



Rancang Bangun Sistem Pengering Bengkuang Sebagai Olahan Keripik Berbasis Mikrokontroler

Yelchi Multri Meisya ¹, Dodon Yendri, M.Kom ²

^{1,3} Jurusan Teknik Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 INDONESIA

ARTICLE INFORMATION

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 23 Februari 2021

Revisi: 1 April 2022

Ditebitkan Online: 30 April 2022

KEYWORDS

Arduino UNO, Sensor *Soilmoisture*, Sensor DS18B20, *Heater*, Motor DC, Kipas DC, *Buzzer*, LCD, *Driver Motor* L298N.

CORRESPONDENCE

E-mail: Yelchimultri29@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of drying jicama as a processed yam chips. The condition of the yam dried in an open space with low temperatures resulted in the growth of fungus on the surface of the jicama. The growth of mushrooms on jicama makes it unable to be processed and consumed. Therefore we need a system that can dry yam with a drying machine. This system can monitor the water content of jicama using a soilmoisture sensor and measure the temperature with the DS18B20 sensor in the drying room. Jicama is said to be dry when the water content is <10%, when the moisture content value (> 25%) then the jicama is wet, if the water content of the jicama ($10.1\% \leq KA \leq 25\%$) then the jicama is in a humid condition, so that the fan, heater and DC motor turns on. This tool is designed using the Arduino Uno, DS18B20 sensor, Soilmoisture sensor, heater, DC fan, DC motor, buzzer, relay, LCD. When the temperature is > 60 ° C, the DC Heater and Fan will turn off to reduce the temperature. The results of the yam condition will be displayed on the LCD. This is expected to be able to dry jicama quickly and produce dry jicama with good quality.

PENDAHULUAN

Sumatera Barat merupakan salah satu Provinsi di Indonesia yang membudidayakan tanaman hortikultura baik itu sayur-sayuran maupun buah-buahan. Salah satu tanaman hortikultura yang diusahakan di Sumatera Barat adalah bengkuang dengan nama latin *Pachyrrhizus erosus*. Bengkuang banyak di jumpai di Kota Padang yang merupakan ibu kota dari Provinsi Sumatera Barat. Kota Padang sendiri dijuluki sebagai Kota Bengkuang dan menjadikan Provinsi Sumatera Barat sebagai salah satu provinsi yang menjadi sentral produksi bengkuang di Indonesia [1]. Di Indonesia, pemanfaatan umbi bengkuang sebagai produk makanan belum mendapatkan perhatian yang besar. Pada umumnya masyarakat hanya mengkonsumsi dalam bentuk segar untuk dimakan sebagai buah dan juga diolah dalam bentuk rujak, asinan, dan industry kosmetika. Oleh karena itu, nilai ekonominya sangat kecil. Penanganan pascapanen yang lebih serius dan diversifikasi pengolahan untuk meningkatkan nilai tambah perlu digalakkan [3].

Bengkuang merupakan tanaman *legum* yang dulu kurang populer dan tidak memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Komoditas ini telah lama dikonsumsi masyarakat untuk konsumsi segar. Orang mengenal bengkuang sebagai umbi yang bentuknya seperti gasing. Umbi ini biasa dijual di

pasar atau tempat lain untuk dijadikan bahan rujak dan asinan. Dalam beberapa tahun terakhir, daya serap pasar di berbagai daerah terhadap produk bengkuang cenderung meningkat. Hal ini bisa dilihat pada setiap pasar di berbagai daerah dapat ditemukan bengkuang segar. Hal itu menunjukkan permintaan dan pasokan bengkuang cukup tinggi [1]. Tanaman bengkuang dijadikan masyarakat kota Padang sebagai sumber penghasilan, bisa dijual mentah, dijadikan bedak dan juga dijadikan sebagai sop buah. Dengan banyaknya jumlah bengkuang yang ada di kota Padang, maka tak heran banyak juga yang terbuang karena tidak di manfaatkan atau tidak laku dijual. Oleh karena itu tercipta ide untuk mengolah bengkuang menjadi keripik, dengan begitu bengkuang yang tidak terjual bisa dimanfaatkan. Namun pengolahan dari bengkuang menjadi keripik bengkuang juga tidak gampang membuat olahan keripik lainnya, bengkuang memiliki kadar air yang tinggi dan tidak bisa di goreng langsung. Sedangkan jika dilakukan dengan penjemuran terlebih dahulu, umbi bengkuang yang di iris dengan rentang ketebalan 1-3 mm akan tumbuh jamur. Kadar air rata-rata keripik bengkuang yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 1,25-3,22% (basis kering)[3].

Penelitian terkait sebelumnya membahas mesin penggorengan vakum umbi bengkuang, pada penelitian ini mesin bukan merupakan alat pengering namun alat penggorengan dengan api sedang, pada penelitian ini sensor dan alat alat yang yang digunakan merupakan alat-

alat yang biasa digunakan dalam Laboratorium Operasi Kimia/Kimia analitik seperti Waterjet dan Kondesor. Selain itu juga digunakan beberapa peralatan umum lainnya seperti Oven dan Timbangan Digital [3]. Penelitian yang lainnya yaitu Rancang Bangun Alat Pengereng dengan Memanfaatkan Panas Kondensor AC Ruangan (Kasus Pengereng *Chips* Kentang), pada penelitian ini memanfaatkan konsedor AC sebagai sumber panas dari mesin pengereng dan juga memanfaatkan thermocouple untuk mengukur suhu pada rak pengereng, namun pada penelitian ini tidak menjelaskan tingkat kekeringan pada chip kentang yang dikerigkan [5]. Penelitian selanjutnya yaitu Rancang Bangun Alat Pengereng Tipe Rak Sistem *Double Blower*. Pada alat pengereng ini digunakan *double blower* dengan tujuan membentuk pola aliran udara panas yang mampu mendistribusikan suhu secara merata di ruang pengereng, dan alat pengereng memanfaatkan gas LPG sebagai sumber panas, pengereng dilakukan secara manual [6]. Penelitian selanjutnya yaitu sistem penjemuran kerupuk kulit menggunakan metode logika fuzzy yang mana sistem dapat mengendalikan tempat penjemuran kerupuk menuju kedalam kotak pengereng ketika suatu kondisi cuaca tertentu terpenuhi, seperti pada saat terjadinya hujan, serta faktor suhu dan intensitas cahaya.[7].

