

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENJEMURAN
KERUPUK OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*
*LOGIC***

***Design and Development of an Automatic Cracker Drying
Prototype Using Fuzzy Logic Method***

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun oleh:

Harlia

D0220310

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENJEMURAN KERUPUK OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

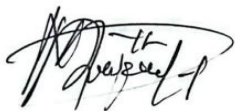
HARLIA

D0220310

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus
pada 08 / Mei / 2025

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



Musyrifah, S.Pd., M.Pd.
NIDN: 0014119302

Pembimbing II



Chairi Nur Insani, S.Kom., M.T.
NIDN : 0027079404

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Sulawesi Barat



Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.
NIP : 196404051990032002

Ketua Program Studi
Informatika,



Mah. Rafli Rasyid, S.Kom., M.T.
NIP : 198808182022031006

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENJEMURAN KERUPUK OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Telah di persiapkan dan disusun oleh

HARLIA

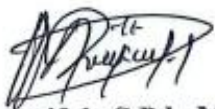
D0220310

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 08 Mei 2025

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



Musyrifah, S.Pd., M.Pd

NIDN : 0014119302

Pembimbing II



Chairi NurInsani, S.Kom., M.T

NIDN : 0027079404

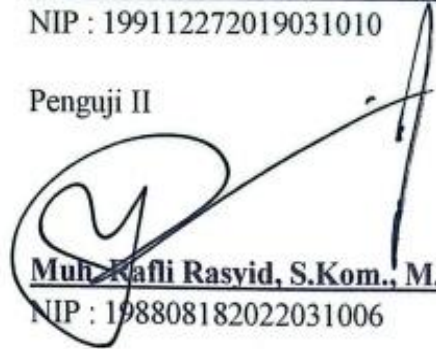
Penguji I



Muh. Fahmi Rustan., S.Kom., M.T

NIP : 199112272019031010

Penguji II



Muh. Rafli Rasvid, S.Kom., M.T

NIP : 198808182022031006

Penguji III



Siti Aulia Rachmini, S.T., M.T

NIP : 198207062008042003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (**UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70**).

Majene, 08 Mei 2025



Harlia

NIM: D0220310

ABSTRAK

Harlia. Rancang Bangun *Prototype* Penjemuran Kerupuk Otomatis Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* (dibimbing oleh Musyrifah, S.Pd.,M.Pd dan Chairi Nur Insani, S.Kom.,M.T)

Indonesia, sebagai negara dengan populasi yang terus tumbuh pesat dan kekayaan keanekaragaman hayati yang melimpah, menjadikan sumber daya alam sebagai aset penting untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Salah satu produk yang diminati dari usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) adalah kerupuk, yang membutuhkan proses penjemuran untuk menjaga kualitas, kerapuhan, dan masa simpannya. Namun, penjemuran kerupuk sangat bergantung pada kondisi cuaca. Pada musim hujan, seringkali pelaku usaha menghadapi tantangan kualitas akibat proses pengeringan yang tidak optimal. Penelitian ini mengembangkan sistem penjemuran kerupuk otomatis menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk mengatasi ketergantungan cuaca. Sistem ini menggunakan sensor hujan, cahaya, dan kelembaban sebagai input untuk pengendali cerdas NodeMCU ESP32 yang menggerakkan motor penjemur sesuai kondisi lingkungan. Sensor hujan mendeteksi air dan menarik jemuran ke dalam ruang tertutup saat hujan. Sensor cahaya mengukur intensitas sinar matahari, sementara sensor kelembaban mengukur kondisi udara sekitar. Dengan logika fuzzy, sistem mampu menentukan kondisi yang optimal untuk penjemuran tanpa memerlukan intervensi manusia, sehingga waktu penjemuran lebih efisien dan kualitas kerupuk terjaga. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam menjaga kualitas dan efisiensi energi selama proses penjemuran kerupuk..

Kata Kunci: *Fuzzy Logic, penjemuran otomatis, kerupuk, sensor, efisiensi energi, kontrol cuaca.*

ABSTRACT

Harlia. *Design and Development of an Automatic Cracker Drying Prototype Using Fuzzy Logic Method (supervised by Musyrifah, S.pd.,M.pd and Chairi Nur Insani, S.kom., M.T)*

Indonesia, as a country with a rapidly growing population and abundant biodiversity, considers natural resources as essential assets to meet the food needs of its population. One of the popular products from small and medium enterprises (SMEs) is crackers, which require drying to maintain their quality, crispness, and shelf life. However, the drying process is highly dependent on weather conditions. During the rainy season, business owners often face challenges in maintaining quality due to suboptimal drying processes. This research develops an automated cracker drying system based on the Internet of Things (IoT) using Fuzzy Logic to address weather dependence. The system utilizes rain, light, and humidity sensors as inputs to the smart controller NodeMCU ESP32, which drives the drying motor based on environmental conditions. The rain sensor detects water and pulls the crackers into a closed space when it rains. The light sensor measures sunlight intensity, while the humidity sensor monitors the surrounding air conditions. Using fuzzy logic, the system determines the optimal drying conditions without requiring human intervention, thus making the drying time more efficient and ensuring the quality of the crackers. The test results show that the system is effective in maintaining quality and energy efficiency during the cracker drying process.

