

Air Fryer Otomatis Berbasis Kendali Digital

Muji Burrochman¹, Indah Kurniawati^{2*}, Reynanda Bagus Widyo Astomo

^{1,2*,3} Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surabaya

¹mujiburrochman2018@ft.um-surabaya.ac.id, ^{2*}indah.kurniawati@ft.um-surabaya.ac.id, ³reynanda.bagus@um-surabaya.ac.id

Abstract - Air fryer is an electronic device used to cook food using air media. Frying without oil (air fryer system) has a procedure by utilizing the circulation of hot air from the heater and a mechanical fan which can reach approximately 200 degrees Celsius. This research aims is to determine the design model and the effectiveness of the design performance of an air fryer system using a microcontroller-based digital control. The results show the performance of the frying tool through the heating element and the max6675 sensor displayed on the LCD which is controlled by ESP 32. The frying of three foodstuffs, namely, sausage, nuggets, and potatoes is carried out by a heating element and the temperature is regulated via a thermostat using 100 degrees. It can be seen that the cooked results for sausages take 15 minutes, for nuggets it takes 18 minutes, and for potatoes it takes 22 minutes.

Keywords — Air fryer, Microcontroller, Esp32, max6675

Abstrak - Air fryer adalah alat elektronik yang digunakan untuk memasak makanan dengan menggunakan media udara. Penggorengan tanpa minyak (air fryer system) memiliki cara kerja dengan memanfaatkan sirkulasi udara panas yang berasal dari pemanas dan kipas mekanik di dalam alat yang bisa mencapai kurang lebih 200 derajat celcius. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model perancangan dan efektifitas kinerja rancang bangun alat penggorengan tanpa minyak (air fryer system) dengan kendali digital berbasis mikrokontroler. Dari hasil analisa menunjukkan kinerja alat yang penggorengannya melalui elemen pemanas dan terdeteksi sensor max6675, serta ditampilkan melalui LCD yang terkontrol oleh ESP 32. Penggorengan dari tiga bahan makanan yaitu, sosis, nugget, dan kentang yang dilakukan dengan elemen pemanas dan temperaturnya diatur melalui thermostat dengan 100 derajat, dapat dilihat hasil matang untuk sosis dibutuhkan 15 menit, untuk nugget dibutuhkan 18 menit, dan untuk kentang dibutuhkan 22 menit.

Kata Kunci— Air fryer, Microcontroller, Esp32, max6675

I. PENDAHULUAN

Metode memasak dengan cara menggoreng konvensional adalah pengolahan yang banyak digunakan dalam pengolahan

makanan. Hal ini karena proses pengolahan tersebut lebih mudah, serta memiliki sifat sensori yang banyak disukai, baik dari tekstur, rasa, hingga penampilan. Akan tetapi, makanan yang diolah dengan cara digoreng terkenal memiliki kandungan kalori dan lemak yang tinggi, dan jika dikonsumsi berlebihan dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti obesitas, diabetes, jantung dan stroke.

Air fryer adalah alat elektronik yang digunakan untuk memasak makanan dengan menggunakan media udara. Penggunaan air fryer hanya menambahkan sedikit minyak di permukaan bahan makanan atau bahkan tidak sama sekali. Hanya saja, air fryer memerlukan waktu yang lama untuk memasak jika dibandingkan dengan deep frying. Selain itu, air fryer memerlukan tenaga listrik yang cukup besar, yaitu sekitar 1200 Watt [1]. Air fryer memiliki kualitas kandungan gizi yang lebih baik daripada deep frying.

