



RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SUHU DAN KECEPATAN MOTOR PADA ALAT GULA KAPAS

Rizal Akbar Mubarak¹, Sidik Nurcahyo², Mohammad Luqman³.

e-mail: rizalakbarm05@gmail.com, sidiknurcahyo@yahoo.mail,
mohluqmanpoliema@gmail.com

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9
Malang, Indonesia.

Abstrak

Gula kapas merupakan jajanan tradisional yang masih diminati berbagai kalangan anak-anak, remaja, maupun orang dewasa. Sebelumnya proses pembuatan gula kapas dengan cara yang masih manual mengakibatkan proses pembuatan lama dan hasil gula kapas tidak halus. Seiring dengan perkembangan teknologi elektronik yang semakin canggih, khususnya pada bidang sistem kontrol, proses pembuatan gula kapas secara manual dapat diganti dengan pengontrolan kecepatan motor dan suhu yang diletakkan pada tungku agar putaran dan panas yang dihasilkan stabil dan menghasilkan serat gula kapas yang lebih halus. Kontroler yang akan digunakan untuk mengatur putaran motor dan suhu adalah PID dan fuzzy diatur dengan mikrokontroler ESP32. Motor yang akan digunakan adalah motor DC dan suhu yang digunakan adalah elemen pemanas. Berdasarkan pengujian alat gula kapas menggunakan metode PID dan fuzzy didapatkan hasil respon sistem yang baik yaitu dengan kecepatan motor 2000rpm dengan nilai $K_p = 0,8$; $K_i = 0,000001$; $K_d = 0,0000165$ mendapatkan hasil grafik dinilai error steady state 4.8% dan maksimal overshoot di 1.65% dan suhu dengan nilai setpoint 150°C - 160°C. sedangkan kendali fuzzy dihasilkan nilai rise time (t_r) diperoleh sebesar 80.8717s, peak time (t_p) sebesar 181s dengan suhu mencapai 160°C didapatkan nilai M_p adalah 6.2500. Sehingga gula kapas yang dihasilkan menjadi lebih baik dan halus.

Kata Kunci PID, Fuzzy, ESP32, Gula Lapas

Abstrct

Cotton candy is a traditional snack that is still popular with various groups of children, teenagers and adults. Previously, the process of making cotton sugar was still manual, resulting in a long manufacturing process and the resulting cotton sugar was not smooth. Along with the development of increasingly sophisticated electronic technology, especially in the field of control systems, the manual process of making cotton sugar can be replaced by controlling the motor speed and temperature placed in the furnace so that the rotation and heat produced are stable and produce finer cotton sugar fibers. The controller that will be used to regulate motor rotation and temperature is PID and fuzzy is regulated with the ESP32 microcontroller. The motor that will be used is a DC motor and the temperature used is the heating element. Based on testing the cotton candy tool using the PID and fuzzy methods, good system response results



were obtained, namely with a motor speed of 2000rpm with a Kp value = 0.8; Ki = 0.000001; Kd = 0.0000165 to get graphic results with a steady state error of 4.8% and a maximum overshoot of 1.65% and a temperature with a setpoint value of 150°C - 160°C. while the fuzzy control resulted in a rise time (tr) value of 80.8717s, a peak time (tp) of 181s with a temperature reaching 160°C, an Mp value of 6.2500. So the cotton sugar produced is better and smoother.

