

Sistem Kendali Suhu Pada Proses Pembuatan Sabun Cair Dari Minyak Jelantah

Adetya Purnama Yudha¹, Yulianto², Edi Sulistio Budi³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Malang, Malang

*Penulis Korespondensi, email: purnamaadetya@gmail.com

Received: 29/11/2023

Revised: 20/12/2023

Accepted: 04/01/2024

Abstract. Cooking oil that has been used several times is referred to as used cooking oil. There are three stages in the process of making liquid soap from cooking oil: filtering, bleaching, and saponification. The used cooking oil that has been filtered in the previous stage of the process is heated to 100°C to start the saponification process. Natural KOH from soda qie is combined with the heated oil after reaching 110°C. In this tool, Arduino Uno microcontroller and PI control method are used to control the soap making process. The actuator operated by this system is a heater, and the temperature control parameter is a thermocouple sensor. PI control was tested using parameters from the ziegler-nichols tuning method with $K_p = 14.94$, $K_i = 0.889$ with 97% sensor efficiency. While the results on the temperature control system with PI control show that the required temperature is appropriate and has an overshoot of 1%.

Keywords: Oil, Soap, Arduino Uno, Thermocouple

Abstrak. Minyak goreng yang telah digunakan beberapa kali disebut sebagai minyak jelantah. Ada tiga tahap dalam proses pembuatan sabun cair dari minyak goreng: penyaringan, pemutihan, dan penyabunan. Minyak jelantah yang telah disaring pada tahap proses sebelumnya dipanaskan hingga 100°C untuk memulai proses penyabunan. KOH alami dari soda qie dikombinasikan dengan minyak yang telah dipanaskan setelah mencapai suhu 110°C. Pada alat ini, mikrokontroler Arduino Uno dan metode kontrol PI digunakan untuk mengontrol proses pembuatan sabun. Aktuator yang dioperasikan oleh sistem ini adalah pemanas, dan parameter kontrol suhu adalah sensor *thermocouple*. Kontrol PI diuji menggunakan parameter dari metode tuning *ziegler-nichols* dengan $K_p = 14,94$, $K_i = 0,889$ dengan efisiensi sensor 97%. Sementara hasil pada sistem kendali suhu dengan kontrol PI menunjukkan bahwa suhu yang dibutuhkan telah sesuai dan memiliki *overshoot* sebesar 1%

Kata Kunci: Minyak, Sabun, Arduino Uno, *Thermouple*

I. PENDAHULUAN

Minyak jelantah atau yang sering dikenal dengan istilah minyak bekas adalah minyak yang telah digunakan berulang kali [1]. Mengonsumsi minyak jelantah dapat menimbulkan risiko penyakit pada manusia. Pembuangan minyak jelantah yang tidak aman sangat tidak efektif dan dapat membahayakan lingkungan [1]. Oleh karena itu, barang-barang termasuk sabun cair dapat dibuat dengan menggunakan minyak jelantah. Untuk membuat sabun, asam lemak dari lemak nabati atau hewani digabungkan dengan garam atau kalium melalui proses minyak hidrolik, diikuti dengan proses penyabunan dalam lingkungan basa. Kalium hidroksida (KOH) dan natrium hidroksida (NaOH) adalah dua kondisi basa yang sering digunakan.

Ada tiga langkah dalam pemrosesan minyak goreng yang diperlukan untuk membuat sabun cair: penyaringan, pemutihan, dan penyabunan. Minyak yang telah disaring yang diperoleh dari prosedur penyaringan ditambahkan 1:1 ke dalam tangki yang berisi karbon aktif untuk memulai proses pemutihan. Minyak kemudian dicampur secara menyeluruh dengan karbon aktif dengan cara diaduk selama 5 menit. Biarkan minyak selama 30 menit setelah pencampuran. Reaksi yang menghasilkan sabun disebut saponifikasi.