Berdasarkan uraian tersebut penulis tertarik untuk merancang suatu sistem yang dapat mengeringkan olahan umbi bengkuang berbasis mikrokontroler. Hal tersebut terwujud atas diimplementasikannya sistem pada pengereng umbi bengkuang. Pada sistem ini digunakan motor DC untuk menggerakkan rak secara horizontal dengan kecepatan yang stabil berguna agar bengkuang kering dengan merata. Sensor yang digunakan pada sistem ini yaitu sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu di dalam mesin pengereng. Selain sensor DS18B20 sensor lainnya yang di gunakan pada sistem ini yaitu sensor *Soil Moisture* untuk mengukur kadar air dari bengkuang. Hasil kondisi bengkuang akan di tampilkan pada LCD. Hal ini diharapkan dapat menghasilkan bengkuang kering dengan kualitas yang baik.

1. LANDASAN TEORI

Tanaman Bengkuang

Umbi bengkuang berbentuk bulat atau membulat seperti gasing dengan kulit umbi yang tipis, berwarna kuning pucat dan bagian dalamnya berwarna putih dengan cairan segar agak manis. Bengkuang merupakan buah yang kaya akan berbagai zat gizi yang penting untuk kesehatan terutama vitamin dan mineral. Secara kimia bengkuang banyak mengandung vitamin C, kalsium, fosfor, dan serat yang sangat dibutuhkan tubuh[8].



Gambar 1. Buah bengkuang

Keripik Bengkuang

Pembuatan keripik merupakan salah satu alternative dalam pengolahan produk umbi bengkuang. Dengan mengolah menjadi keripik, diharapkan menghasilkan produk baru

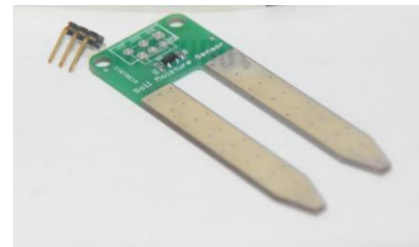
dan memberikan nilai tambah. Karena mengandung kadar air yang sangat tinggi, umbi bengkuang sulit diolah menjadi keripik dengan menggunakan metode penggorengan biasa [3].



Gambar 2. Keripik bengkuang

Sensor Soilmoisture

Soil moisture sensor ini dapat mengetahui besarnya kelembaban didalam tanah. Sangat cocok digunakan untuk prototyping project monitoring kebun, pengontrolan pengairan/irigasi, ataupun project IoT (Internet of Things) agriculture[11].



Gambar 3. Sensor Soilmoisture

Sensor DS18B20

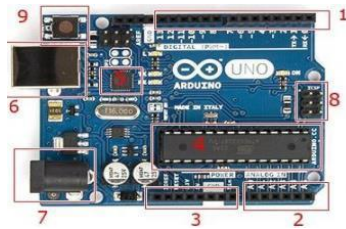
Sensor suhu DS18B20 adalah sebuah sensor suhu tahan air (*waterproof*) yang memiliki tingkat akurasi 0,5°C DS28B20 tidak menghasilkan *output* berupa tegangan, namun berupa pulsa digital. *Output* yang berupa digital ini akan langsung dihubungkan dengan pin digital mikrokontroler, tidak melalui ADC[12].



Gambar 4. Sensor DS18B20

Arduino UNO

Arduino UNO merupakan sebuah *board* yang berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input analog* , 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, *jack* listrik, dan tombol *reset*. Arduino UNO ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler[16].



Gambar 5. Arduino UNO

Relay

Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian kontrol dan tegangan beban. Diantara aplikasi relay yang dapat ditemui diantaranya adalah relay sebagai kontrol ON/OFF beban dengan sumber tegang berbeda[19].



Gambar 5. Relay

Heater

Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik di dalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. type dari *Electrical Heating Element* ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan[20].



Gambar 6. Heater

LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD[21].



Gambar 7. LCD

Kipas DC

Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsinya. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (exhaust fan), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Pada alat ini digunakan kipas

DC yang dipakai memiliki tegangan sebesar 12 VDC dan arus sebesar 0,08 A [22].



Gambar 8. Kipas DC

Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, *buzzer* yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, Alarm pada jam tangan, bel rumah, peringatan mundur pada truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya[23].



Gambar 9. Buzzer

Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*directunidirectiona*.



Gambar 10. Motor DC

Driver motor L298N

Driver motor L298N merupakan driver motor yang paling populer digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah pergerakan motor. Kelebihan dari driver motor L298N ini adalah cukup presisi dalam mengontrol motor. Selain itu kelebihan driver motor L298N adalah mudah untuk dikontrol.



Gambar 11. Driver motor L298N

Rak Pengering (Tray Dryer)

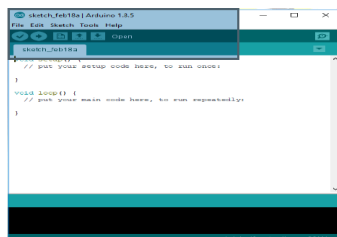
Rak Pengering (*Tray Dryer*) Teknik pengeringan ini terdiri dari wadah yang berbentuk persegi yang di dalamnya terdapat rak-rak sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Beberapa alat pengeringan jenis ini tidak dapat dikeluarkan namun ada beberapa alat yang menggunakan roda pada rak-rak sehingga rak dapat dikeluarkan-masukkan dari alat pengering. Bahan yang akan dikeringkan diletakan di atas rak (*tray*) yang terbuat dari logam yang berlubang, lubang ini berfungsi untuk pertukaran udara panas [28].



Gambar 12. Rak Pengering (*Tray Dryer*)

Arduino IDE

Arduino IDE merupakan *software* yang beroperasi pada sistem operasi Windows, Mac OS X, atau Linux dan bersifat *Open Source*. Lingkungan *opensource* Arduino memudahkan untuk menulis kode dan meng-*upload* ke *board* Arduino. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan pengolahan, *avr-gcc*, dan *software* sumber terbuka lainnya. [29].

