

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk memahami lebih dalam mengenai masalah yang menjadi fokus penelitian ini, peneliti berupaya menelusuri berbagai literatur dan penelitian terdahulu yang memiliki relevansi dengan isu yang sedang diteliti. Langkah ini merupakan bagian penting dari proses penelitian ilmiah, bertujuan untuk memperoleh wawasan yang lebih luas dan mendalam tentang topik yang dikaji. Selain itu, menjaga integritas dalam penelitian adalah hal krusial, termasuk dengan menghindari *plagiarisme*, yaitu menyalin karya orang lain tanpa memberikan pengakuan yang sesuai.

Untuk memenuhi standar etika penelitian ilmiah, *eksplorasi* terhadap penelitian terdahulu yang relevan menjadi langkah esensial. Aktivitas ini bertujuan memperkuat dasar penelitian yang sedang dilakukan sekaligus menunjukkan posisi penelitian ini dalam konteks pengetahuan yang telah ada. Penelitian sebelumnya juga berperan sebagai acuan teoritis yang membantu peneliti dalam merumuskan konsep dan pendekatan yang digunakan dalam studi ini.

Setelah melakukan *eksplorasi* mendalam terhadap sejumlah penelitian yang sudah ada, peneliti menemukan beberapa kajian yang memiliki keterkaitan erat dengan penelitian ini. Meskipun terdapat beberapa kesamaan, penelitian ini tetap memiliki perbedaan signifikan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Berikut adalah beberapa penelitian yang relevan dan dijadikan referensi dalam studi ini :

1. Sistem Kendali Alat Pemberi Pakan Kucing Otomatis Jarak Jauh Menggunakan Internet of Things (IoT). Oleh Nor Iqbal Syam, Heru Supriyono, S.T., M.Sc., Ph.D (2023)

Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemberian pakan kucing otomatis berbasis IoT yang dapat dikendalikan dan dipantau melalui smartphone. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi

kehadiran kucing, *load cell* untuk mengukur berat pakan, serta motor servo untuk mengatur pembukaan dispenser. Informasi ditampilkan lewat LCD dan sistem terintegrasi dengan Telegram untuk notifikasi *real-time*. Alat ini dirancang untuk memberikan kemudahan bagi pemilik kucing yang memiliki mobilitas tinggi.

2. *IoT-based Automatic Fish Feeding System*. Oleh Muhammad, N.A.B. et al. (2024).

Penelitian ini mengusulkan sistem pemberian pakan ikan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk mengoptimalkan pengelolaan pakan, mengurangi limbah, dan mempromosikan praktik akuakultur yang berkelanjutan. Sistem ini mengintegrasikan komponen perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk sensor untuk mengukur parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, tingkat pakan, dan jadwal pemberian pakan, untuk memastikan operasi yang akurat dan konsisten. Pemantauan dan kontrol data waktu nyata dicapai melalui platform *Firebase* dan aplikasi web yang memungkinkan akses jarak jauh dan otomatisasi rutinitas pemberian pakan

3. *Otomasi Litter Box Serta Pemantauan Dalam Kandang Kucing Berbasis Internet of Things*. Oleh Muhamad Idlal Aditama Imam Putra, Robinsar Parlindungan, Dini Rahmawati (2022)

Penelitian ini mengembangkan sistem IoT untuk memantau kebersihan *litter box* dan pemberian makan-minum kucing secara otomatis dan terjadwal. Sistem dilengkapi pembersih otomatis, pengatur porsi makan, serta pemantauan air dan pakan lewat aplikasi *mobile*. Sensor ultrasonik dan load cell mengukur level air dan pakan, dengan notifikasi dikirim saat stok menipis atau *litter box* perlu dibersihkan. Sistem ini memudahkan pemilik dalam mengelola kebutuhan dasar kucing secara otomatis.

4. *Perancangan Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Kucing Otomatis Berbasis Iot*. Oleh Muhammad Angga Ramadhan, Bambang Setia Nugroho, dan Arif Indra Irawan (2023)

Sistem ini memakai ESP32, sensor ultrasonik, dan motor servo untuk otomatisasi pemberian pakan sesuai jadwal lewat aplikasi *smartphone*. Sistem juga memantau stok pakan agar selalu cukup. Solusi ini memudahkan pemilik kucing memberi makan rutin dan mengontrolnya dari jauh, cocok bagi yang sibuk atau sering bepergian.

5. Perancangan Prototype Pemberi Pakan Kucing Otomatis Berdasarkan Umur Berbasis SMS Gateway. Oleh BAYU JAKA VALENDIO (2022)

Penelitian ini mengembangkan prototipe pemberi pakan kucing otomatis menggunakan Arduino Uno R3 dengan modul RTC untuk jadwal, motor servo untuk kontrol katup, dan GPRS *Shield* untuk notifikasi SMS saat stok menipis. Sistem stabil dengan modul *step-down* dan dapat beroperasi dua jam tanpa listrik. Alat ini menyesuaikan takaran pakan berdasarkan usia kucing, cocok untuk pemilik dengan banyak kucing, serta menawarkan solusi otomatis yang efisien dan andal.

6. Prototipe Alat Pemberi Pakan Kucing Otomatis Berbasis *Internet of Things*. Oleh Muhammed Hafiid Alfayed, A. Sidiq Purnomo (2024)

Sistem pemberian pakan otomatis dengan NodeMCU ESP8266, servo, dan sensor ultrasonik memudahkan pengontrolan pakan kucing. Semua dapat diatur dan dipantau lewat aplikasi Android, memungkinkan pengelolaan jadwal dan stok pakan dari jarak jauh. Sistem ini memberikan kemudahan dan efisiensi bagi pemilik kucing.

7. Rancang Bangun *Smart Pet Feeder* dan *Monitoring Sisa Pakan* pada Penampungan Hewan Liar Menggunakan Sensor *Ultrasonic HC-SR04* Berbasis *Internet of Things (IoT)*. Oleh Claudia Candra Devie dan Zuly Budiarto (2023)

Shelter adalah tempat penampungan sementara hewan terlantar. Dengan IoT, pengelolaan pemberian pakan otomatis yang dapat dikontrol lewat aplikasi *smartphone* menjadi lebih mudah. Penelitian ini menggunakan metode R&D untuk mengembangkan *Smart Pet Feeder* dengan NodeMCU ESP8266 sebagai pengontrol, servo untuk tutup pakan, sensor ultrasonik

untuk memantau sisa pakan, dan LED sebagai indikator. Alat ini diharapkan membuat pengelolaan pakan di *shelter* lebih efisien dan praktis.

8. Otomatisasi Penjadwalan Pakan Kucing Berbasis *Internet of Things* dan Monitoring melalui Bot Telegram. Oleh KINAR NAKEISHA PUTRI GINANJAR, Unan Yusmaniar Oktiawati, S.T., M.Sc., Ph.D. 2024

Kucing punya jam biologis yang atur pola makannya, tapi pemilik sibuk sering kesulitan mengatur jadwal makan, berisiko buat kesehatan kucing. Maka dibuat sistem otomatisasi pakan berbasis IoT dengan monitoring lewat bot Telegram. Sistem ini memudahkan pengaturan jadwal dan takaran pakan tanpa aplikasi tambahan, serta memantau stok pakan lewat Telegram. Fitur lain termasuk pengaturan mode pakan, pemberian manual, dan reset pengaturan. Komponennya meliputi ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, modul NTP, *sensor load cell*, modul HX711, servo motor, HP, dan bot Telegram.

9. Implementasi Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Serta Deteksi Suhu Air Berbasis Mikrokontroler dengan Menggunakan Bot Telegram

Pemberian pakan ikan biasanya dilakukan secara konvensional, namun jika pemilik harus bepergian lama, ikan berisiko tidak diberi makan dan bisa mati. Suhu air kolam juga memengaruhi kondisi ikan; suhu rendah menurunkan nafsu makan, sedangkan suhu tinggi mengurangi kadar oksigen. Studi ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan untuk menciptakan alat pemberi makan ikan otomatis dan deteksi suhu air melalui bot Telegram, sehingga pemilik dapat mengontrol pemberian pakan dan suhu air dengan mudah. Hasilnya, budidaya ikan menjadi lebih praktis, ekonomis, dan efisien.

2.2 Perawatan Kucing

Kesehatan kucing merupakan faktor utama yang harus diperhatikan dalam perawatan hewan peliharaan ini. Pemantauan kondisi fisik secara rutin, termasuk pemeriksaan oleh dokter hewan, sangat penting untuk mendeteksi dini berbagai penyakit yang mungkin menyerang kucing. Vaksinasi dan pemberian obat

antiparasit secara berkala juga merupakan langkah preventif yang efektif dalam menjaga kesehatan kucing. Selain itu, menjaga kebersihan lingkungan dan pola makan yang tepat turut berkontribusi dalam mencegah infeksi dan gangguan kesehatan lainnya. Dengan perhatian dan perawatan kesehatan yang konsisten, kucing dapat memiliki kualitas hidup yang lebih baik serta mengurangi risiko kemunculan masalah kesehatan yang serius.

Merawat kucing telah menjadi aktivitas yang populer dan diminati oleh banyak kalangan masyarakat. Hal ini dikarenakan kucing memiliki sifat yang menggemaskan dan kepribadian yang mampu menarik perhatian serta menjalin ikatan emosional dengan manusia. Kehadiran kucing di lingkungan rumah sering kali memberikan rasa nyaman bagi pemiliknya. Bahkan, berbagai penelitian menunjukkan bahwa interaksi dengan kucing dapat membantu menurunkan tingkat stres dan kecemasan. Dengungan halus dari kucing, perilaku manja, serta kebiasaan uniknya kerap menjadi sumber kebahagiaan dan ketenangan bagi pemiliknya. Namun demikian, di balik daya tarik dan manfaat psikologis yang ditawarkan oleh kucing, merawat hewan ini bukanlah tugas yang mudah. Proses perawatan kucing memerlukan komitmen yang serius, baik dari segi waktu, tenaga, maupun perhatian yang konsisten.

Bagi individu dengan aktivitas harian yang padat atau mobilitas tinggi, menjaga perawatan kucing menjadi sebuah tantangan tersendiri. Kucing membutuhkan perhatian secara rutin, mulai dari kebersihan tempat tinggal dan tubuhnya, hingga pemberian makanan serta pengawasan terhadap kondisi kesehatannya. Oleh sebab itu, sebelum seseorang memutuskan untuk memelihara kucing, penting untuk mempertimbangkan kesiapan dalam hal waktu dan energi yang dapat diberikan secara berkelanjutan. Salah satu aspek krusial dalam perawatan kucing yang mempengaruhi kualitas hidupnya adalah pemberian makanan yang tepat. Kandungan nutrisi dalam makanan kucing berperan penting dalam mendukung proses pertumbuhan, perkembangan, serta menjaga sistem kekebalan tubuh agar tetap optimal. Sama seperti manusia, kucing membutuhkan asupan nutrisi yang seimbang, yang meliputi protein, lemak, vitamin, dan mineral. Nutrisi tersebut harus disesuaikan dengan usia dan kondisi kesehatan kucing.

Kesalahan dalam memilih jenis makanan atau takaran yang diberikan dapat menimbulkan masalah kesehatan, seperti obesitas, kekurangan gizi, atau gangguan pada organ tubuh tertentu.