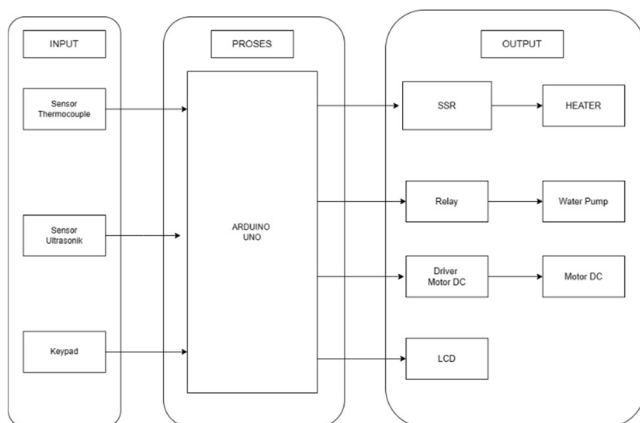
Minyak goreng bekas yang telah dimurnikan pada tahap proses sebelumnya dipanaskan hingga 100°C untuk memulai proses penyabunan. KOH alami dari soda qie digabungkan dengan minyak yang dipanaskan dengan rasio 1:4 setelah mencapai suhu 110°C . Minyak kemudian dicampur selama 60 menit pada suhu konstan 100°C . Kombinasi tersebut mengendap setelah 60 menit, dan suhu turun menjadi 80°C . Campuran tersebut kemudian dimasukkan ke dalam wadah lain, dan berubah menjadi sabun cair.

Pada alat ini, mikrokontroler Arduino Uno dan metode kontrol PI digunakan untuk mengontrol proses pembuatan sabun. Pemanas dikalibrasi untuk menstabilkan suhu proses penyabunan dengan menggunakan kontrol PI. Pemanas merupakan aktuator pada sistem ini yang menggunakan sensor *termocouple* untuk mengontrol suhu.

II. METODOLOGI

A. Perencanaan Pembuatan Alat

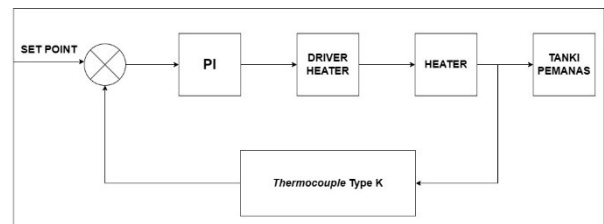
Komponen-komponensystem direpresentasikan dalam diagram blok sistem, yang menghubungkan sebab dan akibat dari input ke proses dan output. Pada Gambar 1, diagram blok sistem secara ringkas dijelaskan sebagai berikut:.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Sistem ini menggunakan sensor suhu *thermocouple*, sensor ultrasonik, dan *keypad* sebagai perangkat input. Data akan diproses oleh Arduino Uno menggunakan nilai yang dibaca oleh sensor. Arduino Uno berfungsi sebagai unit

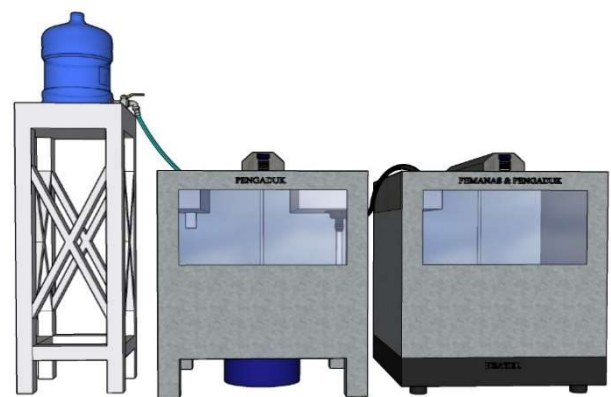
pemrosesan sistem dalam pengaturan ini. Sistem ini menghasilkan sebuah LCD 20x4, pemanas, pompa air, dan motor dc. Sensor ultrasonik digunakan untuk menentukan berapa liter minyak yang ada di dalam wadah pemanas, sedangkan sensor suhu termokopel mengukur suhu minyak di dalam wadah pemanas. Pada LCD, hasil pembacaan sensor akan ditampilkan. Blok diagram kontrol suhu pada alat ini dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Diagram Blok Kontrol Suhu

