.
- [13] Fauzan Masykur, 2012. *Impelementasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web*. Semarang: Universitas Diponegoro,
- [14] Yuniar, Supardi. 2014. *Semua Bisa Menjadi Programmer Android*. Elex Media: Bandung.