

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN PENGERING JAGUNG
MENGUNAKAN INTERNET OF THINGS**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Made Panji Dimas Santikayudha
NIM. 2115344027

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dimana jagung menjadi salah satu sumber daya yang memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan. Jagung merupakan tanaman pangan utama yang mempunyai kandungan karbohidrat yang tinggi, sehingga jagung menjadi sumber energi yang penting. Salah satu pengguna utama jagung adalah industri pakan ternak, karena jagung memiliki kandungan energi dan nutrisi yang tinggi. Namun kadar air yang tinggi pascapanen menjadi kendala dalam penyimpanan, umumnya jagung memiliki kadar air 20% - 30% setelah dipanen, sehingga dibutuhkan proses pengeringan untuk menurunkan kadar air jagung sehingga dapat meningkatkan daya tahan dan kualitas dari jagung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengering jagung otomatis menggunakan *internet of things* (IoT). Untuk membantu proses pengeringan jagung yang efisien dan *real-time*. Sistem alat pengeringan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, Sensor DS18B20 untuk mengukur suhu pada ruang pengering. Proses pengeringan dikontrol dengan relay untuk elemen pemanas heater dan kipas DC. Monitoring data suhu, waktu, keadaan *heater* dan kipas DC melalui aplikasi kodular serta *Firestore* dan juga *SpreadSheet* sebagai penyimpanan data. Pengujian dilakukan untuk mengetahui durasi yang dibutuhkan agar kadar air jagung mencapai standar SNI sebesar 14% pada suhu pengeringan 40°C hingga 45°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai kadar air tersebut adalah sekitar 360 menit. Alat ini dirancang untuk mampu mengontrol suhu secara otomatis serta memberikan informasi secara langsung melalui *smartphone*. Diharapkan dapat membantu petani jagung lokal dalam mempercepat proses pascapanen.

Kata Kunci: Jagung, Pengering, ESP32, Internet of Things, Suhu, Kadar Air.

ABSTRACT

Indonesia is a country where corn is a critical resource, playing a vital role in supporting food security. As a staple food crop with high carbohydrate content, corn serves as an important energy source. One of its primary uses is in the animal feed industry, thanks to its high energy and nutritional value. However, high moisture content (typically 20-30%) after harvest is a major obstacle to long-term storage. Therefore, a drying process is essential to reduce the moisture content of corn, thereby improving its shelf life and quality. This research aims to design and build an automatic corn drying device using the Internet of Things (IoT) to facilitate an efficient, real-time drying process. The drying system uses an ESP32 microcontroller as the central control unit. A DS18B20 sensor measures the temperature in the drying chamber. The drying process is controlled by a relay for the heating element and a DC fan. Data on temperature, time, and the status of the heater and DC fan can be monitored through the Kodular application, with data stored in Firebase and a spreadsheet. Tests were conducted to determine the duration required for corn moisture content to reach the SNI standard of 14% at a drying temperature of 40°C to 45°C. The test results show that the time needed to achieve this moisture content is approximately 360 minutes. This device is designed to automatically control the temperature and provide live information via a smartphone. It is hoped that this tool can assist local corn farmers in accelerating their post-harvest processing.

Keywords: *Corn, Dryer, ESP32, Internet of Things, Temperature, Moisture Content.*

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, atas pemberian rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Pengering Jagung Menggunakan *Internet of Things*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun, berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, kendala tersebut dapat diatasi dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M. eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Putri Alit Widyastuti Santiary , ST. MT., selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Made Purbhawa, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
5. Bapak I Wayan Teresna, S.Si., M.For selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
6. Seluruh Dosen Program Studi D4 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 8B 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, 5 Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
1.2. Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1. Jagung.....	6
2.2.2. ESP32	7
2.2.3. Sensor DS18B20	8
2.2.4. Elemen Pemanas.....	9
2.2.5. Exhaust Fan	10
2.2.6. Modul Relay	10
2.2.7. Liquid Crystal Display (LCD) I2C 20x4.....	11
2.2.8. Power Supply 12V	12
2.2.9. <i>StepDown</i>	13
2.2.10. Buzzer.....	14