Sensor termokopel digunakan sebagai sensor input suhu oleh sistem kontrol untuk media dan suhu, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Menerapkan sistem kontrol Proportional Intergal (PI) akan digunakan untuk memproses input ini. Selain itu, sebuah *solid state relay* (SSR) mengontrol tegangan Vac pemanas.

B. Perencanaan Pembuatan Alat

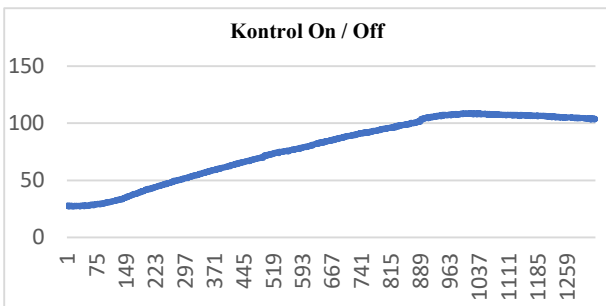


Gambar 3. Perencanaan Pembuatan Alat

Gambar 3 menggambarkan perencanaan alat tersebut, menggunakan aluminium untuk kotak listrik dan baja tahan karat untuk kerangka wadah yang digunakan untuk membuat sabun.

C. Perancangan Sistem Pengendali PI (*Proportional Integral*)

Karena PI dapat mempercepat respon kenaikan suhu dalam mencapai setpoint, maka PI dipilih untuk digunakan sebagai kontrol pemanas suhu oli. Sensor suhu termokopel, yang mendeteksi suhu oli dan mengirimkan informasi ke mikrokontroler, berfungsi sebagai setpoint sistem. Dalam desain pengontrol ini, penalaran kurva reaksi *Ziegler-Nichlos* digunakan. Gambar 4 menampilkan respons suhu tangki pemanas menggunakan sakelar hidup/mati.



Gambar 4. Grafik Kontrol On/Off

Respon kurva berbentuk S, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, oleh karena itu teknik *Ziegler Nichlos* I digunakan dalam desain ini. Mencari nilai L (waktu mati) dan T (waktu tunda) dari grafik respons sistem menghasilkan nilai L = 56 dan T = 935. Persamaan untuk menyesuaikan parameter PID berdasarkan pendekatan kurva reaksi dapat diamati. Hal ini didasarkan pada perolehan dua konstanta L dan T pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula Ziegler Nichols

Type Pengendali	Kp	Ti	Td
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.9 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0.5 L$

Dengan nilai L dan T yang telah diketahui, persamaan pada tabel 1 dapat digunakan untuk mendapatkan nilai Kp dan Ti. Nilai Kp, Ki, dan Kp

kemudian diperoleh dengan memasukkan nilai-nilai ini.

$$K_p = K_p \quad (1)$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \quad (2)$$

Dimana :

Kp = Konstanta *Proporsional*

Ti = Konstanta *Integral*

Td = Konstanta *Derivatif*

L = *Dead Time*

T = *Delay Time*

Maka :

