

Prototipe Alat Pengering Kerupuk Energi Matahari menggunakan Mikrokontroler Atmega16 berbasis *Fuzzy Logic*

¹Fajar Eksan, ²Achmad Ubaidillah, ³Miftachul Ulum

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan
¹fajar.eksan@yahoo.com, ²ca_achmed@yahoo.com, ³mif_ulum21@yahoo.com

Abstrak—Kerupuk merupakan camilan yang banyak digemari oleh semua kalangan masyarakat. Proses yang paling penting dalam pembuatan kerupuk ialah saat pengeringan. Pengeringan yang dilakukan pembuat kerupuk masih menggunakan cara tradisional, dimana kerupuk dijemur langsung pada sinar matahari. Cara pengeringan tersebut sering terkendala disaat musim penghujan, dimana pembuat kerupuk harus mengangkat jemuran kerupuk nya apabila mendadak terjadi hujan. Dengan berkembangnya teknologi perlu adanya alat pengering kerupuk untuk mengganti pengeringan pada saat musim hujan. Single chip atmega16 merupakan pengontrol alat dalam proses pengeringan kerupuk. Sensor yang digunakan alat pengering kerupuk adalah DHT11 (*humidity and temperature*).

Tujuan dari penelitian ini mengeringkan irisan kerupuk dari kadar air awal sebesar $\pm 80\%$ di inginkan menjadi $\pm 7\%$ - 10% . Setelah dilakukan penelitian dengan metode eksperimen yang dilakukan beberapa kali pengujian didapatkan laju pengeringan 0,0009 gram/menit pada suhu 55°C, 0,00085 gram/menit pada suhu 50°C, dan sebesar 0,0007 gram/menit pada pengeringan secara manual. Pengeringan secara manual membutuhkan waktu antara 8-16 jam. Alat pengering kerupuk membutuhkan waktu 5 jam pada suhu 55°C. Jadi dapat dianalisa pengeringan menggunakan alat pengering 2-3 kali lebih cepat dalam pengeringannya.

Kata Kunci—*alat pengering, atmega16, dht11.*

Abstract— *Crackers is a lot of favorable snacks all circles of society. The most important process in the manufacture of crackers is a time drying. The drying is done the maker of crackers are still using the traditional way, where crackers dried in direct sunlight. The way the desiccation is often constrained during the rainy season, in which the maker of crackers must lift his crackers in a clothesline sudden rains. With the development of technology need for crackers to replace dryer drying on the rainy season. Single chip controller atmega16 is a tool in the process of drying the crackers. Sensor dryers used crackers is DHT11 (humidity and temperature).*

The purpose of this research is drying the sliced crackers from the initial moisture content of approximately 80% in the wish to be $\pm 7\%$ - 10% . After research is done by the method of experiments testing the invalidated several times the rate of drying 0.0009 grams/minute at a temperature of 55 ° C, 0.00085 grams/minute at a temperature of 50 ° C, and of 0.0007

grams/minute on drying manually. Drying manually takes between 8-16 hours. Dryers crackers takes 5 hours at a temperature of 55 ° c. So it can be analyzed using 2-3 dryers drying times faster in his drying.

Keywords: *dryers, atmega16, dht11 (humidity and temperature)*

I. Pendahuluan

Kerupuk merupakan makanan ringan yang disukai semua kalangan, dari anak-anak, remaja, maupun orang dewasa. Selain sebagai makanan ringan kerupuk juga dijadikan lauk. Kerupuk sendiri terbuat dari adonan tepung tapioka yang dicampur dengan bahan perasa seperti udang, sayur, maupun ikan. Hal utama yang diperlukan dalam pembuatan kerupuk adalah proses pengeringan. Dimana biasanya penjemuran dilakukan di tempat yang terbuka sehingga mendapatkan mendapatkan sinar matahari langsung.[1]

Para pengrajin kerupuk mengeringkan kerupuknya dengan cara tradisional, dimana pengeringan secara konvensional harus ditunggu apabila tiba-tiba terjadi hujan. Pengeringan tersebut tentunya dapat menimbulkan bau pada kerupuk karena terkena hujan atau pengeringan yang tidak sempurna dikarenakan kurang mendapatkan sinar matahari. Cara tersebut sangat bergantung pada saat musim panas saja dan butuh waktu yang cukup lama hingga berhari-hari, padahal panas sinar matahari selalu berubah-ubah.