2.2.11. Internet of Things	15
2.2.12. Kodular	15
2.2.13. Rumus	16
BAB III	17
METODE PENELITIAN.....	17
3.1. Rancangan Sistem	17
3.1.1. Rancangan Hardware.....	18
3.1.2. Rancangan Software	26
3.2. Pembuatan Alat	28
3.2.1. Langkah Pembuatan Alat.....	28
3.2.2. Alat dan Bahan	29
3.3. Pengujian/Analisis Hasil Penelitian	30
3.4. Hasil yang Diharapkan	31
BAB IV	32
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Hasil Implementasi Sistem.....	32
4.1.1. Implementasi Hardware.....	32
4.1.2. Implementasi Software	34
4.1.3. Implementasi Aplikasi Kodular	45
4.1.4. Implentasi Penyimpanan Data	49
4.2. Hasil Pengujian Sistem	50
4.2.1. Pengujian Hardware	50
4.2.2. Pengujian Software.....	53
4.2.3. Pengujian Aplikasi.....	54
4.2.4. Pengujian Penyimpana Data.....	54
4.2.5. Pengujian Parameter - Parameter yang Diamati.....	56
4.3. Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	58
4.3.1. Analisa Pengambilan Data Hasil Percobaan.....	58
4.3.2. Analisa Laju Penurunan Kadar Air.....	58
4.3.3. Analisa Pengujian Sistem	59
BAB V	61
KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.2. Kesimpulan	61
5.2. Saran.....	62

DAFTAR PUSTKA	63
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Biji Jagung [11].....	7
Gambar 2. 2 Modul ESP32 [14]	8
Gambar 2. 3 Konfigurasi Pin ESP32 [14].....	8
Gambar 2. 4 Sensor DS18B20[15]	9
Gambar 2. 5 Elemen Pemanas [18]	9
Gambar 2. 6 Fan DC 12V [19].....	10
Gambar 2. 7 Relay Module [21]	11
Gambar 2. 8 LCD (Liquid Crystal Display) I2C 20x4 [23].....	12
Gambar 2. 9 Modul I2C [23]	12
Gambar 2. 10 PowerSupply 12V [25].....	13
Gambar 2. 11 Stepdown LM2596 [27]	14
Gambar 2. 12 Buzzer Aktif [29]	14
Gambar 2. 13 Internet Of Things [30]	15
Gambar 2. 14 Logo Kodular [32]	16
Gambar 3. 1 Blok Diagram.....	17
Gambar 3. 2 Wiring Diagram	19
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem	23
Gambar 3. 4 Desain perancangan 3D alat pengering jagung.....	24
Gambar 3. 5 Desain tata letak komponen pada alat.....	25
Gambar 3. 6 Tampilan database pada firebase.....	26
Gambar 3. 7 Tampilan data pada google spreadsheet.....	27
Gambar 3. 8 Rancangan aplikasi smartphone.....	27
Gambar 3. 9 Alur Pembuatan Alat	28
Gambar 4. 1 Tampilan depan alat pengering	32
Gambar 4. 2 (a) Tampilan samping kanan (b) Tampilan samping kiri	33
Gambar 4. 3 Tampilan dalam alat pengering	33
Gambar 4. 4 Tampilan dalam box panel	34
Gambar 4. 5 Library pada ESP32	35
Gambar 4. 6 Konfigurasi Wi-Fi dan Firebase	36
Gambar 4. 7 Konfigurasi LCD dan Sensor DS18B20	37
Gambar 4. 8 Output Pin	37
Gambar 4. 9 Program timer variabel dan buzzer variabel	38