$$K_p = 0.9 \frac{T}{L}$$

$$= 0.9 \left(\frac{935}{56} \right)$$

$$= 0.9 (16.6)$$

$$= 14.94$$

$$T_i = \frac{L}{0.3}$$

$$= \frac{56}{0.3}$$

$$= 16.8$$

Setelah mendapatkan nilai Kp dan Ti, maka nilai Kp dan Ki dapat dihitung

$$K_p = K_p$$

$$= 14.94$$

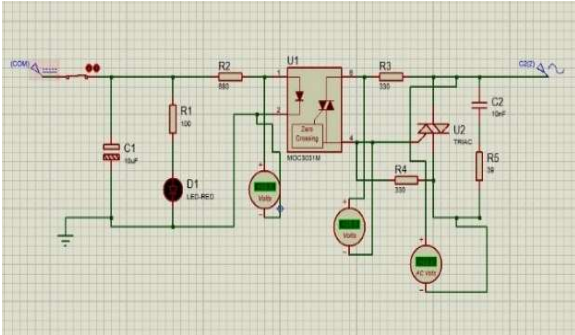
$$K_i = K_p / T_i$$

$$= 14.94 / 16.8$$

$$= 0.889$$

Berdasarkan perhitungan nilai PI diperoleh nilai Kp = 14.94 dan Ki = 0,889. Nilai tersebut digunakan menjadi parameter kontrol suhu minyak.

D. Perancangan Rangkaian Driver Heater

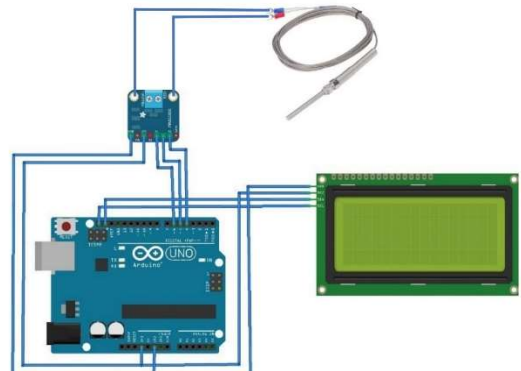


Gambar 5. Skematik Pengendali VAC

Driver tegangan AC digunakan untuk menghubungkan Arduino ke sumber daya AC 220V, yang memungkinkan Arduino mengontrol tegangan AC. Driver tegangan AC, perangkat penghubung, digunakan untuk menghubungkan kompor pemanas, sirkuit yang dapat mengatur jumlah daya yang dibutuhkan oleh elemen pemanas, ke modul mikrokontroler Arduino. Operasi pengaturan daya dilakukan dengan memvariasikan tegangan input driver dari 0 hingga 5 Volt untuk memproses pengontrol dari 0 hingga 100%. Penggerak tegangan AC ini menggunakan detektor *zero-crossing* untuk mendeteksi ketika gelombang sinus 220V AC melewati titik tegangan nol. Titik persimpangan nol adalah tempat pergeseran nilai dari negatif ke positif. Titik awal adalah di mana garis nol melintasi. dapat dijelaskan berdasarkan Gambar yang disebutkan di atas.

E. Perancangan Thermocouple

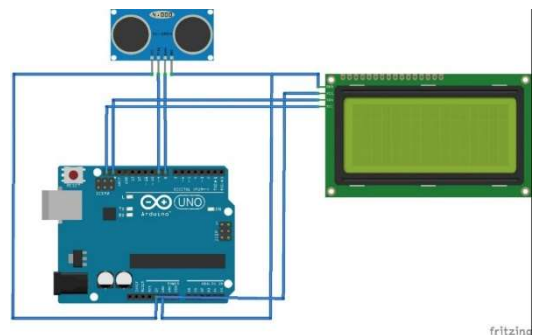
Proses yang bertujuan untuk menampilkan data sensor *thermocouple* karakter yang dibutuhkan melalui media LCD, yang mana sensor *thermocouple* ini merupakan sensor suhu yang kegunaan mengukur suhu didalam wadah pemanas. Pin *thermocouple* yang disambungkan ke mikroprosesor yaitu Ground, VCC 5 Volt, Pin 4, Pin 5 dan Pin 6. Sedangkan pin LCD yang disambungkan ke mikroprosesor yaitu Ground, VCC 5 Volt, SDA dan SCL.