Penggorengan tanpa minyak (air fryer system) memiliki cara kerja memanfaatkan sirkulasi udara panas yang berasal dari pemanas dan kipas mekanik di dalam alat yang bisa mencapai kurang lebih 200 derajat celcius. Suhu panas yang tinggi mengedarkan udara panas di sekitar makanan dan hasilnya akan membuat makanan menguap, sehingga makanan secara otomatis matang. Berkat kombinasi sumber panas yang terkonsentrasi dan kuatnya perputaran kipas pada air fryer, alat ini mampu menghasilkan tekstur yang renyah. Dengan bantuan mikrokontroler Arduino sebagai penghubung antara sensor dengan komponen lainnya, sensor disini sebagai kontrol untuk mengatur panas yang berada didalam air fryer, komponen lainnya seperti dimmer suhu (pengatur up/down temperature), LCD sebagai tampilan output nilai. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat penggorengan tanpa minyak (air fryer sistem) dengan sistem digital berbasis mikrokontroler.

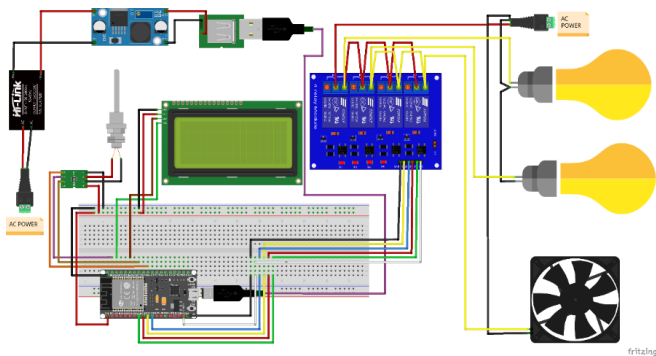
Penggunaan air fryer untuk pemrosesan bahan makanan telah dilakukan sebelumnya, seperti untuk memasak kerupuk [1], kerupuk pasir [2], keripik [3] dan lain sebagainya. Tetapi belum menggunakan sistem kendali otomatis untuk menandai bahwa waktu memasak telah selesai. Penggunaan sensor digital berbasis Arduino untuk menandai waktu memasak telah selesai telah digunakan untuk pembuatan oven pemanggang kue dengan mengukur kadar air dalam

kue, sehingga jika kadar air berkurang dan adonan kue telah mengering, maka ada peringatan yang dikirim kepada pengguna dan alat memasak akan berhenti secara otomatis [4]. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini penggunaan alat pengendali alat masak otomatis digunakan sebagai kendali untuk mengetahui bahwa waktu memasak dengan air fryer telah selesai.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

Penelitian ini dimulai dengan menentukan perangkat yang digunakan untuk pembuatan alat air fryer. Setelah itu, disusun wiring diagram dari perangkat-perangkat tersebut. Wiring diagram pembuatan air fryer dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Wiring diagram elektrikal

Pada Gambar 1 diketahui cara kerja alat pengorengan udara (air fryer) dengan sistem digital yang dikontrol oleh mikrokontroler ESP32. Dimulai dari tegangan 220 V yang masuk pada catu daya 12 V kemudian di turunkan (*stepdown*) menjadi 5 V, masuk ke input ESP32 sebagai daya. Relai 1 ke pin 26, relai 2 ke pin 27, relai 3 ke pin 25, relai 4 ke pin 33. Kemudian untuk LCD i2c pin SCL masuk ke pin 22 dan pin SDA masuk ke pin 21 lalu untuk sensor Max6675 thermocouple pin DO masuk ke pin 19, pin CS masuk ke pin 23, dan pin CLK masuk ke pin 5. Komponen-komponen output seperti elemen pemanas, kipas, lampu indikator terangkai baik dengan relai-relai yang telah terprogram melalui ESP32 dengan menggunakan tegangan 220 V.

Gambar 2 merupakan alat penggorengan tanpa minyak (air fryer system) dengan sistem kendali digital berbasis mikrokontroler yang telah dirancang dan dilakukan pengujian beberapa kali untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian rangkaian yang menjalankan sistem tersebut, antara lain yaitu pengujian rangkaian mikrokontroler, pengujian rangkaian sensor suhu, pengujian rangkaian Max6675 dan pengujian alat secara

terintegrasi (keseluruhan sistem) sebelum mengukur seberapa besar penggunaan arus yang dikonsumsi oleh alat ini.



