

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT PENERING
CENGKEH BERBASIS *INTERNET OF THINGS***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

Made Dwika Ardiawan

1915344013

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN ALAT PENGERING CENGKEH BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Oleh:

Made Dwika Ardiawan

NIM. 1915344013

Skripsi ini telah Melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, *25 Agustus* 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Ir. I Nyoman Sukarma, SST, MT.
NIP. 196907051994031004

Dosen Pembimbing 2:



I Nengah Suparta, ST., MT.
NIP. 197409201999031002

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN ALAT PENERING CENGKEH BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Oleh :

Made Dwika Ardiawan


NIM. 1915344013


Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 28 Agustus 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 12-09-2023


Disetujui Oleh:

Tim Penguji:


1. Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., MT.
NIP. 196809121995121001


2. Dewa Ayu Indah Cahya Dewi, S.TI., MT.
NIP. 199110162020122005

Dosen Pembimbing:


1. Ir. I Nyoman Sukarma, SST, MT.
NIP. 196907051994031004


2. I Nengah Suparta, ST., MT.
NIP. 197409201999031002

Diketahui Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro


Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.
NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

RANCANG BANGUN ALAT PENERING CENGKEH BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 12 September.....2023

Yang menyatakan



Made Dwika Ardiawan

NIM. 1915344013

ABSTRAK

Penelitian ini menghadapi masalah kesulitan petani cengkeh dalam mencari lahan untuk melakukan proses pengeringan cengkeh. Untuk masalah tersebut, dibuatlah alat pengering cengkeh otomatis untuk memudahkan petani cengkeh dalam proses pengeringan. Dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan aplikasi *Blynk* maka akan dapat mengatasi masalah tersebut. Penulis membuat rancang bangun alat pengering cengkeh berbasis *Internet of Things*, dimana alat ini dapat mengeringkan cengkeh dalam waktu 10 jam dan mendapatkan kadar air cengkeh kering yang sesuai dengan standar kadar air cengkeh pada umumnya yaitu antara 11-14%. Hal ini dapat mengantisipasi kesulitan petani cengkeh yang tidak memiliki lahan yang cukup untuk mengeringkan cengkeh. Pengujian dengan mengukur peningkatan suhu terhadap sensor suhu *Thermocouple* Max6675 dalam melakukan proses pengeringan, menghasilkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mencapai target suhu yang diinginkan yaitu 55-60°C dan mengukur kadar air awal cengkeh sampai proses pengeringan selesai untuk mendapatkan kadar air akhir cengkeh yang diinginkan yaitu dengan rata-rata kadar air cengkeh akhir 13,48%. Pada alat ini juga mengirim data *realtime* peningkatan suhu sensor *Thermocouple* Max6675 dan kondisi *on/off* elemen pemanas pada alat pengering cengkeh ke aplikasi *Blynk*.

Kata Kunci: Cengkeh, Mikrokontroler, ESP32, *Thermocouple* Max6675, *Blynk*.

ABSTRACT

This research faces the problem of clove farmers' difficulties in finding land to carry out the clove drying process. For this problem, an automatic clove dryer was made to make it easier for clove farmers in the drying process. By using the ESP32 microcontroller and the Blynk application, you will be able to overcome this problem. The author makes a design of a clove dryer based on the Internet of Things, where this tool can dry cloves within 10 hours and obtain dry cloves moisture content that is in accordance with the standard clove moisture content in general, namely between 11-14%. This can anticipate the difficulties of clove farmers who do not have enough land to dry cloves. Testing by measuring the increase in temperature against the Max6675 thermocouple temperature sensor in the drying process, produces an average time needed to reach the desired temperature target of 55-60°C and measures the initial clove water content until the drying process is complete to obtain the desired final clove moisture content that is, with an average final clove moisture content of 13.48%. This tool also sends realtime data on the increase in temperature of the Max6675 thermocouple sensor and the on/off condition of the heating element on the clove dryer to the Blynk application.

