

Implementasi Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Penghangat Nasi Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Dengan Pengujian Pada Varietas Beras Unggul Sumatera Barat

Ratna Aisuwarya¹, Dody Ichwana Putra²

¹Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Andalas, Padang
e-mail: aisuwarya@fti.unand.ac.id

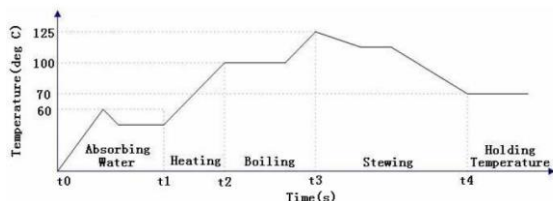
²Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Andalas, Padang
e-mail: dody.ichwana@fti.unand.ac.id

Abstract – One of the problems arising from the absence of temperature setting in the rice cooker is the absence of changes in rice cooker temperature when the quantity of rice is reduced. This causes the quality of the rice to be reduced and dried quickly, due to high temperatures. Tests have been conducted on some superior rice varieties of West Sumatra to see whether the texture and the nature of rice affect the quality of the rice produced. It is assigned a value of 74 ° C as a set point on fuzzy logic for controlling the stability of the heating temperature. Test results show TP rice cooker, without fuzzy logic control produce temperature which tend to rise along with decreasing of mass of rice. The smaller the mass of the rice, the greater the temperature value produced during the heating of the rice. This causes the rice in the rice cooker to dry faster, because the water content of rice more quickly decreased due to higher temperatures. Rice cooker PF, which uses a fuzzy logic control produces a relatively stable temperature even though the mass of the rice has been reduced, since the system will maintain the temperature to stay within the set points of 74 ° C.

Key Word: Temperature, Rice Cooker, Fuzzy Logic

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan standar kehidupan manusia, ekspektasi terhadap kualitas dan efisiensi hidup juga meningkat. Perangkat elektronik rumah tangga menjadi peralatan penunjang utama dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah *rice cooker* (penanak nasi) yang sudah umum dimiliki oleh masyarakat Indonesia. Kegunaan yang paling penting dari *rice cooker* adalah efisiensi waktu dalam menanak nasi. Seperti terlihat pada gambar 1, terdapat 5 tahapan dalam proses menanak nasi : *absorbing water* (penyerapan air), *heating* (pemanasan), *boiling* (pendidihan), *stewing* (perebusan), dan *holding* (mempertahankan) (Yang, Sun, Zhong, & Su, 2006).



Gambar 1. Tahapan Proses Menanak nasi

Tahapan proses menanak nasi pada *Rice cooker* pada umumnya dilakukan dengan dua fungsi yaitu memasak (*cooking*) dan memanaskan (*warming*). Pada saat memasak atau memanaskan arus listrik akan mengalir ke elemen pemanasnya masing-masing. Dari kondisi elemen pemanas inilah dapat

diketahui berapa suhu pada saat memasak atau memanaskan nasi. *Rice cooker* yang dijual di Indonesia dengan harga relatif murah umumnya belum dilengkapi pengaturan suhu pada saat memanaskan nasi. Pada saat memanaskan nasi, suhu yang dihasilkan relatif tidak sama untuk kuantitas nasi yang berbeda. Tidak adanya pengaturan suhu pada keadaan ini akan mempengaruhi kualitas nasi. Salah satu masalah yang timbul akibat tidak adanya pengaturan suhu pada *rice cooker* adalah tidak adanya perubahan suhu *rice cooker* saat kuantitas nasi berkurang. Hal ini menyebabkan kualitas nasi menjadi berkurang dan cepat kering, akibat suhu yang tetap tinggi. Dalam hal ini dapat diberikan dugaan awal apakah perubahan suhu berbanding lurus atau berbanding terbalik terhadap massa nasi. Sistem kontrol ini hanya digunakan untuk pengontrolan suhu selama memanaskan (*warming*). Pendeteksian suhu menggunakan sensor suhu DS18B20 yang memiliki karakteristik yang tahan terhadap air. Pengujian akan dilakukan terhadap beberapa varietas beras unggul Sumatera Barat untuk melihat apakah tekstur dan sifat beras mempengaruhi kualitas nasi yang dihasilkan. Untuk mengontrol kestabilan suhu selama memanaskan nasi dilakukan pengontrolan tegangan yang digunakan selama memanaskan nasi.