Keywords: Fuzzy Logic, automated drying, crackers, sensors, energy efficiency, weather control.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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.

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. Metode pengeringan tradisional memiliki beberapa keunggulan, yaitu tidak membutuhkan peralatan khusus, dapat dilakukan tanpa keahlian tertentu, dan biaya operasionalnya cenderung lebih rendah. (Eksan et al., n.d.).

Fuzzy logic (logika samar) merupakan metode untuk mengatasi hal ketidakpastian pada masalah-masalah yang mempunyai banyak kemungkinan jawaban. Pada dasarnya *fuzzy logic* merupakan logika bernilai banyak atau *multivalued logic* yang mampu mendefinisikan nilai diantara keadaan yang pasti, seperti benar atau salah, ya atau tidak, putih atau hitam dan lain-lain. Logika fuzzy menyediakan cara untuk menggambarkan kesimpulan pasti dari informasi yang samar-samar, ambigu dan tidak tepat.(Susilo et al., 2022).

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah gagasan di mana beragam alat, termasuk sensor, peralatan elektronik, dan benda-benda lain, saling terhubung dan berinteraksi melalui jaringan internet. IoT memungkinkan pengguna untuk terhubung dan melaksanakan berbagai

kegiatan, mulai dari mencari informasi sampai memproses data (Sari, 2024). Pada era teknologi saat ini, di mana aktivitas manusia semakin memudahkan oleh kehadiran robot dan perangkat pintar, kehidupan sehari-hari telah mengalami transformasi. Salah satu konsep terkini yang mendukung kemajuan ini adalah *Internet of Things*(IoT), di mana benda atau objek tertentu dilengkapi dengan sensor dan perangkat lunak untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui internet.(Bangun et al., 2023).

Sumber daya alam seperti sinar matahari memainkan peran penting dalam aktivitas sehari-hari. Banyak pekerjaan manusia yang memerlukan sinar matahari, seperti mengeringkan kerupuk atau pakaian yang ada di rumah. 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. (Eksan et al., n.d.)

Kemudian dari permasalahan tersebut penulis ingin membuat rancang bangun penjemuran kerupuk otomatis yang apabila hujan turun serta cahaya matahari yang kurang maka posisi penjemur akan memasukkan kerupuk ke dalam ruangan yang tidak terkena air hujan atau terlindung dari air hujan. Begitupun saat tidak terjadi hujan dan kondisi cahaya yang terik maka penjemuran akan mengeluarkan kerupuk.

Sistem penjemuran kerupuk otomatis akan dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas penjemuran dengan menggunakan kendali cerdas NodeMCU ESP32 yang diprogram dengan metode fuzzy logic. Sistem ini dirancang untuk dapat beroperasi secara otomatis, mirip dengan pengambilan keputusan manusia. Pada prototipe ini, alat yang mendukung sistem penjemuran akan mencakup mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama yang mengatur semua komponen, serta

beberapa sensor yang terintegrasi, antara lain sensor curah hujan, sensor cahaya, dan sensor kelembaban DHT11.

Sensor cahaya digunakan untuk mendeteksi tingkat intensitas cahaya matahari di lingkungan sekitar, yang menjadi indikator utama dalam menentukan apakah kondisi cuaca mendukung untuk proses penjemuran. Jika intensitas cahaya terdeteksi cukup tinggi, sistem dapat mengasumsikan bahwa matahari sedang bersinar terang dan memungkinkan penjemuran dilakukan secara optimal.

Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah merupakan kondisi ideal untuk proses pengeringan kerupuk. Dengan mengetahui kondisi suhu dan kelembaban secara real-time, sistem dapat mengambil keputusan yang lebih akurat mengenai kelayakan penjemuran.

Sensor curah hujan tipe *tipping bucket* berfungsi sebagai pendeteksi hujan secara langsung dalam sistem penjemuran kerupuk otomatis. Sensor ini menghasilkan sinyal digital ketika air hujan masuk dan mengisi wadah penampung, lalu mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler ESP32. Informasi dari sensor ini menjadi salah satu input penting dalam sistem *fuzzy logic* bersama sensor kelembaban DHT11 dan sensor cahaya, untuk menentukan apakah kerupuk perlu dijemur atau dimasukkan. Dengan adanya sensor ini, sistem dapat merespons secara cepat terhadap hujan, menggerakkan aktuator penjemur secara otomatis, serta menjaga kualitas kerupuk tetap terjaga meski terjadi perubahan cuaca secara tiba-tiba.