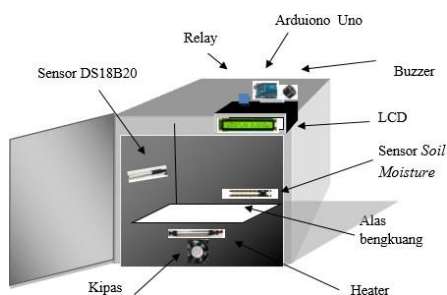


Gambar 12. Arduino IDE

METODE PENELITIAN

Rancangan Umum Sistem

Berikut adalah rancangan umum sistem yang akan dibuat:

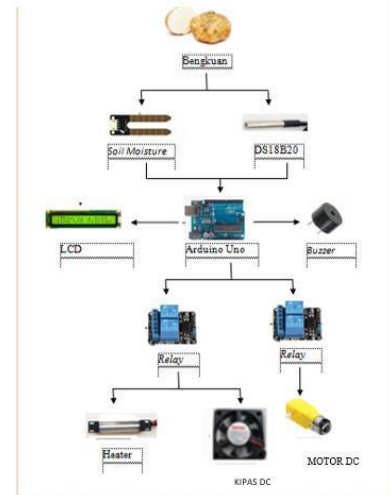


Gambar 13. Rancangan Umum Sistem

Rancangan umum sistem mencakup seluruh komponen yang digunakan dalam merancang sistem. Pada bagian ini akan digambarkan rancangan umum sistem. Proses sistem pengeringan dimulai dengan memasukkan bengkung yang telah di potong dengan ketebalan 2-3 mm ke dalam ruangan pengering lalu akan dideteksi kadar air dan suhu

menggunakan sensor *oil moisture* dan sensor DS18B20, kemudian nilai yang telah di peroleh oleh sensor akan diproses mikrokontroler Arduino Uno dan di tampilkan pada LCD. Karena sistem pengering bekerja berdasarkan tingkat kekeringan yang diukur menggunakan sensor dan berdasarkan waktu pengeringan maka setelah bengkung kering, sistem akan berhenti dan *buzzer* berbunyi.

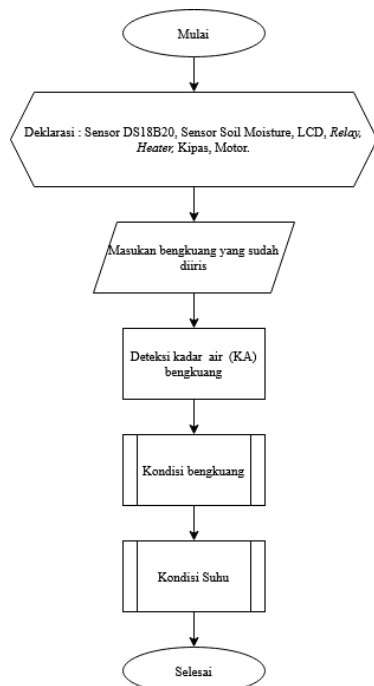
Rancangan Perangkat Keras



Gambar 14. Rancangan Perangkat Keras

Pada perancangan prangkat keras akan dijelaskan bagaimana hubungan komponen-komponen yang akan diimplementasikan pada perancangan mesin pengering bengkung untuk dijadikan olahan keripik. Pada perancangan sistem pengeringan buah bengkung terdapat dua buah masukan, yaitu data hasil bacaan sensor DS18B20 sebagai pendeteksi suhu dan data hasil bacaan sensor *soil moisture* sebagai pendeteksi kadar air bengkung. Data masukan yang berasal dari kedua sensor akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno. Output yang dihasilkan nantinya adalah pergerakan kipas angin dan *heater* (pemanas) serta motor servo bergerak. Nilai dari sensor yang akan di tampilkan pada LCD dan buzzer akan berbunyi ketika sistem selesai.

Rancangan Perangkat Lunak



Gambar 15. Flowchart Rancangan Perangkat Lunak Sistem

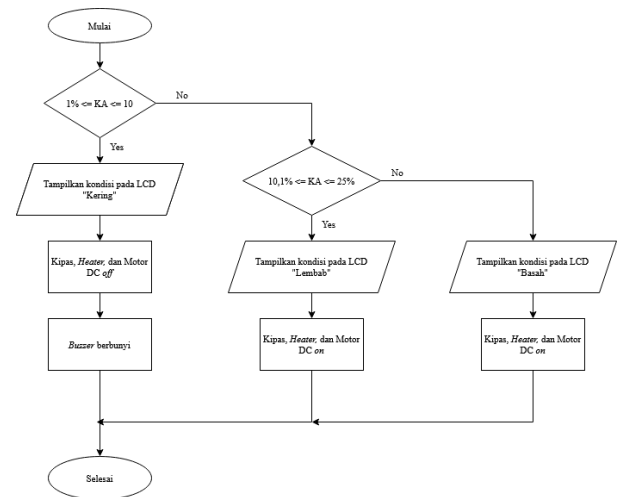
Berdasarkan flowchart di atas dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Inisialisasi Sensor *Soil Moisture*, sensor DS18B20, *Relay*, Kipas, *Heater*, LCD dan motor DC.
2. Masukkan bengkuang yang sudah di potong dengan diameter 2-3 mm kedalam mesin pengering.
3. Deteksi kadar air pada buah bengkuang (KA) dengan sensor *Soil Moisture*.
4. Proses pemilihan kategori tingkat kekeringan berdasarkan tabel 3.1. Kategori kondisi, nilai kadar air, nilai suhu akan tampil pada LCD. Kondisi pada bengkuang bisa dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Kategori Kondisi Bengkuang[3][4].

