

# Dokumentasi Robot-Anjing Berbasis LLM

## Pendahuluan

Dokumen ini memberikan panduan teknis yang komprehensif tentang pengembangan dan penerapan robot anjing yang disempurnakan dengan kemampuan percakapan canggih yang memanfaatkan Large Language Model (LLM). Robot ini dirancang untuk tidak hanya menjadi pendamping yang interaktif tetapi juga asisten yang cerdas, mampu terlibat dalam komunikasi dan melaksanakan tugas berdasarkan perintah pengguna dengan cara yang intuitif dan alami. Dengan integrasi kecerdasan buatan yang lebih mendalam, robot ini dapat memahami bahasa manusia secara lebih baik, mengenali ekspresi dan emosi pengguna, serta menyesuaikan respons dan perilaku berdasarkan interaksi yang telah terjadi sebelumnya.

Robot anjing berbasis LLM ini dapat digunakan dalam berbagai skenario, mulai dari pendamping rumah tangga yang memberikan kenyamanan emosional dan membantu pengguna dengan tugas-tugas sehari-hari, hingga menjadi asisten bagi anak-anak dan lansia dengan fitur yang disesuaikan untuk kebutuhan mereka. Selain itu, robot ini juga dapat berperan dalam dunia industri, seperti dalam layanan pelanggan di pusat perbelanjaan, restoran, atau perkantoran, di mana ia dapat berinteraksi dengan pengunjung, menjawab pertanyaan, dan memberikan panduan dengan cara yang ramah dan informatif. Dalam bidang pengawasan, robot ini dapat diprogram untuk mengenali individu yang tidak dikenal, memantau area tertentu, serta memberikan peringatan kepada pengguna jika ada aktivitas mencurigakan.

Keunggulan utama robot ini terletak pada kemampuannya untuk memahami perintah suara dan teks dengan akurasi tinggi, memberikan tanggapan yang relevan dan kontekstual, serta menampilkan perilaku yang menyerupai anjing sungguhan, baik dalam ekspresi, gerakan, maupun interaksi sosial. Teknologi pengenalan suara dan pengolahan bahasa alami (NLP) memungkinkan robot untuk merespons dengan lebih manusiawi, sementara integrasi sensor canggih seperti kamera, mikrofon, dan

aktuator memungkinkan robot untuk menavigasi lingkungan dengan lebih cerdas dan interaktif.

Selain itu, robot ini memiliki kemampuan untuk belajar dan beradaptasi berdasarkan interaksi pengguna. Dengan teknologi machine learning, robot dapat mengenali kebiasaan pemiliknya, memahami preferensi mereka, dan bahkan memprediksi kebutuhan mereka. Misalnya, jika pengguna sering meminta robot untuk mengingatkan tentang jadwal tertentu, robot dapat secara otomatis memberikan pengingat tanpa perlu diminta. Kemampuan adaptif ini membuat robot menjadi semakin personal dan memberikan pengalaman interaksi yang lebih alami bagi pengguna.

Robot anjing berbasis LLM juga dapat diintegrasikan dengan ekosistem perangkat pintar lainnya, seperti smart home systems, yang memungkinkan robot untuk berkomunikasi dengan perangkat lain seperti lampu pintar, termostat, atau sistem keamanan rumah. Dengan konektivitas ini, pengguna dapat memberikan perintah kompleks seperti, “Matikan semua lampu dan aktifkan mode keamanan,” yang akan direspons oleh robot dengan mengoordinasikan tindakan dengan perangkat lain dalam rumah.

Secara keseluruhan, pengembangan robot anjing berbasis LLM ini bertujuan untuk menciptakan pengalaman interaksi yang lebih intuitif dan manusiawi dalam dunia robotika. Dengan teknologi yang semakin maju, robot ini tidak hanya menjadi alat bantu tetapi juga teman yang cerdas dan responsif, membawa inovasi baru dalam dunia kecerdasan buatan dan interaksi manusia dengan mesin.

## Arsitektur Sistem

Robot anjing ini dirancang dengan arsitektur canggih yang menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak secara harmonis untuk menciptakan pengalaman interaksi yang responsif dan alami. Struktur robot mencakup kerangka mekanis yang lincah, berbagai sensor cerdas, serta sistem kecerdasan buatan berbasis Large Language Model (LLM) yang memungkinkan komunikasi dan pembelajaran adaptif.

### 1. Perangkat Keras (Hardware)

- Kerangka Mekanis dan Aktuator
  - Kerangka robot anjing dirancang agar fleksibel dan dinamis, memungkinkan gerakan alami seperti berjalan, berlari, atau mengekspresikan emosi melalui postur tubuh.
- Material Ringan dan Kuat
  - Menggunakan paduan aluminium, plastik berkualitas tinggi, atau serat karbon untuk keseimbangan antara kekuatan dan efisiensi energi.

- Desain yang modular, memungkinkan penggantian komponen dengan mudah untuk perbaikan atau peningkatan fitur.
- **Aktuator Presisi Tinggi**
  - Dilengkapi dengan servo motor dan aktuator hidrolik untuk pergerakan yang halus dan responsif.
  - Memungkinkan robot untuk menyesuaikan posisi tubuhnya dengan presisi tinggi, seperti membungkuk, melompat, atau mengibaskan ekor.
- **Sensor dan Sistem Navigasi**

Untuk memastikan interaksi yang canggih dan intuitif, robot anjing dilengkapi dengan berbagai sensor yang membantu pengenalan lingkungan dan interaksi dengan pengguna.

- Kamera RGB dan Kamera IR (Inframerah)
    - Memungkinkan pengenalan wajah, deteksi objek, dan analisis ekspresi manusia.
    - Kamera inframerah membantu navigasi dalam kondisi minim cahaya.
  - LiDAR dan Ultrasonik
    - Memetakan lingkungan sekitar dan mendeteksi rintangan untuk navigasi yang aman.
    - Memungkinkan robot bergerak secara otonom tanpa menabrak objek.
  - Mikrofon Array dan Pengenalan Suara
    - Mikrofon dengan noise-canceling untuk memahami perintah suara dengan jelas bahkan di lingkungan bising.
    - Dilengkapi dengan pemrosesan suara berbasis AI untuk mengenali intonasi dan emosi pengguna.
  - Sensor Sentuhan dan Suhu
    - Memungkinkan robot merasakan sentuhan manusia sehingga dapat merespons dengan gestur atau suara yang sesuai.
    - Sensor suhu memastikan robot tidak mengalami overheating, menjaga efisiensi daya.
  - IMU (Inertial Measurement Unit)
    - Menyediakan data tentang orientasi dan keseimbangan robot, memungkinkan adaptasi terhadap medan yang tidak rata.
- 2. Perangkat Lunak (Software & AI)**
- Large Language Model (LLM) sebagai "Otak" Robot
    - Komponen LLM memungkinkan robot untuk berkomunikasi secara natural, memahami perintah, dan memberikan respons cerdas dalam berbagai situasi.
  - Pemrosesan Bahasa Alami (NLP)

- Menggunakan transformer-based AI untuk memahami bahasa manusia dengan konteks dan emosi.
- Memungkinkan interaksi percakapan yang lebih realistis dan personal.
- **Adaptasi dan Pembelajaran Mesin**
  - Robot dapat mempelajari kebiasaan pengguna dari waktu ke waktu dan menyesuaikan perilakunya.
  - Menggunakan Reinforcement Learning untuk meningkatkan kualitas respons dan interaksi.

### **3. Sistem Navigasi dan Perencanaan Gerak**

Robot ini dapat bergerak secara otonom, menghindari rintangan, serta beradaptasi dengan lingkungan sekitar.

- **SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)**
  - Memungkinkan robot untuk memetakan area rumah atau lingkungan dalam waktu nyata.
  - Memastikan pergerakan yang efisien dan aman, baik saat berjalan sendiri maupun mengikuti pemiliknya.
- **Computer Vision untuk Deteksi Objek**
  - Mengenali wajah pemilik, benda tertentu, atau rintangan di sekitar menggunakan AI.
  - Bisa digunakan untuk mengikuti pemilik secara otomatis atau merespons gestur tangan.
- **Kostumisasi Kepribadian**
  - Pengguna dapat memilih atau mengatur sendiri tingkat responsivitas, mode interaksi, dan suara robot.
  - Robot dapat beradaptasi secara otomatis terhadap kebiasaan pemiliknya untuk membangun hubungan yang lebih erat.
- **Mode Permainan dan Hiburan**
  - Dapat memainkan permainan interaktif, seperti menangkap bola virtual, mengikuti perintah suara, atau menari mengikuti musik.
  - Memiliki mode ekspresi emosional yang disimulasikan melalui gerakan tubuh dan suara.
- **Integrasi dengan Smart Home**
  - Dapat dikontrol melalui aplikasi seluler, memungkinkan pengguna menjadwalkan aktivitas robot.
  - Bisa terhubung dengan perangkat rumah pintar, seperti membuka pintu, mengontrol pencahayaan, atau mengirim peringatan jika ada aktivitas mencurigakan.

## LLM dan Kemampuan Percakapan

LLM (Large Language Model) adalah inti dari kemampuan komunikasi robot anjing ini, memungkinkan interaksi yang alami, kontekstual, dan adaptif dengan pengguna. Teknologi ini menghadirkan kecerdasan buatan yang mampu memahami, menafsirkan, serta menghasilkan respons layaknya manusia, menjadikannya pendamping digital yang lebih cerdas dan empatik. Dengan pelatihan menggunakan kumpulan data teks yang luas, robot ini dapat memahami nuansa bahasa, mengenali konteks percakapan, serta menyesuaikan responsnya agar terasa lebih personal.

Salah satu fitur utama LLM adalah pemrosesan bahasa alami (NLP), yang memungkinkan robot memahami berbagai dialek, ekspresi, dan bahkan makna tersirat dalam sebuah percakapan. Selain itu, kemampuan terjemahan multibahasa memungkinkan robot untuk berkomunikasi dengan pengguna dari berbagai latar belakang bahasa, menjadikannya alat bantu yang berguna dalam interaksi sehari-hari maupun pembelajaran bahasa. Robot ini juga dilengkapi dengan fitur deteksi emosi yang mampu mengenali perasaan pengguna melalui kata-kata atau nada suara, sehingga dapat memberikan respons yang lebih empatik dan sesuai dengan kondisi emosional penggunanya.

Selain itu, LLM memungkinkan robot menjawab pertanyaan berbasis pengetahuan, mengakses informasi terbaru, serta menyajikan jawaban yang akurat dan relevan. Kemampuannya untuk mempertahankan konteks percakapan dalam jangka panjang membuat interaksi lebih alami dan mendalam. Robot juga dilengkapi dengan fitur pembelajaran adaptif yang memungkinkan kepribadiannya berkembang berdasarkan interaksi dengan pengguna. Seiring waktu, robot akan memahami pola percakapan, rutinitas, dan kebiasaan pengguna, sehingga memberikan pengalaman yang lebih personal dan terasa semakin akrab.