Fuzzy logic adalah solusi untuk memecahkan masalah ketidakpastian atau samar seperti halnya panas namun hujan (Suandi, 2020). Dengan menggunakan metode *fuzzy logic*, sistem ini mampu membuat keputusan yang tepat secara otomatis mengenai kapan kerupuk harus ditarik ke dalam atau dikeluarkan, berdasarkan hasil pembacaan dari ketiga sensor. Sistem ini bertujuan untuk mengoptimalkan waktu penjemuran, menjaga kualitas kerupuk, serta meningkatkan efisiensi energi tanpa intervensi manusia. Dengan adanya permasalahan tersebut maka penulis mengambil judul “**Rancang Bangun *Prototype* Penjemuran Kerupuk**

Otomatis Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka diperoleh rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana cara merancang sistem penjemuran kerupuk otomatis yang dapat beradaptasi dengan perubahan cuaca menggunakan teknologi *internet of things*.
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *fuzzy logic* dalam pengambilan keputusan sistem penjemuran kerupuk otomatis berdasarkan data sensor.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk menguji apakah *prototype* yang dirancang dapat berfungsi dengan baik, serta menilai kemampuan *fuzzy logic* dalam mengolah data dari setiap sensor guna menghasilkan keputusan yang tepat pada *prototype* tersebut.

1.4 Batasan Masalah

1. NodeMCU ESP32 sebagai mikroprosesor pengelola data
2. *Fuzzy logic* digunakan sebagai pemrosesan data
3. Sistem dianggap berhasil jika *prototype* dapat memasukkan dan mengeluarkan kerupuk secara otomatis sesuai dengan kondisi cuaca yang terdeteksi oleh sensor
4. Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor lingkungan seperti bayangan pohon, percikan air atau gangguan eksternal lainnya yang tidak terkait langsung dengan cuaca.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kemudahan dalam pengelolaan proses penjemuran kerupuk secara otomatis, yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan mengurangi ketergantungan pada pengawasan manusia yang intensif.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Fuzzy Logic*

Fuzzy logic adalah suatu pendekatan dalam logika yang memungkinkan pengambilan keputusan yang fleksibel dan berdasarkan derajat kebenaran yang tidak pasti. Berbeda dengan logika biner tradisional yang hanya mengenal nilai benar (1) atau salah (0), *fuzzy logic* memungkinkan variabel memiliki nilai keanggotaan yang berada di antara keduanya, seperti "setengah benar" atau "cukup benar".

Fuzzy Logic dikembangkan untuk menemukan nilai antara 0 dan 1 dalam logika Aristoteles. Pemikiran biner 0 atau 1 berakar pada filosofi Aristoteles yang mengajarkan bahwa segala sesuatu harus dikategorikan sebagai benar atau salah. Logika biner hanya mengenal dua keadaan yaitu aktif atau nonaktif, hidup atau mati, gelap atau terang, benar atau salah. Tidak ada keadaan yang ambigu atau area abu-abu; yang ada hanyalah hitam atau putih. Jika bukan 1, maka pasti 0; jika bukan gelap, berarti terang. Inilah prinsip logis yang mendasarinya. Prinsip ini juga menjadi landasan perkembangan teknologi digital saat ini, sejalan dengan upaya menciptakan komputer yang dapat berfungsi mirip dengan cara berpikir manusia. Pada dasarnya, komputer hanyalah mesin hitung yang tidak memiliki kemampuan berpikir. Plato telah mengemukakan gagasan tentang adanya area ketiga di antara benar dan salah. Konsep ini menjadi dasar logika fuzzy yang menghasilkan nilai-nilai antara 0 dan 1. Dapat disimpulkan bahwa logika fuzzy merupakan metode yang efektif untuk mentransformasikan suatu ruang masukan menjadi suatu ruang keluaran. (Suardi, 2020).

Secara umum, Logika Fuzzy adalah cara berhitung dengan menggunakan kalimat atau perkataan sehari-hari untuk menggantikan berhitung menggunakan angka. Tentunya, kata-kata yang digunakan dalam Logika Fuzzy tidak presisi dengan angka, namun penggunaan kata-kata lebih dekat dengan intuisi manusia dimana manusia dapat langsung

merasakan nilai dari variabel kata-kata yang digunakan dalam keseharian. Dengan begitu, Logika Fuzzy bisa memberi ruang maupun mengeksploitasi toleransi kepada ketidakpastian. (Wahyuni, 2022).

Metode Fuzzy Tsukamoto dikenal dengan kemampuannya dalam menoleransi data dan fleksibilitasnya yang tinggi. Salah satu keunggulan metode ini adalah sifatnya yang intuitif serta kemampuannya untuk merespons berdasarkan informasi kualitatif, tidak presisi, dan ambigu. Dalam penerapannya, metode ini menggunakan fungsi keanggotaan, operasi logika, dan aturan IF-THEN. Hasil akhir dari proses ini adalah terbentuknya sebuah sistem yang dikenal sebagai FIS (Fuzzy Inferensi System). (Prasetyo Tarigan et al., 2020).

Menurut (Suharyudi Onoaji et al., 2024) Tahapan dalam metode fuzzy Tsukamoto ialah:

1. *Fuzzyfikasi*

Pada proses ini akan dilakukan penentuan variabel fuzzy, semesta pembicaraan, himpunan fuzzy, dan domain pada setiap himpunan. Pada tahap fuzzifikasi, untuk memperoleh nilai keanggotaan dilakukan dengan menggunakan fungsi-fungsi yang direpresentasikan dalam bentuk kurva naik dan kurva turun.