Kadar Air Bengkuang	Kondisi
$1\% \leq KA \leq 10\%$	Kering
$10.1\% \leq KA \leq 25\%$	Lembab
$KA > 25\%$	Basah

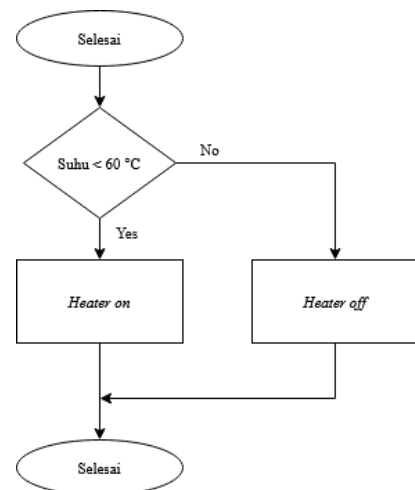
5. Pengaturan suhu pada ruangan pengering suhu (SH) pada ruang pengering menggunakan dengan sensor DS18B20 yang berguna untuk menentukan suhu ruangan agar bengkuang tidak hangus, maka diatur suhu sesuai batasan yang telah di tentukan yaitu pada suhu $\geq 60^\circ\text{C}$.
6. Hasil proses pengeringan
Hasil dari proses ini berupa nilai kadar air pada bengkuang ($1\% \leq KA \leq 10\%$).



Gambar 16. Flowchart Kondisi Bengkuang

Berdasarkan flowchart di atas dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Ketika sensor *soil moisture* mendeteksi kadar air pada bengkuang ($1\% \leq KA \leq 10\%$) maka kondisi bengkuang dalam keadaan kering, sehingga kipas heater dan motor DC *off*. Pada kondisi ini buzzer akan berbunyi.
2. Jika kadar air bengkuang ($10.1\% \leq KA \leq 25\%$) maka bengkuang dalam kondisi lembab, sehingga kipas heater dan motor DC *on*.
3. Jika kadar air pada bengkuang ($KA > 25\%$) maka bengkuang dikategorikan basah, sehingga kipas heater dan motor DC *on*.



Gambar 16. Flowchart Kondisi suhu

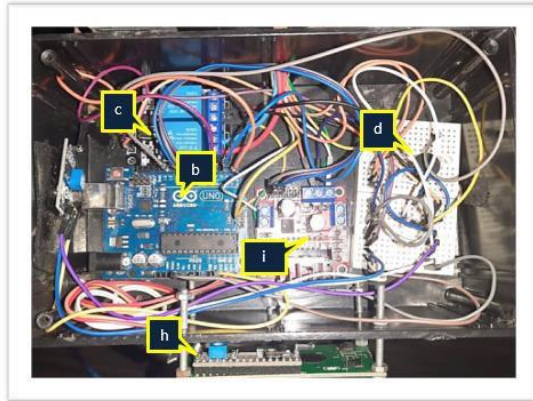
Berdasarkan flowchart di atas dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Sensor DS18B20 akan mendeteksi suhu pada ruangan pengering, jika sensor membaca suhu pada ruangan $< 60^\circ\text{C}$ maka heater *on*.
2. Jika suhu ruangan $> 60^\circ\text{C}$, maka heater akan *off* dan terjadi penurunan suhu.

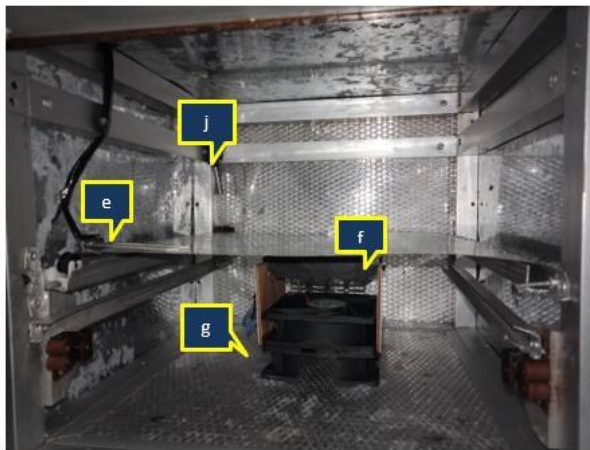
HASIL DAN PEMBAHASAN

2. Implementasi Sistem

Perangkat keras yang akan di implementasikan berupa sensor DS18B20, sensor *Soil moisture*, motor DC, Heater, kipas, *buzzer* dan *Relay*. Berikut gambar implementasi perangkat keras dari system.



Gambar 17. Tampak atas



Gambar 18. Tampak depan



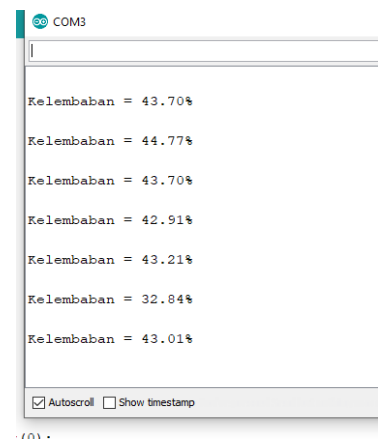
Gambar 19. Tampak keseluruhan

Keterangan gambar 17 dan 18:

- a. Motor DC berfungsi sebagai penggerak rak secara otomatis.
- b. Arduino Uno yang berfungsi sebagai mikrokontroler yang memproses setiap input, output dan eksekusi setiap instruksi agar sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan
- c. Relay yang berfungsi sebagai saklar dari sistem dan juga dapat menambahkan arus dan tegangan pada *Heater* dan *kipas*.
- d. *Buzzer* yang berfungsi sebagai peringatan dalam bentuk suara ketika system selesai.
- e. Sensor *soil moisture* berfungsi untuk mendeteksi kandungan kadar air pada bengkuang yang akan dikeringakan.
- f. *Heater* (pemanas) berfungsi sebagai komponen yang akan mengeringkan bengkuang.
- g. Kipas berfungsi untuk mendistribusikan panas pada ruangan pengering bengkuang.
- h. LCD berfungsi untuk menampilkan kategori dari kadar air dan suhu pada bengkuang.
- i. Motor Driver L298N untuk mengatur gerak motor DC.
- j. Sensor DS18B20 berfungsi untuk mendeteksi suhu di ruang pengeringan

3. PENGUJIAN SISTEM

Pengujian dan Analisa Sensor Soil Moisture



Gambar 20. Hasil Pengukuran Dengan Sensor Soil Moisture



Gambar 21. Hasil Pengukuran Dengan *Grain Moisture meter*

Pengujian *Grain Moisture Meter* dan sensor *Soil Moisture* dilakukan 10 kali percobaan dengan menggunakan bengkuang yang diiris 1-3mm. Hasil pembacaan kadar air dari *Grain Moisture Meter* dan sensor *Soil Moisture* dapat dilihat pada tabel 4.1 seperti berikut.