Gambar 2 Konstruksi air fryer

Sebelum air fryer digunakan, dilakukan sejumlah uji coba dan pengukuran daya, arus, dan suhu yang bekerja pada alat tersebut. Hasil pengujian arus dan konsumsi daya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengukuran arus dan konsumsi daya

NO	Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	Power Input	220	0,33	72,6
2	Kipas Pendingin	220	0,13	28,6
3	Kipas Elemen	220	0,15	33
4	Elemen Pemanas	220	4,48	985,6

Pada Tabel 1 pengukuran tegangan dan arus dilakukan untuk mengetahui berapa arus dan daya yang terdapat pada keseluruhan beban dan total berapa daya dari alat penggorengan tanpa minyak yang dibutuhkan.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian suhu pada sensor MAX6675 dan thermostat REX-C100. Pengujian sensor MAX6675 dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari sensor MAX6675 dengan termometer. Pengujian dilakukan beberapa kali untuk mengetahui tingkat keakuratan dari sensor Max6675 tersebut. Pengujian tahap pertama dilakukan dengan memberikan media panas pada sensor selanjutnya dipindahkan pada termometer untuk dilakukan pengecekan. Hasil pembacaan sensor dengan termometer. Hasil pengujian sensor MAX6675 dibandingkan dengan termometer dapat dilihat pada Tabel 2.

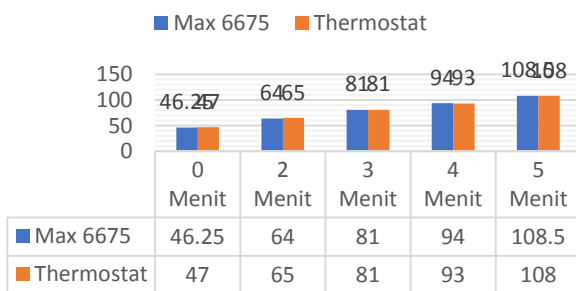
Tabel 2 Hasil pengukuran sensor max6675

Pengujian	Waktu(s)	MAX6675 (°C)	Termometer (°C)
1	0 detik	31,50	32,6
2	2 detik	31,25	32,6
3	4 detik	31,25	32,6
4	6 detik	31,25	32,6
5	8 detik	31,00	32,6
6	10 detik	31,25	32,6
Error %			4,14 %

Dari Tabel 2 dapat dilihat hasil pengukuran sensor MAX6675 dan termometer yang mengukur suhu ruangan dengan pengukuran beberapa detik, sehingga dapat dilihat nilai errornya ialah 4,14%. Kesalahan pengukuran ini bisa disebabkan oleh alat ukur pembanding adalah thermometer badan yang tidak cukup sesuai untuk mengukur sensor.

Selanjutnya adalah pengujian thermostat REX C-100 dengan thermocouple MAX6675. Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui nilai suhu yang tepat dan sesuai dengan thermostat dan Max6675. Pengukuran dilakukan dengan kalibrasi menggunakan thermometer digital untuk mengetahui nilai suhu yang akurat dan pasti. Hasil pengukuran thermostat REX C-100 dengan thermocouple MAX6675 dapat dilihat pada Gambar 3.

Grafik Pengujian Thermocouple



Gambar 3 Grafik pengujian thermocouple max6675 dan thermostat

Gambar 3 merupakan grafik yang menampilkan hasil dari pengujian thermocouple MAX6675 dan thermostat REX c-100 yang dilakukan pengujian selama lima menit dan dengan temperatur 150 °C. Hasilnya pada waktu lima menit suhu MAX 6675 mencapai 109,5° C dan Thermostat REX c-100 mencapai 108° C.

B. Perhitungan Ukuran dan Kalor Air Fryer

Langkah awal dari pengujian ini dengan menghitung kebutuhan tempat bahan makanan yang dimana dapat diukur sebagai berikut :

$$V = \pi r^2 t \tag{1}$$

dengan V adalah volume tabung alat masak, r adalah jari-jari alat masak, dan t adalah tinggi alat masak. Diameter yang dimiliki adalah 27 cm, maka r adalah 13,5 cm dan t adalah 11,5 cm sehingga diperoleh V adalah 15.737,24 cm³.