2. *Rule*

Aturan rule adalah kumpulan aturan *fuzzy* yang ketika digabungkan (secara bersamaan), membuat sistem dengan variabel yang identik baik di anteseden maupun di konsekuen. Setiap proposisi (aturan) dalam basis pengetahuan *fuzzy* akan memiliki relasi *fuzzy* yang ditugaskan padanya. Aturan yang digunakan dalam fungsi implisit memiliki bentuk umum berikut:

IF x is A THEN y is B

Rule pada penelitian ini menggunakan operator AND, α -predikat sebagai hasil dari operator AND diperoleh dengan mengambil nilai derajat keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan

3. Defuzzyfikasi

Apabila *fuzzifikasi* merupakan proses untuk membuat nilai nyata menjadi samar, maka defuzzifikasi merupakan kebalikannya yaitu merubah nilai samar menjadi nilai nyata. Jadi *fuzzifikasi* merupakan hasil sebuah fuzzy sets yang keluarannya dalam bilangan tunggal. Pada proses defuzzifikasi, metode Tsukamoto menggunakan metode rata-rata terbobot.

$$z = \frac{\sum(\alpha_i x z_i)}{\sum \alpha_i} \quad (2.3)$$

Keterangan :

Z= Variabel output

α_i = Nilai α predikat

z_i = Nilai variabel output

Menurut (Muh Hamim Fajar1 et al., 2021), terdapat beberapa alasan mengapa orang menggunakan Logika Fuzzy, antara lain:

- a) Logika fuzzy memiliki konsep yang simple. Perhitungan matematika yang menjadi dasar penalaran fuzzy sangat luas.
- b) Logika fuzzy bisa mengantisipasi ketidakpastian data.
- c) Logika fuzzy bisa memetakan fungsi non-linier yang kompleks.
- d) Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya ialah dapat beradaptasi dengan ketidak jelasan dan variasi data.
- e) Logika fuzzy dapat dioperasikan ke dalam sistem kontrol konvensional.
- f) Logika fuzzy berdasarkan pada bahasa natural.
- g) Logika fuzzy dibangun seperti ahli tanpa adanya pelatihan.

2.2 Kerupuk

Kerupuk adalah makanan ringan yang sudah lama dikenal dan populer di kalangan masyarakat Indonesia. Bagi para penggemarnya, kerupuk memiliki daya tarik tersendiri. Di Indonesia, dikenal dua kategori utama kerupuk: yang pertama berbahan dasar nabati (contohnya kerupuk singkong, kerupuk bawang, kerupuk puli, rempeyek, dan rengginang), dan yang kedua mengandung tambahan bahan hewani (seperti kerupuk udang dan kerupuk ikan) (Mawaddah et al., 2021).

Makanan kering yang dikenal sebagai kerupuk dibuat dari bahan-bahan kaya pati. Dengan tekstur renyahnya dan beragam pilihan rasa, kerupuk menjadi camilan yang disukai di berbagai negara, terutama di kawasan Asia Tenggara. Karena rasanya yang lezat, kerupuk sering dinikmati sebagai kudapan atau pelengkap hidangan utama. Kerupuk juga memiliki nilai penting dalam berbagai budaya dan tradisi, sering digunakan dalam acara-acara ritual dan pertemuan sosial.

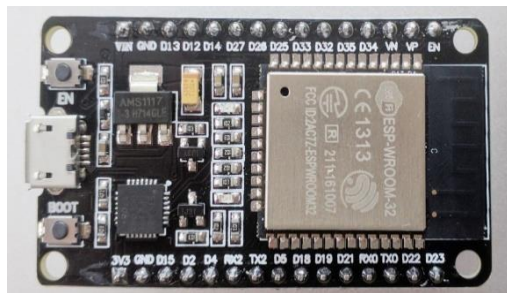


Gambar 2.1 Kerupuk
(Sumber : <https://www.shutterstock.com>)

2.3 *NodeMCU ESP32*

Mikrokontroler ESP32 yang dikenal sebagai Espressif Sistem merupakan pengembangan dari mikrokontroler ESP8266. Secara Spesifikasi ESP32 sangat lengkap, sehingga Mikrokontroler ini sangat tepat untuk kita gunakan terutama untuk aplikasi yang berhubungan dengan Internet of Things, karena mikrokontroler ini bisa berkomunikasi menggunakan Wifi, BLE Bluetooth.(Arjun Pratikto, 2022).

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler open source yang digunakan untuk kebutuhan IOT, berharga rendah dan hemat energi yang dibuat oleh Espressif Systems, perusahaan berbasis di Shanghai, Tiongkok. Menggunakan TSMC sebagai pemroduksi inti dengan besar 40 nm. ESP32 terdapat wifi dan dual-mode bluetooth terintegrasi. Generasi ESP32 menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 sebagai inti. Baik dalam mode single-core maupun dual-core. (Andifadhilah, 2021)



Gambar 2.2 ESP32

(Sumber: <https://student-activity.binus.ac.id/>)

2.4 IoT (*Internet of Things*)

Internet of Things (IoT) atau Internet untuk segalanya merupakan sebuah gagasan yang menggambarkan jaringan benda-benda fisik yang terhubung ke internet dan mampu bertukar informasi tanpa memerlukan intervensi manusia. Singkatnya, IoT mengacu pada kemampuan suatu objek atau alat untuk terkoneksi dengan internet, mengumpulkan informasi, dan bereaksi berdasarkan informasi tersebut. Perangkat IoT yang lazim ditemui antara lain sensor, kamera, lampu, pintu otomatis, dan sebagainya. Konsep IoT telah menciptakan kesempatan besar dalam pengembangan solusi teknologi pintar dan aplikasi terkait yang dapat meningkatkan efektivitas, kenyamanan, dan keamanan dalam aktivitas sehari-hari. (Saillellah, 2023).