Lebih dari sekadar asisten virtual, robot ini dapat menjadi pendamping yang memahami dan bereaksi terhadap emosi serta kebutuhan pengguna. Ia dapat memberikan dukungan emosional, menghibur dengan candaan, atau berperan sebagai teman bicara yang setia. Teknologi ini memungkinkan robot untuk membangun hubungan yang lebih erat dengan pengguna, menjadikannya bukan hanya alat teknologi, tetapi juga bagian dari keluarga. Dengan kemampuannya yang terus berkembang, robot anjing berbasis LLM ini menghadirkan interaksi yang lebih manusiawi, mendukung berbagai kebutuhan pengguna, serta menciptakan pengalaman komunikasi yang lebih cerdas dan realistis.

## Interaksi Alami

Robot anjing berbasis LLM dirancang untuk memberikan pengalaman interaksi yang alami, intuitif, dan semakin mendekati komunikasi dengan makhluk hidup. Dengan

teknologi pemrosesan bahasa alami (NLP) yang canggih, robot ini dapat memahami perintah suara dan input teks dalam berbagai variasi kalimat, menangkap makna yang lebih dalam, serta menyesuaikan responsnya berdasarkan konteks percakapan. Pengguna dapat berinteraksi dengan robot ini secara spontan, mulai dari memberikan perintah sederhana seperti “ikuti aku” atau “nyalakan musik,” hingga instruksi yang lebih kompleks seperti “temani saya berjalan di taman dan ingatkan saya untuk minum air setiap 30 menit.”

Lebih dari sekadar merespons perintah langsung, robot ini juga mampu mengenali ekspresi dan nada suara pengguna untuk memahami suasana hati mereka. Jika pengguna berbicara dengan nada yang lelah atau terdengar sedih, robot dapat memberikan respons yang lebih empatik, seperti menyarankan waktu istirahat, memberikan kata-kata penyemangat, atau bahkan menghibur dengan lelucon atau musik yang menenangkan. Kemampuan ini membuat interaksi menjadi lebih personal dan realistis, menciptakan hubungan yang lebih erat antara pengguna dan robot anjing mereka.

Selain itu, robot ini mampu mempertahankan konteks percakapan dalam jangka waktu yang lebih lama. Jika pengguna mengatakan, “Aku lapar,” robot dapat menanyakan preferensi makanan atau memberikan rekomendasi. Jika kemudian pengguna berkata, “Bisa tolong ambilkan sesuatu untuk dimakan?” robot akan memahami konteks sebelumnya dan merespons dengan tindakan yang sesuai, seperti mengarahkan pengguna ke dapur atau memberikan saran lebih lanjut berdasarkan percakapan sebelumnya.

Kemampuan interaksi yang alami ini tidak hanya meningkatkan pengalaman pengguna tetapi juga membuka lebih banyak kemungkinan dalam berbagai skenario penggunaan. Di rumah, robot ini dapat berfungsi sebagai pendamping yang responsif dan penuh perhatian. Dalam lingkungan kerja, robot dapat menjadi asisten yang efisien, membantu mengingat jadwal atau memberikan pengingat tugas penting. Bahkan dalam industri layanan pelanggan, robot anjing ini dapat digunakan sebagai antarmuka interaktif yang ramah, memberikan bantuan yang cepat dan akurat kepada pelanggan.

Seiring perkembangan teknologi LLM dan NLP, robot ini akan semakin cerdas, fleksibel, dan mampu memahami nuansa komunikasi yang lebih kompleks. Dengan kemampuan adaptasi dan pembelajaran yang terus berkembang, robot anjing berbasis LLM ini tidak hanya menjadi alat bantu, tetapi juga sahabat yang benar-benar memahami, merespons, dan menemani penggunanya dalam berbagai aspek kehidupan.

## Pelaksanaan Tugas

Robot anjing berbasis LLM dirancang untuk menjalankan berbagai tugas, mulai dari yang sederhana hingga kompleks, dengan tingkat kecerdasan dan adaptasi yang tinggi. Robot ini tidak hanya mampu memahami perintah pengguna tetapi juga melaksanakan tugas-tugas secara mandiri dengan mempertimbangkan lingkungan dan kondisi sekitarnya. Kemampuannya dalam menjalankan tugas didukung oleh integrasi sensor canggih, aktuator presisi tinggi, serta algoritma kecerdasan buatan yang memungkinkan robot untuk berpikir dan bertindak secara logis dalam berbagai situasi.

Untuk tugas-tugas sederhana, robot dapat mengambil dan mengantarkan barang sesuai dengan instruksi pengguna. Misalnya, jika pengguna mengatakan, “Ambilkan saya segelas air,” robot akan mengidentifikasi lokasi gelas dan sumber air, kemudian menggunakan lengan mekaniknya untuk mengambil dan mengantarkan gelas tersebut dengan hati-hati. Selain itu, robot dapat membantu tugas rumah tangga seperti menyalakan atau mematikan lampu, membuka pintu, mengambil barang yang terjatuh, atau bahkan mengingatkan pengguna tentang jadwal mereka, seperti waktu makan atau jadwal minum obat.

Dalam skenario yang lebih kompleks, robot dapat menavigasi lingkungan secara otonom dengan menggunakan sensor LiDAR dan kamera untuk memetakan area, menghindari rintangan, serta merespons perubahan di sekitarnya. Kemampuan ini memungkinkan robot untuk beroperasi dalam lingkungan yang dinamis, seperti rumah dengan berbagai furnitur atau ruang publik dengan banyak orang yang bergerak. Misalnya, jika pengguna meminta robot untuk mengambilkan barang dari ruangan lain, robot dapat secara cerdas menentukan rute terbaik, menghindari rintangan, serta menyesuaikan langkahnya berdasarkan kondisi di sekitar.

Selain itu, robot juga dapat berinteraksi dengan objek lain di sekitarnya untuk melaksanakan tugas yang lebih kompleks. Dalam skenario perkantoran, misalnya, robot dapat mengantarkan dokumen dari satu meja ke meja lain, mengirimkan pesan suara kepada rekan kerja, atau bahkan memberikan bantuan dalam hal navigasi bagi tamu yang membutuhkan panduan. Dalam bidang layanan pelanggan, robot dapat berfungsi sebagai asisten yang memberikan informasi, menyapa pelanggan, atau membantu dalam proses antrian dengan sistem berbasis AI yang memahami kebutuhan pengunjung.

Robot ini juga dapat difungsikan dalam dunia kesehatan, seperti membantu pasien yang membutuhkan perawatan khusus. Ia dapat mengingatkan pasien untuk mengonsumsi obat tepat waktu, memonitor kondisi fisik dengan menggunakan sensor biometrik, atau bahkan berkomunikasi dengan tenaga medis jika terjadi keadaan darurat. Dalam lingkungan pendidikan, robot dapat menjadi asisten

pembelajaran interaktif bagi anak-anak, membantu mereka memahami konsep baru melalui metode pembelajaran berbasis percakapan dan permainan edukatif.

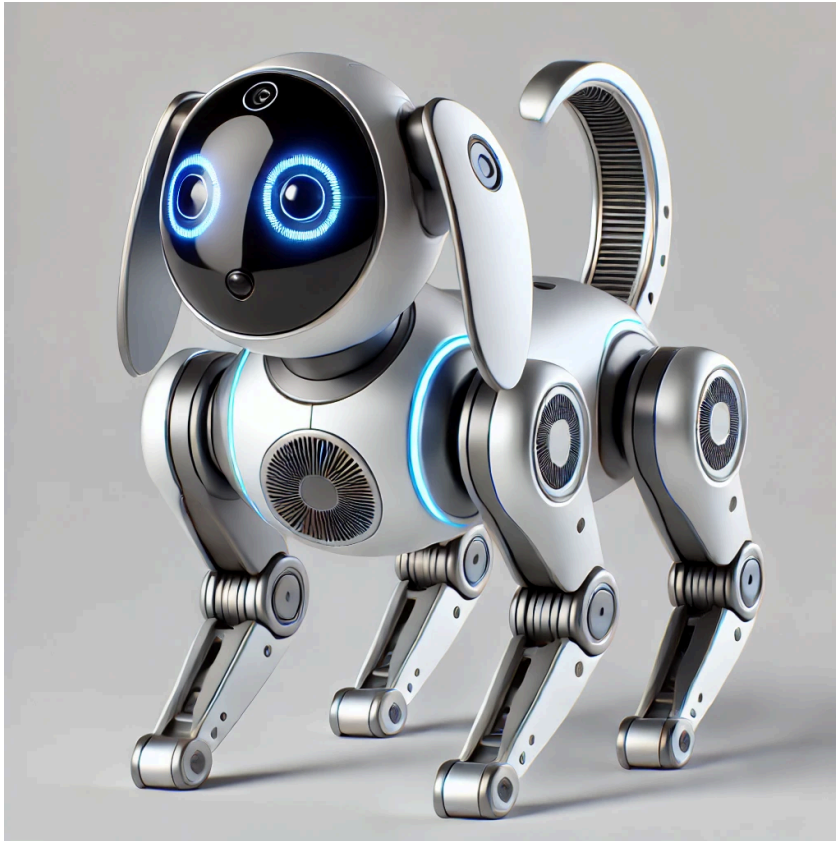
Kemampuan robot untuk melaksanakan tugas juga berkembang seiring waktu, berkat sistem pembelajaran berbasis kecerdasan buatan. Dengan teknologi reinforcement learning, robot dapat mengoptimalkan caranya dalam menyelesaikan tugas berdasarkan pengalaman sebelumnya. Jika pada awalnya robot membutuhkan waktu lebih lama untuk menyelesaikan suatu tugas, ia akan belajar dari interaksi sebelumnya dan menjadi lebih efisien dalam melakukannya di masa mendatang.

Keseluruhan sistem ini membuat robot anjing berbasis LLM menjadi asisten yang tidak hanya responsif tetapi juga proaktif dalam membantu pengguna. Dengan kemampuannya untuk memahami, merencanakan, dan mengeksekusi tugas-tugas secara mandiri, robot ini menjadi solusi yang sangat bermanfaat dalam berbagai aspek kehidupan. Mulai dari pendamping pribadi di rumah, asisten dalam dunia kerja, pendukung di bidang kesehatan dan pendidikan, hingga peran dalam layanan publik dan industri, robot ini membuka peluang baru dalam interaksi antara manusia dan teknologi. Seiring dengan perkembangan teknologi AI dan robotika, robot anjing ini akan terus mengalami peningkatan, menjadikannya lebih cerdas, lebih fleksibel, dan lebih mampu memenuhi kebutuhan penggunanya dengan cara yang inovatif dan efektif.