Gambar 4. 10 Program Setup.....	39
Gambar 4. 11 Program UpdateTimerFirebase dan UpdateOutputState.....	40
Gambar 4. 12 Kode Program Void loop pada server NTP.....	41
Gambar 4. 13 Kode program Void loop timer dan status alat.....	42
Gambar 4. 14 Kode program Void loop kontrol timer dan pendingin otomatis	43
Gambar 4. 15 Kode program Void loop tampilan LCD.....	44
Gambar 4. 16 Implementasi blok kode tampilan awal TextBox.....	45
Gambar 4. 17 Implementasi blok kode Tampilan awal button	46
Gambar 4. 18 Implementasi blok kode Tampilan Awal Reset.....	47
Gambar 4. 19 Implementasi blok kode Tampilan bawah aplikasi.....	47
Gambar 4. 20 Implementasi blok kode Tampilan Monitoring.....	48
Gambar 4. 21 Implementasi Database Firebase.....	49
Gambar 4. 22 Implementasi Tampilan Data GoogleSpreadsheet	50
Gambar 4. 23 Tampilan pengujian mikrokontroler ESP32.....	51
Gambar 4. 24 Tampilan pengujian sensor DS18B20.....	51
Gambar 4. 25 (a) Tampilan Relay 2 (b) Tampilan Relay 1	52
Gambar 4. 26 Tampilan Pengujian Heater	52
Gambar 4. 27 Tampilan Pengujian Exhaust Fan.....	53
Gambar 4. 28 Tampilan Pengujian Software	53
Gambar 4. 29 (a) Tampilan Halaman pertama (b) Tampilan Monitoring.....	54
Gambar 4. 30 Tampilan Pengujian Firebase	55
Gambar 4. 31 Tampilan Data Google SpreadSheet	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Keterangan Wiring Diagram	19
Tabel 3. 2 Penjelasan Pin komponen ke ESP32.....	21
Tabel 3. 3 Pin komponen pada Output Relay	21
Tabel 3. 4 Kebutuhan alat	29
Tabel 3. 5 Kebutuhan bahan.....	29
Tabel 3. 6 Bahan komponen mikrokontroler	30
Tabel 4. 1 Pengambilan Data Percobaan.....	56
Tabel 4. 2 Data Laju Penurunan Kadar Air.....	57
Tabel 4. 3 Pengamatan kinerja sistem.....	57
Tabel 4. 4 Grafik laju penurunan kadar air	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan alat pengering jagung	66
Lampiran 2. Pengambilan data percobaan	67
Lampiran 3. Pengamatan kinerja sistem.	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan jagung menjadi sumber daya penting untuk meningkatkan ketahanan pangan. Jagung merupakan tanaman pangan utama yang juga merupakan sumber energi penting karena kandungan karbohidratnya yang tinggi, bersama dengan beras dan gandum. Jagung memiliki banyak keunggulan dan tumbuh subur di berbagai wilayah Indonesia. Selain menjadi bahan pangan pokok, jagung memiliki banyak potensi untuk membantu sektor pengolahan, peternakan, dan pertanian [1].

Salah satu penggunaan utama jagung adalah dalam industri pakan ternak, karena kandungan energi dan nutrisinya yang tinggi. Sekitar 51% bahan baku pakan ternak berasal dari jagung, menjadikannya komponen terbesar dalam formulasi pakan, khususnya untuk unggas. Dengan kandungan karbohidrat yang mencapai 74,48%, jagung berperan sebagai sumber energi utama dalam pakan ternak. Tingginya penggunaan jagung dalam industri pakan didorong oleh meningkatnya permintaan akan sumber protein hewani, seperti unggas, yang terus berkembang seiring dengan pertumbuhan konsumsi masyarakat [2]. Namun, Pengeringan merupakan salah satu langkah penting dalam proses produksi pakan ternak. Proses pengeringan sangat penting untuk menurunkan kadar air jagung, yang akan meningkatkan kualitas dan daya tahan pakan ternak. Jagung biasanya mengandung kadar air antara 20 dan 30 persen setelah dipanen. Standar SNI 01-4483-1998 menyatakan bahwa jagung harus memiliki kadar air 14% agar dapat digunakan sebagai bahan pakan. Jagung dengan kadar air yang tinggi biasanya akan mengalami penurunan kualitas, yang dapat memicu pertumbuhan bakteri dan jamur [3].