IOT atau *Internet of Things* awalnya diperkenalkan oleh Kevin Ashton, seorang pelopor teknologi asal Inggris, pada tahun 1999 ketika ia bekerja di Pusat Auto-ID Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ia mengemukakan bahwa suatu objek atau benda dapat berkomunikasi

dengan internet melalui sensor yang terpasang di dalamnya, sehingga memungkinkan koneksi dengan perangkat lainnya. Pada masa itu, IOT belum banyak dibicarakan dan belum ada teknologi yang mampu mendukung konsep tersebut. Baru pada awal tahun 2000-an, teknologi sensor dan jaringan nirkabel mulai berkembang dan memungkinkan IOT untuk diwujudkan. Seiring berjalannya waktu, semakin banyak perusahaan dan pengembang yang tertarik untuk mengembangkan IOT, sehingga membuatnya semakin maju dan menjadi aspek yang sangat krusial di era digital saat ini. (Saillellah, 2023).

2.5 ***Tipping Bucket (Sensor Curah Hujan)***

Tipping Bucket merupakan alat penakar hujan yang terbuat dari 2 buah bucket 1 dengan prinsip dasar pengungkit yang akan terjungkit secara bergantian apabila bucket tersebut terisi penuh oleh air. Air yang jatuh kedalam corong akan dihitung oleh bucket secara bergantian. Untuk perhitungan intensitas curah hujan ini terjadi setelah air yang ditampung pada bucket akan berjungkit secara bergantian sehingga nantinya akan menggerakkan penghalang yang terletak dibawah bucket melewati sensor Photo-interrupter dan mengaktifkan perintah counter dalam program.



Gambar 2.3 *Tipping Bucket*

(Sumber: <https://shopee.co.id/>)

2.6 Sensor Cahaya (*Light Dependent Resistor*)

LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan resistor yang nilai hambatannya berubah akibat pengaruh cahaya. Hambatan pada sensor cahaya LDR ini bergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Ketika cahaya redup, hambatannya meningkat, sedangkan saat cahaya terang, hambatannya menurun. LDR umumnya dimanfaatkan sebagai alat pendeteksi cahaya atau pengukur konversi cahaya. Komponen ini terdiri dari satu cakram semikonduktor dengan dua elektroda di permukaannya (Sari et al., 2021).

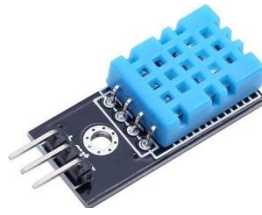


Gambar 2.4 Sensor Cahaya

Sumber: <https://zonaelektro.net/>

2.7 Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah module sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Module sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Kelebihan dari module sensor ini dibanding module sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi. Sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi. Sensor ini memiliki 4 kaki pin, dan terdapat juga sensor DHT11 dengan breakout PCB yang terdapat hanya memiliki 3 kaki (Nugroho, 2019).



Gambar 2.5 Sensor DHT11

(Sumber: <https://store.ichibot.id/>)

2.8 Motor DC

Motor DC adalah alat yang mengkonversi energi listrik menjadi energi gerak. Perangkat ini dilengkapi dengan dua terminal, yaitu power dan ground, serta membutuhkan arus listrik DC untuk beroperasi. Motor DC umumnya diaplikasikan pada peralatan elektronik yang menggunakan sumber daya DC, contohnya fan pendingin komputer dan mobil mainan dengan remote control. Kinerja motor DC diukur dalam putaran per menit atau RPM (revolutions per minute), dan mampu berputar searah maupun berlawanan arah jarum jam, tergantung pada polaritas listrik yang diberikan. (Prastyo, 2022).



Gambar 2.6 Motor DC

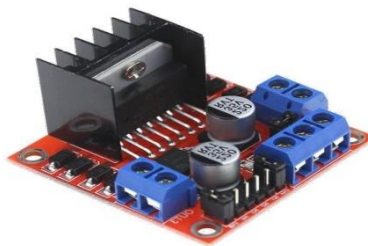
(Sumber: <https://www.dictio.id/>)

2.9 Driver L298N

Driver motor L298N merupakan modul yang banyak digunakan dalam aplikasi kontrol motor, terutama dalam proyek robotika dan otomasi. Modul ini dirancang untuk mengendalikan dua motor DC secara bersamaan atau satu motor stepper, menggunakan IC L298 yang menerapkan konfigurasi H-bridge. Dengan rentang tegangan operasi antara 5V hingga 35V dan kemampuan arus maksimum hingga 2A per channel, L298N menawarkan fleksibilitas tinggi dalam berbagai aplikasi. Salah satu

penelitian yang relevan, "*DC Motor Speed Control Through Arduino and L298N Motor Driver Using PID Controller*," menyelidiki pengendalian kecepatan motor DC menggunakan kontrol PID, menunjukkan efisiensi tinggi dari motor DC dalam aplikasi modern seperti kendaraan listrik.