Keywords: *Clove, Microcontroller, ESP32, Thermocouple Max6675, Blynk.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyesuaikan Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Berbasis *Internet of Things*”. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Dalam pembuatan Skripsi ini, penulis mengalami beberapa kendala. Namun, kendala yang ada dapat penulis atasi berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak IB. Irawan Purnama, ST, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali.
4. Ir. I Nyoman Sukarma, SST, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Proposal Skripsi.
5. I Nengah Suparta, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Proposal Skripsi.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah mendidik dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama mengikuti kegiatan perkuliahan.
7. Keluarga, teman-teman kelas 8A Teknik Otomasi dan seluruh pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bukit Jimbaran, 24 Februari 2023



Made Dwika Ardiawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Sebelumnya	4
2.2. Landasan Teori.....	5
2.2.1. Cengkeh	6
2.2.2. Mikrokontroler.....	7
2.2.3. Elemen Pemanas	19
2.2.4. <i>Relay</i>	20
2.2.5. Sensor <i>Thermocouple</i>	21
2.2.6. LCD	24
2.2.7. Modul I2C.....	26
2.2.8. Catu Daya	28
2.2.9. <i>Internet of Things</i>	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1. Rancangan Sistem	33
3.1.1. Rangkaian Input Sistem Tegangan	34

3.1.2.	Rangkaian Input Sistem Deteksi.....	37
3.1.3.	Rangkaian Proses.....	38
3.1.4.	Rangkaian Output	39
3.2.	Implementasi Sistem	41
3.2.1.	Perancangan <i>Hardware</i>	41
3.2.2.	Perancangan <i>Software</i>	48
3.3.	Pengujian/Analisa Hasil Penelitian	51
3.3.1.	Pengujian <i>Hardware</i>	51
3.3.2.	Pengujian <i>Software</i>	56
3.3.3.	Pengujian Keseluruhan	56
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1.	Hasil Implementasi Sistem.....	58
4.1.1.	Implementasi Alat.....	58
4.1.2.	Implementasi <i>Software</i>	60
4.2.	Hasil Pengujian Sistem	64
4.2.1.	Pengujian Alat.....	64
4.2.2.	Pengujian Aplikasi.....	69
4.3.	Pembahasan Hasil Pengujian	69
4.3.1.	Pembahasan Pengeringan Cengkeh	69
4.3.2.	Pembahasan Kadar Air Cengkeh	71
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1.	Kesimpulan	72
5.2.	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....		73
LAMPIRAN		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Cengkeh.....	7
Gambar 2.2. Intel 8051.....	9
Gambar 2.3. Atmel 89S51.....	10
Gambar 2.4. STM32.....	11
Gambar 2.5. NUC120.....	12
Gambar 2.6. ESP8266.....	13
Gambar 2.7. Texas Instruments C2000.....	15
Gambar 2.8. Xilinx Virtex-7.....	16
Gambar 2.9. Raspberry Pi.....	17
Gambar 2.10. Mikrokontroler NodeMCU ESP32.....	19
Gambar 2.11. Elemen Pemanas PTC 12V 100W.....	20
Gambar 2.12. Modul relay 2 channel.....	21
Gambar 2.13. Sensor Thermocouple Max6675.....	24
Gambar 2.14. LCD 20X4.....	26
Gambar 2.15. Modul I2C.....	27
Gambar 2.16. Adaptor 12V.....	29
Gambar 2.17. Internet of things.....	32
Gambar 3.1. Diagram blok sistem.....	33
Gambar 3.2. Skematik Power Supplay 12V 10A.....	34
Gambar 3.3. Skematik Adaptor 5V 1A.....	36
Gambar 3.4. Skematik Sensor Thermocouple MAX6675.....	37
Gambar 3.5. Skematik ESP32.....	38
Gambar 3.6. Skematik LCD.....	39
Gambar 3.7. Daftar Alamat I2C.....	39
Gambar 3.8. Skematik Relay.....	40
Gambar 3.9. Desain alat.....	41
Gambar 3.10. Diagram Skematik Sistem.....	42
Gambar 3.11. Flowchart sistem kontrol.....	47
Gambar 3.12. Rancangan Software.....	48
Gambar 3.13. Hasil Pemrograman pada aplikasi Arduino IDE.....	50
Gambar 3.14. Tampilan sistem kontrol pada aplikasi Blynk.....	50
Gambar 3.15. Skematik Rangkaian Power Supply 12V 10A.....	51