Selain jenis makanan, pola pemberian makan juga perlu diperhatikan. Memberikan makanan secara teratur pada waktu yang konsisten setiap hari, serta memastikan porsi yang sesuai dengan kebutuhan kucing, merupakan tanggung jawab pemilik yang tidak boleh diabaikan. Dengan menjaga pola makan yang teratur dan seimbang, metabolisme tubuh kucing dapat tetap stabil, sehingga berbagai risiko penyakit dapat diminimalisir. Dalam jangka panjang, perawatan yang konsisten dengan fokus pada aspek nutrisi ini akan berkontribusi positif terhadap kesehatan, kualitas hidup, dan umur panjang kucing kesayangan.

Mengasuh hewan peliharaan, khususnya kucing, memerlukan alokasi waktu dan energi yang tidak sedikit. Permasalahan mulai muncul ketika pemilik kucing memiliki aktivitas harian yang padat, sehingga kesulitan dalam menjaga konsistensi jadwal pemberian makan. Ketidakteraturan dalam pola makan dapat berdampak negatif terhadap kesehatan kucing, terutama jika berlangsung dalam jangka waktu lama. Situasi menjadi semakin kompleks apabila pemilik harus meninggalkan rumah dalam durasi yang cukup panjang, misalnya untuk keperluan pekerjaan atau perjalanan dinas, sehingga kucing ditinggalkan tanpa pengawasan dan tidak memperoleh asupan makanan yang memadai. Salah satu solusi yang umum diterapkan dalam kondisi tersebut adalah memanfaatkan layanan penitipan hewan. Layanan ini menawarkan perawatan yang relatif terjamin karena dilakukan oleh tenaga profesional. Namun, biaya yang dikenakan oleh jasa penitipan hewan tergolong cukup tinggi, sehingga tidak semua pemilik kucing mampu atau bersedia mengakses layanan tersebut secara rutin. Selain itu, penggunaan layanan penitipan dinilai kurang efektif apabila pemilik hanya meninggalkan rumah untuk jangka waktu yang singkat, seperti beberapa jam dalam sehari. Dengan demikian, diperlukan alternatif solusi yang lebih praktis, efisien, dan terjangkau untuk memastikan kebutuhan dasar kucing, terutama dalam hal konsumsi makanan, tetap terpenuhi meskipun pemilik tidak berada di rumah.

2.2.1 Pakan Kucing

Pakan memiliki peran penting dalam menentukan performa dan kesehatan kucing. Nutrisi yang terkandung dalam pakan menjadi faktor utama yang memungkinkan kucing tumbuh dan berkembang secara optimal. Proses tumbuh kembang kucing sangat dipengaruhi oleh keseimbangan nutrisi yang diberikan melalui makanannya. Oleh karena itu, salah satu langkah terbaik untuk memastikan kebutuhan gizinya terpenuhi adalah dengan memberikan pakan yang bervariasi agar nutrisi yang diterima seimbang dan mendukung kesehatan mereka.



Gambar 2. 1 Pakan Kucing

(Sumber : <https://www.purina.co.id/>)

Salah satu jenis makanan yang sering menjadi favorit adalah makanan kucing kering. Selain memiliki rasa dan aroma yang menarik bagi kucing, makanan kering juga praktis karena mudah disimpan dan umumnya lebih ekonomis dibandingkan makanan basah. Keunggulan lainnya, makanan kering dapat membantu melatih kekuatan gigi kucing, sehingga tetap tajam dan kuat. Namun, penting untuk diingat bahwa makanan kering memiliki kandungan nutrisi yang kurang seimbang jika diberikan secara berlebihan. Hal ini dapat meningkatkan risiko obesitas pada kucing, terutama jika tidak diimbangi dengan jenis makanan lain yang lebih kaya akan nutrisi. Dengan demikian, memberikan variasi pakan dan memperhatikan porsi yang diberikan adalah langkah bijak untuk menjaga kesehatan kucing secara keseluruhan.

2.3 Lingkungan

Lingkungan merupakan tempat di mana berbagai makhluk hidup, termasuk manusia, tinggal dan menjalani kehidupannya. Sebagai sebuah media, lingkungan menyediakan ruang serta sumber daya yang dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk memenuhi kebutuhan dasar mereka, seperti makanan, air, dan tempat berlindung.

Lingkungan juga memiliki karakteristik unik dan fungsi tertentu yang saling berkaitan dengan keberadaan makhluk hidup di dalamnya. Hubungan timbal balik ini mencerminkan bagaimana makhluk hidup memanfaatkan lingkungan sekaligus memberikan dampak terhadap keseimbangannya.

Khususnya manusia, keberadaannya membawa peranan yang jauh lebih kompleks dibandingkan makhluk hidup lainnya. Manusia tidak hanya memanfaatkan lingkungan untuk kelangsungan hidup, tetapi juga memodifikasi, mengelola, dan bahkan memengaruhi ekosistem secara lebih nyata. Dengan kemampuan berpikir dan teknologi, manusia memiliki dampak yang riil terhadap lingkungan, baik dalam aspek positif seperti pelestarian maupun dalam bentuk negatif seperti perusakan lingkungan. Oleh karena itu, memahami hubungan antara makhluk hidup, terutama manusia, dengan lingkungan menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan keberlanjutan ekosistem bagi generasi mendatang.

Menurut Otto Soemarwoto, lingkungan atau lingkungan hidup dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berada di sekitar makhluk hidup atau organisme yang memberikan pengaruh terhadap kehidupannya. Lingkungan ini mencakup berbagai aspek, baik yang bersifat fisik seperti udara, tanah, air, dan cahaya, maupun yang bersifat biologis seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme. Selain itu, faktor-faktor sosial dan budaya yang diciptakan oleh manusia juga termasuk dalam lingkungan hidup. Dengan kata lain, lingkungan hidup mencakup seluruh elemen yang berinteraksi langsung maupun tidak langsung dengan makhluk hidup, sehingga berperan penting dalam menentukan keberlangsungan hidup serta kualitas kehidupan organisme tersebut.

Menurut Avianto Muhtadi dan rekan-rekannya, lingkungan dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang ada di sekitar kita, tempat di mana kita hidup, melaksanakan aktivitas, dan memenuhi kebutuhan untuk keberlangsungan hidup. Lingkungan ini tidak hanya mencakup aspek fisik yang meliputi elemen-elemen alam seperti tanah, air, udara, dan makhluk hidup lainnya, tetapi juga mencakup dimensi sosial dan kultural yang memengaruhi kehidupan individu maupun komunitas. Dengan kata lain, lingkungan adalah ruang atau sistem yang

melingkupi suatu organisme atau sekelompok organisme, baik dalam bentuk hubungan dengan alam maupun interaksi sosial, yang bersama-sama memengaruhi cara hidup, kebiasaan, serta perkembangan mereka dalam komunitas.

Lingkungan, menurut Nursid Soemarmaja (1979), mencakup semua kondisi di sekitar makhluk hidup yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan dan karakteristik makhluk tersebut. Dalam konteks ini, lingkungan bukan hanya sekadar tempat tinggal, tetapi juga mencakup elemen-elemen yang secara langsung atau tidak langsung memengaruhi kehidupan. Lingkungan dapat dibagi menjadi dua kelompok besar berdasarkan komponennya, yaitu lingkungan biotik dan lingkungan abiotik.

Lingkungan biotik mencakup semua makhluk hidup, baik yang berskala besar (*makro*) maupun kecil (*mikro*), yang ada di sekitar suatu organisme. Misalnya, bagi manusia, lingkungan biotik dapat berupa tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang hidup di darat maupun di laut. Kehadiran makhluk hidup ini saling memengaruhi, menciptakan hubungan yang kompleks dan dinamis dalam ekosistem.

Sementara itu, lingkungan abiotik meliputi semua elemen tak hidup yang berada di sekitar suatu organisme. Elemen-elemen ini mencakup benda-benda fisik, fenomena, dan proses alami yang bersifat tidak hidup, seperti tanah, air, udara, batuan, suhu, curah hujan, dan angin. Komponen-komponen abiotik ini memiliki peran penting dalam menentukan kondisi kehidupan makhluk hidup, baik secara langsung, seperti menyediakan sumber daya, maupun tidak langsung, seperti memengaruhi iklim dan cuaca.

Dengan memahami kedua aspek ini, dapat terlihat bahwa lingkungan adalah sistem yang kompleks, di mana elemen hidup dan tak hidup saling berinteraksi, membentuk keseimbangan ekosistem yang diperlukan untuk mendukung kehidupan.

Menurut Pasal 1 ayat (1) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, lingkungan hidup didefinisikan sebagai kesatuan ruang yang mencakup berbagai elemen, seperti benda, daya, keadaan, serta makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya. Kesatuan ini

memainkan peran penting dalam memengaruhi kelangsungan hidup serta kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Dalam pengertian yang lebih luas, lingkungan merupakan media tempat makhluk hidup tinggal, mencari penghidupan, serta menjalankan aktivitasnya dengan berbagai karakteristik dan fungsi khas.

Lingkungan memiliki hubungan timbal balik dengan makhluk hidup yang ada di dalamnya, di mana setiap elemen saling memengaruhi dan membentuk ekosistem yang dinamis. Secara khusus, manusia memiliki peran yang lebih kompleks dalam lingkungan. Tidak hanya sebagai penghuni, manusia juga berperan aktif dalam mengelola, memanfaatkan, bahkan memengaruhi kondisi lingkungan. Dengan perilaku dan aktivitasnya, manusia sering kali menjadi faktor penentu dalam menjaga atau merusak keseimbangan lingkungan.

Sebagai tempat tinggal, lingkungan menyediakan sumber daya dan kebutuhan dasar yang diperlukan makhluk hidup. Namun, keberadaannya juga memerlukan perhatian dan perlakuan yang bijaksana agar tetap berfungsi optimal untuk mendukung kehidupan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, pemahaman akan pentingnya hubungan timbal balik antara manusia dan lingkungan menjadi kunci dalam menjaga keseimbangan alam serta menjamin kesehatan seluruh makhluk hidup.

2.4 Suhu

Menurut Ir. Sarsinta (2008), suhu diartikan sebagai suatu ukuran yang menggambarkan tingkat dingin atau panasnya suatu benda atau keadaan. Di Indonesia, satuan yang umum digunakan untuk mengukur suhu adalah derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$), sedangkan di luar negeri, khususnya di negara-negara yang menggunakan sistem imperial, satuan yang lebih sering digunakan adalah derajat Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Perbedaan satuan ini mencerminkan pendekatan berbeda dalam pengukuran suhu di berbagai budaya atau wilayah.

Sementara itu, Nurdin Riyanto (2009) mendefinisikan suhu dari perspektif ilmiah sebagai ukuran energi kinetik rata-rata molekul dalam suatu benda. Semakin tinggi suhu suatu benda, semakin besar pula energi kinetik rata-rata molekulnya. Hal ini berarti bahwa suhu berhubungan langsung dengan aktivitas dan kecepatan

gerak partikel di dalam suatu materi, di mana temperatur tinggi menunjukkan gerakan molekul yang lebih cepat dan energi kinetik yang lebih besar.

Kedua definisi ini menunjukkan bahwa suhu dapat dilihat dari sudut pandang praktis dan ilmiah. Dari sisi praktis, suhu membantu manusia memahami kondisi lingkungan atau benda berdasarkan tingkat panas atau dinginnya. Dari sisi ilmiah, suhu merupakan indikator energi yang menggambarkan dinamika partikel dalam suatu sistem. Pemahaman ini penting untuk berbagai aplikasi, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam dunia sains dan teknologi.