Tabel 1. Data Perbandingan Pembacaan Kadar Air Bengkuang Menggunakan Sensor *Soil Moisture* Dan *Grain Moisture Meter*

Percobaan	Sampel	Grain Moisture meter (%)	Sensor Soil Moisture (%)	Selisih	Error (%)
1	Basah	40,2	40,63	0,43	0,010
2	Basah	43,6	43,80	0,20	0,004
3	Basah	39,2	39,52	0,32	0,008
4	Lembab	22,8	23,32	0,52	0,022
5	Lembab	22,1	22,77	0,67	0,030
6	Lembab	23,4	23,62	0,22	0,009
7	Lembab	23,9	32,34	0,44	0,032
8	Kering	9,6	10,01	0,41	0,018
9	Kering	9,0	9,33	0,33	0,036
10	Kering	8,3	8,62	0,32	0,038
Rata Rata Selisih Pengukuran			0,384		
Rata Rata error			0,0207		

Berdasarkan tabel di atas, diujikan sensor *Grain Moisture Meter* dan sensor *Soil Moisture* dengan sampel yang sama. Berdasarkan hasil pengukuran sensor soil moisture dan grain moisture meter didapatkan hasil rata rata selisih pengukuran 0,384 dan rata rata error 0,0207%.

Pengujian dan Analisa Sensor DS18B20

Percobaan	Suhu (°C)
1	31.19
2	31.19
3	31.19
4	31.19
5	31.19
6	31.19
7	31.19
8	31.12
9	31.12
10	31.12

Gambar 22. Hasil Pengukuran suhu dengan *Sensor DS18B20*



Gambar 23. Hasil Pengukuran suhu dengan *Thermometer digital*

Pengujian *Sensor DS18B20* dan *Thermometer digital* dilakukan 10 kali percobaan dengan menguji suhu pada ruangan agar mendapatkan hasil yang akurat. Hasil pembacaan *Sensor DS18B20* dan *Thermometer digital* dapat dilihat pada tabel 4.2 seperti berikut.

Tabel 2. Data Perbandingan Pembacaan Suhu Menggunakan *Sensor DS18B20* dan *Thermometer digital*

Sampel	Sensor DS18B20 °C	Thermometer digital °C	Selisih	Error %
1	58,6	58,7	0,1	0,001
2	57,7	57,9	0,2	0,003
3	55,3	55,4	0,1	0,001
4	54,8	54,9	0,1	0,001
5	52,7	52,5	0,2	0,003
6	34,2	34,1	0,1	0,002
7	33,1	33,3	0,2	0,006
8	33,6	33,7	0,1	0,002
9	32,9	33,0	0,1	0,003
10	31,1	31,3	0,2	0,006
Rata Rata Selisih Pengukuran			0,14	
Rata Rata error			0,0028	

Berdasarkan tabel di atas, diujikan sensor *Sensor DS18B20* dan *Thermometer digital* dengan sampel yang sama. Berdasarkan hasil pengukuran *Sensor DS18B20* dan *Thermometer digital* didapatkan rata-rata selisih pengukuran suhu sebesar 0,14 dan dengan rata-rata error sebesar 0,0028%.

Pengujian dan Analisa Motor DC

Tabel 3. Pengujian Motor DC

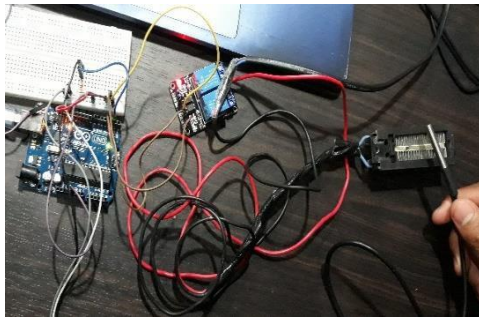
Percobaan	Kondisi Bengkuang	Kadar air Bengkuang %	Kondisi Motor DC
1	Basah	36,8	Hidup
2	Basah	33,2	Hidup
3	Basah	29,7	Hidup
4	Basah	26,5	Hidup
5	Lembab	22,4	Hidup
6	Lembab	23,8	Hidup
7	Lembab	20,2	Hidup
8	Kering	9,7	Mati
9	Kering	9,8	Mati
10	Kering	9,6	Mati

Pada data diatas dapat disimpulkan bahwa motor DC hanya akan hidup ketika kondisi bengkuang basah dengan kadar air ($KA > 25\%$) dan lembab dengan kadar air ($10.1\% \leq KA \leq 25\%$). Ketika bengkuang dalam konsidi sudah kering dengan kadar air ($1\% \leq KA \leq 10\%$) maka motor DC kan mati atau berhenti.

Pengujian dan Analisa Relay

Tabel 4. Pengujian relay

Percobaan	Kondisi Relay	Kondisi Heater	Kondisi Kipas dc
1	LOW	Hidup	Hidup
2	LOW	Hidup	Hidup
3	LOW	Hidup	Hidup
4	LOW	Hidup	Hidup
5	LOW	Hidup	Hidup
6	HIGH	Mati	Mati
7	HIGH	Mati	Mati
8	HIGH	Mati	Mati
9	HIGH	Mati	Mati
10	HIGH	Mati	Mati



Gambar 24. Heater mati ketika *relay* dalam kondisi *High*

Pada data diatas dapat disimpulkan bahwa *heater* dan kipas hanya akan hidup ketika *relay* berstatus *low* atau nol, dan *heater* dan kipas akan mati ketika *relay* berstatus *high*. Relay akan berstatus *low* karena suhu bernilai $< 60^{\circ}\text{C}$, dan relay akan berstatus *high* ketika suhu $\geq 60^{\circ}\text{C}$. Kipas berfungsi sebagai penyebar panas pada ruangan pengering, serta mempercepat kenaikan suhu pada ruangan pengering. Kipas akan bekerja memutarakan suhu panas pada ruangan pengering sehingga ruangan dapat panas merata. Kipas DC berbahan plastik tebal sehingga tidak meleleh pada suhu $< 60^{\circ}\text{C}$. Pada penelitian ini *set point* heater akan hidup ketika suhu $< 60^{\circ}\text{C}$, karena setelah dilakukan penelitian pengeringan telah selesai sebelum mencapai *set point*. Sehingga jika *set point* pada suhu $> 60^{\circ}\text{C}$ maka bengkuang akan hangus.