Penelitian yang akan dilakukan berdasarkan hasil kajian dari penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya sebagai bahan perbandingan dan kajian. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian

yaitu mengenai sistem kontrol suhu pada *rice cooker*. Ada beberapa penelitian sebelumnya yang membahas mengenai pengontrolan suhu pada *rice cooker*. Pada penelitian (Yusanto & Hadi, 2009), pengontrolan suhu pada *rice cooker* dilakukan untuk proses menanak nasi (*cooking*). Suhu yang diinginkan pada proses *cooking* diinputkan melalui sebuah *keypad*. Sistem akan membaca suhu yang dihasilkan oleh elemen pemanas menggunakan sensor suhu LM35.

Kemudian pada penelitian (Rajesh, Rao, & Reddy, n.d.), proses pengontrolan suhu untuk proses *cooking* telah menggunakan metode *fuzzy logic*. Sistem ini tidak menggunakan sensor suhu sebagai *feedback*. Parameter input yang digunakan adalah jumlah air, kuantitas beras dan waktu. Kemudian *fuzzy logic* akan memproses input tersebut untuk menghasilkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menanak nasi dan secara otomatis mengatur suhu. Sedangkan penelitian yang berkaitan dengan kontrol suhu pada proses *warming* belum secara spesifik dilakukan. Penelitian (Herath, Weliwita, Witharana, Lanka, & Lanka, 2016) membahas tentang pengaruh kelembaban beras terhadap waktu menanak nasi. Beras yang telah direndam terlebih dahulu dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam proses menanak nasi. Pengujian dilakukan dengan beberapa level perendaman untuk menghasilkan tingkat kelembaban yang berbeda.

Berdasarkan kajian diatas, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai kontrol suhu pada *rice cooker* pada proses *warming* perlu dilakukan, sehubungan dengan belum adanya kajian ilmiah yang membahas tentang pengaruh suhu terhadap kelembaban nasi yang dihasilkan. Terutama untuk beberapa varietas beras unggul Sumatera Barat, yang memiliki nilai kelembaban serta terstruktur yang berbeda-beda.

Varietas padi beras unggulan Sumatera Barat secara umum berbeda dengan varietas unggulan nasional seperti Ciherang, Mekongga, IR 64, Situbagendit, dan lain-lain. Hal ini dikarenakan konsumen Sumatera Barat lebih memilih varietas padi yang memiliki karakteristik cita rasa nasi enak dengan ciri khas tekstur nasi pera yang banyak diperoleh dari varietas unggulan lokal sehingga varietas lokal daerah ini semakin berkembang ditingkat petani seperti Anak Daro, Batang Piaman Junjung, dan Kuruik Kusuik, dan lain-lain (PPMB-TPH, 2016).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental (*Experimental Research*). Penelitian eksperimen yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh terhadap perlakuan suatu variabel tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkontrol dan mengungkapkan hubungan sebab-akibat antara variabel dan

menguji pengaruh variabel-variabel tersebut. Pada penelitian kali ini dilakukan dua jenis perancangan sistem, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak

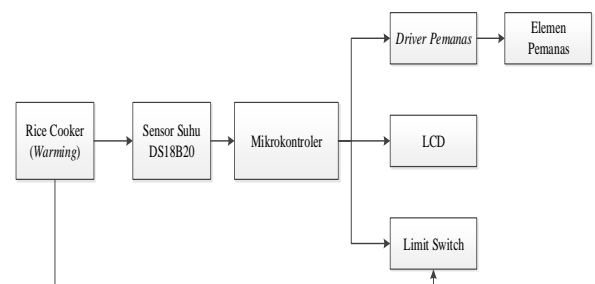
a. Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras, sistem membutuhkan sebuah *rice cooker*, yang berisi nasi sebagai objek penelitian. Penelitian dilakukan dengan cara mendeteksi suhu pada kondisi *warming* menggunakan sensor DS18B20. Suhu pada kondisi *warming* akan dikontrol pada titik suhu tertentu dengan cara mengatur tegangan pada *rice cooker* ke elemen pemanas agar suhu berada pada titik tertentu.

b. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak meliputi proses pembacaan suhu dengan menggunakan sensor DS18B20, pengolahan data sensor dan pengambilan keputusan dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Pembacaan sensor, dan pengolahan data tersebut diprogram dengan menggunakan Arduino IDE.