Suhu adalah ukuran kuantitatif yang digunakan untuk menggambarkan tingkat panas atau dinginnya suatu benda atau lingkungan. Dalam konteks fisika, suhu memiliki hubungan langsung dengan energi kinetik rata-rata partikel yang menyusun suatu benda atau sistem. Ketika energi kinetik partikel meningkat akibat geraknya yang semakin cepat, suhu benda tersebut juga akan meningkat. Dengan demikian, suhu mencerminkan tingkat energi termal yang ada dalam suatu materi.

Sebagai salah satu besaran fisika dasar, suhu memegang peranan penting dalam berbagai bidang ilmu, seperti fisika, kimia, biologi, hingga ilmu lingkungan. Dalam fisika, konsep suhu membantu menjelaskan fenomena termodinamika, sedangkan dalam biologi, suhu menjadi faktor yang memengaruhi proses metabolisme dan aktivitas organisme. Dalam ilmu lingkungan, suhu memengaruhi iklim, cuaca, dan keseimbangan ekosistem.

Dalam kehidupan sehari-hari, pengukuran suhu memiliki banyak aplikasi praktis. Contohnya, termometer digunakan untuk memantau suhu tubuh sebagai indikator kesehatan, mengontrol suhu ruangan untuk kenyamanan, mengatur suhu saat memasak, hingga mengelola proses industri yang membutuhkan presisi suhu tertentu. Termometer bekerja berdasarkan prinsip-prinsip fisika, seperti pemuaian zat cair (seperti merkuri atau alkohol), perubahan tekanan gas, atau perubahan sifat listrik material tertentu.

Pemahaman tentang suhu tidak hanya penting secara ilmiah tetapi juga sangat relevan dalam kehidupan sehari-hari dan berbagai industri, menjadikannya salah satu konsep dasar yang mendukung banyak aspek kehidupan modern.

Suhu dapat diukur menggunakan berbagai skala, tergantung pada konteks atau sistem pengukuran yang digunakan. Tiga skala utama yang paling umum digunakan adalah Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), dan Kelvin (K). Setiap skala memiliki karakteristik dan kegunaannya masing-masing, yang mencerminkan perbedaan pendekatan dalam mengukur dan memahami suhu.

2.4.1 Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

Adalah salah satu skala suhu yang paling banyak digunakan di berbagai negara, khususnya dalam kehidupan sehari-hari, pendidikan, dan aplikasi praktis lainnya. Skala ini dirancang dengan dua titik acuan yang mudah dipahami: titik beku air yang ditetapkan pada 0°C dan titik didih air pada 100°C , keduanya diukur pada tekanan atmosfer standar (1 atm).

Kemudahan penggunaan dan kesesuaiannya dengan kebutuhan sehari-hari menjadikan skala Celsius sangat intuitif. Dalam kehidupan sehari-hari, suhu udara, air, maupun tubuh biasanya diukur dalam satuan Celsius, sehingga lebih mudah dipahami oleh masyarakat umum. Sistem ini juga digunakan dalam banyak bidang pendidikan dan pemerintahan, terutama di negara-negara yang mengadopsi sistem metrik.

Selain penggunaannya dalam konteks sehari-hari, skala Celsius juga diterapkan dalam berbagai aplikasi teknis dan ilmiah di luar konteks yang membutuhkan presisi tinggi. Kesederhanaan dan universalitasnya membuat skala ini menjadi standar dalam banyak aspek kehidupan modern, meskipun dalam dunia ilmiah skala Kelvin lebih sering digunakan untuk pengukuran suhu absolut.

2.4.2 Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)

Adalah skala suhu yang lebih umum digunakan di beberapa negara, terutama di Amerika Serikat, untuk keperluan sehari-hari dan beberapa aplikasi teknis. Dalam skala Fahrenheit, titik beku air ditetapkan pada 32°F dan titik didih air pada 212°F , keduanya diukur pada tekanan atmosfer standar (1 atm).

Salah satu karakteristik utama dari skala Fahrenheit adalah resolusi yang lebih kecil per derajat dibandingkan dengan skala Celsius. Setiap kenaikan satu derajat Fahrenheit setara dengan perubahan suhu yang lebih kecil dibandingkan dengan satu derajat Celsius. Karena itu, skala Fahrenheit sering dianggap

memberikan tingkat presisi yang lebih tinggi untuk pengukuran suhu dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada perkiraan suhu udara atau pengaturan termostat rumah.

Skala ini juga digunakan dalam beberapa aplikasi industri, seperti dalam pengukuran suhu dalam proses-proses tertentu di negara-negara yang mengadopsi sistem ini. Namun, meskipun skala Fahrenheit masih banyak digunakan di Amerika Serikat, sebagian besar dunia lainnya lebih memilih skala Celsius untuk pengukuran suhu, terutama di konteks ilmiah dan internasional.

2.4.3 Kelvin (K)

Adalah satuan suhu dalam Sistem Internasional (SI) yang digunakan secara luas dalam penelitian ilmiah, khususnya di bidang fisika, kimia, dan ilmu material. Skala Kelvin didasarkan pada konsep suhu absolut, yang berarti suhu yang mengukur energi termal atau energi kinetik rata-rata partikel dalam suatu sistem. Pada skala ini, 0 K (nol Kelvin) mewakili titik nol mutlak, yaitu suhu terendah yang mungkin tercapai secara teoritis, di mana energi kinetik partikel-partikel materi mencapai titik minimalnya dan partikel tersebut berhenti bergerak.

Keunikan skala Kelvin terletak pada fakta bahwa ia tidak menggunakan angka negatif. Hal ini disebabkan oleh dasar pengukuran suhu absolutnya, di mana nol Kelvin mencerminkan ketiadaan energi termal. Skala Kelvin memiliki ukuran derajat yang sama dengan skala Celsius, yang berarti perbedaan suhu satu derajat Celsius setara dengan perbedaan satu Kelvin. Namun, nilai 0 K setara dengan $-273,15^{\circ}\text{C}$, sehingga suhu pada skala Kelvin selalu lebih tinggi dari pada skala Celsius dengan selisih tetap 273,15 derajat.

Karena sifatnya yang mengukur suhu absolut, skala Kelvin sangat penting dalam eksperimen ilmiah yang melibatkan suhu ekstrem atau dalam teori termodinamika. Penggunaan skala Kelvin memastikan konsistensi dan kesesuaian dalam perhitungan suhu pada kondisi yang tidak bisa dijelaskan dengan skala *Celsius* atau *Fahrenheit*, seperti dalam penelitian fisika partikel atau proses kimia pada suhu sangat rendah.

2.4.4 Skala Reamur ($^{\circ}\text{R}$)

Adalah salah satu skala suhu yang pertama kali diperkenalkan oleh *René Antoine Ferchault de Réaumur*, seorang ilmuwan asal Prancis, pada tahun 1731. Skala ini digunakan untuk mengukur suhu, terutama pada abad ke-18 dan 19 di Eropa, dan cukup populer di beberapa negara, termasuk di Prancis dan negara-negara Eropa lainnya.

Pada skala Reamur, titik beku air ditetapkan pada 0°R , sedangkan titik didih air berada pada 80°R , yang terjadi pada tekanan atmosfer standar. Dengan demikian, skala Reamur membagi jarak antara titik beku dan titik didih air menjadi 80 bagian, berbeda dengan skala Celsius yang membaginya menjadi 100 bagian. Karena itu, perbedaan suhu satu derajat pada skala *Reamur* lebih besar dibandingkan dengan skala Celsius.

Meskipun skala Reamur cukup populer pada masanya, penggunaannya mulai berkurang seiring berjalannya waktu, terutama dengan munculnya skala Celsius yang lebih universal dan mudah diterima di banyak negara. Saat ini, skala *Reamur* sangat jarang digunakan, meskipun masih dapat ditemukan dalam beberapa konteks sejarah atau di negara-negara tertentu yang pernah mengadopsinya.

Namun, skala ini tetap menjadi bagian penting dalam sejarah perkembangan pengukuran suhu, memberikan kontribusi pada pemahaman kita tentang cara mengukur suhu secara akurat dan konsisten.

2.5 Shelter Kucing

Menurut RSPCA, tempat penampungan hewan adalah fasilitas yang menyediakan perlindungan bagi hewan terlantar, membantu menemukan rumah baru bagi mereka, dan mempertemukan kembali hewan peliharaan yang hilang dengan pemiliknya. RSPCA menekankan bahwa setiap perancangan penampungan harus memenuhi kebutuhan psikologis, fisiologis, sosial, lingkungan, dan perilaku hewan, serta mengikuti pedoman "5 kebebasan" untuk kesejahteraan hewan.

Dalam pengelolaan shelter kucing, RSPCA mengacu pada prinsip-prinsip kesejahteraan hewan yang dikenal sebagai "Lima Kebebasan" (*Five Freedoms*), yaitu:

1. Kebebasan dari rasa lapar dan haus: Dengan menyediakan akses yang mudah ke air bersih dan makanan yang sesuai untuk menjaga kesehatan dan vitalitas.
2. Kebebasan dari ketidaknyamanan: Dengan menyediakan lingkungan yang sesuai, termasuk tempat berlindung dan area istirahat yang nyaman.
3. Kebebasan dari rasa sakit, cedera, atau penyakit: Melalui pencegahan atau diagnosis dan pengobatan yang cepat.
4. Kebebasan untuk mengekspresikan perilaku alami: Dengan menyediakan ruang yang cukup, fasilitas yang memadai, dan interaksi dengan hewan sejenis.
5. Kebebasan dari rasa takut dan stres: Dengan memastikan kondisi dan perlakuan yang menghindari penderitaan mental.

2.5.1 Perbedaan Cat Cage dan Cat Shelter

Cat Cage (Kandang Kucing) sebuah struktur terbatas, biasanya berbahan logam atau plastik, digunakan untuk menahan satu atau lebih kucing dalam ruang terbatas. Digunakan untuk tujuan transportasi, isolasi medis, atau penahanan sementara. Contoh kandang besi di klinik hewan, carrier kucing untuk bepergian.

Cat Shelter (Penampungan Kucing) fasilitas permanen atau semi-permanen yang dirancang untuk merawat, melindungi, dan menampung kucing tunawisma atau terlantar. Umumnya memiliki ruang sosial, area bermain, dan sistem adopsi. Contoh rumah penampungan kucing seperti SPCA atau Rumah Singgah Kucing.

2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang sebagian besar atau seluruh elemennya terkandung dalam satu *chip IC*, sehingga sering disebut sebagai *single chip microcomputer*. Mikrokontroler memiliki fungsi yang lebih terbatas dan spesifik dibandingkan dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki berbagai fungsi. Salah satu perbedaan utama antara mikrokontroler dan komputer biasa adalah perbandingan antara RAM dan ROM, yang sangat berbeda. Komputer

biasanya memiliki kapasitas RAM yang jauh lebih besar, sementara mikrokontroler lebih fokus pada pengolahan tugas spesifik. Perangkat ini dirancang khusus untuk menjalankan satu atau beberapa tugas tertentu yang sangat spesifik, menjadikannya efisien untuk aplikasi dengan kebutuhan komputasi yang terfokus

Secara teknis, mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor yang sudah dilengkapi dengan berbagai komponen internal seperti CPU, ROM, RAM, I/O, Clock, dan berbagai peralatan lain yang terorganisasi dan terhubung dengan baik di dalam *chip* tersebut. Semua komponen ini sudah dirakit oleh pabrik pembuatnya dan siap digunakan. Pengguna hanya perlu memprogram isi ROM sesuai dengan aturan penggunaan yang telah ditentukan oleh pabrik pembuat mikrokontroler tersebut (Winoto, 2008:3).