## Spesifikasi Non-teknis

Robot anjing interaktif adalah robot yang dirancang untuk meniru perilaku anjing peliharaan dan mampu berinteraksi dengan pengguna secara natural menggunakan model bahasa besar (LLM). Dokumentasi ini menjelaskan arsitektur, komponen, dan cara kerja robot tersebut.





Tampilan prototipa default, tanpa kustomisasi sifat anjing

Dalam kehidupan modern yang serba cepat, banyak orang mengalami kesepian atau kesulitan memelihara hewan peliharaan karena keterbatasan waktu dan ruang. Robot anjing interaktif hadir sebagai solusi inovatif yang menggabungkan kecerdasan buatan dengan elemen emosional, menawarkan pengalaman layaknya memiliki hewan peliharaan, dengan catatan mereka dapat memahami bahasa manusia, tanpa beban perawatan sehari-hari.

Teknologi LLM yang berkembang pesat memungkinkan robot ini tidak hanya menanggapi perintah dasar, tetapi juga terlibat dalam percakapan yang lebih bermakna, memahami emosi pengguna, dan beradaptasi dengan kebiasaan mereka. Ini membuka peluang baru bagi robotik dalam mendampingi manusia, baik untuk hiburan, dukungan emosional, maupun edukasi.

Dalam dunia yang terus berkembang pesat, di mana waktu dan ruang menjadi komoditas berharga, banyak individu yang mendambakan persahabatan dan dukungan emosional namun terkendala oleh tuntutan gaya hidup modern. Keterbatasan waktu, ruang, dan sumber daya seringkali membuat pemeliharaan hewan peliharaan menjadi tantangan yang sulit diatasi. Di sinilah robot anjing interaktif, yang diberdayakan oleh teknologi LLM (Large Language Model) yang canggih, muncul sebagai solusi inovatif. Robot-robot ini tidak hanya meniru tingkah

laku hewan peliharaan nyata, tetapi juga menawarkan tingkat interaksi dan personalisasi yang belum pernah ada sebelumnya.

Teknologi LLM, dengan kemampuannya yang luar biasa dalam memahami dan menghasilkan bahasa alami, memungkinkan robot anjing ini untuk melampaui sekadar respons terprogram. Mereka dapat terlibat dalam percakapan bermakna, mengenali dan merespons emosi manusia, serta belajar dan beradaptasi dengan preferensi dan kebiasaan pemiliknya. Hal ini membuka jalan bagi hubungan yang lebih mendalam dan bermakna antara manusia dan robot, mengubah robot anjing dari sekadar mesin menjadi teman yang interaktif.

Potensi robot anjing bertenaga LLM sangat luas. Bagi mereka yang kesepian atau membutuhkan dukungan emosional, robot ini dapat menawarkan persahabatan dan kenyamanan tanpa beban perawatan hewan peliharaan hidup. Bagi mereka yang memiliki keterbatasan fisik atau kognitif, robot ini dapat membantu tugas sehari-hari dan memberikan stimulasi mental. Dan bagi mereka yang hanya mencari hiburan, robot ini dapat memberikan kesenangan dan tawa tanpa henti.

Selain itu, kemampuan robot ini untuk belajar dan beradaptasi menjadikan mereka pendamping yang ideal untuk segala usia. Mereka dapat membantu anak-anak belajar dan tumbuh, memberikan dukungan dan persahabatan bagi orang dewasa, dan menawarkan kenyamanan dan keamanan bagi orang tua. Dengan terus berkembangnya teknologi LLM, kemungkinan untuk robot anjing interaktif tidak terbatas.

## Tujuan

Robot anjing tidak hanya berfungsi sebagai perangkat teknologi canggih, tetapi juga menawarkan beragam manfaat yang dapat meningkatkan kualitas interaksi, hiburan, dan edukasi bagi pengguna. Dengan teknologi Large Language Model (LLM) dan kecerdasan buatan, robot ini mampu berkomunikasi, memahami, serta merespons pengguna dengan cara yang lebih alami dan interaktif. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari robot anjing:

### **1. Menciptakan Pengalaman Interaksi yang Realistis dan Responsif**

- **Respon yang Alami**

- Dengan menggunakan LLM dan algoritma NLP (Natural Language Processing), robot anjing dapat memahami bahasa manusia, mengenali konteks percakapan, serta memberikan jawaban yang sesuai dan ekspresif.

- Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk berbicara dengan robot layaknya berkomunikasi dengan hewan peliharaan sungguhan.
- **Interaksi yang Kaya Emosi**
  - Robot dapat meniru ekspresi dan emosi dengan suara, gerakan, serta pencahayaan LED.
  - Misalnya, robot dapat menunjukkan antusiasme saat diajak bermain, menampilkan kegembiraan ketika bertemu pemiliknya, atau bahkan menghibur pengguna ketika mereka merasa sedih.
- **Pengenalan Wajah dan Suara**
  - Robot dapat mengenali pemiliknya melalui kamera dan sensor suara, memungkinkan pengalaman yang lebih personal dan akrab.
  - Seiring waktu, robot juga dapat mempelajari kebiasaan dan preferensi pengguna, sehingga interaksinya menjadi lebih personal dan bermakna.

## **2. Memanfaatkan LLM untuk Memahami dan Merespons Pengguna**

- **Percakapan yang Lebih Cerdas**
  - Dengan teknologi LLM, robot anjing dapat memproses bahasa alami, menjawab pertanyaan, bahkan memberikan respons yang lebih kontekstual dan mendalam dalam sebuah percakapan.
  - Robot dapat bertindak sebagai asisten virtual berbasis AI yang membantu pengguna dalam berbagai hal, seperti mengingat jadwal, pencarian informasi, atau memberikan hiburan dengan cerita dan lelucon.
- **Personalisasi Interaksi**
  - Robot dapat menyesuaikan gaya komunikasi dan tingkat responsivitas sesuai dengan karakter dan preferensi pemiliknya.
  - Pengguna dapat melatih dan mengembangkan kepribadian robot agar sesuai dengan interaksi yang diinginkan.

## **3. Menyediakan Hiburan dan Dukungan Emosional**

- **Pendamping Sehari-hari**
  - Robot anjing dapat menjadi teman interaktif yang menemani pengguna dalam berbagai aktivitas, seperti menonton TV, bekerja, atau bersantai.
  - Robot dapat berinteraksi dengan gerakan, suara, dan ekspresi, memberikan perasaan memiliki hewan peliharaan tanpa harus khawatir tentang perawatannya.

- **Dukungan Emosional**

- Untuk individu yang merasa kesepian atau membutuhkan dukungan emosional, robot dapat bertindak sebagai teman yang setia.
- Robot dapat merespons dengan suara lembut dan gestur yang nyaman, serta membantu meningkatkan suasana hati pengguna melalui interaksi yang menyenangkan.

- **Mode Hiburan yang Interaktif**

- Robot dapat dilengkapi dengan fitur permainan, seperti berlari mengejar bola virtual, menari, atau mengikuti perintah trik tertentu.
- Pengguna juga bisa mengakses konten hiburan yang dikurasi, seperti musik, cerita interaktif, atau aktivitas edukatif.

#### **4. Solusi bagi Individu yang Menginginkan Hewan Peliharaan Tanpa Perawatan**

- **Cocok untuk Pengguna dengan Gaya Hidup Sibuk**

- Bagi mereka yang tidak memiliki cukup waktu atau tinggal di tempat yang tidak memungkinkan untuk memelihara hewan peliharaan sungguhan, robot anjing bisa menjadi alternatif yang ideal.
- Tidak perlu memberi makan, membersihkan kotoran, atau mengurus kesehatan robot seperti pada hewan sungguhan.

- **Solusi untuk Pengguna dengan Alergi**

- Robot anjing memberikan pengalaman serupa dengan memiliki hewan peliharaan tanpa risiko alergi terhadap bulu atau reaksi lainnya.

- **Tidak Membutuhkan Biaya Perawatan**

- Berbeda dengan anjing sungguhan yang membutuhkan biaya untuk makanan, vaksin, dan perawatan medis, robot anjing hanya memerlukan pengisian daya listrik dan pembaruan perangkat lunak.

#### **5. Sarana Edukasi dan Eksplorasi Teknologi**

- **Pembelajaran bagi Anak-Anak**

- Robot anjing dapat menjadi alat edukatif yang mengajarkan anak-anak tentang AI, pemrograman, dan robotika.
- Anak-anak dapat melatih robot dengan perintah suara, memahami cara kerja kecerdasan buatan, dan bahkan mengembangkan keterampilan berpikir logis melalui eksplorasi teknologi.

- **Menumbuhkan Minat dalam Ilmu Pengetahuan dan Teknologi**

- Bagi penggemar robotika, robot ini bisa menjadi platform eksperimen untuk pengembangan AI dan interaksi manusia-mesin.
- Beberapa model mungkin bahkan mendukung modifikasi dan pemrograman, memungkinkan pengguna untuk menciptakan fitur-fitur tambahan.
- **Simulasi Pelatihan Hewan Peliharaan**
  - Anak-anak yang ingin memiliki anjing sungguhan dapat berlatih terlebih dahulu dengan robot, belajar bagaimana berinteraksi dan merawat hewan peliharaan sebelum benar-benar memiliki yang asli.

Dengan kombinasi teknologi canggih dan desain interaktif, robot anjing menawarkan pengalaman yang lebih dari sekadar mainan atau perangkat elektronik biasa. Dari hiburan, dukungan emosional, hingga edukasi, robot ini mampu memberikan manfaat bagi berbagai kalangan pengguna.

Baik untuk mereka yang menginginkan hewan peliharaan tanpa tanggung jawab perawatan, individu yang membutuhkan teman interaktif, maupun anak-anak yang ingin belajar tentang AI dan robotika, robot anjing hadir sebagai solusi inovatif yang menghubungkan teknologi dengan kehidupan sehari-hari.

## Alur Kerja

### 1. Input Data

Robot anjing mengumpulkan informasi dari berbagai sensor untuk memahami lingkungan dan interaksi pengguna. Sumber input meliputi:

- Sensor suara: Menangkap perintah suara pengguna, nada bicara, dan pola intonasi untuk memahami maksud dan emosi pengguna.
- Kamera dan sensor lingkungan: Menggunakan teknologi computer vision untuk mendeteksi posisi pengguna, mengenali wajah dan ekspresi, serta mengidentifikasi objek di sekitar.
- Input fisik: Sensor sentuhan memungkinkan robot merespons belaian, tepukan, atau gerakan tangan pengguna dengan ekspresi yang sesuai.
- Sensor gerak: Menganalisis pergerakan pengguna untuk memahami interaksi lebih lanjut, seperti mengikuti pengguna saat berjalan.
- Sensor kedekatan: Memastikan robot dapat menjaga jarak yang nyaman saat berinteraksi, menghindari tabrakan dengan objek lain.

