

Implementasi Fuzzy Logic Controller pada Rice Cooker untuk Varietas Beras Ketan

Implementation of Fuzzy Logic Controller on Rice Cooker for Glutinous Rice Variety

¹Ratna Aisuwarya dan ²Riddha Yuliharti

Program Studi Sistem Komputer, Universitas Andalas, Semarang
e-mail: ¹aisuwarya@fti.unand.ac.id, ²riddhayuliharti@gmail.com

Abstrak

Selain beras putih, terdapat beberapa jenis beras yang beredar di pasaran seperti beras merah, beras hitam serta beras ketan dengan bentuk, struktur dan kandungan yang berbeda. Perbedaan ini membutuhkan cara pengolahan yang berbeda pula. Beras ketan memiliki tekstur yang jauh lebih keras tetapi juga mudah lembek. Di Indonesia, rice cooker yang dijual dipasaran masih digunakan untuk memasak beras biasa. Proses memasak ketan menggunakan rice cooker tentu bisa dilakukan. Tetapi, untuk mengolah beras ketan dengan rice cooker dibutuhkan metode yang tepat. Penelitian ini menerapkan konsep kontrol rice cooker menggunakan metode fuzzy logic untuk jenis beras ketan. Pengontrolan dilakukan pada tahapan merendam (soaking) dengan nilai set poin suhu 30 °C. Fuzzy Logic akan menghasilkan nilai PWM sebagai output, sehingga dapat memberikan nilai tegangan yang sesuai agar suhu rice cooker akan tetap stabil di titik 30 °C selama 30 menit. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan untuk 3 jenis massa beras menunjukkan bahwa perbedaan massa tidak mempengaruhi lamanya fase merendam, karena telah diimbangi dengan penggunaan air yang sesuai. Ketan yang dimasak menggunakan rice cooker yang dikontrol memiliki tekstur yang lunak dan lengket serta matang secara merata jika dibandingkan dengan ketan yang dimasak tanpa pengontrolan.

Keywords : Rice Cooker, Fuzzy Logic, Beras Ketan

Abstract

Besides white rice, there are several types of rice on the market such as brown rice, black rice and glutinous rice with different shapes, structures and content. This difference requires a different way of processing. The glutinous rice has a much harder texture but is also easy to soften. In Indonesia, rice cooker sold in the market is still used to cook white rice. Certainly, glutinous rice can be cooked by rice cooker. However, to cook glutinous rice with rice cooker required the right method. This research applies rice cooker control concept using fuzzy logic method for cooking glutinous rice. Control is done at soaking stage with set value point temperature 30°C. Fuzzy Logic will produce PWM value as output, so it can give the appropriate voltage value so that the temperature of rice cooker will remain stable at 30°C for 30 minutes. Test result for 3 types of rice mass shows that the mass difference does not affect the duration of the soaking phase, since it has been balanced by appropriate water usage. The glutinous rice cooked using a controlled rice cooker has a soft, sticky texture and is cooked evenly when compared to the cooked rice without control.

Keywords : Rice Cooker, Fuzzy Logic, Glutinous Rice

1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis beras yang sering digunakan sebagai bahan dasar olahan kue tradisional adalah beras ketan. Secara fisik, beras ketan memiliki ukuran yang lebih besar dan warna butiran putih pekat serta kandungan *amilopektin* yang lebih tinggi sehingga memiliki tekstur yang jauh lebih keras tetapi juga mudah lembek. Untuk mendapatkan hasil yang baik, diperlukan cara memasak yang berbeda daripada cara memasak beras biasa. Pada umumnya memasak beras ketan dilakukan secara tradisional (manual) yaitu dengan cara direndam selama beberapa saat kemudian dilanjutkan dengan cara dikukus, tujuannya agar air dapat meresap ke dalam beras ketan dan membuat teksturnya menjadi lebih lunak. Namun cara ini masih kurang efektif karena menyita waktu yang lama serta harus dilakukan secara cermat.

Adapun perangkat elektronik yang digunakan untuk memasak beras putih adalah *rice cooker*. Di Indonesia, *rice cooker* yang dijual dipasaran masih digunakan untuk memasak beras biasa sedangkan untuk jenis beras lainnya seperti beras ketan belum ada alat yang spesifik dibuat untuk itu. Proses memasak ketan menggunakan *rice cooker* tentu bisa dilakukan. Tetapi, untuk mengolah beras ketan dengan *rice cooker* dibutuhkan metode yang tepat.