Penelitian yang akan dirancang, dibuat dengan mengacu pada diagram blok sistem pada Gambar 2.



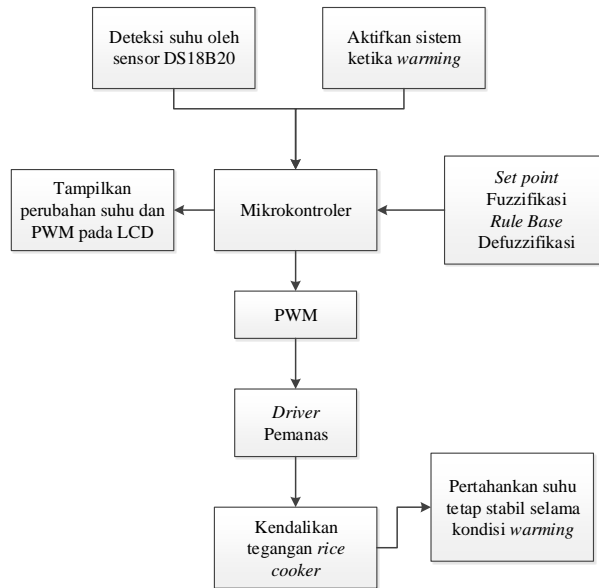
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Berdasarkan gambar 2 sistem yang akan dirancang yaitu sistem akan aktif jika keadaan telah terpenuhi, dimana rice cooker dalam kondisi *warming* setelah tahap *cooking*. Penanda sistem ini aktif adalah limit switch dalam kondisi ON. Pada kondisi ini sistem akan mulai aktif dan akan mulai pengukuran suhu nasi pada rice cooker dengan menggunakan sensor suhu DS18B20.

Sistem pengontrolan akan aktif pada kondisi *warming* setelah tahap *cooking*. Selanjutnya akan dilakukan pembacaan suhu dengan menggunakan sensor DS18B20. Pengontrolan suhu dilakukan dengan cara mengatur tegangan yang masuk berdasarkan sinyal PWM dari output fuzzy logic. Apabila suhu lebih rendah atau lebih tinggi dari set point yang ditetapkan maka tegangan akan diubah agar suhu sama dengan set point.

Perancangan himpunan dan fungsi keanggotaan fuzzy dilakukan dalam tahapan fuzzifikasi, yaitu keanggotaan untuk *ESuhu* dan *DESuhu*. Tahap selanjutnya yaitu inferensi rule base dengan metode min dan terakhir yaitu defuzzifikasi dengan

metode weight of average. Pada tahap defuzzifikasi dilakukan proses perhitungan untuk menentukan output (berupa nilai PWM) yang akan mempengaruhi tegangan sekaligus suhu.



Gambar 3. Blok Diagram Proses

1. Perancangan himpunan dan keanggotaan Fuzzy

Metode yang digunakan dalam fuzzy logic adalah metode fuzzy Sugeno (Reyes, 2012) dengan inferensi Orde-Nol. Variabel fuzzy yang digunakan yaitu *error* dan *delta error*.

a. 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). Untuk mendapatkan variabel *error* dapat digunakan persamaan 3.1.

$$Error = Sp - T \quad (2.1)$$

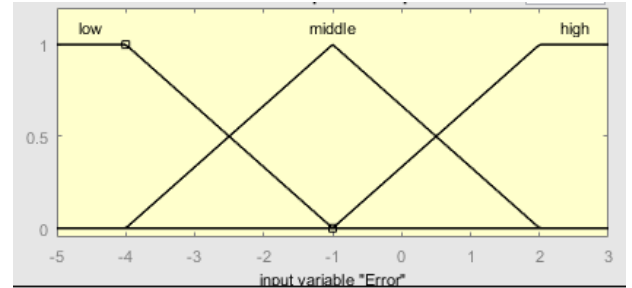
Keterangan :

Sp = Set Point

T = Suhu actual

Fungsi keanggotaan *error* ditentukan dengan melihat perubahan suhu pada rentang suhu tertentu, sehingga dapat dilihat nilai *error* terkecil hingga nilai *error* terbesar.

Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk variabel *error*.



Gambar 2. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Error

Range dari fungsi keanggotaan variabel *error* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Fungsi Keanggotaan Variabel Error

Input	Range (°C)
Low	≤ -4 s/d -1
Middle	-4 s/d 2
High	-1 s/d ≥ 2

1. Low (L)

$$\mu L(e) = \begin{cases} 1, & e < -4 \\ \frac{-1-(e)}{-2-(-1)}, & -4 \leq e \leq -1 \\ 0, & e > -4 \end{cases} \quad (2.2)$$

2. Middle (M)

$$\mu M(e) = \begin{cases} 0, & e < -4 \text{ atau } e > -1 \\ \frac{e-(-4)}{-1-(-4)}, & -4 \leq e \leq -1 \\ \frac{2-e}{2-(-1)}, & -1 \leq e \leq 2 \end{cases} \quad (2.3)$$

3. High (H)

$$\mu H(e) = \begin{cases} 0, & e < -1 \\ \frac{e-(-1)}{2-(-1)}, & -1 \leq e \leq 2 \\ 1, & e > 2 \end{cases} \quad (2.4)$$

b. Delta Error ($\Delta Error$)

$\Delta Error$ merupakan selisih antara *error* yang terbaca saat ini dengan *error* sebelumnya. Untuk mencari nilai $\Delta Error$ dapat digunakan persamaan 2.5 di bawah ini.

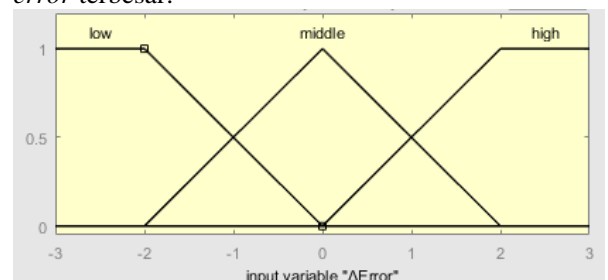
$$\Delta Error = e_n - e_{n-1} \quad (2.5)$$

Keterangan :

e_n = *error* saat ini

e_{n-1} = *error* sebelumnya

Fungsi keanggotaan $\Delta Error$ ditentukan dengan melihat perubahan nilai *error* terkecil hingga nilai *error* terbesar.



Gambar 3. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel $\Delta Error$

Range dari fungsi keanggotaan variabel $\Delta error$ dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Input	Range ($^{\circ}C$)
Low	≤ -2 s/d 0
Middle	-2 s/d 2
High	0 s/d ≥ 2

1. Low (L)

$$\mu L(de) = \begin{cases} 1, & de < -2 \\ \frac{0-(de)}{0-(-2)}, & -2 \leq de \leq 0 \\ 0, & de > 0 \end{cases} \quad (2.6)$$

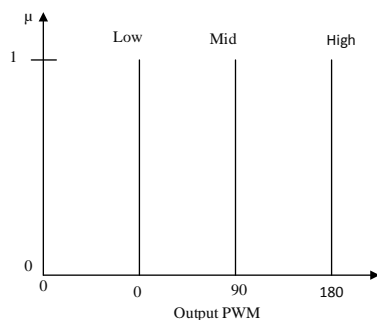
2. Middle (M)

$$\mu M(de) = \begin{cases} 0, & de < -2 \text{ atau } de > 0 \\ \frac{de-(-2)}{0-(-2)}, & -2 \leq de \leq 0 \\ \frac{2-de}{2-0}, & 0 \leq de \leq 2 \end{cases} \quad (2.7)$$

3. High (H)

$$\mu H(de) = \begin{cases} 0, & de < 0 \\ \frac{de-0}{2-0}, & 0 \leq de \leq 2 \\ 1, & de > 2 \end{cases} \quad (2.8)$$

Output fuzzy berupa nilai PWM yang nilainya antara 0-255. Variabel keanggotaan untuk nilai PWM yang digunakan yaitu low, mid, dan high. Nilai keanggotaan dari variabel tersebut bersifat konstan, yaitu 40 untuk low, 80 untuk mid dan 120 untuk high.