Terkait teknologi, mikrokontroler AVR menggunakan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), yang berbeda dengan mikrokontroler MCS-51 yang menggunakan teknologi CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Mikrokontroler AVR dapat dibagi dalam beberapa kelas, yaitu keluarga ATtiny, AT90Sxx, ATmega, dan AT89RFxx, yang masing-masing dibedakan berdasarkan memori, kelengkapan peripheral, dan fungsinya. Meski demikian, dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mikrokontroler AVR dalam setiap keluarga memiliki kesamaan yang cukup signifikan.

Sebagai contoh, salah satu produk AVR yang banyak digunakan adalah ATmega8535. Mikrokontroler ini dipilih karena kemudahan penggunaannya serta kemampuan yang cukup untuk berbagai aplikasi, terutama dalam pengendalian dan pengolahan data dengan tugas yang spesifik.

Mikrokontroler dapat melakukan proses berpikir atau pengolahan informasi berdasarkan program yang telah dimasukkan ke dalamnya, karena di dalam mikrokontroler sudah terdapat CPU (*Central Processing Unit*) yang berfungsi sebagai otak pengendali. Mikrokontroler banyak ditemukan dalam berbagai peralatan elektronik yang mengandalkan otomatisasi, seperti perangkat rumah tangga, sistem kendali, dan berbagai perangkat berbasis teknologi. Mikrokontroler sering disebut sebagai komputer berukuran kecil, karena meskipun ukurannya kecil, mikrokontroler mampu menjalankan tugas-tugas spesifik dengan efisien.

Keuntungan lainnya adalah konsumsi daya yang sangat rendah, sehingga mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik menggunakan sumber daya yang terbatas, seperti baterai. Hal ini membuat mikrokontroler sangat ideal untuk digunakan dalam aplikasi portable dan sistem yang memerlukan efisiensi energi (Putra et al., 2017).

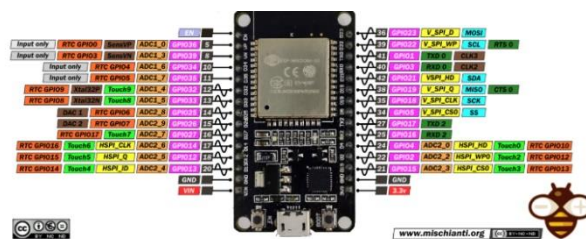
2.7 ESP32

ESP32 adalah sebuah chip mikrokontroler canggih yang dirancang dengan teknologi 40 nm, dilengkapi dengan kemampuan konektivitas *WiFi* 2.4 GHz dan *Bluetooth*. Chip ini menawarkan kombinasi daya dan kinerja radio yang optimal, menjadikannya pilihan unggul untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan keandalan, ketahanan, dan keserbagunaan dalam beragam skenario daya (*Espressif Systems*, 2019). Sebagai modul mikrokontroler dengan fitur mode ganda, ESP32 memudahkan pengguna dalam mengembangkan sistem aplikasi dan proyek berbasis *Internet of Things* (IoT).

Diperkenalkan oleh *Espressif System* sebagai penerus ESP8266, ESP32 hadir dengan berbagai peningkatan fitur dan keunggulan yang signifikan dibandingkan pendahulunya. Beberapa kelebihan utama ESP32 meliputi prosesor inti ganda yang lebih kuat, konektivitas Wi-Fi yang lebih cepat, jumlah GPIO (*General Purpose Input/Output*) yang lebih banyak, serta dukungan terhadap *Bluetooth* versi 4.2. Selain itu, konsumsi daya ESP32 yang rendah membuatnya ideal untuk aplikasi yang membutuhkan efisiensi energi. Dengan spesifikasi ini, ESP32 menjadi platform yang sangat cocok untuk mengembangkan berbagai proyek elektronik, khususnya yang melibatkan konektivitas *Internet of Things*.

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler berbasis *System-on-Chip* (SoC) yang dirancang dengan kemampuan konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth*. Produk ini dikembangkan oleh *Espressif Systems*, sebuah perusahaan teknologi yang berpusat di Shanghai. Sejak pertama kali diperkenalkan pada tahun 2016, ESP32 telah berhasil menjadi salah satu pilihan favorit di kalangan pengembang perangkat keras, terutama dalam aplikasi yang memerlukan komunikasi nirkabel.

Keunggulan ESP32 tidak hanya terletak pada konektivitasnya yang canggih, tetapi juga pada kemampuannya untuk menjalankan berbagai fungsi secara efisien. Chip ini dirancang untuk mendukung berbagai kebutuhan proyek modern, mulai dari perangkat IoT (*Internet of Things*), otomatisasi rumah, hingga sistem monitoring berbasis jaringan. Dengan popularitasnya yang terus meningkat, ESP32 kini menjadi komponen yang banyak digunakan dalam komunitas teknologi untuk menciptakan solusi inovatif yang memanfaatkan teknologi nirkabel.



Gambar 2. 2 PinOut ESP32

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

Berikut adalah beberapa jenis ESP32 yang banyak digunakan di berbagai aplikasi dan proyek :

2.7.1 ESP32-WROOM Series

ESP32-WROOM-32 adalah salah satu modul dari keluarga ESP32 yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi teknologi, terutama yang berhubungan dengan *Internet of Things* (IoT) dan perangkat pintar. Modul ini dibekali dengan prosesor *dual-core* yang memungkinkan pemrosesan data dengan kecepatan tinggi dan efisiensi yang optimal. Selain itu, dengan kapasitas RAM sebesar 520 KB dan *flash memory* yang dapat mencapai 4 MB, ESP32-WROOM-32 memiliki kemampuan untuk menyimpan dan menjalankan program yang cukup kompleks, sehingga cocok untuk aplikasi yang memerlukan pengolahan data yang lebih intensif.



Gambar 2. 3 ESP32-WROOM Series

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

Keunggulan lain dari modul ini adalah dukungan konektivitas nirkabel, yaitu Wi-Fi dan *Bluetooth*, yang memungkinkan ESP32-WROOM-32 untuk terhubung dengan perangkat lain secara mudah dan cepat. Hal ini menjadikannya pilihan yang sangat ideal untuk berbagai perangkat yang membutuhkan komunikasi tanpa kabel, seperti sistem otomasi rumah, sensor jaringan, perangkat *wearable*, dan aplikasi berbasis jaringan lainnya. Desainnya yang fleksibel serta performa yang handal membuat ESP32-WROOM-32 sangat cocok digunakan dalam berbagai proyek inovatif, memberikan solusi yang serbaguna dan efisien bagi para pengembang perangkat keras dan para inovator teknologi yang ingin menciptakan perangkat canggih dengan kemampuan konektivitas yang kuat.

2.7.2 ESP32-WROVER

ESP32-WROVER adalah modul yang merupakan versi lebih canggih dan lebih kuat dari ESP32-WROOM-32, yang menawarkan berbagai peningkatan untuk mendukung aplikasi yang lebih kompleks dan memerlukan kapasitas pemrosesan yang lebih tinggi. Salah satu fitur utama yang membedakan ESP32-WROVER adalah adanya tambahan PSRAM (*Pseudo Static RAM*) dengan kapasitas hingga 8 MB, yang secara signifikan meningkatkan kapasitas memori dibandingkan dengan versi sebelumnya. Dengan adanya PSRAM ini, ESP32-WROVER mampu menangani pengolahan data yang lebih besar dan lebih kompleks, memungkinkan modul ini untuk digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan sumber daya lebih besar, seperti pengenalan gambar, pemrosesan audio dan video, serta aplikasi-aplikasi lain yang memerlukan banyak memori.



Gambar 2. 4 ESP32-WROVER

(Sumber: <https://circuitpython.org/>)

Selain itu, keunggulan PSRAM pada ESP32-WROVER juga membuat modul ini sangat cocok untuk pengembangan proyek berbasis kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (ML). Aplikasi-aplikasi ini sering kali memerlukan kapasitas memori yang lebih besar untuk memproses data dalam waktu nyata (*real-time*), dan dengan dukungan PSRAM, ESP32-WROVER memberikan solusi yang efektif untuk kebutuhan tersebut. Oleh karena itu, modul ini menjadi pilihan utama bagi para pengembang yang mencari solusi berperforma tinggi dalam pengembangan aplikasi IoT dan perangkat pintar, yang memerlukan pemrosesan data yang cepat, efisien, dan dengan kapasitas memori yang lebih besar.

2.7.3 ESP32-S2

ESP32-S2 adalah modul yang dirancang khusus dengan fokus utama pada peningkatan keamanan, menjadikannya pilihan yang sangat andal untuk berbagai aplikasi yang memerlukan perlindungan data tingkat tinggi. Modul ini dilengkapi dengan sejumlah fitur keamanan canggih, seperti enkripsi perangkat keras (*hardware encryption*), yang memungkinkan data untuk dienkripsi secara langsung oleh perangkat keras, serta fitur *secure boot* yang memastikan hanya perangkat lunak tepercaya yang dapat dijalankan pada modul. Fitur-fitur ini memberikan tingkat perlindungan yang lebih tinggi, sehingga modul ini ideal digunakan dalam aplikasi yang sangat memerlukan keamanan, seperti transaksi data sensitif atau perangkat yang beroperasi dalam lingkungan yang rawan terhadap serangan siber.



Gambar 2. 5 ESP32-S2

(Sumber: <https://www.mouser.co.id/>)

Ditenagai oleh prosesor *single-core*, ESP32-S2 menawarkan keseimbangan yang sangat baik antara kinerja yang optimal dan efisiensi daya yang tinggi. Konsumsi daya yang rendah menjadikan modul ini sangat cocok untuk digunakan pada perangkat IoT yang dirancang untuk beroperasi dalam waktu lama dengan menggunakan sumber daya terbatas, seperti baterai. Dengan kemampuan ini, ESP32-S2 sangat ideal untuk aplikasi seperti sistem sensor yang tersebar luas di berbagai lokasi, perangkat *wearable*, serta berbagai perangkat IoT yang membutuhkan tingkat keamanan tinggi dan perlindungan data maksimal. Modul ini juga cocok digunakan dalam jaringan yang memerlukan perlindungan data secara menyeluruh, sehingga memastikan perangkat dapat beroperasi dengan aman dalam kondisi yang penuh tantangan.

2.7.4 ESP32-C3

ESP32-C3 adalah varian dari modul ESP32 yang menggunakan arsitektur RISC-V, menawarkan solusi yang lebih ekonomis dan sederhana dibandingkan dengan varian ESP32 lainnya. Meskipun dirancang dengan fokus pada biaya yang lebih rendah, ESP32-C3 tetap mampu memberikan kinerja yang cukup baik untuk berbagai aplikasi, menjadikannya pilihan yang sangat tepat untuk proyek-proyek IoT yang membutuhkan solusi hemat biaya tanpa mengorbankan performa. Modul ini dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth Low Energy* (BLE), yang memungkinkan komunikasi nirkabel dengan efisiensi tinggi dan konsumsi daya yang rendah.



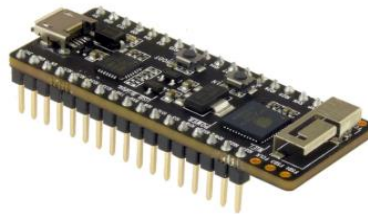
Gambar 2. 6 ESP32-C3

(Sumber: <https://www.mouser.co.id/>)

Kemampuan ESP32-C3 untuk mengoptimalkan penggunaan daya menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi-aplikasi IoT yang memerlukan perangkat hemat energi, seperti sensor pintar, perangkat rumah tangga yang terhubung (*smart home devices*), dan berbagai sistem otomatisasi yang membutuhkan kinerja handal namun dengan konsumsi daya yang minimal. Dengan kombinasi harga yang lebih terjangkau dan kemampuan yang cukup memadai untuk berbagai aplikasi IoT, ESP32-C3 menjadi pilihan populer bagi para pengembang yang ingin menciptakan produk-produk yang berfokus pada efisiensi biaya dan daya, terutama pada proyek-proyek yang memerlukan solusi hemat biaya dan daya, namun tetap memprioritaskan kinerja yang andal.