Beberapa penelitian terkait sistem kontrol *rice cooker* telah ada sebelumnya. Simulasi kontrol menggunakan Matlab dilakukan pada penelitian [1][2]. Penelitian [3] membahas skema inferensi menggunakan *fuzzy controller* untuk memperkirakan jumlah beras dan air yang digunakan dalam memasak. Penelitian [4] menggunakan metode yang sama untuk mengatur daya pemanas berdasarkan berat beras yang digunakan. Sedangkan penelitian [5] dan [6] fokus pada waktu memasak berdasarkan tingkat kelembapan nasi. Adapun [7] membahas mengenai sistem kontrol kestabilan suhu penghangat nasi menggunakan metode *fuzzy logic*. Sistem kontrol ini digunakan untuk pengontrolan suhu selama memanaskan (*warming*). penelitian-penelitian tersebut semua menggunakan objek penelitian beras putih. Sehingga dirasa perlu dilakukan penelitian untuk menerapkan konsep kontrol menggunakan metode *fuzzy logic* untuk jenis beras khususnya ketan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Analisa Kebutuhan Sistem

Untuk mempermudah analisa terhadap sebuah sistem, ada beberapa analisa kebutuhan yang akan dilakukan pada penelitian ini, yaitu :

2.1.1 Kebutuhan Fungsional (*Functional Requirement*)

Kontrol suhu pada *rice cooker* yang dirancang akan menghasilkan sebuah sistem yang dapat menjadikan *rice cooker* sebagai alternatif dalam memasak beras ketan. Dalam perancangan, sensor suhu DS18B20 harus mampu membedakan 3 tahapan proses memasak ketan selama kondisi cook yang terdiri dari proses perendaman (*soaking*), memanaskan (*heating*) dan mendidihkan (*boiling*). Dimana setiap proses membutuhkan suhu yang berbeda. Proses kontrol suhu dilakukan dengan cara mengontrol tegangan *rice cooker* sehingga suhu yang dihasilkan sesuai dengan set point yang diinginkan. Pengontrolan suhu *rice cooker* hanya dilakukan pada satu tahapan proses (dalam hal ini selama tahap perendaman). Nilai suhu untuk setiap proses akan ditampilkan pada LCD.

2.1.2 Kebutuhan Non Fungsional (*Non Functional Requirement*)

Kebutuhan non-fungsional pada sistem ini berkaitan dengan karakteristik dari beras ketan agar sistem dapat berjalan dengan baik. Umumnya karakteristik beras ketan yang dimaksud dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Beras ketan memiliki tekstur yang lebih keras dibandingkan beras biasa.

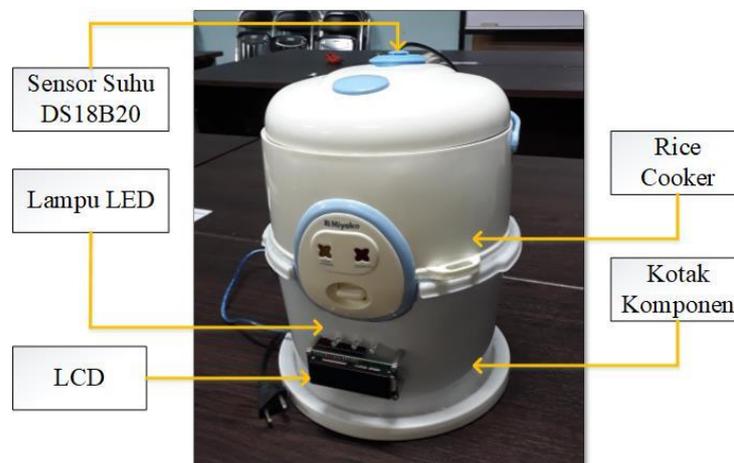
2. Beras ketan sangat mudah lengket dibandingkan beras biasa
3. Beras ketan biasanya diolah melalui proses perendaman dan kemudian diuapkan (dikukus). Tujuannya agar air dapat meresap kedalam beras ketan sehingga membuat teksturnya menjadi lunak.

2.2 Perancangan Sistem

Pada penelitian kali ini dilakukan dua jenis perancangan sistem, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