Gambar 4. Output PWM

2. Perancangan aturan (Rule)

Aturan fuzzy digunakan sebagai referensi bagi kontroler dalam menentukan nilai keluaran fuzzy. Dalam penelitian kali ini 9 aturan *rule base* dari fuzzy yang dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Rule Fuzzy Logic

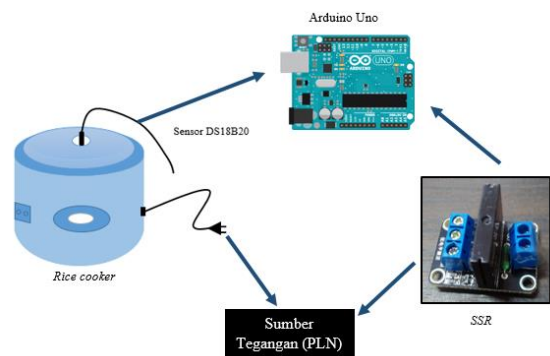
Delta Error	Error		
	H	M	L
H	L	M	M
M	L	M	H
L	L	H	H

3. Defuzzifikasi

Pada tahap defuzzifikasi digunakan metode *weight of average*. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan nilai output (Z) dari *fuzzy logic*. Rumus untuk mendapatkan Z dapat dilihat pada persamaan 2.9 dibawah ini.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i \times z_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (2.9)$$

4. Perancangan Sistem Keseluruhan



Gambar 5. Perancangan Mekanik

Proses pengujian menggunakan *rice cooker* sebagai alat utama dengan kapasitas memasak sebesar 2 Liter. Pendeteksian suhu dimulai pada kondisi *warming* setelah proses *cooking*. Sensor suhu diletakkan pada *cover aluminium rice cooker*. Posisi ini berdekatan dengan salah satu elemen pemanas yaitu elemen pemanas bagian atas. *Rice cooker* akan terhubung ke sistem pengontrolan yang terdiri dari Arduino Uno dan SSR.



Gambar 6. Rangkaian Sistem Keseluruhan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penetapan Set Poin Suhu

Bentuk pengujian untuk menentukan set poin suhu penghangat nasi dilakukan dengan menggunakan sensor suhu yang dipasang pada *Rice Cooker*.

Perubahan suhu pada saat menghangatkan nasi selama 24 jam dicatat. Berdasarkan rata-rata suhu yang dihasilkan, ditentukan suhu set poin yang akan digunakan sebagai set poin pada *fuzzy logic*.

Tabel 4. Perubahan Suhu Penghangat Nasi

Jam ke-	Suhu saat <i>Warming</i> (°C)
1	76,62
2	74,5
3	75
4	74,81
5	74,44
6	74,37
7	74,12
8	74,5
9	74,44
10	72,75
11	74,12
12	73,31
13	73,69
14	73,12
15	74,44
16	74,75
17	74,44
18	75,37
19	74,75
20	75
21	75,87
22	75,94
23	75,62
24	75,5

Berdasarkan Tabel 5, suhu yang dihasilkan selama pengujian 24 jam bersifat fluktuatif dengan selisih pengukuran yang cukup kecil. Dari pengukuran yang dilakukan selama 24 jam terlihat suhu relatif stabil pada titik 74°C (pada jam ke 4 sampai jam ke 9). Nilai inilah yang dijadikan sebagai set poin pada *fuzzy logic* untuk pengontrolan kestabilan suhu penghangat nasi. Gambar 9 berikut merupakan tampilan suhu pada sistem.



Gambar 9. Tampilan Suhu pada Sistem

3.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dengan alat yang telah dirancang dilakukan dengan penentuan komposisi beras dan air. Sedangkan waktu memasak (*cooking*) tidak diatur oleh sistem. Tahap awal diuji perubahan suhu pada volume tertentu selama 24 jam tanpa pengontrolan dan menggunakan pengontrolan *fuzzy logic*. Kemudian perubahan suhu yang diperoleh tanpa pengontrolan dibandingkan dengan suhu yang diperoleh dengan pengontrolan *fuzzy logic* terhadap kualitas nasi masing-masing jenis beras. Jenis beras yang diujikan dapat dilihat pada Tabel 6. Sedangkan komposisi beras dan air diatur sama untuk setiap jenis beras yaitu, beras 850 Gram dan air 1,6 liter.