1. PENDAHULUAN (BOLD, 10PT)

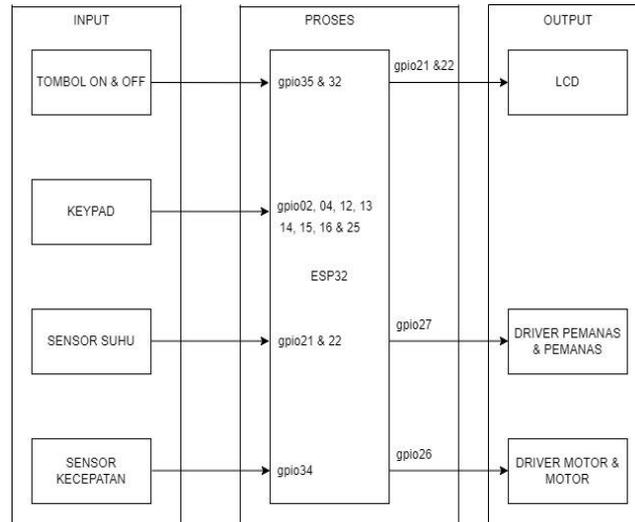
Gula kapas adalah sejenis panganan yang dibuat dari pintalan gula yang dibakar terlebih dahulu agar menghasilkan bentuk seperti serat kapas. Gula kapas merupakan jajanan tradisional yang masih diminati banyak orang, baik dari kalangan anak-anak, remaja, maupun orang dewasa. Proses pembuatan arum manis dengan cara yang masih manual tersebut mengakibatkan proses pembuatan arum manis menjadi lama serta gula kapas yang dihasilkan menjadi tidak halus. Seiring dengan perkembangan teknologi elektronik yang semakin canggih, khususnya pada bidang sistem kontrol, proses pembuatan gula kapas secara manual dapat diganti dengan pengontrolan kecepatan motor yang diletakkan pada tungku agar putaran yang dihasilkan stabil dan menghasilkan serat gula kapas yang lebih halus (Hafida Marwa Amaroh, 2018).

Pada penjual gula kapas menggunakan takaran gula 1/2 sendok, didapatkan suhu awal rata-rata (54,5°C) dan suhu akhir rata-rata (64,8°C). Takaran gula satu (1) sendok, suhu awal pemanas dengan rata-rata (68,8°C) suhu akhir rata-rata (74,2°C). Takaran gula 1 1/2 sendok, suhu awal pemanas dengan rata-rata (70,4°C) suhu akhir pemanas rata-rata (77,4°C). Alat ini membutuhkan waktu untuk memanaskan kompor pemanas dalam waktu kurang lebih 2 menit untuk mencapai suhu sekitar (54°C) (Nurwijayanti Kusuma Ningrum, 2020). Pengontrolan kecepatan pada alat gula kapas menggunakan motor DC menyempurnakan alat gula kapas yang masih diputar secara manual. Hal tersebut diharapkan memiliki proses tingkat efisiensi yang lebih baik. Digunakan Kontroler PID untuk mengurangi kesalahan, sehingga putaran motor dapat sesuai dengan kecepatan yang diinginkan (Rievqi Alghoffary, 2014).

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian pengaturan suhu dan kecepatan motor pada gula kapas ini adalah melakukan pengujian respon sistem kontrol PID dan fuzzy terhadap gula kapas yang telah dimasukkan sebesar kapasitas alat gula kapas. Pengujian terhadap gula kapas serta waktu yang ditempuh untuk mencapai tingkat yang diinginkan dengan suhu dan kecepatan motor yang telah disesuaikan dengan inputan setpoint.

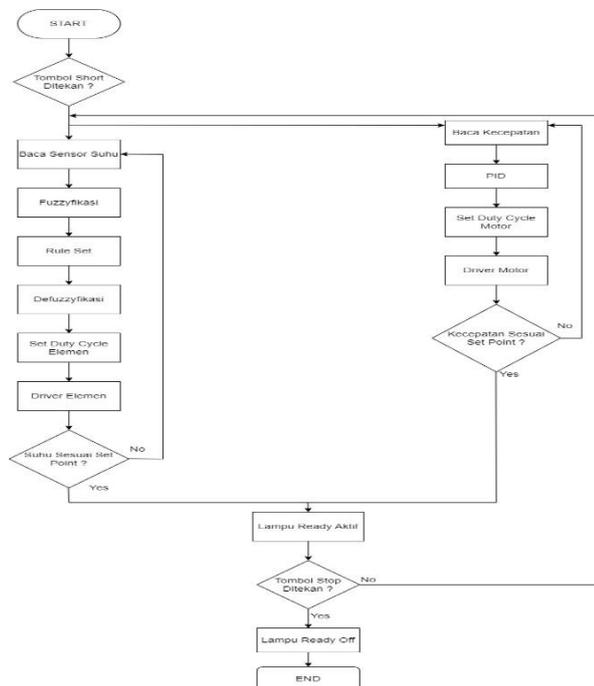
2.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Sistem kerja pada alat gula kapas menggunakan input push button sebagai tombol proses start dan stop, sensor suhu dan sensor kecepatan motor. Untuk kontroler yang digunakan program yaitu ESP32. Output pada alat adalah driver elemen, driver motor dan LCD.