2.2.1 Perancangan Perangkat Keras

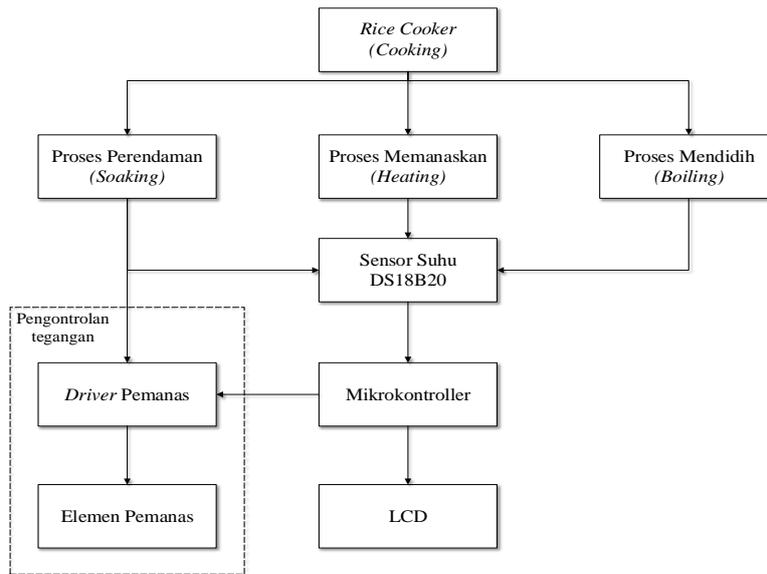
Pada perancangan perangkat keras, sistem membutuhkan sebuah *rice cooker* dengan objek penelitian yaitu beras ketan. Komponen hardware sistem terdiri dari *Arduino Uno*, sensor DS18B20, LCD dan *solid state relay* (SSR). Bentuk rancangan umum sistem dari sistem kontrol suhu pada *rice cooker* untuk memasak ketan dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



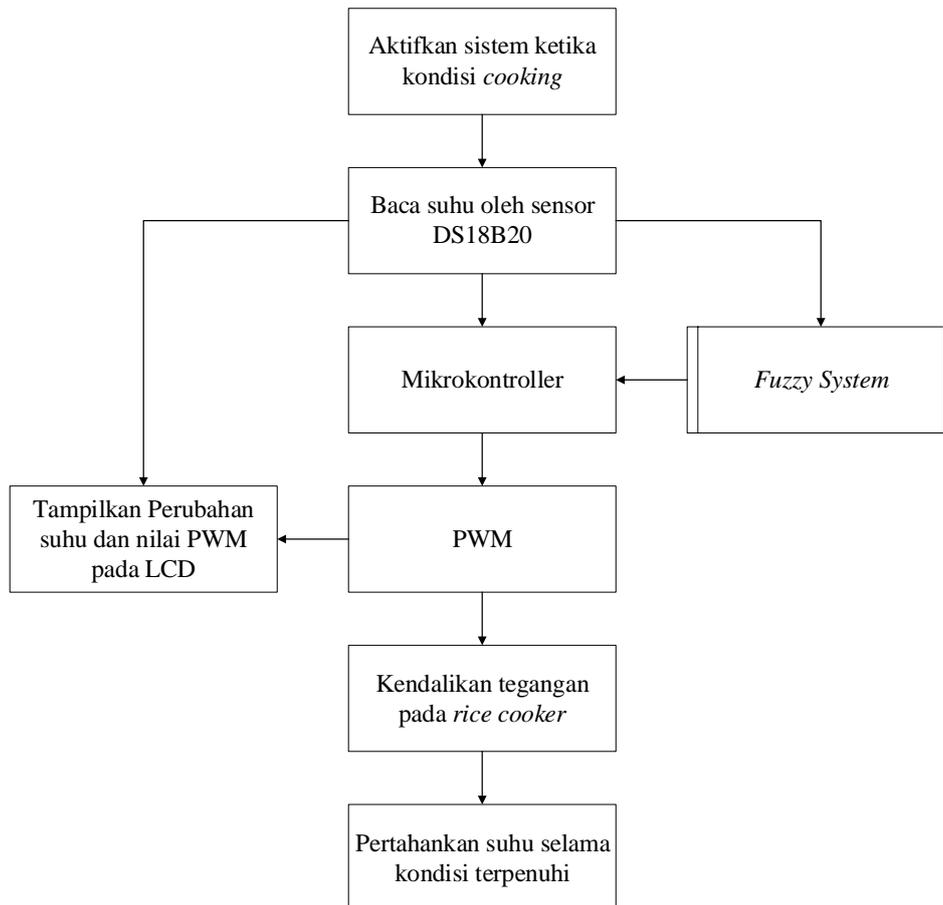
Gambar 1 Rancangan Sistem

2.2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak meliputi proses pembacaan suhu dengan menggunakan sensor DS18B20, pengolahan data sensor pada mikrokontroler agar mendapatkan output sesuai kondisi serta pengambilan keputusan dengan menggunakan metode fuzzy logic. Berikut merupakan rancangan proses yang akan dilakukan saat sistem dioperasikan :