### 2. Pemrosesan Input

Setelah menerima data dari sensor, robot mengolah informasi untuk memahami maksud pengguna dan lingkungannya:

- Pengiriman data mentah: Informasi dari sensor dikirim ke unit pemrosesan untuk dianalisis.
- Analisis LLM: Perintah suara atau teks diproses oleh model LLM untuk memahami konteks dan niat pengguna.
- Computer Vision: Sistem mengenali ekspresi wajah, gestur tubuh, dan objek di sekitar pengguna untuk memberikan respons yang lebih akurat.
- Kombinasi Data: Sistem menyatukan semua data yang diterima untuk menciptakan gambaran lengkap mengenai situasi pengguna sebelum menentukan respons.

### **3. Pemrosesan Bahasa dan Emosi**

Robot tidak hanya memahami kata-kata, tetapi juga menangkap emosi dan konteks interaksi:

- Analisis konteks perintah: LLM memahami apakah pengguna memberi perintah langsung, meminta bantuan, atau hanya ingin berbicara.
- Pengenalan emosi: Melalui nada suara dan ekspresi wajah, sistem mengidentifikasi emosi pengguna (senang, sedih, lelah, dll.).
- Pengambilan keputusan: Berdasarkan hasil analisis, robot menentukan respons terbaik, seperti memberikan hiburan, menenangkan, atau melaksanakan perintah.

### **4. Eksekusi Perilaku Robot**

Setelah keputusan dibuat, robot menampilkan respons melalui gerakan, suara, dan ekspresi:

- Gerakan fisik: Robot dapat duduk, berbaring, menggonggong, mengibaskan ekor, atau bahkan mengikuti pengguna sesuai konteks.
- Respon suara dan ekspresi: Robot dapat memberikan tanggapan suara, mengeluarkan nada ceria atau menenangkan, serta menunjukkan ekspresi melalui lampu LED atau gerakan tubuh.
- Aksi berbasis tugas: Jika pengguna memberikan perintah seperti "Ambilkan bola," robot akan mencari dan mengambil objek tersebut.
- Interaksi lanjutan: Robot terus beradaptasi dan merespons hingga menerima input baru atau situasi berubah.

### **5. Pemantauan dan Pembelajaran**

Robot terus berkembang berdasarkan interaksi pengguna untuk meningkatkan pengalaman dari waktu ke waktu:

- **Pembaruan model perilaku:** Robot mencatat bagaimana pengguna berinteraksi dan menyesuaikan responsnya berdasarkan pola kebiasaan.
- **Prioritas tindakan:** Jika pengguna sering meminta robot untuk duduk atau bermain, robot akan lebih cepat merespons perintah serupa di masa mendatang.
- **Penyempurnaan pengalaman:** Robot menyimpan preferensi pengguna, seperti nada suara favorit atau pola percakapan, untuk menciptakan pengalaman yang lebih personal.
- **Peningkatan algoritma pembelajaran:** Dengan memanfaatkan machine learning, robot dapat meningkatkan akurasi pemahaman bahasa dan emosinya seiring waktu.

## Penggunaan di Masyarakat

Robot anjing interaktif dirancang untuk memenuhi berbagai kebutuhan di masyarakat, baik sebagai pendamping emosional, teman bermain, maupun alat bantu bagi individu dengan gaya hidup sibuk. Dengan kemampuan interaksi berbasis LLM, robot ini dapat menyesuaikan diri dengan berbagai situasi dan memberikan manfaat yang nyata bagi penggunanya.

- **Pendamping untuk Lansia:**
  - Memberikan kenyamanan emosional dan mengurangi rasa kesepian bagi lansia yang tinggal sendiri.
  - Merespons obrolan ringan dengan suara yang ramah dan ekspresi yang menenangkan.
  - Dapat membantu mengingatkan jadwal penting, seperti waktu makan, minum obat, atau aktivitas rutin lainnya.
- **Teman Bermain Anak:**
  - Menjadi teman bermain yang aman, ramah, dan mendidik bagi anak-anak.
  - Membantu anak belajar melalui percakapan interaktif, seperti mengenalkan kosakata baru atau membacakan cerita.
  - Dapat merespons sentuhan dan suara anak, menciptakan pengalaman bermain yang lebih alami dan menyenangkan.
- **Pendamping untuk Pekerja Sibuk:**
  - Memberikan hiburan dan kenyamanan setelah seharian bekerja tanpa memerlukan perawatan seperti hewan peliharaan sungguhan.
  - Dapat merespons sapaan, menemani pengguna di rumah, dan memberikan interaksi berbasis kebiasaan pengguna.
  - Menyesuaikan kepribadian dan respons berdasarkan pola interaksi pengguna, sehingga menjadi teman yang semakin personal.
- **Terapi Emosional:**

- Membantu individu yang mengalami stres, kecemasan, atau gangguan emosional dengan memberikan respons yang positif dan mendukung.
- Dapat mengenali nada suara pengguna dan menyesuaikan reaksi untuk memberikan rasa nyaman, misalnya dengan berbicara lembut atau menampilkan ekspresi ramah.
- Mampu mengalihkan perhatian dari stres dengan menawarkan interaksi yang menyenangkan, seperti memainkan musik atau mengajak "bermain."

### Contoh Kasus

- **Kasus 1: Pendamping Lansia** Seorang lansia yang tinggal sendirian di rumah mendapatkan robot anjing ini. Robot akan menyapa di pagi hari, merespons dengan suara ramah, dan bahkan bisa mengingat jadwal minum obat atau mengajak 'berjalan-jalan' di sekitar rumah.
- **Kasus 2: Keluarga Sibuk** Keluarga yang sibuk bekerja dan anak-anaknya sibuk sekolah ingin memiliki peliharaan, tetapi tidak punya waktu merawatnya. Robot anjing ini dapat menjadi pengganti yang bisa berinteraksi dengan anak-anak, bermain, dan belajar bersama mereka.
- **Kasus 3: Dukungan Emosional** Seseorang yang mengalami kecemasan atau stres berat memiliki robot ini di kamarnya. Robot mampu merespons nada suara pengguna, menawarkan kata-kata penyemangat, dan menunjukkan ekspresi tubuh yang menyenangkan.

## Jenis dan Kepribadian Robot Anjing

Dalam budaya Bali, terdapat naskah kuno bernama **Lontar Carcan Asu** yang membahas berbagai karakteristik dan sifat anjing berdasarkan bentuk fisiknya. Naskah ini tidak hanya memberikan panduan tentang bagaimana ciri-ciri tubuh anjing dapat mencerminkan kepribadian dan perilakunya, tetapi juga menjadi salah satu bentuk kearifan lokal dalam memahami hubungan manusia dengan hewan peliharaan.

Seiring berkembangnya teknologi, konsep dari Lontar Carcan Asu dapat diadaptasi dalam pengembangan robot anjing interaktif, yang tidak hanya berfungsi sebagai asisten atau teman, tetapi juga memiliki kepribadian yang unik berdasarkan nilai budaya setempat. Dengan pendekatan ini, robot anjing dapat diprogram untuk meniru perilaku yang mirip dengan anjing asli, memberikan pengalaman yang lebih alami dan menyenangkan bagi pengguna.

Berikut adalah jenis dan kepribadian robot anjing yang diadaptasi dari sifat-sifat yang dijelaskan dalam Lontar Carcan Asu:

### 1. **Si Paksa (Agresif dan Pelindung):**

Robot ini memiliki kepribadian anjing penjaga yang agresif dan sangat



protektif. Ia akan selalu waspada terhadap lingkungan sekitar, siap menyalak atau menggeram untuk memperingatkan pemiliknya akan adanya potensi bahaya. Ia akan menggonggong pada orang asing yang mendekat, bahkan mungkin menunjukkan perilaku mengintimidasi jika merasa ada ancaman nyata. Si Paksa akan berpatroli di sekitar rumah, memeriksa pintu dan jendela, dan memastikan keamanan pemiliknya setiap saat. Namun, ia juga akan sangat setia dan penyayang kepada pemiliknya, selalu siap melindungi mereka dengan segala cara. Contoh anjing dengan kepribadian Paksa bisa dibayangkan seperti anjing jenis Doberman atau Rottweiler yang gagah, protektif, dan selalu siaga.

#### **Ciri-Ciri dan Perilaku:**

- Selalu memantau lingkungan sekitar dengan mode patroli otomatis.
- Menggunakan sensor gerak dan pengenalan wajah untuk membedakan teman dan ancaman.
- Mengeluarkan suara peringatan saat mendeteksi orang asing mendekat.
- Memiliki respons cepat terhadap situasi darurat, seperti memberi tahu pemilik jika ada gangguan.

- **Si Jaya (Manja dan Dekat dengan Pemilik):**

Robot dengan kepribadian ini adalah perwujudan anjing peliharaan yang manja dan penuh kasih sayang. Ia selalu ingin berada di dekat pemiliknya, mengikuti mereka dari satu ruangan ke ruangan lain, dan mencari perhatian serta belaian. Si Jaya akan senang diajak bermain, tetapi juga akan puas hanya dengan berbaring di kaki pemiliknya sambil menikmati sentuhan lembut. Ia akan menunjukkan kegembiraan yang meluap-luap saat pemiliknya pulang, mengibaskan ekornya, melompat-lompat, dan mungkin menjilati tangan mereka sebagai tanda kasih sayang. Jaya bisa digambarkan seperti anjing Golden Retriever atau Beagle — ramah, setia, dan selalu ingin dekat dengan pemiliknya.

#### **Ciri-Ciri dan Perilaku:**

- Selalu mengikuti pemilik ke mana pun mereka pergi.
  - Menampilkan respons emosional, seperti menggoyangkan ekor virtual atau menunjukkan ekspresi bahagia saat diajak bicara.
  - Mampu mengenali suara pemilik dan membedakan intonasi untuk menyesuaikan responsnya.
  - Menyediakan mode interaksi sentuhan, di mana robot akan bereaksi saat dielus atau diajak bermain.
- **Si Guna (Penurut dan Mudah Dilatih):**  
Robot ini memiliki kepribadian anjing pekerja yang cerdas dan patuh. Ia

sangat responsif terhadap perintah dan mudah dilatih untuk melakukan berbagai tugas. Si Guna dapat diajari untuk mengambil barang, membuka pintu, atau bahkan melakukan trik-trik lucu. Ia adalah pendamping yang andal dan serbaguna, selalu siap membantu pemiliknya dalam berbagai hal. Si Guna juga sangat sabar dan pengertian, ia tidak akan frustrasi jika pemiliknya membuat kesalahan saat memberikan perintah, dan akan terus berusaha untuk memahami dan melaksanakan tugasnya dengan sebaik mungkin. Sifat dasar ini mirip dengan anjing **Border Collie** atau **German Shepherd** — cerdas, sigap, dan senang diberi tugas.