Gambar 3.16. Pengujian menggunakan osiloskop digital pada power supply 12V 10A	52
Gambar 3.17. Skematik Rangkaian Adaptor 5V 1A	52
Gambar 3.18. Pengujian menggunakan osiloskop digital pada adaptor 5V 1A.....	53
Gambar 3.19. Skematik Rangkaian Sensor Thermocouple Max6675	53
Gambar 3.20. Tampilan grafik peningkatan suhu sensor Thermocouple Max6675	54
Gambar 3.21. Skematik Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Berbasis Internet of Things	55
Gambar 3.22. Kondisi cengkeh sebelum dikeringkan dengan berat 200 gram.....	56
Gambar 4.1. Tampak Depan	58
Gambar 4.2. Tampak Dalam	59
Gambar 4.3. Tampak box panel	59
Gambar 4.4. Tampak dalam box panel	60
Gambar 4.5. Library pada Arduino IDE	61
Gambar 4.6. Deklarasi variable yang digunakan	62
Gambar 4.7. Program pada void setup	62
Gambar 4.8. Program pada void loop	63
Gambar 4.9. Program pada void updateLCD	63
Gambar 4.10. (a) Tampilan Aplikasi Blynk Heater Off (b) Tampilan Aplikasi Blynk Heater On.....	64
Gambar 4.11. Pendeteksian board mikrokontroler ESP32.....	64
Gambar 4.12. Program blink mikrokontroler ESP32.....	65
Gambar 4.13. (a) Hasil program blink Off, (b) Hasil program blink On	65
Gambar 4.14. Bentuk fisik sensor Thermocouple.....	66
Gambar 4.15. Pengukuran suhu elemen pemanas menggunakan thermogun.....	66
Gambar 4.16. Tampilan LCD I2C.....	66
Gambar 4.17. (a) Hasil pengujian pada NO, (b) Hasil pengujian pada NC	67
Gambar 4.18. Hasil pengujian tegangan power supply 12V 10A menggunakan AVO Meter.....	68
Gambar 4.19. Hasil pengujian tegangan adaptor 5V 1A menggunakan AVO Meter... ..	68
Gambar 4.20. Hasil pengujian aplikasi monitoring.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Pengujian Power Supply 12V 10A	51
Tabel 3.2. Pengujian Adaptor 5V 1A.....	52
Tabel 3.3. Tabel peningkatan suhu sensor Thermocouple Max6675.....	54
Tabel 3.4. Tabel Pengujian Pengeringan Cengkeh	57
Tabel 3.5. Tabel Pengujian Kadar Air Cengkeh	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampilan pada aplikasi Blynk	75
Lampiran 2. Bentuk fisik rancang bangun alat pengering cengkeh berbasis Internet of Things	76
Lampiran 3. Bentuk awal cengkeh dan akhir cengkeh setelah proses pengeringan	77
Lampiran 4. Dokumentasi dengan petani cengkeh	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi sinar matahari saat ini menjadi salah satu sumber energi yang sedang giat dikembangkan oleh pemerintah Indonesia, karena sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi sinar matahari yang cukup besar. Salah satu pemanfaatan energi matahari adalah sistem pengeringan. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan. Proses pengeringan merupakan proses pengawetan bahan agar lebih tahan lama. Sistem pengeringan yang sudah dikenal sejak zaman dahulu adalah sistem pengeringan terbuka atau bahan yang terkena sinar matahari langsung. Penulis menyadari pentingnya proses pengeringan dari produk yang ditujukan untuk penyimpanan jangka panjang dan telah mendesain ulang alat ini agar dapat dipergunakan untuk mengeringkan produk pertanian khususnya cengkeh[1].