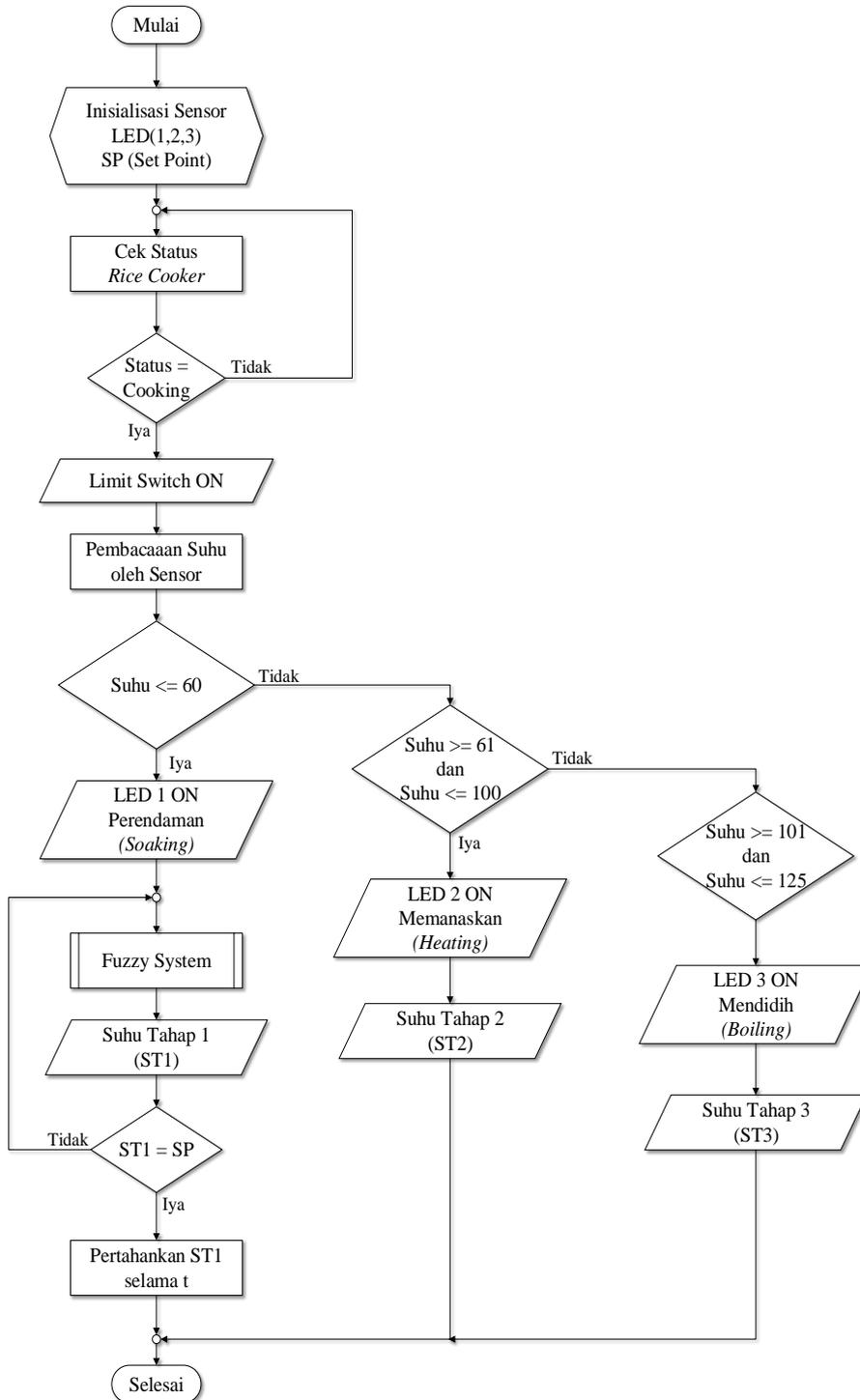
Gambar 2 Blok Diagram Sistem



Gambar 3 Blok Diagram Proses (Selama tahap perendaman)

Berdasarkan gambar 2 dan gambar 3, sistem yang akan dirancang yaitu sistem akan aktif jika keadaan telah terpenuhi, dimana *rice cooker* dalam kondisi *cooking*. Penanda sistem ini aktif adalah limit switch dalam kondisi ON yang akan menyalakan LED1. Pada kondisi ini terdapat 3 proses yaitu proses perendaman, proses memanaskan, dan proses mendidihkan.