Saat ini masih banyak petani jagung lokal yang kurang tepat dalam menangani hasil produksi. Pengeringan jagung di Indonesia masih banyak menggunakan pengeringan seperti pengeringan secara manual menggunakan sinar matahari atau pengering konvensional, namun dengan proses pengeringan secara manual memiliki sejumlah keterbatasan, seperti pada kondisi cuaca, waktu yang relatif cukup lama serta kurangnya pengendalian suhu dan kelembapan, selain itu dapat menurunkan kualitas jagung akibat paparan debu, kelembapan tinggi, atau bahkan berjamur yang menyebabkan hasil pengeringan menjadi kurang optimal [4].

Pengeringan jagung secara otomatis dengan teknologi IoT (*Internet of Things*) dapat menjadi solusi dan inovatif untuk meningkatkan kualitas biji jagung. Salah satu strateginya adalah mengotomatiskan proses pengeringan jagung menggunakan teknologi terkini. Pemantauan dan pengendalian proses pengeringan jagung secara real-time dapat dicapai melalui penggunaan perangkat IoT (*Internet of Things*), seperti ESP32 yang terhubung dengan sensor suhu.

Berdasarkan informasi latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini penulis mengusulkan “Rancang Bangun Pengereng Jagung Menggunakan IoT (*Internet of Things*)”. Dengan menggunakan pengereng jagung otomatis, petani dapat mengurangi waktu pengeringan dan menentukan kadar udara ideal untuk mengeringkan jagung. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengeringan, mengurangi kemungkinan kerusakan jagung akibat pengeringan yang kurang ideal, dan membantu petani dalam membuat pilihan yang lebih baik untuk pengelolaan hasil panen.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dapat disimpulkan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah rancang bangun alat pengereng jagung dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*?
- b. Berapakah waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan untuk mencapai kadar air 14% menggunakan alat pengereng?
- c. Bagaimanakah kinerja alat pengereng jagung menggunakan *Internet of Things*?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini agar tidak keluar dari permasalahan yang muncul, perlu dibatasi masalah yang ada dalam penelitian ini yaitu:

- a. Penelitian ini dirancang khusus untuk mengeringkan jagung yang diperuntukan sebagai pakan ternak.
- b. Penelitian ini fokus terhadap perancangan dan lamanya waktu yang diperlukan dalam mengeringkan biji jagung.
- c. Alat pengereng ini memiliki kapasitas 2 kilogram jagung basah.
- d. Sistem kontrol alat pengereng jagung menggunakan mikrokontroler NodeMCU Esp32 dan *Internet of Things* (IoT).
- e. Pengendalian suhu dalam alat hanya berdasarkan data dari Sensor DS18B20.

- f. Alat ini menggunakan elemen pemanas listrik dan kipas DC sebagai mekanisme utama dalam proses pengeringan jagung.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menjawab berbagai masalah yang telah diuraikan dari perumusan masalah:

- a. Dapat merancang alat pengering jagung dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*.
- b. Dapat mengetahui waktu yang diperlukan dalam proses pengeringan jagung untuk mencapai kadar air 14% menggunakan alat pengering.
- c. Dapat mengetahui kinerja alat pengering jagung menggunakan sistem *Internet of Things*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diberikan pada penelitian ini:

1. Manfaat bagi akademik
 - a. Sebagai referensi dan pembelajaran untuk menambah wawasan, khususnya dalam penerapan IoT (*Internet of Things*) dalam bidang pertanian khususnya dalam proses pengeringan jagung.
 - b. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan pengembangan dan penerapan teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas di sektor pertanian.
2. Manfaat bagi aplikatif
 - a. Membantu petani jagung lokal dalam proses pengeringan jagung.
 - b. Membantu petani jagung lokal untuk menghasilkan kualitas jagung yang baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.2. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, berikut merupakan simpulan dari penelitian ini:

1. Penerapan sistem *Internet of Things* pada alat pengering jagung dilakukan dengan menggunakan aplikasi kodular untuk mengendalikan dan memantau proses pengeringan secara otomatis dan waktu nyata (*real-time*). Alat ini memanfaatkan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu ruang pengering secara otomatis, untuk mendukung pengeringan yang lebih efisien.
2. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dengan waktu pengeringan yang berbeda, pada percobaan keenam dengan durasi 360 menit, kadar air biji jagung dengan berat awal 29,5% berhasil berhasil diturunkan hingga mencapai 14,5%. Hasil ini menunjukan bahwa durasi pengeringan selama enam jam mampu menghasilkan kadar akhir yang sesuai dengan standar penyimpanan jagung. Dengan demikian, waktu pengeringan selama 360 menit atau enam jam dapat dijadikan acuan dalam proses pengeringan untuk mencapai kadar air ideal.
3. Kinerja sistem pada alat pengering mampu mengatur pemanasan secara otomatis sehingga suhu tetap berada pada rentang optimal. Heater akan menyala saat suhu dibawah 45 °C dan mati saat suhu melebihi 45 °C. Pada saat suhu melebihi 45 °C exhaust fan akan menyala untuk mendinginkan ruang pengering hingga turun 40 °C, Kemudian heater akan kembali menyala. Hasil ini dapat menunjukan bahwa sistem pengeringan berfungsi sesuai dengan desain dan program yang telah dibuat.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dan untuk pengembangan di tahap berikutnya, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Dapat ditambahkan sensor kadar air untuk memantau kadar air biji jagung.
2. Dapat ditambahkan beberapa heater di dalam ruang pengeringan, agar panas pada ruang pengering merata untuk meningkatkan efisiensi pengering.
3. Dapat ditambahkan sensor kelembaban pada ruang pengering untuk memantau tingkat kelembapan udara pada ruang pengering.
4. Dapat ditambahkan rak wadah pengering untuk meningkatkan kapasitas penampungan biji jagung.