2.2 Prinsip Kerja



Gambar 2 Diagram Alur Sistem

Gambar 2 merupakan diagram alir dari sistem. Sistem dimulai dengan start memberikan nilai input setpoint suhu dan kecepatan motor. Apabila nilai sensor suhu dan sensor kecepatan motor tidak sesuai yang diinginkan maka sensor-sensor akan membaca ulang setpoint yang diinginkan.

2.3 Perancangan Hardware



Gambar 3 Mekanik Tampak Samping

Spesifikasi Mekanik:

1. Panjang: 30 cm
2. Lebar : 27 cm
3. Tinggi : 21 cm
4. Berat : 2 kg
5. Bahan : Besi

Spesifikasi Elektrik:

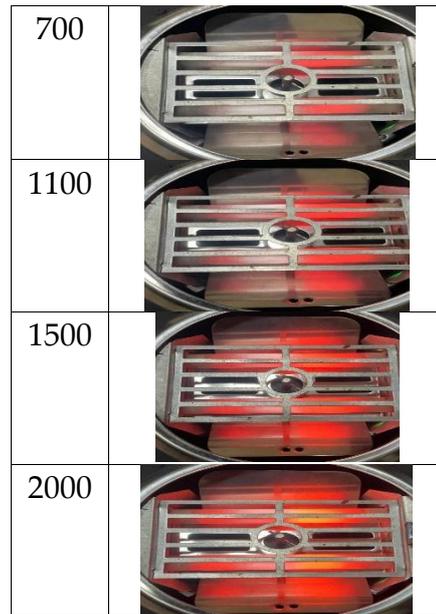
1. Kapasitas Elemen : 300 watt
2. Input Sensor Suhu : 5V
3. Range Suhu : 150°C-160°C
4. Out Sensor Suhu : Sinyal Analog
5. Kapasitas Motor : 12V
6. Input Sensor Kecepatan : 1.65V-5.5V
7. Range Kecepatan : 2000rpm
8. Out Sensor Kecepatan : Sinyal Analog

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Driver Elemen

Pengujian Driver Elemen untuk mengatur perubahan suatu suhu berdasarkan nilai yang diatur, pengujian dilakukan dengan cara mengatur nilai melalui program pada mikrokontroler dan melihat tegangan keluar pada suhu. Perubahan nilai terhadap suhu dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Nilai	Suhu
300	



3.2 Pengujian Driver Motor

Pengujian Driver Motor untuk mengatur perubahan suatu kecepatan motor berdasarkan PWM yang diatur, pengujian dilakukan dengan cara mengatur PWM melalui program pada mikrokontroler dan melihat tegangan keluar pada motor. Perubahan nilai tegangan motor terhadap nilai RPM dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

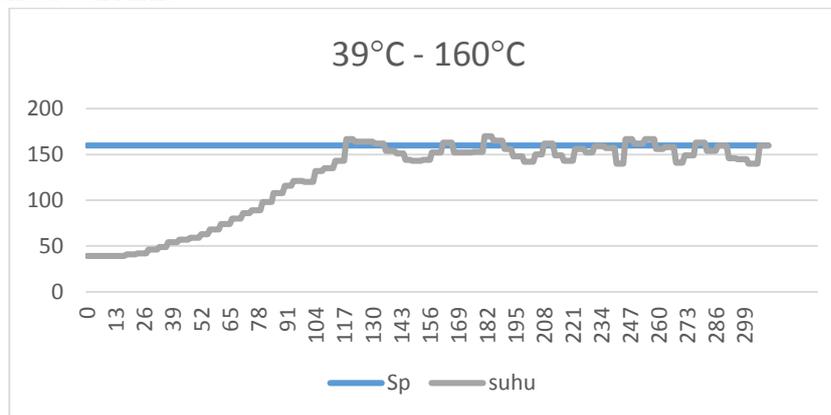
PWM	RPM
140	 (2850)
180	 (3720)
220	 (4800)
230	