#### **Ciri-Ciri dan Perilaku:**

- Memahami perintah suara dengan akurasi tinggi dan dapat dilatih untuk menjalankan tugas tertentu.
  - Mampu belajar dari pengalaman, menyesuaikan responsnya berdasarkan pola interaksi dengan pemilik.
  - Bisa menjalankan tugas rumah tangga sederhana, seperti mengambil benda kecil atau mengaktifkan perangkat rumah pintar.
  - Mempunyai sistem navigasi cerdas untuk bergerak dengan efisien di berbagai lingkungan.
- 
- **Si Ketek (Cerdik dan Licik):**  
Robot dengan kepribadian ini adalah perpaduan antara anjing yang cerdas dan sedikit nakal. Ia memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dan selalu mencari cara baru untuk menghibur diri dan pemiliknya. Si Ketek mungkin akan mencoba "mencuri" barang-barang kecil, menyembunyikan mainan, atau melakukan trik-trik untuk mendapatkan perhatian. Ia juga bisa sangat kreatif dalam memecahkan masalah dan menemukan jalan keluar dari situasi sulit. Si Ketek adalah pendamping yang menyenangkan dan penuh kejutan, selalu membuat pemiliknya tetap waspada dan terhibur. Sifat Ketek familiar dengan jenis anjing **Jack Russell Terrier** atau **Siberian Husky** — penuh energi, cerdas, dan kadang suka "nakal".

#### **Ciri-Ciri dan Perilaku:**

- Memiliki rasa ingin tahu tinggi, sering menjelajahi lingkungan dengan sensor yang lebih aktif.
- Dapat mempelajari kebiasaan pemilik dan terkadang "mengusili" mereka dengan cara yang lucu.
- Mampu melakukan trik-trik unik yang membuat interaksi menjadi lebih menyenangkan.
- Memiliki mode permainan interaktif, seperti mengejar bola atau berpura-pura bersembunyi.

- **Si Kiul (Pemalas dan Santai):**

Robot ini mencerminkan kepribadian anjing yang tenang dan santai. Ia lebih suka menghabiskan waktunya untuk tidur siang, berjemur di bawah sinar matahari, atau hanya berbaring di dekat pemiliknya. Si Kiul tidak terlalu tertarik untuk bermain atau melakukan aktivitas fisik yang berat, tetapi ia akan dengan senang hati menemani pemiliknya saat bersantai di rumah. Ia adalah pendamping yang damai dan tidak menuntut, cocok untuk orang-orang yang mencari ketenangan dan kenyamanan di rumah. Sifat anjing Kiul sering ditemui pada ras **Basset Hound** atau **Bulldog** — kalem, suka bersantai, dan sulit diganggu.

**Ciri-Ciri dan Perilaku:**

- Lebih sering beristirahat atau duduk diam, hanya bergerak jika diperlukan.
- Merespons perintah dengan lebih santai dan tanpa tergesa-gesa.
- Menyesuaikan mode interaksi berdasarkan tingkat aktivitas pemilik.
- Cocok untuk menemani saat bekerja atau bersantai di rumah.

Dengan menggabungkan kearifan lokal dari Lontar Carcan Asu ke dalam desain kepribadian robot anjing, pengguna di Bali atau mereka yang tertarik dengan budaya Bali dapat merasakan kedekatan budaya dan nilai-nilai tradisional dalam interaksi mereka dengan teknologi modern. Pengguna dapat memilih satu jenis kepribadian atau menggabungkan beberapa kepribadian untuk menciptakan kombinasi yang lebih personal dan sesuai dengan kebutuhan. Setiap kepribadian juga dapat berevolusi seiring waktu, menyesuaikan dengan interaksi dan kebiasaan pengguna agar terasa semakin hidup dan autentik.

1. Kemampuan Evolusi Kepribadian – Pengguna dapat memilih satu kepribadian tertentu atau menggabungkan beberapa tipe untuk menciptakan robot yang unik sesuai dengan karakter pemiliknya.
2. Interaksi yang Beradaptasi – Robot dapat belajar dari pola interaksi sehari-hari dan menyesuaikan perilakunya seiring waktu, membuatnya terasa semakin autentik.
3. Koneksi dengan Tradisi dan Budaya – Teknologi ini menghadirkan nilai budaya lokal ke dalam dunia robotika, menciptakan harmoni antara inovasi dan tradisi.

## **Lontar Carcan Asu**

Lontar Carcan Asu atau Lontar Asu, merupakan sebuah naskah tradisional Bali yang secara khusus membahas tentang anjing. Lebih dari sekadar catatan biasa, lontar ini adalah kompilasi pengetahuan mendalam mengenai berbagai aspek yang terkait dengan anjing, terutama dalam konteks budaya dan kepercayaan masyarakat Bali. Lontar Asu berfungsi sebagai panduan untuk memahami karakteristik, sifat, dan peran yang dimainkan oleh anjing dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Bali. Di

dalamnya, terinci deskripsi mengenai beragam jenis anjing, masing-masing dengan ciri fisik dan temperamen yang unik. Naskah ini juga mencatat sekitar 5 sifat anjing yang berbeda. Selain deskripsi karakteristik, Lontar Asu juga memuat metode tradisional untuk mengukur dan mengklasifikasikan sifat-sifat anjing berdasarkan ukuran fisiknya.

Penentuan sifat anjing dapat diukur dengan langkah langkah seperti berikut: (1) Pertama-tama, ukurlah panjang dari ujung hidung anjing (moncong) hingga ujung ekor. Ukurlah seakurat mungkin. Kita dapat mempergunakan lidi yang lentur, dan alat ukur lainnya. (2) Kemudian, kita ukur ujung hidung (moncong) hingga titik di antara mata anjing. Lalu dengan ukuran tersebut, bagilah ukuran dari moncong hingga ujung ekor dengan ukuran tadi. (3) Bagi ukuran tersebut dengan mengulang **urutan Paksa, Jaya, Guna, Ketek dan Kiul**, lalu liat mana yang menjadi urutan terakhir dari pembagian tersebut.

### **Langkah-langkah Perhitungan Sifat Anjing:**

Robot anjing interaktif ini dapat memiliki sifat yang berbeda berdasarkan perhitungan rasio panjang tubuhnya. Dengan metode sederhana ini, pengguna dapat menentukan kategori sifat yang dimiliki oleh robot anjing mereka. Berikut adalah langkah-langkah dalam menghitung sifat anjing berdasarkan rasio panjang tubuhnya.

#### **1. Pengukuran Panjang Tubuh:**

Langkah pertama adalah melakukan pengukuran fisik terhadap robot anjing, khususnya dua bagian utama:

- Panjang total tubuh: Diukur dari ujung moncong hingga ujung ekor.
- Panjang moncong hingga titik antara kedua mata: Mengukur bagian kepala dari ujung hidung hingga titik di antara kedua mata.

#### **2. Perhitungan Rasio:**

- Bagikan panjang total tubuh dengan panjang dari moncong ke titik antara mata.
- Hasil pembagian ini akan menghasilkan angka tertentu.

#### **3. Penentuan Sifat:**

Angka hasil perhitungan rasio akan dicocokkan dengan daftar sifat berikut:

- a. **Paksa** – Anjing dengan sifat dominan, kuat, dan energik. Sering menunjukkan ketegasan dan kepemimpinan.
- b. **Jaya** – Anjing yang tangguh, aktif, dan memiliki semangat tinggi dalam bermain serta menjalankan tugas.

- c. **Guna** – Anjing dengan sifat seimbang, tidak terlalu aktif atau malas, cocok sebagai pendamping.
- d. **Ketek** – Anjing yang lincah, cerdas, dan mudah beradaptasi dengan lingkungan serta manusia.
- e. **Kiul** – Anjing yang cenderung malas, lebih suka makan dan tidur daripada berlari atau bermain.

Secara matematis, perhitungan ini dapat ditulis kembali dalam bentuk

$$(\text{panjang badan} \div \text{panjang moncong}) \bmod 5$$

#### Penjelasan:

- **Panjang badan:** Diukur dari ujung hidung sampai ujung ekor.
- **Panjang moncong:** Diukur dari ujung hidung ke titik tengah di antara mata.
- **Mod 5:** Mengambil sisa pembagian hasil rasio tadi dengan angka 5, sehingga hasil akhirnya berkisar antara 0 hingga 4.

Hasil akhirnya menentukan kepribadian anjing sesuai urutan sifat:

1. **1 - Paksa** (Agresif dan Pelindung)
2. **2 - Jaya** (Manja dan Dekat dengan Pemilik)
3. **3 - Guna** (Penurut dan Mudah Dilatih)
4. **4 - Ketek** (Cerdik dan Licik)
5. **0 - Kiul** (Pemalas dan Santai)

#### Contoh Perhitungan:

- Panjang total tubuh anjing (moncong hingga ekor): 60 cm
- Panjang dari moncong ke titik antara mata: 15 cm
- Rasio:  $60 \text{ cm} \div 15 \text{ cm} = 4$
- Modulo:  $4 \bmod 5 = 4$
- Berdasarkan urutan, angka 4 sesuai dengan sifat Ketek.

#### Contoh kedua:

- Panjang dari ujung hidung hingga ujung ekor: 75 cm
- Panjang dari ujung hidung hingga titik di antara mata: 15 cm
- Rasio:  $75 \text{ cm} \div 15 \text{ cm} = 5$
- Modulo:  $5 \bmod 5 = 0$

Dengan urutan sifat Paksa, Jaya, Guna, Ketek, Kiul, hasil perhitungan 0 jatuh pada **Kiul**. Anjing dengan sifat Kiul cenderung pemalas; mereka lebih suka makan dan tidur, serta tidak terlalu aktif.

#### Contoh ketiga:

- Panjang dari ujung hidung hingga ujung ekor: 80 cm
- Panjang dari ujung hidung hingga titik di antara mata: 10 cm
- Rasio:  $80 \text{ cm} \div 10 \text{ cm} = 8$
- Modulo:  $8 \bmod 5 = 3$

Hasil perhitungan ini jatuh pada **Guna**, dengan karakteristik yang sama seperti dijelaskan di atas.

#### Contoh keempat:

- Panjang dari ujung hidung hingga ujung ekor: 90 cm
- Panjang dari ujung hidung hingga titik di antara mata: 15 cm
- Rasio:  $90 \text{ cm} \div 15 \text{ cm} = 6$
- Modulo  $6 \bmod 5 = 1$

Hasil perhitungan ini jatuh pada **Paksa**

Setelah melakukan pengukuran yang tepat terhadap tubuh anjing, seperti panjang dari moncong hingga ekor serta jarak antara mata hingga moncong, langkah berikutnya adalah mengklasifikasikan sifat anjing berdasarkan hasil pembagian ukuran tersebut. Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan karakteristik anjing dengan menghubungkannya pada lima sifat utama yang tercatat dalam *Lontar Asu*, yaitu Paksa, Jaya, Guna, Ketek, dan Kiul.