DAFTAR PUSTKA

- [1] R. M. Ramdani, “Rancang Bangun Prototipe Kontrol Suhu Dan Kipas Pada Box Dryer Pengeringan Biji Jagung Berbasis Arduino Uno AT328,” *ALMIKANIK*, vol. 2, no. 2, hlm. 44–59, Jan 2021, doi: 10.32832/ALMIKANIK.V2I2.5159.
- [2] D. R. Pakan Direktorat Jenderal Peternakan Dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian, “PEMANFAATAN JAGUNG LOKAL OLEH INDUSTRI PAKAN TAHUN 2021,” 2022.
- [3] S. Nur, M. F. Latief, A. A. Yamin, dan J. A. Syamsu, “KUALITAS FISIK HASIL PENGERINGAN JAGUNG SEBAGAI BAHAN PAKAN MENGGUNAKAN MESIN VERTICAL DRYER,” *AGRIBIOS*, vol. 20, no. 2, hlm. 171, Nov 2022, doi: 10.36841/AGRIBIOS.V20I2.2280.
- [4] L. N. S. W. M. dan H. S. T. I. Nabila, “PENANGANAN PENGERINGAN DAN PERGUDANGAN BAHAN BAKU JAGUNG UNTUK PAKAN UNGGAS,” *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, vol. 4, no. 1, hlm. 27–33, Mar 2022, [Daring]. Tersedia pada: jurnal.unpad.ac.id/jnttip
- [5] S. Soekarno, R. Nadzirah, I. Indarto, N. P. Lestari, A. Bahariawan, dan N. Karimah, “PENGENDALIAN SUHU RUANG PADA MESIN PENGERING VERTIKAL TIPE RAK (VERTICAL TRAY DRYER) DALAM PENGERINGAN BIJI JAGUNG (*Zea mays* L.),” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, vol. 11, no. 1, hlm. 113–124, Mar 2023, doi: 10.29303/jrpb.v11i1.454.
- [6] H. WAHYU dan K. Suzi Oktavia, “RANCANG BANGUN ALAT PENGERING BIJI JAGUNG BERBASIS MIKROKONTROLER,” Des 2020.
- [7] P. Afdholli, “RANCANG BANGUN ALAT PENGERING BIJI KOPI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER,” Jul 2018.
- [8] E. Kahulta Tarigan *dkk.*, “RANCANG BANGUN PENGERING BIJI KAKAO OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO,” *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, vol. 3, no. 1, hlm. 1215–1224, 2022, doi: 10.51510/KONSEP.V3I1.966.
- [9] K. Putri, I. Nur, E. Adril, P. Studi DIV Teknik Manufaktur, J. Teknik Mesin, dan P. Negeri Padang, “RANCANG BANGUN MESIN PEMIPIL DAN PENGILING JAGUNG SKALA INDUSTRI RUMAH TANGGA,” 2024, hlm. 10–15.
- [10] D. Masyarakat, I. Ayu, dan K. Parawansa, “BUKU REFERENSI TANAMAN JAGUNG UNTUK PETANI DAN MASYARAKAT,” *Penerbit Tahta Media*, Agu 2024, Diakses: 25 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://tahtamedia.co.id/index.php/issj/article/view/969>
- [11] “Cara Jagung Berkembang Biak, Secara Generatif hingga Hasilkan Biji : Okezone Edukasi.” Diakses: 25 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://edukasi.okezone.com/read/2022/12/09/624/2723883/cara-jagung-berkembang-biak-secara-generatif-hingga-hasilkan-biji>
- [12] STEFANUS GITA SURYA NUGRAHA, “PENERAPAN PROTEKSI PADA KAMAR KOS MENGGUNAKAN ESP 32 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT),” 2024.
- [13] M. N. Nizam, H. Yuana, dan Z. Wulansari, “MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB,” *JATI (Jurnal*