	(5340)
240	
	(7380)

3.3 Pengujian Fuzzy

Perbandingan parameter terhadap set point mengindikasikan ketika suhu yang dikontrol menggunakan logika fuzzy mampu mempertahankan nilainya pada kisaran set point sesuai ditunjukkan oleh Gambar dibawah. Pada kontrol suhu loyang, nilai suhu berada pada kisaran set point, data yang melebihi nilai set point max ditunjukkan pada Gambar dibawah ini.



Dari hasil pengujian sistem dengan suhu 160°C, berikut adalah analisis yang diperoleh:

1. Waktu naik (rise time): t_r
Waktu naik adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai akhir tanggapan. Dalam kasus ini, rise time (t_r) diperoleh sebesar 80.8717s.
2. Waktu puncak (peak time): t_p
Waktu puncak adalah waktu yang dibutuhkan oleh tanggapan untuk mencapai nilai puncak overshoot pertama kali. Berdasarkan grafik pada Gambar diatas, waktu puncak (t_p) diperoleh sebesar 181s dengan suhu mencapai 160°C.
3. Overshoot maksimum (maximum overshoot): M_p
Overshoot maksimum adalah nilai puncak maksimum tanggapan yang diukur dari nilai akhir tanggapan. Dari gambar diatas didapatkan nilai M_p adalah 3.0303. Biasanya dirumuskan dalam presentase:
4. *Delay Time* :
Waktu jeda adalah istilah yang sering digunakan dalam berbagai konteks untuk merujuk pada interval waktu tertentu antara dua kejadian atau proses yang berurutan. Didapatkan nilai *delay time* adalah 118s.
5. *Time Sampling* :



Time sampling adalah proses pengambilan sampel atau pembacaan data pada interval waktu tertentu dari suatu sinyal atau fenomena yang sedang diamati.

Didapatkan nilai *Time sampling* adalah 164s.

$$Mp = \frac{tp - sp}{sp} = 100\%$$

Keterangan:

Mp = Overshoot maksimum

sp = Nilai Dari Setpoint

tp = Waktu Puncak

$$Mp = \frac{170 - 160}{160} = 100\%$$

$$Mp = 6.25\%$$

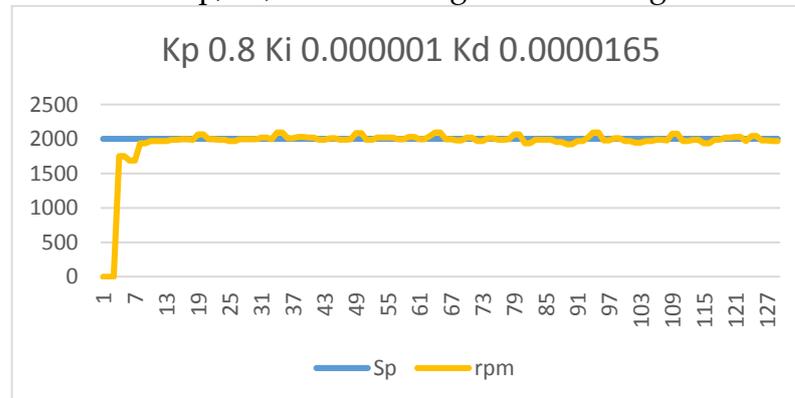
$$Error Steady State = \frac{(\text{osilasi tertinggi saat stabil} - \text{setpoint})}{\text{setpoint}} \times 100\%$$

$$Error Steady State = \frac{(170 - 160)}{160} \times 100\%$$

$$Error Steady State = 6.25\%$$

3.4 Pengujian PID

Dari gambar dibawah grafik respon sistem PID dengan nilai $K_p = 0.8$; $K_i = 0.000001$; $K_d = 0.0000165$ nilai K_p , K_i , dan K_d dengan fine tuning.