Pengujian dan Analisa Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian Otomatisasi Sistem Pengeringan Bengkuang

Tabel 5. Pengujian Gerak Rak Secara Otomatis

Perco baan	Kadar Air %	Suhu °C	Kondisi bengkuang	Kondisi Motor DC	Kon- disi heater	Kondisi kipas	Kon- disi Buzzer	Waktu yang dibutuhkan
1	46,14	35,75	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	38 Menit
	40,22	36,13	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	34,45	37,02	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	26,63	38,38	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	21,31	40,16	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	16,62	42,31	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	10,15	50,12	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	9,97	58,23	Kering	Mati	Mati	Mati	Hidup	
2	40,1	34,62	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	35 Menit
	35,7	35,23	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	31,0	36,15	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	22,1	38,42	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
3	19,6	40,16	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	37 Menit
	11,0	41,12	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	10,76	50,63	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	9,81	57,22	Kering	Mati	Mati	Mati	Hidup	
	44,64	35,12	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	38,16	37,23	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	31,77	38,62	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	28,68	39,02	Basah	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	22,19	40,56	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	18,14	41,21	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	11,60	55,25	Lembab	Hidup	Hidup	Hidup	Mati	
	8,62	57,50	Kering	Mati	Mati	Mati	Hidup	

Berdasarkan data pada Tabel 5. dapat disimpulkan bahwa rata rata pengeringan yang di lakukan dengan menggunakan mesin pengering berkisar 38 menit. Hasil pembacaan ketika kadar air yang terbaca oleh sensor *soilmoisture* ($KA > 25\%$) maka kondisi bengkuang dikategori kan basah sehingga motor DC akan bergerak, dan ketika suhu ruangan pengering terbaca (suhu $< 60^{\circ}\text{C}$) maka relay akan bersifat *low* sehingga *heater* dan kipas akan hidup. Jika kadar air yang terbaca oleh sensor *soilmoisture* dalam rentang ($10.1\% \leq KA \leq 25\%$) maka kondisi bengkuang dikategori kan lembab sehingga motor DC akan bergerak, dan ketika suhuruangan pengering terbaca (suhu $< 60^{\circ}\text{C}$) maka relay akan bersifat *low* sehingga *heater* dan kipas akan hidup, namun ketika pengeringan sedang berlangsung (suhu $> 60^{\circ}\text{C}$) maka *heater* dan kipas akan mati dan terjadi penurunan suhu. Ketika kadar air yang terbaca oleh sensor *soilmoisture* dalam rentang ($1\% \leq KA \leq 10\%$) maka kondisi bengkuang dikategorikan kering sehingga system akan berhenti bekerja.

Pengujian Gerak Rak Secara Otomatis

Tabel 6 Pengujian Gerak Rak Secara Otomatis

Percobaan	Kadar Air	Kondisi Bengkuang	Kondisi Motor DC	Hasil
1	39,1	Basah	Hidup	Sesuai
2	36,7	Basah	Hidup	Sesuai
3	30,1	Basah	Hidup	Sesuai
4	27,0	Basah	Hidup	Sesuai
5	25,6	Lembab	Hidup	Sesuai
6	19,4	Lembab	Hidup	Sesuai
7	12,2	Lembab	Hidup	Sesuai
8	10,8	Lembab	Hidup	Sesuai
9	9,8	Kering	Mati	Sesuai
10	9,7	Kering	Mati	Sesuai

Berdasarkan data pada Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa motor DC akan hidup ketika kondisi bengkuang dalam kategori basah dengan kadar air ($KA > 25\%$) dan kategori lembab dengan kadar air ($10.1\% \leq KA \leq 25\%$). Namun ketika kondisi bengkuang dalam kategori kering dengan kadar air ($1\% \leq KA \leq 10\%$), maka motor DC akan otomatis mati.

Pengujian Pengeringan Bengkuang Dengan Alat yang Dirancang

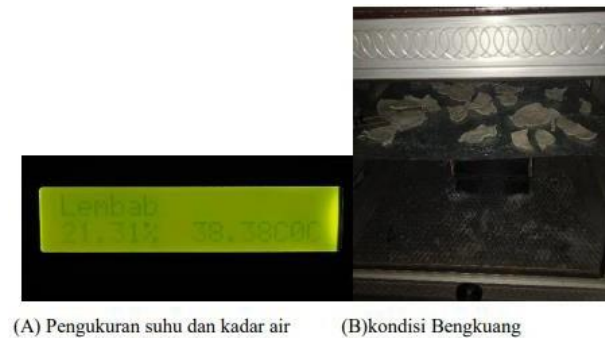
Tabel 7 Pengeringan dengan Alat pengering

Waktu Menit ke-	Kadar Air %	Suhu °C	Kondisi bengkuang
0	46,14	35,75	Basah
5	40,22	36,13	Basah
10	34,45	37,02	Basah
15	26,63	38,38	Basah
20	21,31	40,16	Lembab
25	16,62	42,31	Lembab
35	10,15	50,12	Lembab
38	9,97	58,23	Kering

Berdasarkan tabel 7 Pada percobaan pertama kadar air bengkuang ketika ingin dikeringkan dengan mesin pengering memiliki kadar air 46,14% dengan kategori basah, pada menit ke-5 kadar air bengkuang pada pengeringan dengan mesin pengering turun menjadi 40,22%. Pada menit ke-20, kadar air bengkuang pada mesin pengering 21,31% dalam kategori lembab serta pada menit ke-38 bengkuang dalam kondisi kering dengan kadar air 9,97%.



Gambar 25. Pengeringan menit ke-0



Gambar 26. Pengeringan menit ke-20



Gambar 27. Pengeringan menit ke-38

Dari gambar percobaan di atas kita dapat melihat pada LCD, kondisi bengkuang dalam keadaan basah, lembab, dan kering serta pembacaan sensor *Soilmoiture* yaitu kadar air pada bengkuang, dan pembacaan sensor DS18B20 yaitu nilai suhu pada ruang pengering. Kondisi pada bengkuang setelah kering tidak berubah warna dan tidak tumbuh jamur. Suhu pada mesin pengering meningkat dari suhu 35,75 °C hingga 58,23 °C, dan memiliki waktu pengeringan ±38 menit.