Tabel 5. Jenis Beras yang Diujikan

No.	Jenis Beras	Berat	Volume Air
1	Sokan Super	850 Gram	1,6 Liter
2	Anak Daro		
3	Ceredek		
4	Pandan Wangi		
5	IR 42		

Masing-masing jenis beras diuji selama 24 jam dalam 3 kondisi pengurangan nasi yaitu, massa nasi penuh (3300 Gram) tanpa pengurangan atau kondisi 100%, massa nasi lebih kurang setengah bagian dari massa semula atau kondisi 50%, dan massa nasi lebih kurang seperempat bagian dari massa semula atau kondisi 25%. Nasi yang telah melewati waktu 24 jam tanpa pengontrolan *fuzzy* dibandingkan dengan nasi yang telah dihangatkan dengan sistem pengontrolan *fuzzy* ini. Tabel 7 menunjukkan perlakuan uji pada kondisi nasi pada saat *warming*.

Tabel 6. Perlakuan Uji Nasi Saat *Warming*

No.	Metode	Berat Nasi		
1	Tanpa Pengontrolan (TP)	3300 Gram	1650 Gram	825 Gram
2	Dengan Pengontrolan <i>Fuzzy</i> (PF)	(Kondisi 100%)	(Kondisi 50%)	(Kondisi 25%)

3.2.1 Pengujian Kondisi 100%

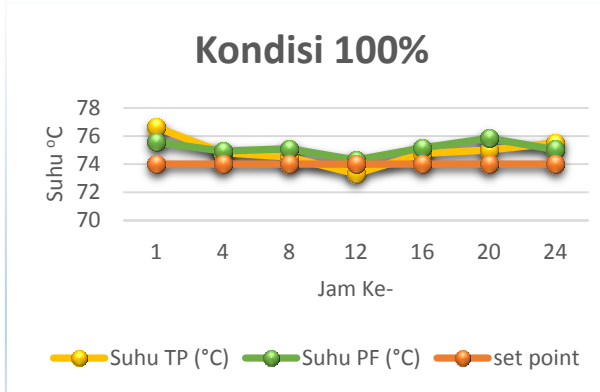
Pengujian kondisi 100% diperoleh saat nasi masih belum dikurangi massanya yaitu seberat kondisi awal hasil dari 3300 Gram beras. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Perubahan Suhu *Rice Cooker* dengan Kondisi 100%

Jam ke-	Suhu TP (°C)	Suhu PF (°C)
1	76,62	75,56
4	74,81	74,92
8	74,5	75,09

12	73,31	74,29
16	74,75	75,15
20	75	75,84
24	75,5	75,03

Berdasarkan Tabel 8, suhu yang dihasilkan selama pengujian 24 jam relatif stabil di rentang 75-76°C untuk TP dan 74-75°C untuk PF. Sistem dapat mempertahankan suhu lebih baik ketika dikontrol dengan *fuzzy logic*. Jika dibandingkan dua kondisi pengujian tersebut tidak jauh berbeda, hal ini disebabkan oleh kondisi nasi yang belum dikurangi volumenya. Sehingga, suhu *rice cooker* tanpa pengontrolan masih berada di rentang yang tepat untuk kondisi menghangatkan nasi. Perbandingan suhu TP dan PF dapat dilihat pada grafik gambar 22 berikut.



Gambar 10 Perbandingan Nilai Suhu TP dan PF Kondisi 100%

3.2.2 Pengujian Kondisi 50%

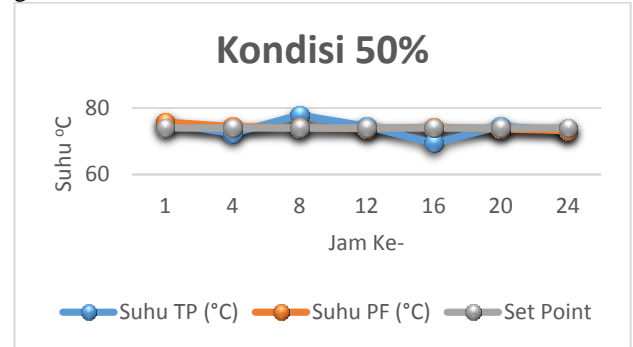
Pengujian kondisi 50% diperoleh saat nasi dikurangi separuh dari massa awal yaitu seberat 1650 Gram. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8 Perubahan Suhu *Rice Cooker* dengan Kondisi 50%