Gambar 6. Wiring Thermocouple

F. Perancangan Ultrasonik

Proses yang bertujuan untuk menampilkan data sensor Ultrasonik atau karakter yang dibutuhkan melalui media LCD, yang mana sensor Ultrasonik ini merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur jarak suatu benda yang berada di hadapan sensor tersebut. Pin Ultrasonik yang disambungkan ke mikroprosesor yaitu Ground, VCC 5 Volt, Pin 8 dan Pin 9. Sedangkan pin lcd yang disambungkan ke mikroprosesor yaitu Ground, VCC 5 Volt, SDA dan SCL.



Gambar 7. Wiring Ultrasonik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Suhu *thermocouple* Type K Dan Tampilan Pada LCD

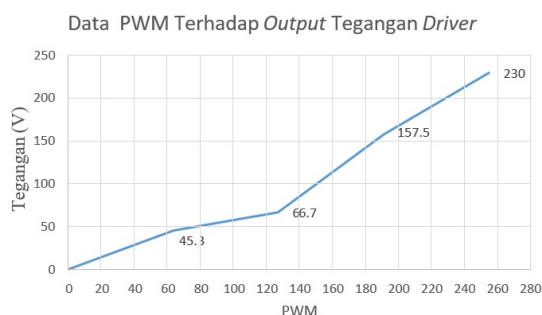
Sensor termokopel tipe K diuji untuk melihat apakah sensor berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan suhu tangki dari suhu ruangan ke pengaturan tertinggi, kemudian membandingkan pembacaan sensor termokopel Type-K dan termometer digital.

Tabel 2. Pengujian Sensor Suhu

<i>Thermocouple</i>	Thermometer Digital	Errorr (%)
77.9 °C	79 °C	1.4 %
79.9 °C	79 °C	1.1 %
91.8 °C	87 °C	4.8 %
92.5 °C	88.5 °C	4.3 %
92.5 °C	89 °C	3.7 %
Errorr rata – rata		3.06%

B. Pengujian *Driver Heater*

Pada pengujian rangkaian kendali *heater* 220 VAC 1800 watt, digunakan driver AC untuk mengontrol tingkat panas heater. Prinsipnya gunakan input arus 15mA untuk menyalakan LED MOC3041, kemudian LED tersebut akan mengaktifkan triac sehingga mengakibatkan TRIAC aktif sehingga unit outdoor terisi dayanya. Pengujian dilakukan dengan mengubah nilai PWM mikrokontroler Arduino Uno dari PWM=0 menjadi PWM=255 dan pemanas mendapat tegangan 220 VAC.

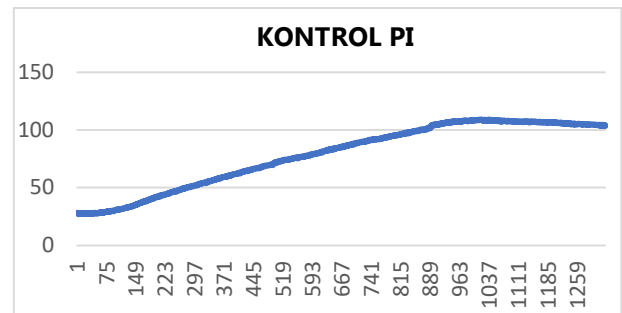


Gambar 8. Grafik PWM Terhadap Output Tegangan Driver

Berdasarkan grafik pengujian driver pemanas, tegangan keluaran driver meningkat secara linier dengan meningkatnya nilai pulsa yang diberikan. Semakin rendah tegangan yang diterima maka semakin rendah pula pasokan listrik untuk menyalakan heater.

C. Pengujian Pemanasan Menggunakan Kontrol PI

Teknik kontrol aktuatur dengan Pulse Width Modulator (PWM) digunakan untuk menguji kontrol PI. Dengan menggunakan mode PWM ini, daya pemanas akan diatur sesuai dengan persentase sinyal PWM. Gambar 8 menampilkan kurva



temperatur untuk teknik PI pembuatan sabun.