Pengeringan adalah salah satu proses untuk menghilangkan kadar air dan kelembaban yang terkandung pada pangan. Dimana pengeringan tersebut dilakukan untuk mencegah mikroorganisme seperti jamur dan bakteri yang akan membuat suatu pangan bau atau busuk. Pengeringan terbagi 2, yaitu pengeringan secara alami dan pengeringan menggunakan alat buatan. Kelebihan pengeringan secara tradisional adalah tidak

memerlukan peralatan khusus dan keahlian khusus serta biaya yang relatif lebih murah. Dan kekurangan pengeringan tradisional sendiri adalah memerlukan tempat yang luas, bergantung pada cuaca, dan kurang higienis. Kelebihan pengering buatan adalah suhu dan proses pengeringannya lebih cepat dan mudah dikendalikan dan tidak tergantung cuaca. Kekurangan pengering buatan adalah mengeluarkan biaya yang tinggi, dan peralatan khusus serta keterampilan khusus.[2]

Maka dari itu perlu adanya sebuah alat yang dapat mengefisiensikan proses pengeringan kerupuk tersebut sehingga tidak bergantung pada sinar matahari dan dapat digunakan disegala waktu. Tujuan alat ini untuk proses pengeringan lebih cepat dan menjaga kualitas kebersihan dari kerupuk tersebut. Dimana alat disini bekerja secara otomatis. Sensor DHT11 adalah sebagai pengontrol suhu dan kelembapan didalam ruang alat tersebut agar tidak terjadi penyimpangan. Suhu dan kelembapan pada alat ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*).

A. Mikrokontroler Atmega16

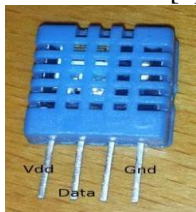
Mikrokontroler ATmega16 adalah sebuah komputer mini/kecil yang ada di dalam satu IC yang di dalamnya berisi CPU, timer, memori, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC.



Gambar 1. Mikrokontroler Atmega16^[1]

B. DHT11

DHT11 (*humidity and temperature*) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara sekaligus secara bersamaan.[3]



Gambar 2. DHT11 (*humidity and temperature*)

Detailnya sebagai berikut:

- a) Mempunyai tegangan antara 3-5 V
- b) Arus maksimal saat pengkonversian adalah 2.5 mA
- c) Pembacaan kelembapan dengan kisaran antara 20-80% dengan ketepatan + 5%

- d) Pembacaan suhu dengan kisaran antara 0-50% dengan ketepatan + 2%
- e) Memiliki 4 pin dengan jarak 0,1 "
- f) Kecepatan sampling tidak lebih dari 1 Hz per detik
- g) Ukuran body 15.5 mm x 12 mm x 5,5 mm

C. Relay

Relay adalah saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan mekanika (seperangkat kontak saklar/switch). Fungsi relay pada alat yaitu untuk mengaktifkan dan mematikan elemen pemanas.



Gambar 3. Relay

D. Code Vision AVR

Code Vision AVR adalah sebuah compiler C yang telah dilengkapi dengan fasilitas Integrated Development Environment (IDE) dan didesain agar dapat menghasilkan kode program secara otomatis untuk mikrokontroler Atmel AVR. Program ini dapat berjalan dengan menggunakan sistem operasi Windows® XP, Vista, Windows 7, dan Windows 8, 32-bit dan 64-bit.[4]

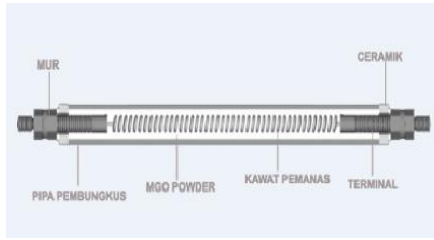


Gambar 4. CodeVisionAVR

Dalam Instrumentasi software ini sangat bermanfaat dalam memprogram Atmel AVR yang nantinya akan kita gunakan dalam membuat suatu alat elektronika.

E. Tubular Heater

Tubular heater adalah elemen pemanas listrik yang terbuat dari gulungan coil resistance wire dimasukkan kedalam pipa dan di cor bersama dengan bubuk isolator (Mgo powder) yang berfungsi sebagai penerus panas dan isolator listrik yang baik, sehingga arus listrik tidak mengalir dan menembus pada pipa pembungkusnya.[5]



Gambar 5. Tubular Heater

F. Metode Tsukamoto

Pembentukan fuzzy Tsukamoto adalah :
 IF (X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C)
 Dimana keanggotaan A, B, C merupakan himpunan fuzzy.