2.7.5 ESP32-PICO-D4

ESP32-PICO-D4 adalah varian miniatur dari modul ESP32 yang dirancang dengan cara mengintegrasikan berbagai komponen inti, seperti prosesor, memori, dan antena, dalam satu chip kecil. Desain yang kompak ini menjadikannya pilihan yang sangat ideal untuk aplikasi-aplikasi di mana ruang terbatas menjadi faktor penting, seperti pada perangkat *wearable*, sensor mini, atau berbagai proyek elektronik yang memerlukan solusi dengan *footprint* yang minimal. Dengan ukuran yang lebih kecil, ESP32-PICO-D4 tetap mempertahankan kinerja yang handal, menawarkan kemampuan konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth* yang sama dengan modul ESP32 lainnya, yang menjadikannya solusi serbaguna untuk berbagai aplikasi IoT.



Gambar 2. 7 ESP32-PICO-D4

(Sumber: <https://www.compel.ru/>)

Keunggulan utama dari ESP32-PICO-D4 terletak pada kemampuannya untuk menggabungkan berbagai komponen penting dalam satu chip, yang memungkinkan pengurangan ukuran perangkat dan biaya produksi, tanpa mengorbankan fungsionalitas. Meskipun ukurannya lebih kecil, modul ini tetap menawarkan performa yang efisien dan konektivitas nirkabel yang handal, menjadikannya sangat cocok untuk proyek-proyek IoT yang membutuhkan perangkat kecil, namun tetap dapat diandalkan dalam hal kinerja dan konektivitas nirkabel. Dengan kombinasi ukuran yang kecil, biaya yang terjangkau, dan kemampuan yang sangat baik, ESP32-PICO-D4 menjadi pilihan tepat untuk pengembangan perangkat IoT yang mengutamakan efisiensi ruang dan biaya tanpa mengurangi kualitas.

2.7.6 ESP32-S3

ESP32-S3 adalah versi terbaru dari keluarga modul ESP32 yang dirancang khusus untuk mendukung aplikasi yang memanfaatkan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*, AI) dan pembelajaran mesin (*Machine Learning*, ML). Modul ini dilengkapi dengan tambahan unit *vector instruction*, yang memungkinkan pemrosesan data secara paralel dengan lebih efisien, sehingga meningkatkan kemampuan untuk menjalankan algoritma AI dan ML yang lebih kompleks. Selain itu, ESP32-S3 juga mendukung lebih banyak *General Purpose Input/Output* (GPIO), memberikan fleksibilitas lebih besar dalam pengembangan proyek dan memungkinkan pengguna untuk menghubungkan lebih banyak perangkat eksternal untuk aplikasi yang lebih beragam.



Gambar 2. 8 ESP32-S3

(Sumber: <https://www.mouser.co.id/>)

Dengan kemampuan pemrosesan AI dan ML yang canggih, ESP32-S3 sangat ideal untuk digunakan dalam berbagai proyek yang melibatkan pengenalan suara, gambar, atau aplikasi cerdas lainnya yang memerlukan analisis data secara real-time. Modul ini menawarkan platform yang kuat namun hemat daya, menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk pengembangan perangkat IoT yang memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan, seperti perangkat pengenalan wajah, sistem otomatisasi berbasis suara, dan berbagai aplikasi yang membutuhkan analisis data dengan kecepatan tinggi. Keunggulan utama lainnya adalah konsumsi daya yang efisien, menjadikannya pilihan yang sempurna untuk perangkat yang beroperasi dengan sumber daya terbatas namun tetap memerlukan kemampuan pemrosesan canggih untuk menjalankan algoritma atau model AI secara efektif.

2.7.7 ESP32-LyraT

ESP32-LyraT adalah modul yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan aplikasi berbasis audio, seperti pengenalan suara, sistem *smart speaker*, serta perangkat lainnya yang memerlukan pemrosesan audio berkualitas tinggi. Modul ini dilengkapi dengan berbagai fitur tambahan yang menjadikannya pilihan ideal untuk pengembangan sistem audio, termasuk antarmuka untuk mikrofon dan speaker, yang memungkinkan integrasi langsung perangkat audio dengan sistem yang dikembangkan. Hal ini memungkinkan pengembang untuk merancang solusi audio yang lebih efisien dan praktis tanpa memerlukan komponen eksternal tambahan.



Gambar 2. 9 ESP32-LyraT

(Sumber: <https://circuitpython.org/board/>)

Dengan kemampuan pemrosesan suara yang kuat dan dukungan terhadap berbagai protokol audio, ESP32-LyraT dapat mendukung komunikasi audio dengan kualitas tinggi, menjadikannya solusi yang sangat baik untuk aplikasi-aplikasi seperti asisten virtual berbasis suara, pengenalan suara pada perangkat, serta aplikasi lain yang memerlukan interaksi suara secara langsung antara perangkat dan pengguna. Modul ini memberikan platform yang handal dan fleksibel untuk pengembangan sistem berbasis suara, menjadikannya pilihan utama bagi pengembang yang ingin memanfaatkan teknologi ESP32 untuk menciptakan perangkat dan aplikasi dengan kemampuan audio canggih, seperti speaker pintar atau perangkat yang memerlukan pengolahan suara dalam waktu nyata.

2.8 DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, menawarkan tingkat stabilitas dan keandalan yang tinggi dalam penggunaan jangka panjang. Sensor ini menggunakan dua jenis sensor, yaitu sensor kelembaban yang bersifat resistif dan sensor suhu berbasis NTC (*Negative Temperature Coefficient*), yang keduanya terhubung ke mikrokontroler 8-bit. Dengan kombinasi sensor-sensor ini, DHT22 mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat dan andal. Selain itu, sensor DHT22 memiliki kualitas yang sangat baik, kemampuan untuk mengurangi gangguan yang mungkin terjadi selama pengukuran, serta respons yang cepat terhadap perubahan suhu dan kelembaban. Keunggulan lainnya adalah biaya yang terjangkau, menjadikannya

pilihan populer dalam aplikasi yang membutuhkan pengukuran suhu dan kelembaban dengan biaya yang efisien dan hasil yang optimal.



Gambar 2. 10 Sensor DHT22

(Sumber: <https://techzeero.com/>)

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu udara secara bersamaan. Sensor ini memiliki dua komponen utama, yaitu thermistor untuk mengukur suhu dan sensor kapasitif untuk mengukur kelembaban. DHT22 dapat mengukur suhu dalam rentang -40°C hingga 80°C dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, serta dalam rentang 0% hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2-5\%$. Data yang dihasilkan oleh sensor ini dikirimkan melalui sinyal digital, yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi lingkungan secara akurat dan *real-time*. Sensor DHT22 sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem otomatisasi rumah, stasiun cuaca, dan pengendalian suhu karena kemampuannya untuk memberikan hasil pengukuran yang cukup akurat dengan harga yang terjangkau.

Salah satu kelebihan utama dari sensor DHT22 adalah kemampuannya untuk memberikan hasil pengukuran dengan waktu respons yang cepat. Sensor ini umumnya membutuhkan waktu sekitar 2 detik untuk melakukan satu pembacaan lengkap, menjadikannya efisien dalam aplikasi yang memerlukan pemantauan suhu dan kelembaban secara *real-time*. Keunggulan ini membuat DHT22 sangat populer dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem otomatisasi rumah, stasiun cuaca, dan pengendalian suhu dalam ruangan. Selain waktu respons yang cepat, DHT22 juga menawarkan keakuratan yang tinggi, rentang pengukuran yang luas, serta kemudahan dalam penggunaannya, menjadikannya pilihan ideal untuk berbagai proyek yang membutuhkan pengukuran suhu dan kelembaban yang andal.

2.9 Motor Servo

Motor servo adalah jenis motor yang dilengkapi dengan sistem *closed feedback*, di mana posisi putaran motor selalu diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor. Sistem ini memungkinkan motor untuk mencapai posisi yang sangat presisi. Motor servo terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu motor listrik, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut rotasi dari motor, sehingga motor servo dapat memutar hingga sudut tertentu.

Posisi sudut dari sumbu motor servo diatur dengan menggunakan sinyal pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal pada kabel motor. Sebagai contoh, dengan pulsa 1,5 milidetik pada periode selebar 2 milidetik, maka sumbu motor servo akan berada pada posisi tengah. Ketika lebar pulsa OFF meningkat, maka gerakan sumbu motor akan bergerak lebih besar ke arah jarum jam, sedangkan semakin kecil pulsa OFF, gerakan sumbu motor akan bergerak ke arah yang berlawanan dengan jarum jam. Dengan cara ini, motor servo dapat melakukan gerakan presisi pada sudut tertentu berdasarkan panjang pulsa yang diterima.

Motor servo adalah jenis motor DC yang dilengkapi dengan rangkaian kontrol elektronik serta sistem gear internal yang dirancang untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angular motor dengan presisi tinggi. Rangkaian kontrol elektronik ini memungkinkan motor servo untuk menerima sinyal kontrol yang mengatur posisi sudut dari sumbu motor secara akurat. *Gear* internal berfungsi untuk mengubah putaran motor menjadi gerakan yang lebih terkontrol dan memungkinkan motor servo untuk bergerak dalam jarak sudut yang terbatas, sesuai dengan instruksi yang diberikan melalui sinyal kontrol. Kombinasi antara motor DC, sistem kontrol elektronik, dan gear internal membuat motor servo ideal untuk aplikasi yang memerlukan pengaturan posisi yang presisi, seperti dalam robotika, kendali otomatis, dan sistem penggerak presisi lainnya.



Gambar 2. 11 Motor servo

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

Motor servo adalah jenis motor yang dirancang untuk berputar dengan kecepatan yang relatif lambat, yang biasanya tercermin dalam rendahnya laju rotasinya. Meskipun berputar dengan kecepatan lebih rendah, motor servo memiliki torsi yang cukup kuat berkat adanya sistem gear internal yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan rotasi pada sumbu motor. Gear internal ini memungkinkan motor servo menghasilkan torsi yang lebih besar dengan putaran yang lebih lambat, sehingga motor servo sangat ideal untuk aplikasi yang memerlukan kontrol posisi yang presisi dan pergerakan dengan kekuatan yang lebih tinggi, seperti dalam robotika, kendali otomatis, dan berbagai sistem mekanik yang membutuhkan torsi besar pada kecepatan rendah.

Lebih dalam, sebuah motor servo dapat digambarkan sebagai motor DC yang memiliki kemampuan untuk mengontrol posisi sudut secara presisi. Motor servo tidak hanya berfungsi untuk menghasilkan putaran, tetapi juga dilengkapi dengan sistem umpan balik (*feedback system*) yang memungkinkan motor ini untuk mengatur posisi rotasi dengan sangat akurat sesuai dengan perintah yang diberikan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu motor DC, rangkaian kontrol elektronik, *gear* internal, dan potensiometer.