Gambar 9. Grafik Kenaikan Suhu Menggunakan Kontrol PID

Grafik diatas menunjukkan bahwa suhu mulai naik pada detik 149 dan suhu telah mencapai set point pada detik 963. Hasil eksperimen dengan menggunakan metode PID menunjukkan waktu *rise time* sekitar 21 menit 3 detik dan *settling time* 2 menit 47 detik dari suhu 111°C hingga 110°C.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang di peroleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan data respon sistem yang diperoleh dari pengujian menggunakan metode *Ziegler Nichols I* berdasarkan respon kurva S dengan menentukan potongan kurva S untuk menentukan parameter T dan L. Maka parameter Kontrol PI dari hasil perhitungan yang didapat adalah $K_p = 14.94$ dan $K_i = 0.889$
2. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pengaturan suhu pada pembuatan sabun dengan metode kontrol PI memberikan reaksi yang tepat dan dapat diterapkan pada sistem pengaturan suhu karena error yang diperoleh sebesar 1°C. Pengujian pada pengendali tegangan ac juga dapat berjalan dengan baik karena sesuai dengan keluaran variable PWM.

3. Pembacaan dpada sensor suhu *thermocouple type* K juga memiliki error keseluruhan sebesar 3.0% yang masih bagus untuk digunakan sebagai *feedback* kontrol PI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang disampaikan penulis kepada institusi Politeknik Negeri Malang yang telah menyediakan fasilitas berupa tempat dan peralatan guna menunjang penelitian yang penulis lakukan sehingga dapat menyelesaikan artikel yang dibuat.

REFERENSI

- [1] Naliawati and Muhammad Alfin, "PEMANFAATAN MINYAK GORENG BEKAS DAN ABU KULIT BUAH KAPUK RANDU (SODA QIE) SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN SABUN MANDI ORGANIK BERBASIS TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN," *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol.2, no.2, pp 275-285, 2013.
- [2] Arlofa N, Budi BS, Abdillah M, Firmansyah W. Pembuatan Sabun Mandi Padat dari Minyak Jelantah. *J Chemtech (Teknik Kim Univ Serang Raya)*. 2021;7(1):17–21.
- [3] Khuzaimah S. Pembuatan Sabun Padat dari Minyak Goreng Bekas Ditinjau dari Kinetika Reaksi Kimia. *Tek Kim*. 2016;2(2):42–48.
- [4] Arivantoro NA, Sirajuddin I, Winarno T. Implementasi Kontrol PI Pada Pengendalian Suhu Mesin Pengering Cabai Menggunakan Sistem Hybrid. *J Elektron dan Otomasi Ind*. 2021;6(1):51. doi:10.33795/elkolind.v6i1.153
- [5] Heru Purwanto, Malik Riyadi, Destiana Windi Widi Astuti IAWWK. Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Apikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *J SIMETRIS*. 2019;10(2):717–724.
- [6] Iqbal M, Pangaribuan P, Wibowo AS. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENGENDALI SUHU AIR DESIGN AND IMPLEMENTATION OF WATER TEMPERATURE. 2017;4(1):53–60
- [7] Tektro J. RANCANG BANGUN PENGGUNAAN SENSOR THERMOCOUPLE. 2023;7(1):1–5
- [8] Sujjada, Alun, Rizki Maulana, dan Anggun Fergina. 2023. "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU dan Telegram." *Jurnal RESTIKOM: Riset Teknik Informatika dan Komputer* 4 (1): 45–49. <https://doi.org/10.52005/restikom.v4i1.115>
- [9] Proses, Dalam, dan Ekstraksi Buah. 2016. "Implementasi metode pi (proportional integral) pada pengaturan kecepatan" 03 (1): 68–76.
- [10] Pratiwi, Puput, dan Retno Setyaningsih. 2013. "Pembuatan Sabun Cair Dari Minyak Goreng Bekas (Jelantah)." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53 (9): 1689–99.