Contoh : diketahui 2 buah rule berikut :

- IF (x is A₁) AND (y is B₁) THEN (z is C₁)
- IF (x is A₂) AND (y is B₂) THEN (z is C₂)

Beberapa tahapan diantaranya metode fuzzy tsukamoto diantaranya :

1. Fuzzyfikasi
2. Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy (Rule dalam bentuk IF...THEN)
3. Mesin inferensi
4. Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$).

Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).

Defuzzyfikasi

Menggunakan metode Rata – Rata (Average)

$$z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i}$$

Rumus diatas merupakan rumus penalaran fungsi MIN atau PRODUCT dan proses defuzzyfikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.[6]

II. Metode Penelitian

A. Metode

Adapun tahapan-tahapan dalam metode penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

- a. Studi Literatur
 Tahapan ini dilakukan studi literatur mengenai alat pengering kerupuk.
- b. Perancangan Sistem
 Pada tahap ini dilakukan perancangan alat pengering kerupuk yang dilengkapi dengan sensor dht11 (*humidity and temperature*) dan beberapa komponen elektronik pendukung.

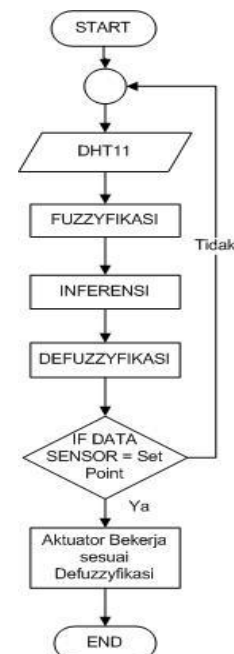
c. Perakitan Komponen

Pada tahap ini dilakukan perakitan terhadap semua komponen seperti perakitan *heater, kipas DC, relay* dan pemasangan sensor dht11 (*humidity and temperature*).

d. Pengujian Komponen dan Alat

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat yaitu kalibrasi sensor dht11 (*humidity and temperature*) dengan alat ukur dan pengujian keseluruhan sistem yaitu melakukan uji coba alat pengering kerupuk. Pengujian ini dilakukan di Lab Elektronika Universitas Trunojoyo Madura.

B. Algoritma Sistem Keseluruhan

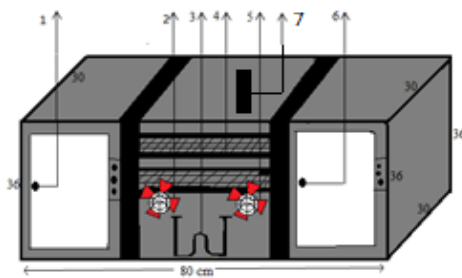


Gambar 6. Flowchart Sistem Alat Pengering Kerupuk

Dari gambar 6 dapat dijelaskan yaitu untuk memulai sistem langkah awal yaitu menginputkan suhu sesuai keinginan. Selanjutnya sistem bekerja mulai dari membaca suhu dan kelembaban dari dalam alat pengering. Kemudian data yang di dapat di proses oleh mikrokontroler, setelah data di proses maka di dapatkan kategori kecepatan kipas. Kemudian proses pengeringan kerupuk di lakukan sesuai dengan timer yang ditentukan. Alat disini di setting timer selama 5 jam. Jika tidak sesuai maka proses pengeringan akan terus berjalan, dan apabila sesuai dengan setpoint maka sistem pengeringan selesai.

C. Perancangan Keseluruhan Sistem

Alat pengering kerupuk memiliki tinggi 36 cm, panjang 80 cm, dan lebar 30 cm dengan menggunakan pipa Galvalum dan plat seng. Pemanas oven menggunakan heater jenis tubular. Sensor DHT11 dipasang dekat dengan rak kerupuk untuk mendapatkan ukuran temperatur dan kelembaban. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD (*Liquid Cristal Display*) monitor. Mikrokontroler Atmega16 sebagai otak/kontrol dipasang diruang lain agar tidak mudah rusak akibat terkena panas tersebut.



Gambar 7. Prototipe Alat Pengering Kerupuk

III. Hasil dan Pembahasan

A. Pengujian Sensor DHT11 (*Humidity & Temperature*)

Pengujian sensor DHT11 dilakukan untuk mendapatkan nilai suhu dan kelembaban udara pada suatu ruangan. Dimana nilai analog dari sensor DHT11 diubah menjadi suhu (°C) dan kelembaban (%).

Tabel 1. Hasil sensor DHT11

No.	Alat Ukur	Suhu	Kelembaban
1.	DHT11	28°C	64 %
2.	Thermometer Digital	28,7°C	53 %
Error rata-rata		2,43 %	20,7 %

B. Pengujian Alat pengering Kerupuk

Tujuan dari pengujian ini bertujuan untuk menerapkan metode fuzzy dalam pengambilan keputusan pada alat pengering kerupuk yang nantinya akan dijadikan output sesuai dengan data sensor.