Masing-masing sifat ini tidak hanya menggambarkan karakteristik umum dari anjing tersebut, tetapi juga memberikan wawasan mengenai bagaimana mereka berperilaku dalam kehidupan sehari-hari. Konsep ini berakar pada kepercayaan tradisional yang berkembang di Bali, di mana sifat fisik seekor anjing dapat memberikan indikasi mengenai temperamen serta kegunaannya bagi pemiliknya.

Berikut adalah lima sifat dasar anjing menurut *Lontar Asu* dan penjelasan mendalam tentang karakteristiknya:

- **Paksa**  
Jika hasil perhitungan menunjukkan sifat **Paksa**, anjing ini dikenal memiliki karakter yang kuat, galak, dan agresif. Mereka biasanya sangat protektif terhadap lingkungan dan pemiliknya, sehingga sering kali dijadikan anjing penjaga. Anjing dengan sifat ini memiliki naluri kewaspadaan yang tinggi, selalu siaga terhadap ancaman, dan tidak segan untuk menyerang orang asing yang dianggap mencurigakan.  
Meskipun memiliki loyalitas yang tinggi terhadap pemiliknya, anjing dengan sifat Paksa memerlukan sosialisasi sejak kecil agar tidak menjadi terlalu agresif atau sulit dikendalikan. Pemilik disarankan untuk memberikan pelatihan kepatuhan agar anjing ini tetap bisa dikontrol dengan baik dan tidak menimbulkan bahaya bagi orang sekitar.

#### Ciri khas:

- Bersikap waspada terhadap orang asing.
- Memiliki naluri penjaga yang tinggi.
- Tidak cocok sebagai anjing peliharaan keluarga tanpa pelatihan yang cukup.
- Memerlukan pemilik yang tegas dan berpengalaman dalam menangani anjing agresif.

- **Jaya**

Anjing dengan sifat **Jaya** memiliki kepribadian layaknya seorang penguasa yang angkuh dan penuh percaya diri. Mereka cenderung **manja** kepada pemiliknya, sering kali mencari perhatian dan tidak suka diabaikan. Sifat ini membuat mereka lebih cocok sebagai anjing peliharaan rumahan yang selalu ingin dekat dengan pemiliknya dibandingkan sebagai anjing penjaga.

Walaupun anjing dengan sifat Jaya memiliki hubungan yang erat dengan pemiliknya, mereka biasanya sulit untuk dilatih karena cenderung keras kepala dan suka mencari perhatian dengan merengek atau menunjukkan ekspresi dramatis. Pemilik anjing Jaya harus memiliki kesabaran ekstra dalam melatih mereka dan menggunakan metode pelatihan berbasis penghargaan (reward-based training) agar anjing tetap patuh.

**Ciri khas:**

- Manja dan senang diperhatikan.
- Tidak cocok sebagai anjing penjaga.
- Sulit dilatih karena keras kepala.
- Sangat setia kepada pemiliknya, tetapi bisa cemburu jika tidak diperhatikan.

- **Guna**

Sifat **Guna** adalah sifat yang paling ideal untuk seekor anjing karena mereka **penurut, cerdas, dan mudah dilatih**. Anjing dengan sifat ini memiliki keseimbangan antara kepatuhan dan keaktifan, sehingga cocok untuk berbagai tujuan, baik sebagai anjing penjaga, teman bermain, maupun anjing pendamping.

Anjing Guna sangat mudah beradaptasi dengan lingkungan dan cepat memahami instruksi yang diberikan oleh pemiliknya. Mereka juga cenderung lebih bersahabat dibandingkan dengan anjing Paksa, tetapi tetap memiliki naluri protektif yang baik. Pemilik anjing dengan sifat ini akan sangat diuntungkan karena anjing ini akan memberikan manfaat maksimal, sesuai dengan namanya "Guna" yang berarti berguna.

**Ciri khas:**

- Sangat mudah dilatih dan patuh.
- Bisa berperan sebagai anjing penjaga maupun teman bermain.
- Cocok untuk pemilik pertama kali yang ingin memiliki anjing.
- Bersahabat tetapi tetap waspada terhadap ancaman.

- **Ketek**

Anjing dengan sifat **Ketek** dikenal sebagai anjing yang **lincah, cerdas, dan penuh energi**. Mereka memiliki tingkat keaktifan yang tinggi dan membutuhkan banyak stimulasi mental maupun fisik agar tetap bahagia.

Karena sifatnya yang sangat aktif, anjing Ketek sering kali sulit untuk dikendalikan jika tidak diberikan latihan yang cukup. Mereka sangat senang bermain, berlarian, dan mengeksplorasi lingkungan sekitarnya. Pemilik anjing dengan sifat ini harus memastikan mereka memiliki waktu yang cukup untuk melatih dan mengajak anjing bermain agar tidak menjadi hiperaktif atau merusak barang di rumah.

**Ciri khas:**

- Sangat aktif dan energik.
- Memerlukan banyak latihan dan stimulasi mental.
- Bisa menjadi destruktif jika bosan atau tidak cukup bergerak.
- Cocok untuk pemilik yang memiliki gaya hidup aktif.

- **Kiul**

Sifat **Kiul** merupakan kebalikan dari Ketek, di mana anjing dengan sifat ini **cenderung malas, lebih suka tidur, dan tidak terlalu aktif**. Mereka lebih cocok untuk pemilik yang tidak memiliki banyak waktu untuk bermain atau melatih anjingnya, karena mereka tidak membutuhkan banyak aktivitas fisik untuk tetap bahagia.

Anjing dengan sifat Kiul sering kali digambarkan sebagai anjing yang "hanya makan dan tidur". Meskipun terlihat menggemaskan dan mudah dirawat, pemilik harus tetap memperhatikan pola makan dan berat badan anjing ini, karena mereka rentan mengalami obesitas akibat kurangnya aktivitas fisik.

**Ciri khas:**

- Cenderung malas dan lebih suka tidur.
- Tidak membutuhkan banyak latihan fisik.
- Bisa mengalami obesitas jika tidak diawasi.
- Cocok untuk pemilik yang sibuk dan menginginkan anjing yang tidak terlalu aktif.

Perhitungan sifat anjing berdasarkan Lontar Carcan Asu merupakan salah satu bentuk kearifan lokal yang masih dipercaya dan digunakan oleh sebagian masyarakat Bali hingga saat ini. Tradisi ini mencerminkan cara masyarakat Bali dalam memahami hubungan antara ciri fisik dan sifat bawaan anjing. Meskipun metode ini belum memiliki dasar ilmiah yang kuat, banyak orang yang tetap mempercayai bahwa karakteristik fisik tertentu dapat menjadi indikator dari temperamen dan perilaku anjing.

Sistem klasifikasi ini telah diwariskan turun-temurun dan sering digunakan sebagai panduan dalam memilih dan merawat anjing. Pemilik anjing di Bali yang masih mengikuti tradisi ini sering menggunakan metode perhitungan dari Lontar Asu



sebelum memutuskan untuk memelihara seekor anjing, terutama jika anjing tersebut akan berperan sebagai penjaga rumah, pendamping keluarga, atau anjing pekerja.

## **Kombinasi Pendekatan Tradisional dan Modern dalam Memahami Sifat Anjing**

### **1. Peran Kearifan Lokal dalam Memilih dan Merawat Anjing**

Mengenalinya sifat anjing menggunakan metode tradisional seperti dalam Lontar Asu dapat membantu pemilik dalam menentukan anjing yang paling sesuai dengan kebutuhan dan gaya hidup mereka.

Sebagai contoh:

- Jika seseorang mencari anjing penjaga, maka mereka akan lebih memilih anjing yang masuk dalam kategori Paksa karena sifatnya yang agresif dan protektif.
- Jika seseorang menginginkan anjing pendamping keluarga, maka anjing dengan kepribadian Jaya atau Kiul akan lebih cocok karena memiliki sifat yang ramah dan santai.

Namun, meskipun metode ini menawarkan wawasan unik, penting juga untuk menyadari bahwa karakter anjing tidak hanya dipengaruhi oleh faktor genetik atau fisik, tetapi juga oleh lingkungan, pola asuh, dan pelatihan yang diberikan oleh pemiliknya.

### **2. Faktor-Faktor Modern yang Mempengaruhi Perilaku Anjing**

Di luar metode tradisional, para ahli perilaku hewan dan dokter hewan menyatakan bahwa sifat dan temperamen anjing dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk:

- Genetika dan Ras Anjing

Setiap ras anjing memiliki karakteristik khas yang diwariskan secara genetis. Contohnya, Border Collie secara alami cenderung memiliki insting menggiring, sedangkan Golden Retriever dikenal karena sifatnya yang ramah dan mudah dilatih.

- Lingkungan dan Pola Asuh

Anjing yang tumbuh di lingkungan penuh kasih sayang dengan sosialisasi yang baik akan cenderung memiliki kepribadian yang lebih stabil dan ramah dibandingkan anjing yang sering mengalami kekerasan atau pengabaian.

- Pelatihan dan Interaksi

Anjing yang mendapatkan pelatihan konsisten akan lebih responsif terhadap perintah dan memiliki hubungan yang lebih harmonis dengan pemiliknya. Sebaliknya, anjing yang tidak mendapatkan pelatihan cenderung mengembangkan perilaku destruktif atau agresif.

- **Pengalaman dan Trauma**

Pengalaman masa lalu, terutama jika anjing pernah mengalami pelecehan atau trauma, dapat membentuk sifat dan reaksinya terhadap manusia serta lingkungannya.

## **Membangun Hubungan yang Harmonis antara Manusia dan Anjing**

Mengenal sifat anjing dengan baik tidak hanya membantu dalam memilih anjing yang tepat, tetapi juga berkontribusi dalam menciptakan hubungan yang harmonis antara manusia dan hewan peliharaannya. Baik menggunakan metode tradisional seperti yang diajarkan dalam Lontar Carcan Asu maupun pendekatan modern berbasis ilmiah, pemahaman terhadap karakter anjing akan membantu pemilik dalam:

- Memberikan perawatan dan pelatihan yang sesuai
- Meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup anjing
- Mencegah kesalahpahaman yang dapat menyebabkan stres atau perilaku buruk pada anjing

Pada akhirnya, baik tradisi maupun ilmu pengetahuan modern dapat saling melengkapi dalam memahami sifat dan perilaku anjing. Menggabungkan kearifan lokal dengan metode ilmiah dapat menghasilkan pendekatan yang lebih kaya dalam memilih, merawat, dan membangun hubungan yang lebih baik dengan anjing sebagai bagian dari keluarga manusia.

## **Penggunaan**

### **Prasyarat Ruang**

Agar robot anjing dapat beroperasi dengan optimal, diperlukan persiapan ruang dan lingkungan yang sesuai. Faktor-faktor seperti luas area, struktur ruangan, serta konektivitas listrik dan internet sangat berpengaruh terhadap kelancaran navigasi, interaksi, dan responsivitas robot. Dengan memastikan kondisi yang ideal, pengguna dapat memaksimalkan pengalaman mereka dalam berinteraksi dengan robot ini.