Selanjutnya sistem akan mulai membaca nilai suhu pada *rice cooker* dengan menggunakan sensor suhu DS18B20. Nilai yang terbaca akan menjadi inputan untuk mendapatkan output yang diinginkan. 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*. Proses pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler yang hasilnya akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 4 Flowchart Keseluruhan Sistem

Secara sistematis, alur fungsi sistem dapat dilihat pada *flowchart* gambar 4. Berdasarkan *flowchart* tersebut, sistem pengontrolan ini bekerja pada kondisi *cook* yang akan ditandai dengan pengaktifan limit switch, kemudian akan dimulai proses pembacaan suhu dan pengontrolan kestabilan suhu (selama tahap perendaman) dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Suhu yang terbaca akan diolah untuk menghasilkan nilai output yang dibutuhkan. Output yang diperoleh akan mempengaruhi tegangan pada *rice cooker* selama tahap perendaman sekaligus mempengaruhi suhu pada saat itu. Jika suhu yang diperoleh sama dengan *set point* maka akan dipertahankan suhu pada titik tersebut selama waktu yang sudah ditentukan, jika tidak akan dilakukan penghitungan kembali. Setelah proses pertama terpenuhi, proses akan dilanjutkan untuk tahapan kedua dengan meyalanya LED2 sampai dengan tahap terakhir yang ditandai dengan menyalanya LED3.

2. 3 Perancangan Fuzzy Logic Controller

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

2. 3.1 Himpunan dan Keanggotaan Fuzzy

Metode yang digunakan dalam *fuzzy logic* adalah metode fuzzy Sugeno 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 1.

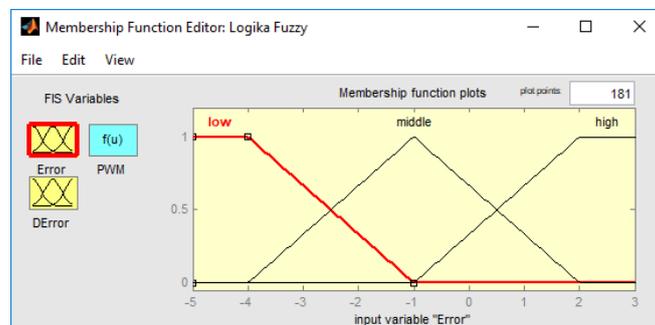
$$Error = Sp - T \quad (1)$$

Keterangan :

Sp = Set Point

T = Suhu aktual

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 5 Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel *Error*

Range dari fungsi keanggotaan variabel *error* dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini :

Tabel 1 Fungsi Keanggotaan Variabel *Error*

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

b. Delta Error (ΔError)

ΔError merupakan selisih antara *error* yang terbaca saat ini dengan *error* sebelumnya. Untuk mencari nilai *ΔError* dapat digunakan persamaan 2 di bawah ini.

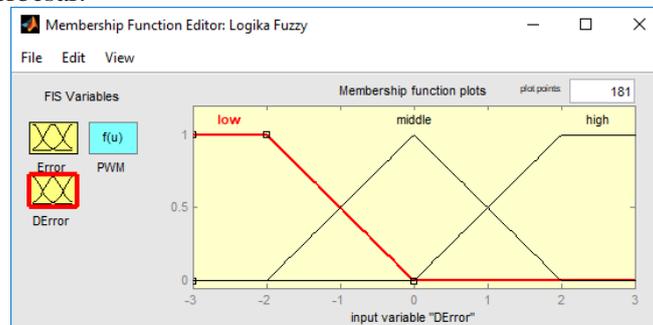
$$DError = e_n - e_{n-1} \quad (2)$$

Keterangan :

e_n = *error* saat ini

e_{n-1} = *error* sebelumnya

Fungsi keanggotaan *DError* ditentukan dengan melihat perubahan nilai *error* terkecil hingga nilai *error* terbesar.



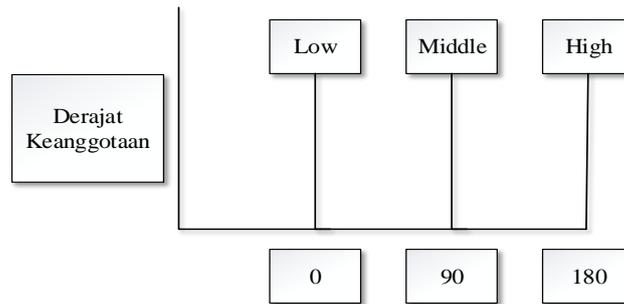
Gambar 6 Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel *DError*

Range dari fungsi keanggotaan variabel *DError* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Fungsi Keanggotaan Variabel *DError*

Input	Range (°C)
Low	≤-2 s/d 0
Middle	-2 s/d 2
High	0 s/d ≥ 2

Output fuzzy berupa nilai PWM yang nilainya antara 0-255. Variabel keanggotaan untuk nilai PWM yang digunakan yaitu low, middle, dan high. Nilai keanggotaan dari variabel tersebut bersifat konstan, yaitu 0 untuk low, 90 untuk middle dan 180 untuk high.



Gambar 7 Output PWM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem bertujuan untuk memastikan apakah sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, yaitu sebagai sistem kontrol suhu pada *rice cooker* untuk memasak beras ketan. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan suhu *rice cooker* tanpa pengontrolan dan suhu *rice cooker* dengan pengontrolan menggunakan logika *fuzzy*.