Perhitungan selanjutnya adalah menentukan berapa daya yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebesar 1°C. Perhitungan ini dilakukan dengan persamaan termodinamika secara konveksi, dengan menggunakan persamaan (2).

$$H = \frac{Q}{t} = hA\Delta t \tag{2}$$

dengan h adalah koefisien konveksi elemen pemanas, A adalah luas permukaan elemen pemanas, Q adalah banyak kalor. Dari hasil perhitungan dengan memperhatikan ukuran alat masak, diperoleh daya (WH) yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 °C pada penggorengan tanpa minyak untuk elemen pemanas pada suhu pengaturan 100 °C dalam satuan watt adalah 49,094 WH.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang ditampilkan pada bab ini adalah hasil uji coba memasak dengan menggunakan air fryer yang telah dibuat. Bahan makanan yang digunakan adalah bahan makanan beku, seperti sosis, nugget, dan kentang.

A. Set masak sosis

Pada pengujian set masak sosis temperatur yang digunakan yaitu 100°C dengan waktu 15 menit. Pada waktu 10 menit pertama, proses memasak dihentikan untuk mengecek kondisi sosis, dan terlihat bahwa sosis belum kering. Kemudian, ditambahkan waktu selama dua menit dan dilakukan pengecekan kembali. Karena sosis belum kering, maka proses memasak dilanjutkan hingga menit ke 15. Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada menit ke – 15 sosis telah kering dan dinyatakan matang. Untuk mengecek apakah sosis benar-benar matang, dilakukan pengtesan secara kuantitatif terhadap lima orang untuk dimintakan pendapatnya tentang tingkat kematangan sosis. Tabel 3 adalah pendapat responden tentang tingkat kematangan sosis. Rata-rata menyatakan bahwa pada menit ke 10 sosis belum matang, menit ke-12 kurang matang sedikit, dan menit ke-15 sosis telah matang.



Gambar 4 Kondisi sosis setelah 15 menit

Tabel 3 Pendapat lima orang tentang kematangan sosis

No	Pendapat	Percobaan Sosis		
		10 Menit	12 Menit	15 Menit
1	Pak A	Belum matang	Sudah matang tapi masih kurang	Matang
2	Pak B	Belum matang	Sudah matang tapi masih kurang	Matang
3	Pak C	Belum matang	Sudah matang tapi masih kurang	Matang
4	Ibu D	Belum matang	Masih kurang matang	Matang
5	Pak E	Belum matang	Sudah matang tapi masih kurang	Matang tapi untuk kering nya masih kurang

B. Set Masak Nugget

Proses memasak nugget dilakukan selama 18 menit dengan temperature awal 100° C. Pada menit ke-14 dan 16 dilakukan proses pengecekan kondisi nugget apakah sudah matang atau belum. Dari hasil pengecekan diketahui bahwa nugget belum kering sehingga pemasakan dilanjutkan hingga 18 menit. Setelah itu, dilakukan uji coba tingkat kematangan nugget terhadap lima orang responden. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Dari table tersebut diketahui bahwa menurut pendapat responden, nugget telah matang setelah dimasak selama 18 menit