- Mahasiswa Teknik Informatika*), vol. 6, no. 2, hlm. 767–772, Okt 2022, doi: 10.36040/JATI.V6I2.5713.
- [14] “ESP32 Development Board (WIFI and Bluetooth) with Ch340 USB Type-C - Electra Store.” Diakses: 25 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://electra.store/product/esp32-bluetooth-with-ch340-usb-type-c/>
 - [15] NUR RAHMAN, “ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA SENSOR SUHU DS18B20, SENSOR SUHU LM35, DAN SENSOR SUHU PT 100 UNTUK SISTEM PENGUKURAN KUALITAS AIR DENGAN METODE KALIBRASI EURAMET CG-13,” 2023.
 - [16] Y. M. Meisya dan D. Yendri, “Rancang Bangun Sistem Pengering Bengkuang Sebagai Olahan Keripik Berbasis Mikrokontroler,” *CHIPSET*, vol. 3, no. 01, hlm. 45–57, Apr 2022, doi: 10.25077/chipset.3.01.45-57.2022.
 - [17] M. Meriadi, S. Meliala, dan M. Muhammad, “PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENERING BIJI COKLAT DENGAN WADAH PUTAR MENGGUNAKAN PEMANAS LISTRIK,” *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 7, no. 2, hlm. 47, Nov 2018, doi: 10.29103/JEE.V7I2.1061.
 - [18] “a764156187c403021e4091f0a048a5f5 (700×700).” Diakses: 8 Juni 2025. [Daring]. Tersedia pada: [https://download-id.img.susercontent.com/file/a764156187c403021e4091f0a048a5f5](https://download.id.img.susercontent.com/file/a764156187c403021e4091f0a048a5f5)
 - [19] H. A. Shidqi, “PEMBUATAN EXHAUST FAN OTOMATIS UNTUK MENGURANGI KADAR ASAP KENDARAAN DI DALAM RUANG UJI KIR KENDARAAN MENGGUNAKAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT DAN MODEL KANO,” 2022.
 - [20] P. Eka Sumara Dita, A. Al Fahrezi, P. Prasetyawan, L. Ratu, dan B. Lampung, “Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3,” *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, vol. 2, no. 1, 2021.
 - [21] “2pcs 5V Dual Channel 2 Relay Module Arduino Relays Switch 110V 115V 120V 220V US | eBay.” Diakses: 8 Juni 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.ebay.com/itm/2pcs-5V-Dual-Channel-2-Relay-Module-Arduino-Relays-Switch-110V-115V-120V-220V-US-/292230695516>
 - [22] M. Hafiz dan O. Candra, “Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler dan Aplikasi Map dengan Menggunakan IoT,” *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 1, hlm. 53, Mar 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.111420.
 - [23] MARCHSYAH IBRAHIM BHAIHOWI, “RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAN INDIKATOR INFORMASI INTENSITAS CAHAYA DAN SUHU RUANGAN TUGAS AKHIR,” 2021.
 - [24] D. J. M. N. S. T. Ely P. Sitohang, “View of Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535.” Diakses: 8 Juni 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/elekdankom/article/view/19615/19186>
 - [25] “POWER SUPPLY 12V PDF - Yahoo Hasil Image Search.” Diakses: 8 Juni 2025. [Daring]. Tersedia pada: https://id.images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=AwrlQGTWiUVoKAIAuZbLQwx.;_ylu=Y29sbwNzZzMEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3BpdnM-?p=POWER+SUPPLY+12V+PDF&fr2=piv-

- web&type=E210ID885G0&fr=mcafee#id=61&iurl=https%3A%2F%2Fwww.circuitspecialists.com%2Fcontent%2F54267%2Fps1-240w-12-0.png&action=click
- [26] H. M. K. S. M. K. Jepri*1, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Sepeda Motor Menggunakan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno,” vol. 13, hlm. 27–33, Jun 2022.
 - [27] “Stepdown Module DC - 3DJake Switzerland.” Diakses: 8 Juni 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.3djake.ch/en-CH/bigtreotech/dc-dc-stepdown-module>
 - [28] I. L. S. Jimmi Hendrik P. Sitorus, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Palang Perlintasan Kereta Api Berbasis Arduino,” *Jurnal Bisantara Informatika (JBI)*, vol. 8, Des 2024.
 - [29] “Materi 3 Buzzer | PDF.” Diakses: 6 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://id.scribd.com/document/633115011/materi-3-buzzer>
 - [30] Y. (Yoyon) Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 2, hlm. 21–27, Sep 2018, doi: 10.35329/JIIK.V4I2.41.
 - [31] H. Herlianus dan G. Gunadi, “Pengembangan Media Pembelajaran Organ Gerak Hewan dan Manusia Berbasis Android Menggunakan Kodular,” *Informatik : Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 18, no. 1, hlm. 88, Agu 2022, doi: 10.52958/IFTK.V17I4.4605.
 - [32] “LOGO KODULAR PDF - Yahoo Hasil Image Search.” Diakses: 8 Juni 2025. [Daring]. Tersedia pada: https://id.images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=AwrKASmkkUVoWwIA49bLQwx.;_ylu=Y29sbwNzZzMEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3BpdnM-?p=LOGO+KODULAR+PDF&fr2=piv-web&type=E210ID885G0&fr=mcafee#id=2&iurl=https%3A%2F%2Fmakerlab.co.il%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F03%2FMakerlab_Kodular_Course-1024x576.jpg&action=click