Modul ini memiliki beberapa fitur penting, termasuk pin kontrol untuk mengatur arah putaran motor dan pin enable untuk mengontrol kecepatan menggunakan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Selain itu, L298N dilengkapi dengan perlindungan terhadap *overheating* dan *over current*, yang menjadikannya komponen yang aman untuk digunakan dalam berbagai proyek. Dalam konteks aplikasinya, L298N sangat berguna dalam industri robotika, otomasi industri, dan pendidikan STEM, di mana modul ini sering digunakan untuk mengajarkan konsep dasar elektronika dan pemrograman (Peerzada et al., 2021).



Gambar 2.7 Motor L298N

(Sumber: <https://www.edukasielektronika.com/>)

2.10 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel yang dipergunakan untuk menghubungkan satu komponen dengan komponen lain ataupun menghubungkan jalur rangkaian yang terputus pada breadboard. (Syahputra et al., 2022)

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Intinya kegunaan kabel jumper ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel jumper digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya agar lebih mudah untuk

mengutak- atik rangkaian. Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu konektor jantan (male connector) dan konektor betina (female connector).(Sofyan et al., 2020)



Gambar 2.8 Kabel Jumper

(Sumber: <https://www.arduinoindonesia.id/>)

2.11 Telegram

Telegram adalah aplikasi yang dikembangkan oleh perusahaan Telegram FZ LLC dan Telegram Messenger Inc asal Rusia. Aplikasi ini dirilis pada tahun 2013 lalu. Telegram dirancang untuk memudahkan pengguna saling berkirim pesan teks, audio, video, gambar dan stiker dengan aman. Tak hanya aman, telegram juga merupakan aplikasi berbagi pesan yang instan atau cepat. Secara otomatis, pesan dan konten yang dikirimkan pada aplikasi Telegram akan dienkripsi berstandar internasional. Dengan demikian, pesan yang terkirim sepenuhnya aman dari pihak ketiga bahkan dari Telegram sekalipun. Seperti yang disebutkan sebelumnya, aplikasi Telegram adalah aplikasi yang berbasis cloud. Artinya, penggunaanya dapat dimudahkan untuk mengakses satu akun Telegram dari perangkat yang berbeda dan secara bersamaan. (Harian, 2021).



Gambar 2.9 Telegram

(Sumber:<https://id.wikipedia.org/>)

2.2 Penelitian Terkait

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan Penelitian
1.	Lucy Dwi Harseno, Rini Handayani, Devie Ryana Suchendra, 2021)	Sistem Penjemuran Ikan Asin Otomatis	Berdasarkan hasil pengujian mendapatkan nilai intensitas cahaya yang bernilai 95 dengan skala (1 - 100) kondisi siang dan kadar air yang bernilai 72 dengan skala (1-100) kondisi hujan. Dengan menggunakan motor servo memutar jemuran ikan untuk membalik ikan dengan metode periodik yang bertujuan mengoptimalkan proses pengeringan ikan	Persamaan dari penelitian sebelumnya adalah menggunakan sensor yang serupa yakni sensor cahaya, sedangkan perbedaan penelitian sekarang ialah menambahkan sensor kelembaban DHT 11 dan sensor curah hujan (<i>tipping bucket</i>) serta menggunakan metode fuzzy logic
2.	Andri Syahputra, Katen Lumbanbatu, Novriyenni, 2022)	Rancang Bangun Sistem Penjemuran buah Pinang Otomatis Pendeteksi Hujan Berbasis	Pengujian menunjukkan bahwa sistem di implementasikan pada mikrokontroler Arduino Uno beroperasi sesuai dengan logika fuzzy yang telah ditetapkan. Sistem ini mengatur pergerakan jemuran dan memastikan bahwa jemuran akan dikeluarkan atau dimasukkan berdasarkan kondisi siang, malam ataupun ketika hujan.	Persamaan dari penelitian sebelumnya adalah penggunaan metode yang sama, perbedaannya ialah pada penelitian ini menambahkan sensor dht11 dan sensor curah hujan (<i>tipping bucket</i>)

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan Penelitian
3.	(Yayan Hendrian, Yusuf Pribadi Yudatama, Violetta Surya Pratama, 2020)	Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor LDR, Sensor Hujan Dan Sensor Kelembaban Berbasis Arduino Uno	Hasil pengujian jemuran bergerak ke luar apabila sensor mendeteksi kondisi cerah, siang, dan pakaian dalam kondisi basah, selain dari kondisi tersebut maka jemuran akan bergerak ke dalam. Kipas akan menyala apabila kondisi pakaian basah, cuaca hujan atau pada kondisi malam/gelap, dan akan mati apabila pakaian sudah kering.	Persamaan dari penelitian ini adalah menggunakan sensor yang sama yakni sensor LDR dan kelembaban, sedangkan perbedaan dengan penelitian sekarang adalah menggunakan objek yang berbeda yakni kerupuk
4.	(Plasidius Y. M Bate, Anggri Sartika Wiguna, & Danang Aditya Nugraha, 2020)	Sistem Penjemuran Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Pendekatan Metode Fuzzy	Hasil dari penelitian ini ialah saat sensor hujan terkena oleh air maka akan berlogika 1 dan saat tidak terkena air berlogika 0, dan nilai intensitas cahaya yang ditampilkan saat terang sebesar 84 Lux dan pada saat mendung 184 Lux.	Persamaan dari penelitian sebelumnya adalah menggunakan sensor yang serupa yakni sensor cahaya, serta menggunakan metode yang sama. Sedangkan perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang sekarang ialah penggunaan mikrokontroler yang berbeda serta menambahkan dua sensor yaitu sensor kelembaban dan curah hujan.