3.1 Pengujian Suhu Tanpa Pengontrolan

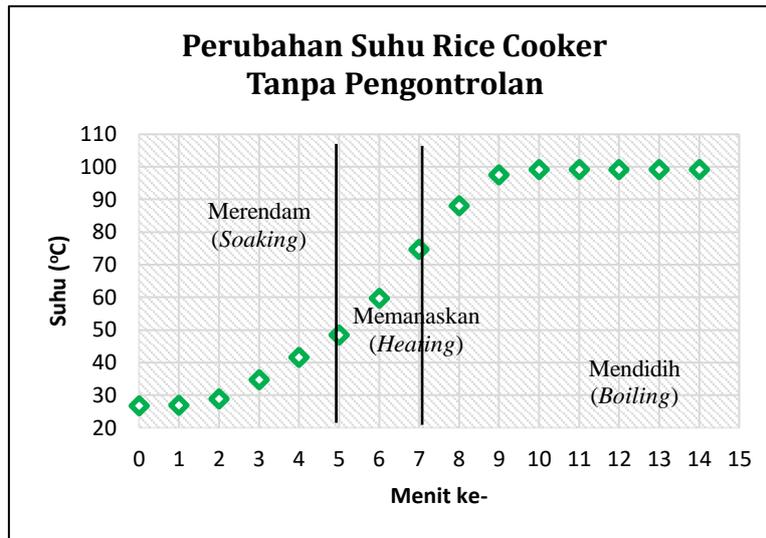
Pengujian suhu tanpa pengontrolan dilakukan dengan cara memberikan tegangan maksimum pada *rice cooker*, nilai PWM yang digunakan yaitu 255. Tegangan listrik yang diterima oleh *rice cooker* langsung berasal dari PLN (sumber AC). Tegangan AC yang digunakan saat pengujian adalah 227.3 Volt. Beras ketan sebagai objek penelitian yang digunakan pada percobaan ini sebanyak 1 gelas takaran (157 gram) dengan perbandingan volume air yang sama yaitu 1 : 1. Artinya untuk massa beras ketan 1 gelas digunakan 1 gelas air. Lama waktu yang dibutuhkan untuk memasak yaitu 14 menit 03 detik.

Berikut merupakan tabel perubahan suhu pada *rice cooker* terhadap waktu tanpa pengontrolan logika *fuzzy* :

Tabel 3 Perubahan Suhu *Rice Cooker* Tanpa Pengontrolan

Menit ke-	Tahapan	Suhu <i>Rice Cooker</i> (°C)
0 - 5	Merendam	26.81 - 48.38
6 - 8	Memanaskan	59.75 - 88.06
9 - 14	Mendidih	97.62 - 99.25

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa hubungan antara nilai suhu dan waktu yang diberikan adalah berbanding lurus. Semakin lama waktu memasak yang diberikan, maka suhu yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini dikarenakan tegangan yang diberikan merupakan tegangan maksimal sehingga *rice cooker* akan terus menerima tegangan yang sama sehingga menyebabkan terjadinya kenaikan suhu. Grafik hubungan antara waktu dan suhu dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8 Perubahan Suhu *Rice Cooker* Tanpa Pengontrolan

Gambar 8 merupakan grafik perubahan suhu *rice cooker* terhadap waktu tanpa pengontrolan. Selang waktu memasak ketan cenderung singkat, sehingga proses perendaman juga terjadi dalam waktu yang singkat. Hal ini dikarenakan tegangan yang diterima adalah tegangan maksimal sehingga *rice cooker* akan terus menerima panas yang menyebabkan terjadinya kenaikan suhu.



Gambar 9 Kondisi Ketan tanpa Pengontrolan

Kondisi ketan tanpa pengontrolan dapat dilihat pada Gambar 9 Hasil olahan ketan tanpa proses pengontrolan cenderung memiliki tekstur yang sedikit keras dan tidak matang secara merata. Hal ini dikarenakan waktu memasak yang relatif singkat sehingga tahap merendam juga terjadi dalam waktu yang singkat yang menyebabkan air tidak meresap ke dalam beras ketan.

3.2 Pengujian Suhu Menggunakan Pengontrolan Logika Fuzzy

Pengujian suhu menggunakan pengontrolan logika *fuzzy* dilakukan dengan melihat suhu selama tahap perendaman. Pada kondisi ini tegangan yang diterima oleh *rice cooker* akan dikontrol sehingga akan mempengaruhi suhu *rice cooker* selama tahap merendam. Kunci utama pengontrolan ini tergantung variabel masukan yang digunakan yaitu nilai *error* suhu dan delta *error* suhu serta variabel keluaran berupa nilai PWM. Pengambilan keputusan ditentukan berdasarkan nilai suhu yang terbaca, kemudian nilai PWM yang diterima oleh mikrokontroler akan dikirim ke SSR. Tegangan inilah yang akan digunakan selama tahap perendaman.