Potensiometer berfungsi untuk memonitor posisi sudut motor dan memberikan informasi kembali ke rangkaian kontrol, yang kemudian mengatur pergerakan motor agar mencapai posisi yang diinginkan. Gear internal bertugas untuk mengubah kecepatan rotasi motor DC menjadi gerakan yang lebih terkendali dan presisi. Keunggulan utama motor servo adalah kemampuannya untuk menghasilkan torsi tinggi pada kecepatan rendah, membuatnya ideal untuk aplikasi yang

memerlukan gerakan halus dan tepat, seperti dalam pengendalian posisi dalam robotika, kamera, sistem otomatisasi, dan banyak lagi.

Sistem kontrol elektronik di dalam motor servo memungkinkan motor untuk merespons sinyal input dengan cara mengatur lebar pulsa yang dikirim ke motor. Dengan demikian, motor servo dapat berhenti pada sudut tertentu dan melakukan pergerakan dengan tingkat akurasi tinggi sesuai dengan instruksi yang diberikan.

Sebuah motor servo memiliki beberapa komponen penting yang memungkinkannya untuk mengontrol posisi secara akurat dan efisien. Berikut adalah rincian lebih lanjut tentang motor servo:

2.9.1 Jalur Kabel

Motor servo biasanya dilengkapi dengan tiga kabel utama yang masing-masing memiliki fungsi tertentu dan terhubung langsung ke rangkaian kontrol untuk mengatur operasional motor tersebut. Kabel pertama adalah kabel power, yang digunakan untuk memberikan sumber daya atau tegangan yang diperlukan agar motor servo dapat beroperasi. Kabel kedua adalah *ground* (tanah), yang berfungsi untuk menghubungkan rangkaian ke tanah atau referensi *voltage*, sehingga arus listrik dapat mengalir dengan baik. Kabel ketiga adalah kabel kontrol, yang sangat penting karena kabel ini menerima sinyal kontrol dari mikrokontroler atau perangkat lain yang digunakan untuk mengatur posisi sudut dari motor servo. Sinyal yang diterima oleh kabel kontrol ini menentukan posisi motor, memungkinkan servo untuk bergerak ke sudut yang diinginkan dengan presisi tinggi. Sebagai hasilnya, motor servo dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan pengaturan posisi yang akurat, seperti dalam robotika, kendali kamera, dan perangkat mekanis lainnya.

2.9.2 Sinyal Kontrol Mengendalikan Posisi

Sinyal kontrol memainkan peran penting dalam mengendalikan posisi motor servo dengan mengatur sudut rotasi sumbu motor. Sinyal kontrol yang dikirimkan ke motor servo berupa pulsa dengan lebar tertentu yang mengindikasikan posisi yang diinginkan. Posisi motor servo ditentukan oleh panjang pulsa yang diterima oleh motor. Setiap lebar pulsa yang dikirimkan ke motor servo mengarah pada perubahan posisi sudut yang spesifik, dengan panjang pulsa yang lebih panjang

atau lebih pendek menghasilkan perubahan sudut yang lebih besar atau lebih kecil. Proses ini memungkinkan motor servo untuk bergerak ke posisi yang sangat akurat, karena panjang pulsa yang dikirimkan sesuai dengan posisi sudut yang diinginkan. Dengan demikian, sinyal kontrol memungkinkan kontrol yang presisi atas posisi motor servo, yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pengaturan posisi yang tepat, seperti dalam robotika, kendali kamera, dan sistem otomatisasi lainnya.

2.9.3 Operasional Berdasarkan Pulsa

Operasional motor servo dikendalikan melalui pulsa yang memiliki durasi sekitar ± 20 ms, di mana lebar pulsa ini berfungsi untuk mengatur posisi sudut motor. Dalam rentang pulsa ini, panjang pulsa yang dikirimkan dapat bervariasi antara 0,5 ms hingga 2 ms, yang masing-masing mewakili batas sudut maksimum yang bisa dicapai oleh motor servo. Pulsa dengan lebar 0,5 ms biasanya menunjukkan posisi sudut ekstrem di satu sisi, sementara pulsa dengan lebar 2 ms menunjukkan posisi ekstrem di sisi lainnya.

Dengan demikian, lebar pulsa yang diterima motor servo mengindikasikan posisi tertentu pada rentang gerakannya. Jika pulsa yang diterima lebih pendek dari 0,5 ms atau lebih panjang dari 2 ms, motor servo tidak akan dapat bergerak sesuai dengan batas sudut yang diminta, atau bisa menyebabkan pergerakan yang tidak tepat. Untuk memastikan motor servo bergerak dengan akurat, penting agar pulsa yang dikirimkan berada dalam rentang yang sesuai, yaitu antara 0,5 ms dan 2 ms. Dengan cara ini, motor dapat mencapai posisi sudut yang tepat sesuai dengan instruksi yang diberikan.

2.9.4 Konstruksi Internal

Konstruksi internal motor servo terdiri dari beberapa komponen penting yang bekerja bersama untuk menghasilkan gerakan sudut yang presisi. Salah satu komponen utama adalah *internal gear*, yang berfungsi untuk mengubah putaran cepat yang dihasilkan oleh motor listrik menjadi gerakan sudut yang lebih terkendali. *Gear* ini memastikan bahwa perputaran motor dikendalikan dengan baik, mengurangi kecepatan putaran dan mengarahkannya ke pergerakan sudut yang tepat.

Selain itu, motor servo juga dilengkapi dengan potensiometer, yang berfungsi untuk mengukur posisi sudut motor secara akurat. Potensiometer ini mengubah posisi sudut menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh rangkaian kontrol. Sinyal ini memberikan *feedback* kepada sistem kontrol untuk memastikan bahwa motor servo berada pada posisi yang benar. Dengan adanya potensiometer, motor dapat menyesuaikan posisi sudut secara *real-time*.

Sistem *feedback control* di dalam motor servo berperan sangat penting untuk menjaga akurasi pergerakan motor. Ketika motor bergerak ke posisi yang diinginkan, *feedback* yang diperoleh dari potensiometer dibandingkan dengan sinyal kontrol yang diterima. Jika terdapat perbedaan antara posisi aktual dan posisi yang diinginkan, sistem kontrol akan menyesuaikan pergerakan motor untuk mencapai posisi yang tepat. Dengan mekanisme ini, motor servo dapat menjaga posisi sudut yang diinginkan dengan sangat presisi, menjadikannya sangat berguna dalam aplikasi yang membutuhkan kontrol posisi yang akurat, seperti dalam robotika, kendali kamera, dan sistem otomatisasi lainnya.

Dengan komponen-komponen ini, motor servo dapat melakukan gerakan yang presisi dan memberikan umpan balik yang diperlukan untuk memastikan posisi yang akurat dan stabil pada aplikasi seperti robotika, kendali otomatis, dan berbagai sistem mekanik lainnya.

2.10 Lampu Penghangat

Lampu penghangat ini dirancang khusus untuk memberikan kehangatan yang diperlukan bagi hewan, terutama bagi mereka yang membutuhkan suhu lingkungan yang lebih hangat untuk mendukung kesehatan dan kenyamanannya. Lampu ini sangat berguna, terutama untuk hewan peliharaan atau hewan ternak yang memerlukan kondisi suhu tertentu agar dapat berkembang dengan optimal. Umumnya, lampu penghangat ini memiliki daya sekitar 60watt, yang cukup untuk menghasilkan panas yang memadai tanpa terlalu banyak mengonsumsi energi. Kehadirannya menjadi solusi praktis untuk menjaga hewan tetap hangat, terutama saat suhu lingkungan turun atau dalam kondisi tertentu yang membutuhkan penghangatan tambahan.

Lampu penghangat untuk kucing biasanya berupa lampu inframerah atau lampu pijar pemanas yang dirancang secara khusus untuk memberikan kehangatan dengan cara yang aman dan nyaman. Jenis lampu ini mampu menghasilkan panas yang cukup untuk menjaga suhu tubuh kucing tanpa membuat lingkungan di sekitarnya menjadi terlalu panas atau tidak nyaman. Lampu penghangat ini sering ditempatkan di area tidur kucing atau di dalam kandang untuk menciptakan lingkungan yang hangat dan mendukung. Penggunaannya sangat penting, terutama pada kondisi cuaca yang dingin atau untuk anak kucing yang masih kecil dan belum mampu mengatur suhu tubuhnya secara optimal. Kehangatan dari lampu ini membantu menjaga kesehatan, kenyamanan, serta meningkatkan rasa aman bagi kucing di lingkungan mereka. Berikut beberapa jenis lampu penghangat untuk kucing:

2.10.1 Lampu Inframerah

- a. Memancarkan panas dengan minimal cahaya, sehingga tidak mengganggu aktivitas atau pola tidur kucing.
- b. Lampu ini hemat energi, sehingga menjadi pilihan ideal untuk menjaga suhu di area tertentu tanpa berlebihan.
- c. Cocok untuk kucing yang membutuhkan kehangatan stabil, terutama di tempat tidur atau kandang.



Gambar 2. 12 Lampu Inframerah

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

2.10.2 Lampu Pijar Pemanas

- a. Menggunakan teknologi lampu biasa yang mampu menghasilkan panas disertai sedikit cahaya.

- b. Pilihan ini lebih terjangkau secara harga, meskipun efisiensinya lebih rendah dibandingkan lampu inframerah.
- c. Direkomendasikan untuk penggunaan jangka pendek atau sebagai alternatif sementara.



Gambar 2. 13 Lampu Pijar Pemanas

(Sumber: <https://www.griyasatria.co.id/>)

2.10.3 Lampu Keramik Pemanas (Ceramic Heat Lamp)

- a. Dirancang untuk hanya memancarkan panas tanpa mengeluarkan cahaya sama sekali.
- b. Cocok untuk penggunaan terus-menerus selama 24 jam, karena tidak mengganggu waktu istirahat kucing.
- c. Dikenal karena daya tahannya yang tinggi, menjadikannya investasi jangka panjang yang andal.
- d. Setiap jenis lampu memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga pemilihan lampu penghangat harus disesuaikan dengan kebutuhan kucing dan kondisi lingkungan.



Gambar 2. 14 Lampu Keramik Pemanas (Ceramic Heat Lamp)

(Sumber: <https://seisdigital.com/>)

2.11 Kipas

Kipas merupakan sebuah alat yang dirancang khusus untuk menciptakan aliran udara dengan tujuan tertentu. Aliran udara yang dihasilkan oleh kipas memiliki berbagai fungsi yang bermanfaat, seperti membantu menurunkan suhu udara di sekitarnya sehingga menciptakan rasa sejuk, mempercepat proses pengeringan pada benda-benda yang basah, serta mendukung sirkulasi udara di dalam ruangan untuk menjaga kualitas udara tetap baik. Cara kerja kipas cukup sederhana namun efektif, yaitu dengan memutar bilah-bilahnya menggunakan tenaga mekanis. Ketika bilah-bilah tersebut berputar, mereka menghasilkan gerakan udara yang diarahkan sesuai dengan desain kipas, menciptakan aliran angin yang memberikan manfaat sesuai kebutuhan pengguna.



Gambar 2. 15 Kipas

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

2.12 Relay Module

Relay adalah sebuah perangkat yang berfungsi sebagai saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik. Perangkat ini termasuk dalam kategori komponen elektromekanis (*electromechanical*) karena memadukan prinsip kerja listrik dan mekanis. *Relay* terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanisme kontak saklar (*switch*). Bagian elektromagnetik bertugas menciptakan gaya magnet ketika dialiri arus listrik, sementara mekanisme saklar bertindak untuk menghubungkan atau memutus aliran listrik pada sirkuit yang dikendalikannya.