Jam ke-	Suhu TP (°C)	Suhu PF (°C)
1	75,62	75,76
4	72,31	74,42
8	77,87	74,04
12	74,5	73,83
16	69,44	74,2
20	74,56	73,71
24	73,12	73,26

Berdasarkan Tabel 9, dapat dilihat perubahan suhu yang fluktuatif untuk TP di rentang 69-78°C dan relatif stabil untuk PF di rentang 73-75°C. Sistem tanpa pengontrolan fuzzy tidak bisa menjaga kestabilan suhu karena ketika volume nasi dikurangi, suhu panci cenderung naik karena panas dari elemen pemanas tetap sama. Sedangkan sistem dengan

pengontrolan *fuzzy logic* dapat mempertahankan suhu lebih baik. Perbandingan suhu TP dan PF dengan kondisi 50% dapat dilihat pada grafik gambar 23 berikut.



Gambar 11 Perbandingan Nilai Suhu TP dan PF Kondisi 50%

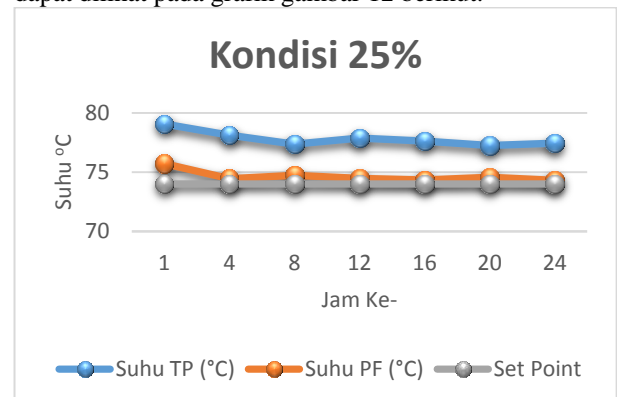
3.2.3 Pengujian Kondisi 25%

Pengujian kondisi 25% diperoleh saat nasi dikurangi sampai dengan massa nasi menjadi 25% dari massa awal yaitu seberat 825 Gram. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9 Perubahan Suhu *Rice Cooker* Kondisi 25%

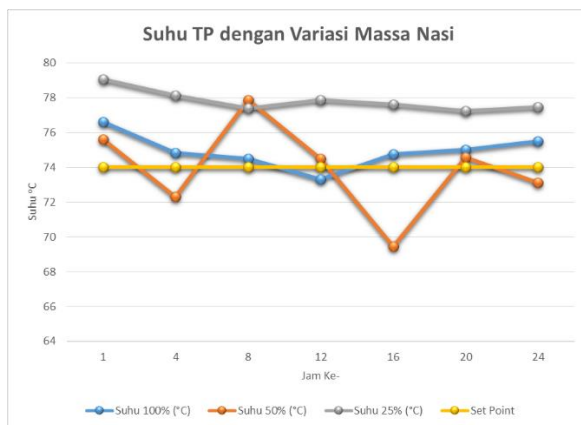
Jam ke-	Suhu TP (°C)	Suhu PF (°C)
1	79,06	75,72
4	78,12	74,44
8	77,37	74,73
12	77,87	74,47
16	77,62	74,34
20	77,25	74,56
24	77,44	74,31

Berdasarkan Tabel 10, rentang suhu TP berada di rentang 77-79°C dan cenderung stabil di suhu 77°C. sehingga nasi yang dihangatkan menjadi lebih cepat kering dibandingkan dengan sistem dengan pengontrolan *fuzzy logic* yang dapat mempertahankan suhu di rentang 74-75°C. Perbandingan suhu TP dan PF dengan kondisi 25% dapat dilihat pada grafik gambar 12 berikut.