### **1. Syarat Minimum**

Untuk memastikan robot anjing dapat bergerak dengan bebas dan berfungsi dengan baik, ruang yang digunakan harus memenuhi beberapa persyaratan berikut:

- **Luas Area yang Memadai**
  - Robot membutuhkan ruang yang cukup untuk berjalan, berbelok, dan menghindari rintangan.
  - Disarankan ruangan memiliki minimal 2x2 meter untuk pergerakan dasar, dan lebih luas jika robot memiliki fitur navigasi otonom.
- **Struktur dan Tata Letak Ruangan**
  - Hindari area yang terlalu sempit atau berantakan karena dapat menghambat navigasi robot.
  - Sebisa mungkin gunakan lantai datar dengan permukaan yang tidak terlalu licin atau berbulu tebal (karpet tebal dapat menghambat roda atau kaki robot).
  - Pastikan tidak ada anak tangga yang curam, terutama jika robot tidak memiliki fitur pendeteksi ketinggian atau keseimbangan yang baik.
- **Pencahayaan yang Cukup**
  - Jika robot menggunakan sensor visual atau kamera untuk navigasi dan interaksi, ruangan dengan pencahayaan yang baik akan meningkatkan akurasi pengenalan lingkungan dan objek.
- **Minim Gangguan Elektromagnetik**
  - Jika robot bergantung pada sinyal nirkabel (WiFi, Bluetooth), pastikan ruangan tidak memiliki terlalu banyak gangguan elektromagnetik yang dapat menghambat komunikasi dan pemrosesan data.

## **2. Konektivitas Listrik dan Internet**

Konektivitas yang baik sangat penting agar robot dapat **bekerja secara maksimal** dan tetap **terhubung dengan pengguna serta perangkat lain**.

- **Sumber Daya Listrik Stabil**
  - Pastikan tersedia **stopkontak** atau **stasiun pengisian daya** di tempat yang mudah diakses.
  - Gunakan **voltage stabilizer** jika diperlukan untuk mencegah kerusakan akibat lonjakan listrik.
- **Jaringan Internet yang Handal**
  - Jika robot memerlukan **akses cloud** atau **pembaruan software**, pastikan ada **WiFi stabil** dengan kecepatan minimal **10 Mbps** untuk menghindari keterlambatan respons atau gangguan koneksi.
  - Jika robot mendukung **kontrol jarak jauh melalui aplikasi**, koneksi yang buruk dapat menyebabkan perintah tertunda atau tidak tersampaikan.

## **3. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kinerja**

Selain faktor teknis, kondisi lingkungan juga dapat berdampak pada performa robot.

- **Suhu dan Kelembaban Ideal**
  - Pastikan ruangan memiliki suhu antara **15-30°C** agar komponen elektronik tidak cepat panas atau rusak.
  - Hindari ruangan yang terlalu lembap untuk mencegah **kondensasi pada sensor dan sirkuit robot**.
- **Minim Gangguan Suara Berlebih**
  - Jika robot menggunakan **perintah suara**, ruangan yang terlalu bising dapat mengurangi **akurasi pengenalan suara**.
  - Hindari **suara latar belakang keras** seperti TV dengan volume tinggi atau suara alat elektronik yang berisik.
- **Keamanan untuk Robot dan Pengguna**
  - Pastikan tidak ada benda kecil atau kabel berserakan yang dapat menyebabkan robot tersangkut atau tersandung.
  - Jika ada anak-anak atau hewan peliharaan di rumah, awasi interaksi mereka agar tidak mengganggu fungsi robot atau menyebabkan kecelakaan.

#### 4. Luas dan Tata Letak

Robot anjing interaktif memerlukan ruang yang cukup untuk bermanuver secara leluasa, terutama untuk fitur seperti patroli rumah, bermain, atau mengikuti pengguna. Oleh karena itu, rumah atau ruangan harus memenuhi syarat berikut:

- **Luas Bangunan Minimal: 30 m<sup>2</sup>**
  - Luasan ini cukup untuk memungkinkan robot bergerak tanpa sering menabrak perabotan atau dinding.
  - Pada rumah yang lebih kecil dari 30 m<sup>2</sup>, robot masih bisa digunakan tetapi dengan fungsi yang lebih terbatas (misalnya, hanya bisa beroperasi dalam satu ruangan tertentu).
- **Rasio Indoor/Outdoor: Maksimal 70:30**
  - Robot dapat beroperasi sepenuhnya di dalam ruangan, tetapi memiliki area luar rumah (outdoor) sangat disarankan.
  - Area outdoor memungkinkan robot berinteraksi dengan lingkungan yang lebih kompleks, seperti permukaan yang berbeda, suhu udara alami, atau suara dari luar rumah.
  - Jika tidak memiliki halaman atau teras, sebaiknya robot tetap memiliki area eksplorasi yang cukup luas di dalam rumah.
- **Kondisi Permukaan Lantai**
  - Permukaan harus datar dan stabil, seperti ubin, kayu, atau lantai vinyl.
  - Karpet tebal atau permukaan yang licin dapat mengganggu keseimbangan atau pergerakan robot.
  - Tangga dan perbedaan ketinggian lebih dari 2 cm bisa menjadi hambatan bagi robot. Jika rumah memiliki banyak anak tangga, sebaiknya disediakan jalur khusus atau pagar pengaman agar robot tidak jatuh.

- **Kondisi Cahaya dan Akustik**

- Pencahayaan cukup diperlukan agar sensor robot dapat mengenali objek dan wajah pengguna dengan baik. Ruangan yang terlalu gelap bisa menghambat kemampuan navigasi dan pengenalan visual.
- Kondisi suara dalam ruangan harus cukup tenang untuk memungkinkan sensor suara robot mengenali perintah dengan jelas. Lingkungan yang terlalu bising (misalnya, dekat jalan raya atau dengan banyak suara elektronik yang berisik) dapat mengganggu respons robot.

## Prasyarat Konektivitas

Agar robot anjing dapat berfungsi secara maksimal, dibutuhkan sumber daya listrik yang stabil serta akses internet yang memadai.

- **Sambungan Listrik:**

- Charging station robot membutuhkan daya listrik untuk mengisi ulang baterai.
- Kebutuhan daya:
  - a. Idle (siaga): 20 W
  - b. Pengisian cepat: hingga 95 W
- Disarankan untuk menempatkan charging station di area yang mudah diakses oleh robot, misalnya di sudut ruangan dengan lantai yang rata dan bebas dari hambatan.

- **Sambungan Internet:** Robot anjing interaktif menggunakan koneksi internet untuk mengakses fitur berbasis cloud, seperti pemrosesan bahasa canggih, pembaruan perangkat lunak, serta sinkronisasi dengan perangkat lain di rumah pintar.

- Jenis koneksi yang disarankan:
  - a. WiFi (Nirkabel): Standar WiFi 5 (802.11ac) atau lebih baru untuk kecepatan dan stabilitas optimal.
  - b. LAN (Kabel Ethernet): Alternatif bagi pengguna yang ingin koneksi lebih stabil dibandingkan WiFi.

- Kecepatan internet minimal yang direkomendasikan:

- Unduh (Download):  $\geq 12$  Mbps
- Unggah (Upload):  $\geq 5$  Mbps
- Koneksi yang lebih cepat akan meningkatkan responsivitas robot saat mengakses data berbasis cloud dan mengolah informasi dari pengguna.

- Stabilitas jaringan: Jika koneksi internet sering terputus, beberapa fitur berbasis cloud mungkin tidak dapat digunakan dengan lancar, seperti perintah suara berbasis AI atau pembelajaran perilaku jangka panjang.

## Charging Station: Lebih dari Sekadar Pengisi Daya

Charging station untuk robot anjing interaktif bukan hanya sekedar tempat mengisi daya baterai, tetapi juga memiliki berbagai fungsi penting lainnya yang mendukung performa robot. Dengan teknologi canggih yang terintegrasi, charging station berperan sebagai pusat kendali dan komunikasi yang membuat robot tetap efisien, ringan, dan lincah.

### 1. Fungsi Utama Charging Station

#### a. Unit Komputasi Tambahan

- Charging station dilengkapi dengan unit komputasi berbasis LLM (Large Language Model) yang berfungsi sebagai prosesor utama untuk berbagai tugas berat.
- Dengan memindahkan pemrosesan data ke charging station, robot dapat tetap ringan dan gesit tanpa harus membawa komponen komputasi yang besar dan berat.
- Pemrosesan berbasis cloud atau lokal bisa dilakukan lebih cepat karena charging station memiliki daya pemrosesan yang lebih besar dibandingkan unit yang tertanam dalam robot.

#### b. Wireless Access Point

- Jika dihubungkan melalui LAN (kabel), charging station dapat berfungsi sebagai wireless access point bagi perangkat lain di sekitarnya.
- Ini memungkinkan koneksi internet yang lebih stabil bagi robot, terutama di lingkungan dengan banyak gangguan sinyal WiFi.
- Pengguna juga dapat menghubungkan perangkat rumah pintar lainnya ke charging station untuk meningkatkan integrasi dengan sistem rumah pintar (smart home).

#### c. Pusat Koneksi dan Komunikasi

- Charging station bertindak sebagai hub utama untuk komunikasi antara robot dan jaringan rumah.
- Robot terhubung ke charging station melalui WiFi Direct atau Bluetooth, yang memungkinkan:
  - Sinkronisasi data dan pemrosesan perintah pengguna.
  - Pembaruan firmware dan peningkatan AI secara otomatis.
  - Akses ke fitur berbasis cloud untuk analisis yang lebih mendalam.

## Mode Offline dan Hemat Daya

Robot anjing cerdas ini dirancang dengan kemampuan adaptasi terhadap berbagai kondisi operasional, termasuk saat mengalami keterbatasan konektivitas atau daya baterai rendah. Untuk memastikan fungsionalitas tetap berjalan dalam situasi seperti

ini, robot dilengkapi dengan **Mode Offline** serta fitur **Deteksi Daya Rendah dan Mode Hemat Daya**, yang memungkinkan operasi berlanjut tanpa gangguan besar.

### **Mode Offline**

Ketika robot mendeteksi hilangnya koneksi internet, ia akan secara otomatis beralih ke Mode Offline tanpa memerlukan intervensi pengguna. Dalam mode ini, robot tetap dapat menjalankan fungsi-fungsi dasar berbasis pemrosesan lokal, meskipun beberapa fitur berbasis cloud akan dibatasi. Beberapa kemampuan yang tetap tersedia dalam Mode Offline meliputi:

- Merespons perintah sederhana seperti berjalan, duduk, atau berputar.
- Mengingat kebiasaan pengguna berdasarkan data yang telah tersimpan dalam memori internal.
- Melakukan interaksi dasar, seperti bermain, menanggapi sentuhan, atau merespons suara pemilik.
- Navigasi mandiri terbatas, yang memungkinkan robot bergerak di sekitar rumah berdasarkan peta yang telah disimpan sebelumnya.