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan Penelitian
5.	Muhammad Ditie Supiannor, Fitriyad, Nidia Rosmawati, 2019)	Model Atap Jemuran Gabah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 328	Hasil Pengujian yaitu dengan cara perangkat modul servo membuka atap ketika sensor ldr mendeteksi sinar cahaya matahari atau sensor hujan telah kering setelah di guyur hujan dan perangkat modul servo atap akan menutup jika sensor hujan terkena air ataupun jika sensor ldr mendeteksi tidak adanya cahaya matahari (senja)	Persamaan dengan penelitian sebelumnya adalah menggunakan sensor yang sama yakni sensor cahaya, sedangkan perbedaan dengan penelitian yang sekarang ialah menggunakan mikrokontroller yang berbeda serta menambahkan beberapa sensor.
6.	(Risal Suandi, 2020)	Penjemur Kerupuk Otomatis Menggunakan Sistem Kecerdasan Buatan Arduino Uno Dengan Menerapkan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i> (FLS)	Penelitian ini mengungkapkan bahwa ketidakpastian kondisi cuaca menjadi inti permasalahan, terutama ketika terjadi situasi di mana cuaca panas namun tiba – tiba hujan turun.	Persamaan dengan penelitian sebelumnya ialah menggunakan objek yang sama yakni kerupuk serta sensor yang sama yakni sensor cahaya. Kemudian menggunakan metode yang sama. Sedangkan perbedaan dengan penelitian sekarang adalah penggunaan mikrokontroller yang berbeda dan menambahkan sensor kelembaban dan sensor curah hujan.

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan Penelitian
7.	Fernando Dotulong, Dony Syahputra Marbun, Lady Grace Jane Giroth, 2022)	Prototype Buka Atap Otomatis Rumah Penjemur Kopra Berbasis Arduino	Sistem Kontrol menggunakan Arduino telah menunjukkan peningkatan performa, didukung oleh penambahan berbagai komponen – komponen ini berfungsi untuk mendeteksi variasi kondisi cuaca serta mengaktifkan aktuator yang mengatur pergerakan atap membuka dan menutup.	Persamaan dari penelitian ini adalah sama – sama menggunakan sensor cahaya dan DHT11, Sekarang menggunakan metode dan menggunakan tipe sensor hujan yang berbeda.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode *Fuzzy Logic* pada sistem penjemuran kerupuk otomatis terbukti efektif. Sistem ini mampu mengontrol durasi penjemuran secara otomatis dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan yang dibaca oleh sensor. *Fuzzy logic* memberikan keputusan yang akurat dalam menggerakkan motor penjemur berdasarkan input suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kondisi hujan.

Manfaat dari penerapan *fuzzy logic* dalam sistem ini adalah efisiensi dalam mengatur waktu penjemuran secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia, serta menjaga kualitas kerupuk selama proses penjemuran. Durasi operasi motor juga disesuaikan berdasarkan perhitungan *fuzzy*, sehingga penggunaan energi dan efisiensi penjemuran lebih optimal.

5.2 Saran

1. Peningkatan Daya Tampung: Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mengontrol beberapa motor sekaligus, sehingga kapasitas penjemuran dapat ditingkatkan.
2. Integrasi Lanjutan IoT: Sistem dapat dilengkapi dengan notifikasi melalui aplikasi mobile yang memberikan informasi kepada pengguna tentang status penjemuran secara real-time.
3. Penggunaan Sumber Daya yang Lebih Efisien: Penggunaan sensor tambahan seperti sensor angin dapat meningkatkan efisiensi dalam menentukan kapan waktu yang paling tepat untuk menjemur kerupuk, serta mengurangi potensi kerusakan akibat kondisi cuaca yang tidak terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andifadhilah. (2021). *No Title*. ESP32. <https://raharja.ac.id/2021/11/17/esp32-3/>
- ArjunPratikto, A. (2022). Simulasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 3(1), 38–48.
<https://doi.org/10.36040/alinier.v3i1.4855>
- Bangun, R., Pemantau, S., Dan, K., & Udara, P. (2023). 12029-29890-1-Pb. 14(3), 1–8.
- Dotulong, F., Marbun, D. S., & Giroth, L. G. J. (2022). Prototype Buka Tutup Atap Otomatis Rumah Penjemur Kopra Berbasis Arduino. *CogITO Smart Journal*, 8(1), 271–281. <https://doi.org/10.31154/cogito.v8i1.398.271-281>
- Eksan, F., Ubaidillah, A., & Ulum, M. (n.d.). Prototipe Alat Pengering Kerupuk Energi Matahari menggunakan Mikrokontroler Atmega16 berbasis Fuzzy Logic. *SinarFE7*, 47–52.
<http://jurnaldigit.org/index.php/DIGIT/article/viewFile/158/116>
- Harian, B. (2021). *Telegram: Pengertian, Cara Kerja, dan Keunggulannya*. 11 November 2021. <https://kumparan.com/kabar-harian/telegram-pengertian-cara-kerja-dan-keunggulannya-1wthN8eSuUA/full>
- Harseno, L. D., Handayani, R., Suchendra, D. R., Telkom, U., Hujan, S., Asin, I., & Servo, M. (2021). Sistem penjemuran ikan asin otomatis. *E-Jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi)Proceeding of Applied Science*, 7(5), 1352–1357.
- Mawaddah, N., Mukhlisah, N., & Mahi, F. (2021). Uji Daya Kembang dan Uji Organoleptik Kerupuk Ikan Cakalang dengan Pati yang berbeda. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 9(3), 181–187.
- Muh Hamim Fajar¹, Santoso², E., & Lailil Muflikhah. (2021). Rekomendasi Kelayakan Peminjam menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Вестник Росздравнадзора*, 4(1), 9–15.
- Nugroho, H. A. (2019). Monitoring Alat Penetas Telur Dengan Android Berbasis Iot. *Thesis (Diploma)*, STMIK AKAKOM YOGYAKARTA.