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat Pengering

Suhu SD	Suhu	Kelembaban	Fuzzy	SP
	29 °C	95 %	947 PWM	
	30 °C	91 %	1020 PWM	
	31 °C	89 %	951 PWM	
	32 °C	86%	898 PWM	

29 °C	33 °C	80%	896 PWM	55°C
	34 °C	75%	784 PWM	
	35 °C	69%	779 PWM	
	36 °C	66%	767 PWM	
	37 °C	64%	794 PWM	
	38 °C	60%	882 PWM	
	39 °C	57%	814 PWM	
	40 °C	52%	754 PWM	
	41 °C	50%	726 PWM	
	42 °C	46%	673 PWM	
	43 °C	44%	648 PWM	
	44 °C	45%	640 PWM	
	45 °C	38%	640 PWM	
	46 °C	31%	640 PWM	
	47 °C	33%	640 PWM	
	48 °C	30%	640 PWM	
	49 °C	27%	640 PWM	
	50 °C	25%	640 PWM	
	51 °C	20%	640 PWM	
	52 °C	20%	640 PWM	
53 °C	21%	640 PWM		
54 °C	22%	640 PWM		
55 °C	22%	640 PWM		
56 °C	23%	640 PWM		
57 °C	24%	640 PWM		
58 °C	25%	640 PWM		
59 °C	25%	640 PWM		

Dimana : SD = Sebelum Dihidupkan
 SP = Set Point

Pada tabel diatas kipas berputar sesuai dengan defuzzyfikasi. Sehingga logika fuzzy menentukan kecepatan kipas sesuai aturan-aturan yang telah ditentukan.

C. Pengujian Sistem

a. Percobaan Pertama

Percobaan pertama menggunakan suhu 50°C dan lama pengeringan 6,5 jam dengan hasil kerupuk kering sempurna. Tetapi pengeringan disini membutuhkan waktu yang lama.



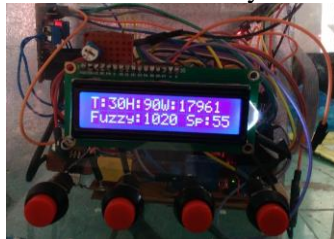
Gambar 8. Kontroler pengeringan 6,5 jam



Gambar 9. Kerupuk pengeringan 6,5 jam

b. Percobaan Kedua

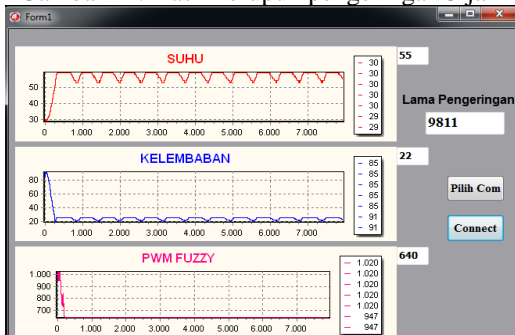
Percobaan pertama menggunakan suhu 55°C dan lama pengeringan 5 jam dengan hasil kerupuk kering sempurna. Percobaan kedua ini lebih cepat dalam pengeringan dikarenakan suhunya dinaikkan.



Gambar 10. Kontroler pengeringan 5 jam



Gambar 11. Hasil kerupuk pengeringan 5 jam



Gambar 12. Tampilan Monitoring GUI

D. Pengujian Kandungan Air Kerupuk

Pada pengujian ini kerupuk yang sudah dikeringkan dengan menggunakan alat pengering dilakukan pengujian untuk mengetahui kandungan kadar air dan bahan kering kemudian dibandingkan dengan kandungan air dan bahan kering dari kerupuk yang dikeringkan secara tradisional.

Tabel 3. Hasil dari penimbangan

No.	Kode Sampel	Berat Cawan(gram)	Berat Bahan+Cawan (gram)	Berat Akhir(gram)
1.	A1	11,05	12,92	12,76
	A2	11,44	13,95	13,76
2.	B1	11,99	13,67	13,55
	B2	10,65	12,46	12,33
3.	C1	10,51	12,84	12,67
	C2	11,15	13,21	13,05
4.	D1	10,83	12,98	11,84

	D2	11,23	13,45	12,27
--	----	-------	-------	-------

- Rumus untuk menghitung kadar air :

$$K_a = \frac{(B_c + B_b) - B_{ak}}{B_b} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- Ka = kadar air (%)
- Bc = berat cawan (gram)
- Bb = berat bahan (gram)
- Bak = berat akhir (gram)