Cara kerja *relay* memanfaatkan prinsip elektromagnetik, di mana arus listrik kecil (*low power*) yang mengalir pada kumparan elektromagnet dapat menghasilkan medan magnet yang cukup kuat untuk menggerakkan *armature*, yaitu komponen mekanis yang berfungsi sebagai saklarnya. Hal ini memungkinkan relay untuk

mengendalikan arus listrik dengan tegangan atau daya yang jauh lebih tinggi daripada daya yang digunakan untuk mengoperasikan elektromagnetnya. Sebagai contoh, sebuah relay dengan kumparan elektromagnetik yang hanya membutuhkan tegangan 5V dan arus 50 mA mampu mengaktifkan kontak saklar yang dapat mengalirkan listrik bertegangan hingga 220V dengan arus sebesar 2A. Dengan kemampuannya ini, relay sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem kontrol, rangkaian otomatisasi, dan perlindungan perangkat elektronik.

Cara kerja *relay* didasarkan pada prinsip elektromagnetik yang memungkinkan perpindahan posisi kontak saklar saat diberi tegangan. Ketika tegangan diberikan pada kaki 1 dan *ground* pada kaki 2 relay, medan magnet akan terbentuk di sekitar *solenoid* (kumparan kawat) yang berada di dalam *relay*. Medan magnet ini menarik tuas saklar, sehingga posisi kontak CO (*Change Over*) yang semula terhubung ke kaki NC (*Normally Close*) akan berpindah ke kaki NO (*Normally Open*). Proses ini terjadi secara otomatis selama arus listrik mengalir pada *solenoid*.



Gambar 2. 16 Relay

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

Relay dapat dianggap sebagai saklar elektronik yang dioperasikan menggunakan arus listrik. Komponen utamanya terdiri dari tuas saklar yang diletakkan berdekatan dengan solenoid, yaitu kumparan kawat yang melilit pada batang besi. Ketika arus listrik dialirkan melalui solenoid, gaya magnet yang terbentuk menarik tuas, menyebabkan kontak saklar menutup. Sebaliknya, ketika arus listrik dihentikan, gaya magnet menghilang, tuas kembali ke posisi semula, dan kontak saklar pun terbuka.

Relay sering digunakan untuk mengendalikan perangkat dengan arus atau tegangan yang besar menggunakan arus atau tegangan kecil. Sebagai contoh,

sebuah relay dapat menggerakkan perangkat listrik berkapasitas besar seperti 4 ampere pada 220V AC hanya dengan menggunakan tegangan kecil sebesar 12V DC dengan arus 0.1 ampere. Jenis relay yang paling sederhana adalah relay elektromekanis, yang bekerja dengan menghasilkan gerakan mekanis melalui energi listrik. Jenis ini banyak digunakan dalam sistem kontrol, otomasi, dan perlindungan perangkat elektronik, karena kemampuannya untuk mengatur arus besar secara aman dan efisien.

2.13 Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* adalah jenis kabel listrik yang dirancang dengan pin konektor di kedua ujungnya. Fungsinya sangat penting dalam dunia elektronika, terutama untuk menghubungkan dua komponen yang terlibat dalam proyek-proyek berbasis Arduino, tanpa perlu menggunakan solder. Pada dasarnya, kabel jumper bertindak sebagai konduktor listrik yang memungkinkan aliran arus untuk menghubungkan berbagai bagian dalam sebuah rangkaian listrik. Kabel ini sangat sering digunakan di atas *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya, yang memudahkan para pengguna, baik pemula maupun profesional, untuk merakit, menguji, dan memodifikasi rangkaian dengan cepat tanpa memerlukan pengerjaan yang rumit. Kabel jumper ini dilengkapi dengan dua jenis konektor, yaitu konektor jantan (*male connector*) yang dapat dipasang ke soket atau terminal dengan lubang, dan konektor betina (*female connector*) yang memungkinkan pemasangan dengan pin atau konektor lain yang sesuai. Berikut macam-macam kabel jumper:

2.13.1 Kabel *Jumper Male to Male*



Gambar 2. 17 Kabel *Jumper Male to Male*

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

Jenis pertama dari kabel jumper adalah kabel jumper *male to male*. Kabel ini sangat populer dan sering digunakan dalam berbagai proyek elektronika, terutama ketika kamu bekerja dengan *breadboard*. Kabel *jumper male to male* memiliki konektor jantan di kedua ujungnya, yang memungkinkan untuk menghubungkan pin atau soket pada *breadboard* dengan komponen elektronik lainnya. Keunggulan dari kabel jumper jenis ini adalah kemudahan penggunaannya, karena konektor jantan dapat langsung dimasukkan ke dalam lubang di *breadboard* atau soket, tanpa memerlukan alat tambahan. Oleh karena itu, kabel *jumper male to male* sangat cocok digunakan dalam pembuatan dan pengujian rangkaian elektronik, terutama bagi mereka yang ingin menghindari kerepotan saat merakit rangkaian.

2.13.2 Kabel Jumper Male to Female



Gambar 2. 18 Kabel Jumper Male to Female

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

Kabel *jumper male-to-female* merupakan jenis kabel yang memiliki dua jenis konektor berbeda di masing-masing ujungnya. Salah satu ujungnya dilengkapi dengan konektor *male*, yang berbentuk pin dan dirancang untuk dimasukkan ke dalam *port* atau soket. Ujung lainnya adalah konektor *female*, yang berupa soket untuk menerima pin dari konektor lain. Kabel ini biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi elektronika, terutama ketika menghubungkan komponen selain modul Arduino ke *breadboard*. Fungsi utamanya adalah untuk mempermudah penyambungan antar perangkat tanpa perlu melakukan penyolderan, sehingga sangat praktis dalam proses perancangan dan *prototipe*.

2.13.3 Kabel *Jumper Female to Female*



Gambar 2. 19 Kabel *jumper female to female*

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

Jenis kabel *jumper* lainnya adalah kabel *female-to-female*, yang memiliki konektor *female* di kedua ujungnya. Kabel ini dirancang khusus untuk menghubungkan komponen elektronik yang dilengkapi dengan *header male*, sehingga dapat dengan mudah disambungkan tanpa memerlukan tambahan konektor atau alat lainnya. Kabel *female-to-female* sangat berguna dalam berbagai aplikasi elektronika, seperti untuk menghubungkan sensor atau modul yang memiliki pin *male*. Contoh komponen yang sering menggunakan kabel ini antara lain sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT, dan banyak sensor lainnya. Kabel ini memudahkan proses pembuatan *prototipe* atau percobaan elektronika karena fleksibilitas dan kemudahan penggunaannya.

2.14 PCB (*Printed Circuit Board*)

Merupakan alat yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik dalam komputer dengan lapisan jalur konduktornya yang ditemukan seorang ilmuwan dari Austria bernama Paul Eisler pada tahun 1936. Awalnya, Paul Esler menggunakan untuk rangkaian radio. Kemudian pada tahun 1948, Amerika Serikat memakai teknologi tersebut untuk rangkaian radio militer. Diciptakan untuk lebih mengorganisir sebuah rangkaian elektronik agar bisa berfungsi secara baik



Gambar 2. 20 PCB

(Sumber: <https://sawers.com.pe/placa-perforada-pcb-circuito-universal>)

2.15 Power Supply

Power Supply adalah salah satu komponen perangkat keras yang memiliki fungsi penting dalam sebuah komputer, yaitu menyediakan suplai daya listrik untuk seluruh komponen di dalamnya. Komponen ini biasanya terletak di dalam casing komputer dan berbentuk kotak persegi yang mudah dikenali. Peran utama *power supply* adalah mengelola dan mendistribusikan daya listrik yang dibutuhkan oleh berbagai perangkat keras komputer agar dapat berfungsi dengan baik.

Secara prinsip, *power supply* bekerja dengan mengambil sumber listrik dari jaringan listrik utama (biasanya 220V AC) dan mengubahnya menjadi energi listrik yang sesuai untuk mengoperasikan perangkat elektronik dalam komputer. Sistem kerjanya cukup sederhana namun efisien, yaitu dengan mengonversi arus listrik AC (*Alternating Current*) dari sumber utama menjadi arus listrik DC (*Direct Current*) yang lebih stabil dan aman untuk digunakan oleh komponen-komponen komputer.



Gambar 2. 21 *Power Supply*

(Sumber: <https://ecadio.com/>)

Fungsi utama *power supply* adalah memastikan setiap komponen komputer mendapatkan daya yang sesuai dengan kebutuhannya. Komponen seperti *motherboard*, *hard disk*, *optical drive* (seperti CD/DVD ROM), kartu grafis, dan perangkat keras lainnya membutuhkan pasokan energi yang berbeda-beda. *Power supply* mendistribusikan daya tersebut dalam bentuk tegangan yang sudah diatur dan disesuaikan, sehingga masing-masing perangkat dapat berfungsi optimal tanpa risiko kelebihan atau kekurangan daya. Dengan demikian, *power supply* menjadi elemen kunci yang menjaga stabilitas dan keberlanjutan operasi komputer.

2.16 IoT

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang dirancang untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang selalu terhubung. Tujuan utama dari IoT adalah untuk meningkatkan kemudahan dan efisiensi dalam berbagai aspek kehidupan dengan menghubungkan perangkat-perangkat fisik ke jaringan internet. Dalam penerapannya, IoT dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah dalam pengelolaan gedung. Sebagai contoh, peralatan elektronik di dalam gedung, seperti lampu ruangan, dapat dikendalikan secara jarak jauh menggunakan jaringan komputer.

Kemajuan teknologi yang pesat dalam beberapa tahun terakhir memberikan kesempatan besar untuk memanfaatkan dan menerapkan konsep ini dalam kehidupan sehari-hari. Dengan adanya koneksi internet yang terus-menerus, kita dapat mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan melalui perangkat secara online. Hal ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau dan mengatur perangkat tersebut kapan saja dan di mana saja, asalkan lokasi tersebut memiliki akses internet yang memadai. Sistem kendali jarak jauh seperti ini sangat membantu, terutama ketika peralatan yang ingin dikendalikan berada di lokasi yang cukup jauh dari pengguna, seperti di gedung atau area yang sulit dijangkau secara fisik. Dengan memanfaatkan IoT, pengendalian lampu gedung dan perangkat lainnya menjadi lebih mudah, efisien, dan praktis.

Menurut, *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah konsep yang dirancang untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang terus-menerus terhubung, yang memungkinkan penghubungan antara mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya melalui sensor jaringan dan aktuator. Dengan sistem ini, perangkat-perangkat tersebut dapat mengumpulkan data dan mengelola kinerjanya secara mandiri, tanpa perlu campur tangan manusia. Hal ini memungkinkan mesin-mesin untuk berkolaborasi satu sama lain, bahkan dapat mengambil keputusan dan bertindak berdasarkan informasi baru yang mereka peroleh secara independen. IoT, dengan demikian, tidak hanya memungkinkan koneksi antar perangkat, tetapi juga menciptakan ekosistem di mana perangkat-perangkat tersebut dapat saling

berinteraksi dan bertindak berdasarkan data yang mereka terima, meningkatkan efisiensi dan otomatisasi dalam berbagai bidang.



Gambar 2. 22 *Internet of Things (IoT)*

(Sumber: <https://tektelic.com/>)

Internet of Things (IoT) atau yang sering disebut dengan IoT adalah sebuah konsep di mana segala benda di dunia nyata dapat saling berkomunikasi satu sama lain, membentuk sebuah sistem terpadu yang terhubung melalui jaringan internet. Contoh penerapan IoT dapat kita lihat pada penggunaan CCTV yang terpasang di sepanjang jalan, yang kemudian dihubungkan melalui koneksi internet dan disatukan di ruang kontrol meskipun jaraknya bisa mencapai puluhan kilometer. Selain itu, IoT juga diterapkan pada rumah cerdas (*smart home*), di mana berbagai perangkat di rumah dapat dikelola dan dikendalikan melalui *smartphone* dengan bantuan koneksi internet.