- Peerzada, P., Hyder Larik, W., & Abbas Mahar, A. (2021). DC Motor Speed Control Through Arduino and L298N MotorDriver Using PID Controller. *International Journal of Electrical Engineering & Emerging Technology*, 4(2), 21–24.
- Prasetyo Tarigan, D., Wantoro, A., & Abidin, Z. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Mobil Dengan Fuzzy Tsukamoto(Studi Kasus : Pt Clipan Finance). *TELEFORTECH: Journal of Telematics and Information Technology*, 1(1), 32–37. <https://doi.org/10.33365/tft.v1i1.870>
- Prastyo, elga aris. (2022). *No Title*. Pengertian Dan Prinsip Kerja Motor DC. <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-dc.html>
- Sailellah, H. R. P. (2023). *No Title*. Internet of Things : Pengertian, Sejarah, Kelebihan Dan Kekurangannya. <https://it.telkomuniversity.ac.id/internet-of-things-pengertian-sejarah-kelebihan-dan-kekurangannya/>
- Sari, I. P., Al-Khowarizmi, & Batubara, I. H. (2021). Analisa Sistem Kendali Pemanfaatan Raspberry Pi Sebagai Server Web Untuk Pengontrol Arus Listrik Jarak Jauh. *InfoTekJar*, 6(1), 101–103. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/infotekjar/article/view/3929/pdf>
- Sari, R. P. (2024). *No Title*. Internet of Things (IoT): Pengertian, Cara Kerja Dan Contohnya. <https://www.cloudcomputing.id/pengetahuan-dasar/iot-pengertian-contohnya>
- Sofyan, I., Rismayadi, A., & Solihin, P. (2020). Komponen Umum Elektronika Dasar. *Elektronika Dasar*.
- Suandi, R. (2020). Penjemur Kerupuk Otomatis Menggunakan Sistem Kecerdasan Buatan Arduino Uno Dengan Menerapkan Metode Fuzzy Logic Controller (FLC). *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(2), 235. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i2.2099>
- Suharyudi Onoaji, A., Hartami Santi, I., & Chulkamdi, M. T. (2024). Penerapan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto Untuk Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(5), 3343–3349. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i5.7480>
- Supiannor, M. D., Fitriyadi, F., & Rosmawanti, N. (2022). Model Atap Jemuran

- Gabah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328. *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, 18(1), 43. <https://doi.org/10.35889/progresif.v18i1.782>
- Susilo, T. B., Irwan, A. A., Yunus, R. R., Bianchi, P. A. E., Sugiyanto, B. S., & Soesanto, O. O. (2022). Fuzzy Logic (Bagian 2): Bersenandung Dari Lukisan Cadas ke Taman Perguruan Tinggi Kalimantan. *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, 2(2), 244. <https://doi.org/10.20527/ilung.v2i2.6081>
- Syahputra, A., Lumbanbatu, K., & Novriyenni. (2022). Rancang bangun sistem penjemuran buah pinang otomatis pendeteksi hujan berbasis arduino uno menggunakan metode fuzzy. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK)*, 6(2), 383–389.
- Wahyuni, S. N. I. (2022). *Penerapan Inferensi Fuzzy Tsukamoto Dalam Pengambilan Keputusan Pengiriman Barang*. 1994.
- Y.M Bate, P., Wiguna, A. S., & Nugraha, D. A. (2020). Sistem Penjemuran Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Pendekatan Metode Fuzzy. *Kurawal - Jurnal Teknologi, Informasi Dan Industri*, 3(1), 81–92. <https://doi.org/10.33479/kurawal.v3i1.306>
- Yayan Hendrian, Yusuf Pribadi Yudatama, V. S. P. (2020). Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor LDR, Sensor Hujan Dan Sensor Kelembaban Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Komputer*.