Pengujian Pengeringan Bengkuang Dengan Matahari

Tabel 8 Pengeringan dengan Alat pengering

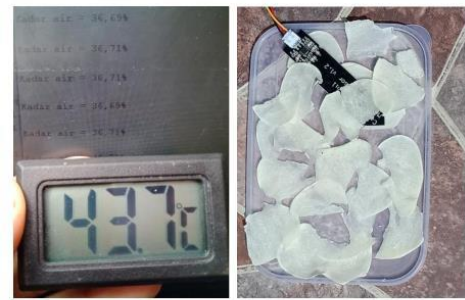
Waktu Menit ke-	Kadar Air %	Suhu °C	Kondisi bengkuang dengan Matahari
0	44,87	36,9	Basah
5	43,32	38,3	Basah
10	41,98	40,5	Basah
20	39,22	43,5	Basah
30	36,71	43,7	Basah
40	32,14	43,4	Basah
45	30,83	42,2	Basah dan berjamur
55	28,30	40,2	Basah dan berjamur
65	22,16	41,9	Lembab dan berjamur
70	19,06	42,3	Lembab dan berjamur
80	14,22	42,9	Lembab dan berjamur
90	9,15	43,6	Kering dan berjamur

Berdasarkan tabel 4. dan 4.8 Pada percobaan pertama kadar air bengkuang ketika ingin dikeringkan dengan matahari memiliki kadar air 44,87% dengan kategori basah, pada menit ke-5 kadar air bengkuang pada pengeringan dengan matahari turun menjadi 43,32%. Pada menit ke-20, kadar air bengkuang pada mesin pengering 39,22% dalam kategori lembab serta pada menit ke-90 bengkuang dalam kondisi kering dengan kadar air 9,15%. Pada pengeringan ini, suhu dari matahari berkisar 36-43 °C, dan memiliki waktu pengeringan ±1jam30 menit.



((A) Pengukuran suhu dan kadar air (B) kondisi Bengkuang

Gambar 28. Pengeringan menit ke-0



(A) Pengukuran suhu dan kadar air (B) kondisi Bengkuang

Gambar 29. Pengeringan menit ke-30



(A) Pengukuran suhu dan kadar air (B) kondisi Bengkuang

Gambar 30. Pengeringan menit ke-55



(A) Pengukuran suhu dan kadar air (B) kondisi Bengkuang

Gambar 31. Pengeringan menit ke-90

Dari gambar percobaan di atas kita dapat melihat bagaimana perubahan kondisi pada bengkuang dari basah hingga kering pada menit ke-0 atau kondisi awal bengkuang terlihat segar, lalu setelah pada menit ke-30 bengkuang terjadi penurunan kadar air dan kondisi bengkuang masih dalam keadaan basah dan tidak berjamur namun serangga mulai mulai menempel pada bengkuang, pada menit ke-55 bengkuang terlihat berjamur. Ketika bengkuang kering pada menit ke-90 kondisi bengkuang berjamur dikarenakan faktor luar yang membuat

bengkuang berjamur yaitu lalat dan debu yang membuat bengkuang menyadi berjamur. Berdasarkan tabel 7 dan 8 kita dapat menyimpulkan perbandingan waktu pengeringan menggunakan mesin hanya memerlukan waktu 38 menit namun waktu pengeringan dengan pengeringan dengan matahari memerlukan waktu lebih lama dibanding mesin pengering yaitu dalam waktu 90 menit . Selain waktu kita juga membandingkan kondisi dari bengkuang yang dikeringkan dengan menggunakan alat pengering terlihat tidak tumbuh jamur serta warnanya yang tidak rusak, melainkan dengan bengkuang yang di keringkan manual dengan bantuan cahaya matahari yang tumbuh jamur serta warna bengkuang yang berubah warna.



Gambar 32. Bengkuang yang dikeringkan dengan Alat pengering



Gambar 33. Bengkuang Yang Dikeringkan Manual Dengan Matahari

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, Rancang Bangun Sistem Pengering Bengkuang Sebagai Olahan Keripik Berbasis Mikrokontroler dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem dapat membaca kadar air bengkuang sesuai dengan pengukuran manual menggunakan *grain moisture* meter dengan persentase error sebesar 0,0219%. Sistem dapat melakukan pembacaan suhu sesuai dengan pengukuran menggunakan *thermometer* digital dengan persentase error yaitu 0,0075%.
2. Sistem dapat *me-monitoring* nilai kadar air bengkuang, suhu ruangan pengering dan kondisi bengkuang yang ditampilkan pada LCD.
3. Sistem dapat mengatur suhu di dalam ruang pengering. Sensor suhu DS18B20 akan membaca suhu pada ruangan pengering dengan mempertahankan suhu $<60^{\circ}\text{C}$. Jika suhu pada mesin telah melebihi suhu yang dibatasi maka otomatis heater dan kipas akan *off* dan dilakukan penurunan suhu pada ruangan pengering
4. Sistem dapat menggerakkan rak secara otomatis menggunakan motor DC dengan persentase keberhasilan sebesar 100%.
5. Sistem dapat mengeringkan bengkuang dengan kadar air 9,7% serta dapat memberikan indikator proses pengeringan selesai yaitu dengan *buzzer* berbunyi.