Pengujian suhu dilakukan untuk 3 jenis massa yang berbeda yaitu 157 gram, 314 gram dan 571 gram. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4 Hasil Pengujian Pengontrolan dengan Massa Berbeda

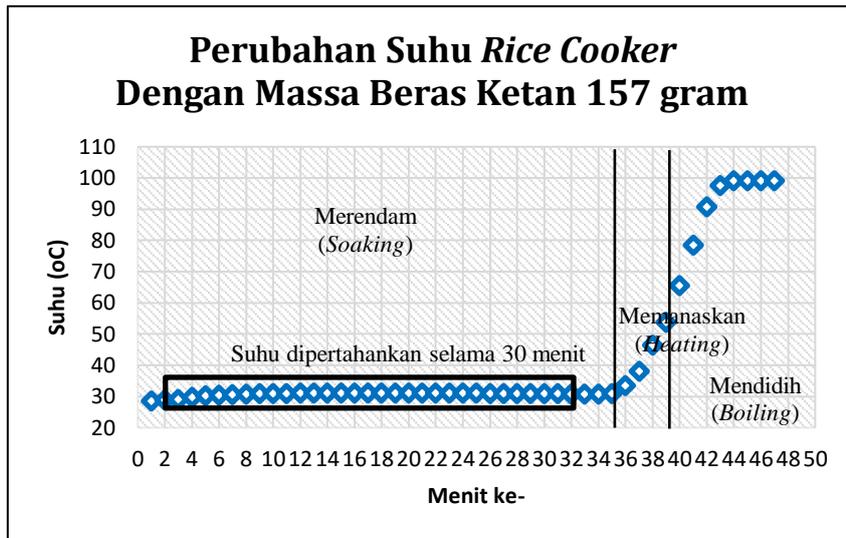
No.	Massa Ketan (Gram)	Volume Air	Proses Memasak (Menit)			Total
			Merendam	Memanaskan	Mendidihkan	
1	157	1	38	4	5	47
2	314	2	39	8	6	53
3	571	3	41	8	8	57

Pengontrolan suhu pada *rice cooker* akan difokuskan pada tahap merendam dengan nilai set poin suhu 30°C. Pengontrolan suhu dilakukan dengan cara memberikan nilai tegangan yang sesuai sehingga suhu *rice cooker* akan tetap stabil di titik 30 °C. Tegangan yang diterima *rice cooker* selama fase merendam berupa nilai PWM. Nilai PWM merupakan variabel *output* logika *fuzzy* yang didapatkan berdasarkan aturan *fuzzy* dengan variabel *input* yaitu nilai suhu. Jika suhu yang terbaca besar sama 30 °C, maka mikrokontroler akan mulai menjalankan *timer*. Suhu akan dipertahankan selama 30 menit dengan memberikan nilai PWM yang dibutuhkan oleh sistem. Setelah 30 menit selesai, *rice cooker* secara otomatis akan diberikan nilai PWM maksimum atau sama dengan tegangan listrik (AC) sebesar 227,5 Volt. Dengan meningkatnya nilai tegangan yang diterima oleh *rice cooker*, maka akan terjadi kenaikan suhu sampai *rice cooker* berada dalam kondisi “*warming*”. Untuk kondisi ketan dengan pengontrolan *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 10. Ketan mempunyai tekstur yang lunak dan lengket serta matang secara merata. Hal ini disebabkan karena beras ketan mengalami fase merendam sehingga air akan meresap ke dalam beras dan membuatnya menjadi lunak.