- Rumus untuk menghitung laju massa air yang dikeringkan :

$$W_\alpha = \frac{M_{ab} - M_{bk}}{\text{waktu pengeringan}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- Wα = laju massa air yang dikeringkan (gram/menit)
- Mab = massa air bahan (gram)
- Mbk = massa bahan kering (gram)

Tabel 4. Hasil dari penimbangan

No.	Kode Sampel	Kadar Air	Laju massa air
1.	A1	8,55 %	0,0008 gr/menit
	A2	7,57 %	0,0007 gr/menit
2.	B1	7,49 %	0,0009 gr/menit
	B2	7,76 %	0,0008 gr/menit
3.	C1	7,14 %	0,0007 gr/menit
	C2	7,18 %	0,0007 gr/menit
4.	D1	53 %	0,0063 gr/menit
	D2	53,15 %	0,0065 gr/menit

E. Pengujian Lama Waktu Pengujian

Pada pengujian alat pengering secara keseluruhan ini dilakukan dengan mengukur lama waktu pengeringan. Dimana lama waktu pengeringan tidak hanya ditentukan berapa derajat panas suhu yang digunakan tetapi juga kadar air yang terkandung dalam bahan yang dikeringkan.

Tabel 5. Lama Waktu Pengeringan Alat Pengering

No.	Sampel yang diuji	Kadar Air		Suhu (°C)	Waktu (menit)
		Saat basah	Saat kering		
1.	20 kerupuk	53%	7,62%	50-55 °C	390 s/d 410
			8,06%		300 s/d 320

Dari hasil pengujian alat pengering diperoleh bahwa pengeringan menggunakan alat pengering lebih cepat 2-3 kali dibandingkan dengan sinar matahari. Yang mana alat pengering ini menggunakan suhu ideal yaitu 55 °C.

Tabel 6. Perbandingan Proses Pengeringan

No.	Dengan Sinar Matahari	Dengan Alat Pengering
1.	480 s/d 960 (menit)	300 s/d 320 (menit)

iv. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi sistem, dan pengujian hasil dari sistem yang telah dibuat dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan alat pengering kerupuk berhasil dibuat dan sensor DHT11 sesuai dengan pembacaan thermometer.
2. Relay bekerja sesuai dengan program atmega16.
3. Alat pengering kerupuk lebih cepat dalam pengeringan antara 2-3 kali dibandingkan dengan cara konvensional.
4. Sistem komunikasi berjalan dengan baik dengan bantuan USB TTL yang dapat menerima data dari mikrokontroler dan ditampilkan di windows atau PC

v. Saran

Penelitian tentang prototipe alat pengering kerupuk masih jauh dari kata sempurna, maka saran penulis untuk pengembangan lebih lanjut antara lain:

1. Semoga alat ini dapat disempurnakan lagi agar mendapatkan parameter sesuai keinginan.
2. Sering melakukan penelitian agar alat bisa sempurna dan dapat bermanfaat bagi manusia, terutama para pembuat kerupuk.
3. Penggunaan panel surya kurang efisien terhadap alat pengering, karena alat pengering membutuhkan daya yang besar. Sedangkan energi yang dihasilkan dari panel surya kecil.

Daftar Pustaka

- [1] Elwin Mulyanah, Corie Mei Hellyana, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Otomatis Menggunakan Mikrokontroler atmega16," **Jurnal Evolusi** volume 3 No 2-2015.
- [2] EL Zaky Rizki Hakim, Hafidh Hasan , Syukriyadin," Perancangan Mesin Pengering Hasil Pertanian Secara Konveksi dengan Elemen Pemanas Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dengan Sensor DS18B20," **Jurnal Online Teknik Elektro**, Vol.2 No.3 2017: 16-20
- [3] Pengertian Sensor DHT11 (*humidity and*

temperature), <http://riyansblog.blogspot.co.id/2015/11/sensor-suhu-dan-kelembapan-dht-11.html>, diakses 05 April 2017.

- [4] Pengertian *Code Vision AVR*, <http://www.jagoinstrumen.com/2017/05/download-cvavr-312-compiler-crack-full.html>, diakses 27 November 2017.
- [5] Pengertian Tubular Heater “ <http://penjualheater.blogspot.co.id/p/blog-page-31.html>, diakses 16 Oktober 2017.
- [6] T. Sutojo dan Mulyanto, Edy dan Suhartono, Vincent. “Kecerdasan Buatan”, Andi Offset. Yogyakarta, 2011.