Cengkeh merupakan rempah-rempah dan salah satu bahan baku pembuatan rokok, kosmetik dan obat-obatan. Pengguna produk cengkeh terbesar adalah industri rokok kretek, sedangkan beberapa komponen cengkeh digunakan untuk keperluan lain. Permintaan cengkeh akan sangat bergantung pada produksi rokok kretek khususnya di Indonesia. Permintaan cengkeh akan selalu mengikuti perkembangan industri rokok kretek di Indonesia yang selama ini meningkat pesat. Saat musim hujan, cengkeh kering untuk dijual langka[2].

Cengkeh dengan berat 1kg cengkeh basah dapat dijemur dengan bantuan sinar matahari dengan rata-rata suhu paparan sinar matahari 35-40°C dengan luas lahan pengeringan 4m² selama 4 sampai 5 hari pada musim kemarau, dan waktu pengeringan sekitar 8 sampai 10 jam per hari. Tergantung dari intensitas curah hujan pada saat proses pengeringan cengkeh, proses pengeringan cengkeh dapat meningkat menjadi 6 sampai 10 hari atau bahkan lebih lama pada saat musim hujan. Selanjutnya cengkeh akan dikeringkan hingga mencapai kadar air 12% – 14% karena bila melebihi 14% maka cengkeh akan mudah terserang jamur sehingga tidak tahan disimpan. Namun bila kadar airnya di bawah 12% akan membuat mutu cengkeh turun dan mudah hancur. Biasanya petani akan menggunakan alat ukur kadar air atau moisture meter untuk mengukur kadar air pada cengkeh. Akan tetapi pengeringan menggunakan mesin hanya boleh dilakukan hingga kadar air cengkeh mencapai 22% – 25% dan masih membutuhkan pengeringan

cara alami untuk mencapai kadar air 12% – 14%. Sebelum menerapkan proses penjemuran cengkeh, petani harus menunggu tanah mengering dari kelembapan terlebih dahulu setelah hujan terbentuk[3].

Mengandalkan sinar matahari untuk mengeringkan cengkeh hanya bisa dilakukan pada siang hari, dan proses pengeringan cengkeh tidak bisa dilakukan pada malam hari. Penjemuran cengkeh di musim kemarau cocok untuk petani dengan lahan yang relatif luas. Permasalahan yang dihadapi pada musim kemarau adalah petani tidak memiliki lahan kering yang luas untuk menjemur cengkeh yang telah dipanen. Karena faktor tanah dan hujan, cengkeh basah yang belum kering berjejer sehingga terjadi tumpukan cengkeh basah di tangan petani. Hal ini mengakibatkan cengkeh basah dijual dengan harga murah karena dikhawatirkan tidak mendapatkan waktu pengeringan yang maksimal yang menyebabkan cengkeh tersebut menjadi busuk.

Pada penelitian ini, peneliti ingin menghasilkan sebuah alat pengeringan cengkeh berbentuk kotak berukuran 43cm^3 yang dapat dipantau menggunakan aplikasi *Blynk* sesuai pembacaan dari sensor *Thermocouple Max6675*. Alat ini dibuat terdiri dari beberapa komponen elektronika seperti mikrokontroler NodeMCU ESP32, *Thermocouple Max6675* dan lain-lainnya. Oleh karena itu, dalam penyelesaian penelitian ini dibuatlah judul rancang bangun alat pengering cengkeh berbasis *internet of things*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah

- a. Bagaimanakah merancang sebuah alat pengering cengkeh dengan volume cengkeh basah 1kg berdimensi 43cm^3 ?
- b. Berapakah kadar air pada cengkeh saat sudah dikeringkan?
- c. Berapakah suhu yang harus dipakai saat mengeringkan cengkeh pada alat pengering cengkeh tersebut?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menghasilkan penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan tidak melebar dari masalah yang muncul, diperlukan Batasan masalah agar penelitian sesuai judul. Batasan masalah yang ada di dalam penelitian ini yaitu:

- a. Sistem kontrol prototipe alat pengering cengkeh berbasis *internet of things* menggunakan NodeMCU ESP32,
- b. Penelitian ini menggunakan cengkeh basah dengan berat 1kg ,

- c. Penelitian ini mengambil bentuk miniatur pengering cengkeh,
- d. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan petani cengkeh saat musim hujan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah diatas, adalah

- a. Dapat merancang alat pengering cengkeh berbasis *internet of things*.
- b. Dapat mengetahui kadar air pada cengkeh saat sudah dikeringkan.
- c. Dapat mengetahui suhu yang harus dipakai saat mengeringkan cengkeh pada alat pengering cengkeh berbasis *internet of things*.

1.5. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari diadakannya penelitian ini yaitu

- a. Manfaat Akademik
 - 1. Mempermudah petani cengkeh saat melakukan proses pengeringan cengkeh pada musim hujan.
 - 2. Membantu petani cengkeh yang tidak memiliki lahan yang luas untuk melakukan proses pengeringan cengkeh.
- b. Manfaat Aplikatif
 - 1. Mengembangkan *internet of things* dalam bidang pertanian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, akan membahas mengenai kesimpulan dan saran dari pengujian rancang bangun alat pengering cengkeh berbasis internet of things yang telah di uji.

5.1. Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada perancangan alat pengering cengkeh menggunakan input sistem tegangan power supply 12V 10A untuk menghidupkan heater dan *fan* lalu adaptor 5V 1A digunakan untuk mengoperasikan modul relay dan ESP32. Pada input sistem deteksi berupa sensor thermocouple Max6675 yang akan diproses menggunakan ESP32 sebagai monitoring tampilan data suhu heater berupa LCD dan Aplikasi Blynk dengan konektivitas Wi-Fi serta sebagai sistem kontrol heater dan fan menggunakan modul relay. Pada alat pengeringan cengkeh ini berisi dua buah rak kayu sebagai tempat cengkeh yang akan dikeringkan oleh elemen pemanas yang dihembuskan oleh *fan*. Pada rak kayu yang beralas jaring besi untuk menjatuhkan kadar air cengkeh selama proses pengeringan berlangsung. Pada seluruh dinding tempat pengeringan cengkeh itu berbahan plat besi dengan tebal 1mm yang di cat menggunakan cat high resistant agar suhu panas pada saat proses pengeringan cengkeh dapat terjaga dengan baik. Pada bagian plat besi tersebut terdapat juga glasswool yang berfungsi untuk meredam suhu panas agar aman saat disentuh.
2. Pada penelitian untuk mengeringkan cengkeh dilakukan pengukuran kadar air awal sekitar 26,7% yang akan melalui proses tahap pengeringan dengan menggunakan suhu 60°C selama 15 jam yang dapat hasil kadar air akhir adalah 13,48%.
3. Pada suhu standart proses pengeringan cengkeh didapat berkisar antara 55-60°C.

5.2. Saran

Dari pengujian yang dilakukan pada skripsi ini terdapat beberapa hal yang harus ditingkatkan untuk skripsi selanjutnya, yaitu:

1. Mempercepat waktu peningkatan suhu pengering cengkeh dengan memakai heater dan fan yang bersumber tegangan 220V.
2. Menggunakan kontaktor sebagai sistem kontrol heater dan fan jika menggunakan sumber tegangan 220V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Adiyanto, B. Suratmo, and D. Y. Susanti, “Perancangan Pengereng Kerupuk Rambak Dengan Menggunakan Kombinasi Energi Surya dan Energi Biomasa Kayu Bakar,” *J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [2] A. L. Sardianti, T. Dunda, and W. Hidayah, “Analisis Biaya Produksi Cengkeh di Kecamatan Botumoito Kabupaten Boalemo,” *J. Agritech Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 103–110, 2023.
- [3] M. Pratama, R. Razak, and V. S. Rosalina, “Analisis Kadar Tanin Total Ekstrak Etanol Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-VIS,” 2019.
- [4] A. K. T. Laksmi, T. Andromeda, and A. Triwiyatno, “Pengendalian Suhu Menggunakan Kontroler PID pada Prototipe Mesin Pengereng Fluidisasi Gabah,” 2018.
- [5] Yultrisna, T. Angraini, and O. firmansyah Gani, “Rancang Bangun Alat Pengerengan Cengkeh Dengan Sistem Peringatan Suara,” *Elektron J. Ilm.*, vol. 9, no. 2, pp. 5–12, 2017.
- [6] A. B. Santoso, “Upaya Mempertahankan Eksistensi Cengkeh di Provinsi Maluku Melalui Rehabilitasi dan Peningkatan Produktivitas,” *J. Penelit. dan Pengemb. Pertan.*, vol. 37, no. 1, p. 26, 2018.
- [7] T. Kusuma and M. T. Mulia, “Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2,” *Konf. Nas. Sist. Inf.*, pp. 1422–1425, 2018.
- [8] M. Atmega, E. Yuliza, and T. U. Kalsum, “Alat Keamanan Pintu Brankas Berbasis Sensor Sidik Jari dan Password Digital Dengan Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 16,” *J. Media Infotama*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [9] R. H. Zein, “Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor Passive Infrared (PIR) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dan Real Time Clock DS1307,” *J. Teknol. Inf. Pendidik.*, vol. 6, no. 1, pp. 146–162, 2013.
- [10] E. A. Manapa, I. E. Ariyanto, and E. M. Jadied, “Implementasi dan Analisis Sistem Operasi Waktu-Nyata CHIBI Pada Mikrokontroler ARM,” *eProceedings Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 3672–3680, 2016.
- [11] M. H. H. Ichsan, E. Setiawan, and M. A. Hamidi, “Implementasi Logika Fuzzy

- Pada Sistem Berbasis Field Programmable Gate Array (FPGA),” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, p. 75, 2016.
- [12] I. W. Suriana, I. G. A. Setiawan, and I. M. S. Graha, “Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram,” *J. Ilm. Telsinas Elektro, Sipil dan Tek. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 75–84, 2022.
- [13] Meriadi, S. Meliala, and Muhammad, “Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengering Biji Coklat Dengan Wadah Putar Menggunakan Pemanas Listrik,” *J. Energi Elektr.*, vol. 7, pp. 47–53, 2018.
- [14] P. Eka Sumara Dita, A. Al Fahrezi, P. Prasetyawan, L. Ratu, and B. Lampung, “Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3,” *J. Tek. dan Sist. Komput. (JTIKOM)*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [15] P. Wibowo and D. A. Prasetya, “Rancang Bangun Data Logger Multi Kanal Terhubung IoT (Internet Of Things) Sebagai Pengukur Temperatur dengan Sensor Thermocouple,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 2, pp. 87–94, 2021.
- [16] F. Supegina *et al.*, “PERANCANGAN ROBOT PENCAPIT UNTUK PENYOTIR BARANG BERDASARKAN WARNA LED RGB DENGAN DISPLAY LCD BERBASIS ARDUINO UNO,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 9–17, 2014.
- [17] N. F. Kusna, S. R. Akbar, and & D. Syauqy, “Rancang Bangun Pengenalan Modul Sensor Dengan Konfigurasi Otomatis Berbasis Komunikasi I2C,” *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 10, pp. 3200–3209, 2018.
- [18] M. A. Zahwa *et al.*, “ADAPTOR MESIN PENCACAH SAMPAH PLASTIK,” *Community Serv. Soc. Work Bull.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–44, Jan. 2022.
- [19] J. Arifin *et al.*, “PROTOTIPE PENDINGIN PERANGKAT TELEKOMUNIKASI SUMBER ARUS DC MENGGUNAKAN SMARTPHONE,” 2017.
- [20] E. E. Prasetyo, “Aplikasi Internet of Things (IoT) Untuk Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik di Ruangan,” *Tek. STTKD*, vol. 4, no. 2, pp. 28–39, 2017.