Gambar 10 Kondisi Ketan dengan Pengontrolan *Fuzzy*

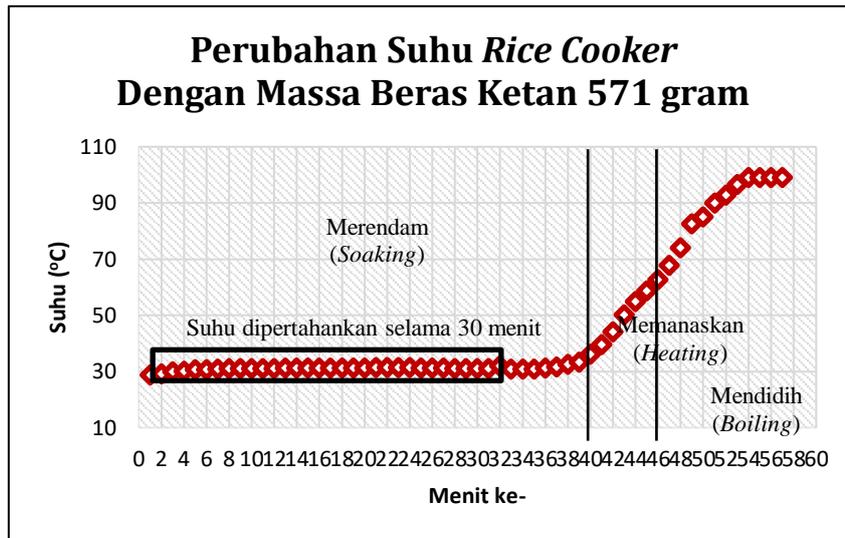
Berdasarkan tabel 4, terlihat suhu *rice cooker* akan distabilkan selama 30 menit. Tujuannya untuk memperlama fase merendam sehingga tekstur beras ketan menjadi lebih lunak. Perbedaan massa beras ketan tidak mempengaruhi lamanya fase merendam, karena telah diimbangi dengan penggunaan air yang sesuai. Perbedaan untuk ketiga massa beras terletak pada lamanya waktu untuk menaikkan suhu sehingga semakin banyak massa beras akan memperlama proses memasak. Pada gambar 11, 12, dan 13 dapat dilihat grafik perubahan suhu *rice cooker* terhadap waktu untuk massa beras yang berbeda.



Gambar 11 Perubahan Suhu *Rice Cooker* untuk Massa 157 gram



Gambar 12 Perubahan Suhu *Rice Cooker* untuk Massa 314 gram



Gambar 13 Perubahan Suhu *Rice Cooker* untuk Massa 571 gram

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisa dari sistem kontrol *rice cooker* dengan metode *fuzzy logic* untuk memasak beras ketan, didapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Sistem kontrol *rice cooker* untuk memasak beras ketan telah berhasil diimplementasikan dengan menggunakan metode *fuzzy logic*.
2. Pengontrolan dilakukan pada tahapan merendam (*soaking*) dengan nilai set poin suhu 30 °C
3. *Fuzzy Logic* akan menghasilkan nilai PWM sebagai output, sehingga dapat memberikan nilai tegangan yang sesuai agar suhu *rice cooker* akan tetap stabil di titik 30 °C selama 30 menit.
4. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan untuk 3 jenis massa beras yang berbeda yaitu 157 gram, 314 gram dan 571 gram menunjukkan bahwa perbedaan massa beras ketan tidak mempengaruhi lamanya fase merendam, karena telah diimbangi dengan penggunaan air yang sesuai.
5. Ketan yang dimasak menggunakan *rice cooker* yang dikontrol menggunakan metode *fuzzy logic* ini memiliki tekstur yang lunak dan lengket serta matang secara merata jika dibandingkan dengan ketan yang dimasak tanpa pengontrolan.

5. SARAN

Pada penelitian yang telah dilakukan, sistem kontrol diimplementasikan pada proses merendam (*soaking*). Diharapkan pada penelitian selanjutnya, sistem kontrol dapat diterapkan pada 3 tahap proses memasak (*cooking*), yaitu proses perendaman (*soaking*), proses memanaskan (*warming*), dan proses mendidihkan (*boiling*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fuzzy, L. Toolbox, T. Jaya, D. Tunggal, F. A. Azis, and F. A. Ali, "Performances Evaluation and Comparison of Two Algorithms for Fuzzy Logic Rice Cooking System," pp. 400–405, 2011.

- [2] S. Satpathy, “2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks A Graphical User Interface , Fuzzy Based Intelligent Rice Cooker,” 2015.
- [3] W. Li and Z. H. I. Luo, “Fuzzy Controller For Fuce Cooker,” no. November, pp. 2–5, 2003.
- [4] S. Yang, X. Sun, C. Zhong, and Z. Su, “Research and Realization of the Cooking Process and Fuzzy Controller for the Rice Cooker,” pp. 7869–7873, 2006.
- [5] H. M. I. U. Herath, J. A. Weliwita, S. Witharana, S. Lanka, and S. Lanka, “Effect of Moisture Content on Cooking Time of Rice,” no. October, 2016.
- [6] C. K. Modi, “Quality Evaluation of Hydrothermal Treated Quicker Cooking Scented Rice By Quantification Of Quickness Of Cooking Time And,” 2011.
- [7] Hidayati, N, Aisuwarya, R, and Putri, E.R, “Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Penghangat Nasi Menggunakan Metode Fuzzy Logic”, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi*, Jakarta, 1 November 2017.
- [8] Kusumadewi, S, “Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan,” Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- [9] S. Kuswadi, “Kendali Cerdas, Teori dan Aplikasi Praktisnya”, Andi, Yogyakarta, 2007.