REFERENCES

- [1] Rukmana, H.R dan H. H. Yudirachman.2014. *Kiat Sukses Budidaya Bengkuang*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- [2] Asben, A., D.P. Permata., P.D. Hari dan R.M. Fiana. 2015. Pelatihan Pengolahan Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Pada Kelompok Wanita Tani Berkat Yakin Kec. Batang Anai Kab. Padang Pariaman. (Laporan Pengabdian Kepada Masyarakat). Fak. Teknologi Pertanian. Univ. Andalas. Padang
- [3] Suryani, M.Si. 2010 . Penggorengan Vakum Umbi Bengkuang. Jurnal Photon. Fakultas MIPA dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau. Riau.
- [4] Anonim. 2018. Higienis Indonesia. <https://www.higienis.com/humidity-guide/>. Diakses pada 28/01/20
- [5] Eko Rahmanto, Dedy . 2011. Rancang Bangun Alat Pengering dengan Memanfaatkan Panas Kondensor AC Ruangan (Kasus Pengeringan *Chips* Kentang). Jurnal Thesis. Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan, Institut Teknologi Bogor. Bogor

- [6] Rahbini, Heryanto, dan Rachmat Basuki. 2016. Rancang Bangun Alat Pengering Tipe Rak Sistem Double Blower. Jurnal Ilmiah. Politeknik Negeri Malang.
- [7] Faldhi, Rahman. 2019. Prototype Sistem Penjemuran Kerupuk Kulit Menggunakan Metode Fuzzy Logic. JITCE (Journal of International Thecnology and Computer Enginnering), Padang, Januari 2019
- [8] Bogor Kurniawan, S. 2013. Daun kemangi, bawang merah, bawang putih dan bengkuang terapi herbal kesehatan dan kecantikan. Diva Press.
- [9] . Jakarta Hermianti, W., Firdausni, Marlusi, dan Wahyuningsih, T. 2013. Penelitian pemanfaatan bengkuang menjadi pangan semi basah. Komunikasi No. 312. Baristand Industri Padang
- [10] Nofrianti R. 2013. Metode *Freeze Drying* Bikin Keripik Makin *Crunchy*. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. Institut Teknologi Bogor.
- [11] Hasbullah. 2011 Teknologi Tepat Guna Agroindustri Kecil Sumatera Barat, Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatera Barat.
- [12] Anonim. Tanpa tahun. Soil Moisture Sensor. <http://www.geraicerdas.com/produk-terbaru/moisture-sensor-detail>. Diakses pada 20/01/2020
- [13] Anonim. Tanpa Tahun. DS18B20 Precission Centigrade Temperature Sensors <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/DS18B20> diakses pada tanggal 30 januari 2020.
- [14] Waterproof DS18B20 Digital Temperature Sensor, diakses dari Dalas semiconductor “DS18B20 Programmable Resolution 1 Wire Digital Thermometer”, diakses dari <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/DS18B20.pdf> diakses pada tanggal 30 Januari 2020.
- [15] *Anonymous*. 2017. DS18B20 water-proof temperature sensor probe. <https://potentiallabs.com/cart/buy-ds18b20-waterproof-online-hyderabad-india>. Diakses pada 30 Januari 2020.
- [16] Syafriyudin, Purwanto DP. 2009. Oven pengering kerupuk berbasis mikrokontroler ATmega 8535 menggunakan pemanas pada industri rumah tangga. *J Teknol* .2(1): 70-79.
- [17] Saputri ZN. 2014. Aplikasi pengenalan suara pengendali peralatan listrik berbasis Arduino UNO [skripsi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya.
- [18] Bahrin. 2017. Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo. Jurnal Ilmiah. Universitas Ichsan Gorontalo
- [19] Saptaji, Handayani W. 2015. Mudah belajar Mikrokontroler dengan Arduino. Bandung :Widya Media.
- [20] Alexander, Daniel Octavianus Turang. 2015. Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. UPN “Veteran” Yogyakarta
- [21] Anonim. 2015. *Heater*. <http://www.sipheater.com/product/tubular-heater/> diakses pada tanggal 25 Januari 2020
- [22] Olivia M. Sinaulan, Yaulie D. Y. Rindengan, Brave A. Sugiarto. 2015. Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATmega 16. Jurusan Teknik Elektro-FT UNSRAT. Manado
- [23] Suhariningsih. S. ST. MT, F.N.I.Y.C.A.M., 2012. Rancang Bangun Jemuran Otomatis Berbasis Mikrokontroler (Software). Jurnal Teknik Elektro Industri Politeknik Elektro Negeri Surabaya. Available at: <http://repository.uksw.edu/handle/123456789/2772>
- [24] Elektronika. 2014. *Buzzer*. <https://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/> Diakses tanggal 30 Januari 2020
- [25] Zonaelektro. 2014 Penjelasan Motor DC. Tersedia di : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-motordc-jenis-jenis-motor-dc/> tanggal aksees 12 september 2020,
- [26] Wignyanto. 2015. Penerapan Mesin Pengering Mekanis Untuk Penguatan Kapabilitas Produksi Pada Industri “Kerupuk Kentang” Sebagai Upaya pemenuhan Permintaan Pasar. JIAT. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.
- [27] Dwi, Asti Noveni. 2009 Efek Perbedaan Teknik Pengeringan Terhadap Kualitas, Fermentabilitas, Dan Kecernaan Hay Daun Rami (*Boehmeria Nivea L Gaud*). Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor

- [28] Putri, Lani Sukma. 2019. Alat Pengering Tipe Cabinet Dryer. JITCE (Journal of International Thecnology and Computer Enginnering), Padang, Desember 2019
- [29] Anonymous. Tanpa tahun. *Multispray-Vacuum Tray Dryers*. <http://www.medibalt.com/en/products/details/14>. Diakses Pada 30 Januari 2020.
- [30] Igoe, Tom. 2011. Making Things Talk, 2nd ed. Sebastopol: O`reilly Media.

BIOGRAFI PENULIS



Yelchi Multri Meisya

Nama saya adalah Yelchi Multri Meisya. Saya dilahirkan pada 29 Mey 1998 di Pasar Usang. Orang tua saya bernama Trismayeni dan Mulyadi. Saya merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara. Saya memiliki satu orang kakak

yang bernama Audia Multri Wahyuni dan adek saya Randa Multri Oka Ilham. Masa kecil saya lalui di Palapa, Padang Pariaman bersama keluarga tercinta. Setelah memasuki usia Sekolah Dasar saya bersekolah di SD 28 Batang Anai, lalu saya melanjutkan pendidikan di SMP 3 Batang Anai hingga SMA N 7 Padang. Pendidikan tinggi saya lanjutkan di Universitas Andalas Padang dengan mengambil prodi Teknik Komputer. Selama berkuliah saya cukup aktif di organisasi HIMATEKOM dan ASISTEN LABOR SIGNAL & SYSTEM UNAND di Fakultas Teknologi Informasi. Saya menyelesaikan kuliah selama 4 tahun 7 bulan dengan IPK 3,36.