Delay Time : 11s

Rise Time : 15s

Peak Time : 20s

$$Overshoot = \frac{(\text{osilasi tertinggi} - \text{setpoint})}{\text{setpoint}} \times 100\%$$

$$Overshoot = \frac{(1967 - 2000)}{2000} \times 100\%$$

$$Overshoot = 1.65\%$$

$$Error Steady State = \frac{(\text{osilasi tertinggi saat stabil} - \text{setpoint})}{\text{setpoint}} \times 100\%$$

$$Error Steady State = \frac{(2096 - 2000)}{2000} \times 100\%$$

$$Error Steady State = 4.8\%$$



Percobaan dengan fine tuning dengan nilai $K_p = 0.8$; $K_i = 0.000001$, $K_d = 0.0000165$. Mendapatkan hasil grafik yang bagus dengan nilai error steady state di 4.8%, nilai setting time pada 37s dan maksimal overshoot di 1.65%.

4 KESIMPULAN

Dari hasil perancang dan pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem yang telah dibuat pada alat gula kapas sebagai berikut :

1. Sistem kendali pada PID dapat bekerja dengan baik dalam merancang sistem kendali pada alat gula kapas, dengan nilai $K_p = 0.8$; $K_i = 0.000001$, $K_d = 0.0000165$ dengan kecepatan 2000rpm, mendapatkan hasil grafik yang bagus dengan nilai *error steady state* 4.8% dan maksimal *overshoot* di 1.65%.
2. Sistem kendali pada Fuzzy dapat bekerja dengan baik dalam merancang sistem kendali pada alat gula kapas, dengan nilai *rise time* (t_r) diperoleh sebesar 80.8717s, *peak time* (t_p) diperoleh sebesar 181s dengan suhu mencapai 160°C didapatkan nilai M_p adalah 6.2500.
3. Putaran motor pada alat pembuatan gula kapas memberikan respon yang stabil dan cepat saat diberikan setpoint 2000rpm dan suhu diberikan set point 160°C. Sehingga gula kapas yang dihasilkan menjadi lebih baik dan halus.

DAFTAR PUSTAKA

Hendrawan, Abdul Haris, Errissya Rasywir, Yovi Pratama 2020 Diagnosis Penyakit Tanaman Karet dengan Metode Fuzzy Mamdani. Universitas Dinamika Bangsa Jambi.

Rievqi Alghoffary, Purwanto, Bambang siswoyo 2014 . Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Alat Ekstraktor Madu Menggunakan Kontroler PID.

Mochammad Nur Masrukhan, Mochamad Piono Mulyo, Dwi Ajiatmo, Machrus Ali 2016. OPTIMASI KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN PID DENGAN TUNING ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO) CONTROLLER. Teknik Elektro, Universitas Darul 'Ulum, Jombang.

Ahson Rezza Subekti, Dian Efytra Yuliana 2021. Sistem Penyalaan Lampu Sein Otomatis Sepeda Motor Menggunakan Sensor Kecepatan Dan Keseimbangan. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Kadiri.

Nurwijayanti Kusuma Ningrum, Fitriah 2020. PERANCANGAN PEMBUATAN PERMEN KAPAS OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO. Program Studi Teknik Elektro Universitas Dirgantara Marsekal Suryadharma.

Hafida Marwa Amaroh, Beauty Anggraheny, Denda Dewatama 2018. Kontrol Kecepatan Putar Motor pada Proses Pembuatan Arum Manis dengan Metode PID.



Kun Suharno, Catur Pramono, Rachel Chandra Aditama, Fuad Hilmy 2019.
PENGARUH HEATER PADA KELEMBABAN DAN SUHU DI DALAM
PROOFER TERHADAP PERKEMBANGAN ROTI. Jurusan Teknik Mesin,
Fakultas Teknik, Universitas Tidar.