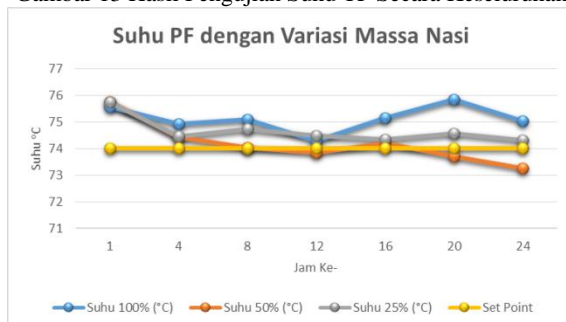


Gambar 12 Perbandingan Nilai Suhu TP dan PF

Secara keseluruhan, *rice cooker* TP, tanpa pengontrolan *fuzzy logic* menghasilkan suhu yang cenderung naik seiring dengan berkurangnya massa nasi. Semakin kecil massa nasi, semakin besar nilai suhu yang dihasilkan selama memanaskan nasi. Hal ini menyebabkan nasi yang ada dalam *rice cooker* menjadi lebih cepat kering, karena kadar air nasi lebih cepat berkurang akibat suhu yang lebih tinggi. Sedangkan pada *rice cooker* PF, yang menggunakan kontrol *fuzzy logic* menghasilkan suhu yang relatif stabil meskipun massa nasi telah berkurang, karena sistem akan mempertahankan suhu agar tetap berada sesuai set poin yaitu 74°C. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 13 dan 14 berikut. Gambar 13 menunjukkan suhu *rice cooker* cenderung naik seiring dengan berkurangnya massa nasi. Sedangkan pada gambar 14, dengan PF terlihat sistem dapat mempertahankan kestabilan suhu *rice cooker* untuk berada pada rentang suhu 74°C.



Gambar 13 Hasil Pengujian Suhu TP Secara Keseluruhan



Gambar 14 Hasil Pengujian Suhu PF Secara Keseluruhan

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil pengujian, suhu pada *rice cooker* pada saat menghangatkan nasi meningkat seiring dengan berkurangnya massa nasi.

2. Suhu yang dihasilkan selama pengujian 24 jam bersifat fluktuatif dengan selisih pengukuran yang cukup kecil. Dari hasil pengukuran tersebut suhu relatif stabil pada titik 74°C (pada jam ke 4 sampai jam ke 9).
3. Ditetapkan nilai 74°C sebagai set poin pada *fuzzy logic* untuk pengontrolan kestabilan suhu penghangat nasi.
4. *Rice cooker* TP, tanpa pengontrolan *fuzzy logic* menghasilkan suhu yang cenderung naik seiring dengan berkurangnya massa nasi. Semakin kecil massa nasi, semakin besar nilai suhu yang dihasilkan selama memanaskan nasi. Hal ini menyebabkan nasi yang ada dalam *rice cooker* menjadi lebih cepat kering, karena kadar air nasi lebih cepat berkurang akibat suhu yang lebih tinggi.
5. *Rice cooker* PF, yang menggunakan kontrol *fuzzy logic* menghasilkan suhu yang relatif stabil meskipun massa nasi telah berkurang, karena sistem akan mempertahankan suhu agar tetap berada sesuai set poin yaitu 74°C.

4.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian awal, terdapat saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Untuk mendapatkan pengukuran suhu yang lebih akurat, sebaiknya sensor diletakkan di beberapa titik di sekeliling *rice cooker*.
2. Perlu pengukuran set poin dengan jenis beras yang berbeda.

REFERENSI

- Herath, H. M. I. U., Weliwita, J. A., Witharana, S., Lanka, S., & Lanka, S. (2016). Effect of Moisture Content on Cooking Time of Rice, (October).
- PPMB-TPH, B. B. (2016). Koleksi Varietas Unggulan Provinsi Sumatera Barat.
- Rajesh, K., Rao, D. R., & Reddy, K. V. (n.d.). A Comprehensive Study on Making Food Using Rice Cooker with Fuzzy Logic Technique. Retrieved from <http://ijcsit.com/docs/Volume 4/Vol4Issue2/ijcsit20130402012.pdf>
- Reyes, N. H. (2012). Fuzzy Inference Systems.
- Yang, S., Sun, X., Zhong, C., & Su, Z. (2006). Research and Realization of the Cooking Process and Fuzzy Controller for the Rice Cooker *, 7869–7873.
- Yusanto, & Hadi, D. (2009). Kontrol Temperatur Rice Cooker Berbasis Mikrokontroler AT Mega 16. *SKRIPSI Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknik UM, 0(0)*. Retrieved from <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TE/article/view/2759>