Tabel 4 Pendapat lima orang tentang kematangan nugget

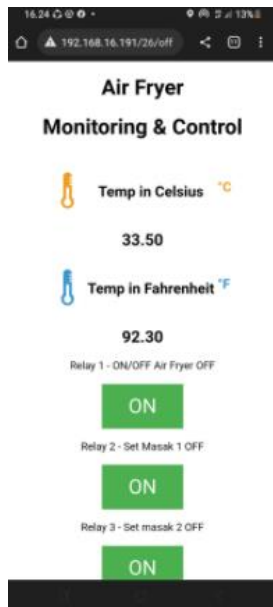
No	Pendapat	Percobaan Nugget		
		14 Menit	16 Menit	18 Menit
1	Pak A	Belum matang	Sudah matang tapi masih kurang	Matang
2	Pak B	Belum matang	Sudah matang tapi masih kurang	Matang
3	Pak C	Belum matang	Sudah matang tapi masih kurang	Matang
4	Ibu D	Belum matang	Sudah matang dan keringnya sudah menyeluruh	Sedikit lebih matang tapi untuk keringnya pas
5	Pak E	Belum matang	Sudah matang tapi masih kurang	Matang

C. Set Masak Kentang

Dengan cara yang sama dengan proses memasak sosis dan nugget, maka diperoleh kesimpulan bahwa proses memasak kentang dengan air fryer diperlukan waktu 22 menit dengan suhu 100° C. Dari hasil pendapat responden diketahui bahwa hasil memasak kentang selama 22 menit diperoleh kentang yang matang

D. Kendali Otomatis Air Fryer

Untuk kendali otomatis air fryer dilakukan pengujian wifi yang terkoneksi dengan modem internet agar ESP bisa mengirimkan data dari mikrokontroler kepada webserver. Untuk menghubungkan jaringan wifi dengan ESP32, dilakukan pengaturan username dan password dari akses poin pada pemrograman arduino IDE. Kemudian, dimasukkan program alamat IP pada Arduino IDE untuk pengaturan tampilan beserta tata letak untuk mendapatkan monitoring dan kontrol pada pemrograman ESP32. Adapun tampilan pada webserver dapat dilihat pada Gambar 5. Pada Gambar 5 dapat dilihat webserver yang tercantum pada tampilan terdapat data temperatur dan controlling ON/OFF pada relay 5V 4channel.



Gambar 5 Tampilan webservice monitoring dan kontrol

IV. KESIMPULAN

Dari hasil studi, perancangan, dan pengambilan data air fryer dengan kendali otomatis dapat diambil kesimpulan bahwa air fryer dirancang dengan menggunakan elemen pemanas dengan daya 1200 Watt dengan arus 5 Ampere. Penggorengan dibantu dengan kipas untuk penyebaran panas pada makanan yang bersirkulasi. Adapun untuk penggorengan disetiap bahan makanan menggunakan temperatur 100 °C dengan waktu yang berbeda. Dari hasil pengujian diketahui

bahwa waktu yang diperlukan adalah 15 menit untuk sosis matang, untuk nugget dibutuhkan waktu 18 menit, dan untuk kentang dibutuhkan waktu 22 menit. Dari hasil uji kendali penggorengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dapat disimpulkan bahwa kesalahan pembacaan suhu yang dihasilkan untuk sensor MAX 6675 ialah 4,14 % dan kesalahan yang didapat dari thermostat REX C-100 ialah 6,25 %.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Hidayat, D. Kuswanto, and A. D. Krisbianto, "Desain Penggorengan Kerupuk (Airfryer) Tanpa Minyak, Tanpa Pasir, Tanpa Listrik untuk Rumah Tangga Menengah," *Jurnal Desain Idea*, vol. 17, no. 1, pp. 11–15, Feb. 2018.
- [2] S. Siswanto, R. Ediati, and R. Listanti, "RANCANG BANGUN ALAT PENGGORENG TANPA MINYAK UNTUK MENUNJANG ARGOINDUSTRI," *Agrin*, vol. 8, no. 2, pp. 167–180, Oct. 2014.
- [3] H. Prastyo and H. Mahmudi, "Perancangan Sistem Penggorengan Pada Mesin Pembuat Keripik Serbaguna dengan Metode Deep Frying," *Semnas Inotek*, vol. 4, pp. 285–290, Jul. 2020.
- [4] G. Krisdayanes, "PENGGUNAAN THERMOCOUPLE TYPE K PADA OVEN PEMANGGANG KUE SEBAGAI SENSOR TEMPERATUR BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328.," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019.