Pada dasarnya, perangkat IoT terdiri dari beberapa komponen utama sensor, yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya, sambungan internet, yang menjadi media komunikasi untuk mengirimkan data, dan server, yang berfungsi untuk menerima dan menyimpan informasi yang dikumpulkan oleh sensor, serta melakukan analisis terhadap data tersebut. Dengan cara ini, perangkat IoT memungkinkan integrasi berbagai benda dan sistem yang sebelumnya terpisah menjadi satu jaringan yang cerdas dan otomatis, meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan kontrol dalam berbagai aspek kehidupan.

Ide awal tentang *Internet of Things* (IoT) pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, melalui salah satu presentasinya yang mengungkapkan potensi besar teknologi ini untuk menghubungkan dunia fisik dengan dunia digital. Sejak saat itu, konsep IoT mulai mendapatkan perhatian yang signifikan dari berbagai kalangan, terutama dari perusahaan-perusahaan teknologi

besar seperti *Intel*, *Microsoft*, *Oracle*, dan banyak lainnya, yang kini aktif dalam mengembangkan dan mendalami teknologi ini.

Banyak pihak yang memprediksi bahwa IoT akan menjadi "*the next big thing*" dalam dunia teknologi informasi, karena IoT menawarkan berbagai potensi yang sangat besar. Dengan menghubungkan perangkat-perangkat fisik ke internet, IoT membuka peluang untuk menciptakan berbagai aplikasi yang inovatif dan *revolutioner* dalam berbagai sektor, mulai dari rumah cerdas, kesehatan, transportasi, hingga industri. Teknologi ini diyakini akan membawa perubahan besar dalam cara kita hidup, bekerja, dan berinteraksi dengan lingkungan di sekitar kita.

Konsep *Internet of Things* (IoT) pada dasarnya cukup sederhana, dengan cara kerja yang mengacu pada tiga elemen utama dalam arsitektur IoT. Elemen-elemen ini bekerja bersama untuk menghubungkan perangkat fisik dengan dunia digital dan memungkinkan pertukaran data yang efisien.

2.16.1 Barang Fisik dengan Modul IoT

Barang fisik yang dilengkapi dengan modul *Internet of Things* (IoT) merujuk pada perangkat atau objek nyata yang telah dipasang teknologi canggih, seperti sensor atau aktuator, untuk memungkinkan mereka terhubung dengan internet dan berkomunikasi dengan perangkat lainnya. Teknologi ini memungkinkan objek-objek tersebut untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitar, menganalisis informasi yang diperoleh, serta berinteraksi dengan dunia luar. Sebagai contoh, kulkas cerdas yang dapat memantau kondisi bahan makanan di dalamnya dan memberi tahu penggunanya melalui aplikasi ponsel, atau lampu yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan koneksi internet, baik untuk menyalakan, mematikan, atau mengatur tingkat kecerahan sesuai kebutuhan. Dengan adanya modul IoT, benda-benda ini menjadi lebih pintar, lebih efisien, dan lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna, yang secara signifikan meningkatkan kenyamanan dan kemudahan dalam kehidupan sehari-hari.

2.16.2 Perangkat Koneksi ke Internet

Perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan barang fisik dengan internet sangat penting dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT), dan elemen ini

mencakup berbagai perangkat seperti modem dan *router wireless*. Sebagai contoh, perangkat seperti *Wireless Speedy* yang sering digunakan di rumah adalah jenis router yang menyediakan koneksi internet untuk berbagai perangkat di dalam rumah. Modem dan router ini bertindak sebagai penghubung utama antara perangkat IoT dengan dunia maya, memungkinkan objek-objek fisik yang dilengkapi dengan sensor atau aktuator untuk mengirimkan dan menerima data secara *real-time*.

Tanpa perangkat koneksi ini, perangkat IoT tidak akan dapat berfungsi dengan optimal, karena mereka memerlukan konektivitas internet untuk mengakses, mengolah, atau berbagi data dengan sistem lainnya. Koneksi internet memungkinkan perangkat IoT untuk beroperasi dengan efisien, berkomunikasi dengan perangkat lain, serta mendapatkan pembaruan dan kontrol jarak jauh, yang membuatnya menjadi bagian integral dari teknologi yang mendukung kehidupan modern.

2.16.3 Cloud Data Center

Merupakan elemen penting dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT) yang berfungsi sebagai pusat penyimpanan untuk aplikasi, database, serta data yang dikumpulkan dari perangkat IoT. *Cloud server* ini menyediakan platform yang memungkinkan data yang dihasilkan oleh perangkat fisik untuk disimpan secara terpusat, diolah, dan dianalisis dengan menggunakan berbagai teknologi canggih. Data yang terkumpul dari sensor atau aktuator pada perangkat IoT kemudian dapat dianalisis secara *real-time* di pusat data ini, memungkinkan proses pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efisien.

Selain itu, *cloud data center* juga memungkinkan keputusan otomatis untuk diimplementasikan, misalnya dalam kasus pengendalian perangkat atau pemberian umpan balik kepada pengguna tanpa memerlukan intervensi manual. Dengan adanya cloud, data yang diperoleh dari perangkat IoT dapat diakses dan digunakan kapan saja dan di mana saja, yang menjadikannya sangat fleksibel dan skalabel, serta memudahkan dalam pengelolaan dan pemantauan perangkat IoT secara global. Teknologi cloud ini memegang peranan penting dalam mendukung

fungsionalitas dan efisiensi sistem IoT, baik dalam sektor rumah tangga, industri, maupun berbagai aplikasi lainnya.

Dasar prinsip kerja perangkat *Internet of Things* (IoT) adalah memberikan identitas unik kepada benda-benda di dunia nyata, yang memungkinkan benda tersebut dikenali dan berinteraksi dengan sistem komputer. Identitas ini dapat direpresentasikan dalam bentuk data yang dapat diproses oleh sistem komputer, sehingga benda-benda fisik dapat berkomunikasi dan berkolaborasi dalam jaringan yang lebih luas.

Pada awal implementasi IoT, pengenalan yang digunakan untuk mengidentifikasi dan membaca benda-benda adalah teknologi seperti kode batang (*barcode*), kode QR (*QR code*), dan Identifikasi Frekuensi Radio (RFID). Teknologi-teknologi ini memungkinkan komputer atau sistem untuk memindai dan mengenali benda-benda fisik, menghubungkannya dengan data yang relevan di dalam sistem.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pengenalan bagi benda-benda IoT kini semakin canggih, salah satunya dengan menggunakan *IP address*. Dengan menggunakan jaringan internet, setiap benda yang diberikan *IP address* dapat saling berkomunikasi dengan benda lain yang juga memiliki *IP address*. Hal ini memungkinkan terciptanya ekosistem IoT yang lebih kompleks, di mana benda-benda fisik dapat saling terhubung dan berkolaborasi dalam jaringan global, menciptakan berbagai aplikasi yang inovatif dan efisien di berbagai sektor kehidupan.

Cara kerja *Internet of Things* (IoT) berlandaskan pada pemrograman berbasis argumentasi, di mana setiap perintah yang diberikan kepada perangkat IoT akan menghasilkan interaksi otomatis antara mesin-mesin yang terhubung satu sama lain, tanpa memerlukan campur tangan manusia. Setiap perangkat IoT, seperti sensor atau aktuator, diprogram untuk merespons dan bertindak berdasarkan data atau perintah yang diterimanya, memungkinkan perangkat tersebut berkomunikasi dan bekerja bersama secara efisien. Jaringan internet berperan sebagai penghubung utama antara perangkat-perangkat tersebut,

memungkinkan mereka untuk saling bertukar informasi, mengirim data, atau memicu aksi tertentu meskipun terpisah jarak yang sangat jauh.

Dalam sistem ini, peran manusia lebih kepada pengaturan dan pengawasan, memastikan perangkat bekerja sesuai dengan instruksi yang telah diprogramkan, serta memonitor kinerja alat-alat tersebut. Dengan demikian, IoT menciptakan ekosistem di mana mesin-mesin dapat berinteraksi secara otomatis tanpa melibatkan intervensi manusia secara langsung, namun tetap berada dalam kendali dan pengawasan manusia sebagai pengatur sistem.

2.17 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah platform perangkat lunak yang dirancang untuk menulis, mengedit, dan meng-upload program ke papan Arduino, yang merupakan perangkat keras berbasis mikrokontroler. Arduino IDE mendukung berbagai jenis board Arduino dan mempermudah pengembang dalam mengembangkan aplikasi berbasis mikrokontroler untuk berbagai proyek elektronik.

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program (*sketch*) ke papan (*board*) Arduino. Dengan kata lain, Arduino IDE berfungsi sebagai media pemrograman yang memungkinkan pengguna untuk menulis kode, mengeditnya, dan meng-upload program ke board Arduino yang ingin diprogram.



Gambar 2. 23 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

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

Arduino IDE memiliki antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, memungkinkan pemula maupun profesional untuk membuat aplikasi berbasis mikrokontroler dengan cepat. Perangkat lunak ini dikembangkan menggunakan

bahasa pemrograman *Java* dan dilengkapi dengan *library C/C++ (wiring)* yang menyederhanakan proses operasi input dan output. *Library* ini memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan perangkat keras, seperti membaca sensor, mengendalikan motor, dan menghubungkan perangkat lain ke board Arduino. Dengan demikian, Arduino IDE mempermudah pembuatan dan pengujian program untuk berbagai proyek berbasis mikrokontroler, serta memungkinkan pengguna untuk mengupload program yang telah dibuat langsung ke *board* yang telah dipilih.

2.18 Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis *cloud* yang dapat diakses melalui berbagai sistem operasi, termasuk Android, iOS, Windows, macOS, dan Linux. Aplikasi ini dirancang untuk mendukung komunikasi yang cepat, aman, dan fleksibel, serta tersedia secara gratis tanpa tujuan komersial atau berorientasi pada keuntungan. Dengan Telegram, pengguna dapat mengirimkan berbagai jenis pesan dan file, seperti teks, gambar, video, audio, dokumen, stiker, hingga format file lainnya, menjadikannya platform yang serbaguna untuk kebutuhan komunikasi pribadi maupun profesional.

Telegram memiliki arsitektur unik di mana kode sumber *client-side* dapat diakses secara bebas oleh publik, memungkinkan pengembang untuk mempelajari, memodifikasi, atau membuat aplikasi turunan. Namun, kode sumber *server-side* Telegram tetap bersifat tertutup dan dimiliki oleh perusahaan, menjaga kontrol penuh atas infrastruktur servernya.

Dalam konteks tertentu, seperti pada perancangan alat kontrol jarak jauh, Telegram sering dimanfaatkan untuk berkomunikasi dengan bot. Bot Telegram digunakan sebagai antarmuka untuk mengelola dan mengontrol sistem yang telah diprogram. Salah satu aplikasi praktisnya adalah pengendalian kunci pintu dari jarak jauh. Dengan bantuan bot Telegram, pengguna dapat mengirimkan perintah melalui aplikasi untuk membuka atau mengunci pintu tanpa perlu berada di lokasi fisik, sehingga memberikan kemudahan, keamanan, dan fleksibilitas dalam pengelolaan akses.