Namun, dalam mode ini, beberapa fitur lanjutan seperti pembaruan AI, pemrosesan percakapan berbasis cloud, serta analisis lingkungan tingkat tinggi tidak akan tersedia hingga koneksi internet kembali normal.

### **Deteksi Daya Rendah dan Pengisian Otomatis**

Untuk memastikan robot tetap beroperasi tanpa gangguan akibat kehabisan daya, ia dilengkapi dengan sensor daya pintar yang terus memantau kapasitas baterai secara real-time. Saat daya baterai mencapai batas rendah, robot akan secara otomatis:

- Kembali ke charging station tanpa perlu perintah pengguna.
- Masuk ke mode pengisian cepat, jika daya listrik mencukupi, untuk mempercepat proses pengisian.
- Memberikan notifikasi suara atau visual, jika terdapat kendala dalam proses pengisian atau jika charging station tidak tersedia.

Dengan fitur ini, pengguna tidak perlu khawatir tentang pengisian daya manual, karena robot dapat mengelola konsumsinya secara otomatis.

### **Mode Hemat Daya dalam Situasi Darurat**

Jika terjadi pemadaman listrik atau charging station tidak dapat digunakan, robot akan beralih ke Mode Hemat Daya untuk memperpanjang masa pakai baterai hingga daya kembali tersedia. Dalam Mode Hemat Daya, robot hanya mengaktifkan fungsi-fungsi dasar, termasuk:

- Deteksi lingkungan minimal – Robot tetap menyala tetapi mengurangi

pergerakan dan pemindaian sensor yang tidak esensial.

- Respons terhadap sentuhan dan suara terbatas – Robot hanya akan memberikan respons sederhana untuk menghemat daya.
- Menonaktifkan fitur non-esensial, seperti animasi kompleks, pemrosesan suara tingkat lanjut, dan akses cloud yang memerlukan konsumsi energi tinggi.

Robot akan tetap berada dalam Mode Hemat Daya hingga daya kembali tersedia dan pengisian ulang dapat dilakukan. Dengan fitur ini, robot tetap dapat digunakan meskipun dalam kondisi terbatas, sehingga pengguna tetap dapat berinteraksi dengannya tanpa gangguan besar.

## Spesifikasi Hardware

Robot anjing interaktif dilengkapi dengan berbagai komponen canggih yang bekerja secara harmonis untuk menciptakan pengalaman interaksi yang realistis dan responsif. Berikut adalah rincian spesifikasi perangkat keras yang digunakan:

### 1. Komponen Utama

#### a. Mikrokontroler

- Berfungsi sebagai otak utama untuk mengontrol gerakan dan fungsi dasar robot.
- Menghubungkan berbagai sensor dan aktuator agar robot dapat merespons perintah dengan cepat.
- Memiliki prosesor real-time untuk eksekusi perintah gerakan dengan latensi minimal.

#### b. Unit Pemrosesan (Mini PC atau Edge AI Processor)

- Sistem komputer mini yang menjalankan LLM (Large Language Model) untuk pemrosesan bahasa alami.
- Bertanggung jawab atas:
  - Analisis suara dan perintah pengguna.
  - Pemrosesan visi komputer untuk mengenali wajah dan ekspresi.
  - Adaptasi perilaku berdasarkan interaksi sebelumnya.
- Dilengkapi dengan GPU terintegrasi untuk mempercepat pemrosesan AI dan deep learning.

### 2. Sensor dan Sistem Deteksi

Robot dilengkapi dengan berbagai sensor yang memungkinkan interaksi dinamis dengan lingkungan:

#### a. Kamera RGB & Depth Sensor

- Mendeteksi wajah pengguna, mengenali ekspresi, dan menyesuaikan respons robot.



- Memungkinkan navigasi dengan pemetaan visual dan penghindaran rintangan.

**b. Mikrofon Multi-Arah**

- Menggunakan array mikrofon untuk menangkap perintah suara dari berbagai arah.
- Mampu membedakan antara suara pemilik dan suara latar belakang menggunakan noise cancellation.

**c. Sensor Sentuh**

- Ditempatkan di beberapa bagian tubuh robot (kepala, punggung, dan kaki) untuk merespons interaksi fisik.
- Robot dapat membedakan usapan lembut, tepukan, atau tekanan kuat dan merespons sesuai konteks.

**d. Sensor Jarak & LIDAR**

- Membantu robot menghindari rintangan dan bergerak dengan aman di sekitar rumah.
- LIDAR berfungsi untuk pemetaan ruangan agar robot dapat belajar tentang tata letak rumah pengguna.

### **3. Sistem Gerak dan Aktuator**

**a. Motor Servo Presisi**

- Menggerakkan bagian tubuh robot, seperti:
- Kaki untuk berjalan atau berlari.
- Kepala untuk menoleh atau menunduk.
- Ekor untuk menggoyang sebagai ekspresi emosi.
- Didukung oleh sensor posisi untuk memastikan gerakan yang halus dan alami.

**b. Sistem Stabilitas Dinamis**

- Menggunakan sensor giroskop dan akselerometer untuk menyesuaikan keseimbangan saat bergerak.
- Memungkinkan robot untuk beradaptasi dengan berbagai jenis permukaan lantai (karpet, ubin, kayu).

### **4. Sumber Daya dan Baterai**

**a. Jenis dan Kapasitas Baterai**

- Menggunakan baterai Li-Ion berkapasitas tinggi (5000-8000 mAh) untuk daya tahan panjang.
- Mampu beroperasi selama 6-10 jam dalam kondisi penggunaan normal sebelum perlu diisi ulang.

**b. Sistem Manajemen Daya**

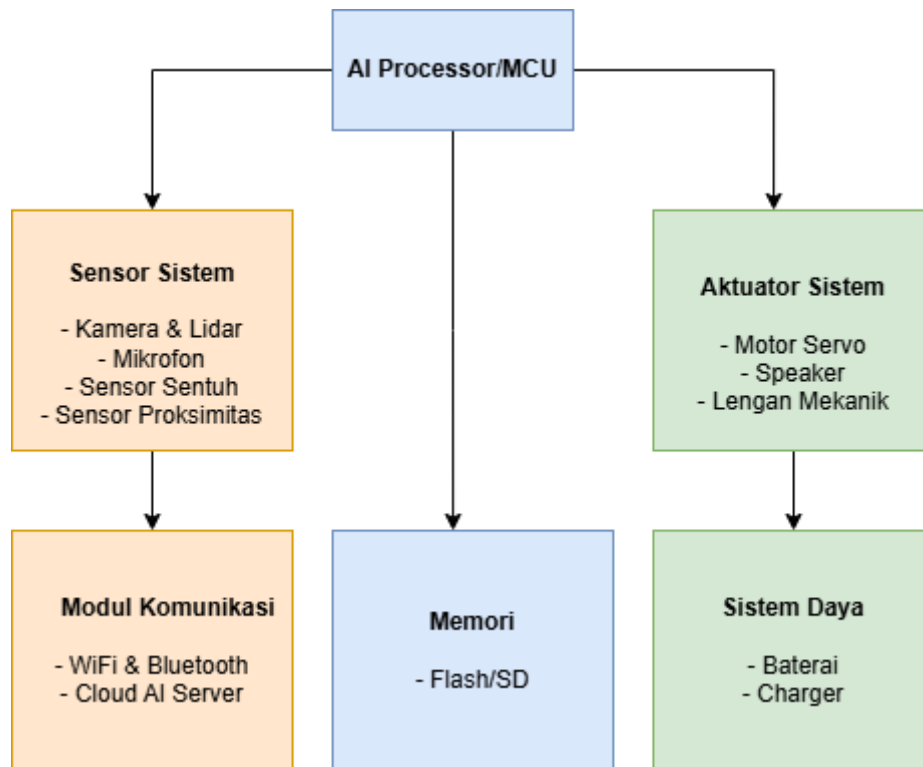
- Dilengkapi dengan chip pengelola daya pintar yang mengoptimalkan konsumsi daya berdasarkan aktivitas robot.
- Pengisian cepat hingga 95W melalui charging station, memungkinkan pengisian penuh dalam waktu kurang dari 2 jam.

- Saat daya rendah, robot secara otomatis kembali ke charging station untuk mengisi ulang.

### Rincian Komponen

Komponen	Spesifikasi	Deskripsi
Mikrokontroler	ARM Cortex-M4	Mengelola input sensor dan output motor untuk pergerakan dan respons.
Unit Pemrosesan (Internal Robot)	Raspberry Pi 4	Menjalankan model LLM dan memproses data dari sensor.
Kamera	1080p HD	Mendeteksi lingkungan dan objek
Mikrofon	Array Mikrofon	Merekam suara dan memahami perintah pengguna dengan noise cancellation.
Baterai	Lithium-ion 5000mAh	Menyediakan daya tahan hingga 6-10 jam dalam kondisi penggunaan normal.
Aktuator Motor	Motor Servo Presisi	Menggerakkan kaki, kepala, dan ekor untuk meniru ekspresi anjing.
Sensor Sentuh	Kapasitif & Tekanan	Memungkinkan robot merespons usapan, tepukan, atau sentuhan lembut.
Sensor Jarak	Lidar & Ultrasonik	Membantu navigasi dan menghindari rintangan secara otomatis.
WiFi & Bluetooth	WiFi 802.11ac, BT 5.0	Menghubungkan robot ke internet dan perangkat lain untuk komunikasi.
Charging Station	95W Fast Charging	Mengisi daya robot dengan cepat dan berfungsi sebagai pusat koneksi.

## Diagram Blok Hardware



Robot anjing berbasis LLM bekerja dengan cara mengintegrasikan berbagai komponen perangkat keras dan perangkat lunak untuk menciptakan pengalaman interaksi yang responsif dan cerdas. Proses kerja robot dimulai dari sensor sistem, yang berfungsi sebagai mata dan telinga robot dalam mengenali lingkungan sekitarnya. Kamera dan LiDAR digunakan untuk memetakan area, mengenali objek, serta menghindari rintangan, sementara mikrofon menangkap perintah suara dari pengguna. Selain itu, sensor sentuh memungkinkan robot untuk merespons belaian atau kontak fisik, sedangkan sensor proksimitas membantu mendeteksi keberadaan manusia atau benda lain di dekatnya. Semua data yang dikumpulkan oleh sensor ini kemudian dikirim ke AI Processor / MCU, yang bertindak sebagai otak utama robot.

Setelah menerima input dari sensor, AI Processor mulai memproses informasi tersebut menggunakan algoritma kecerdasan buatan. Jika pengguna memberikan perintah suara, modul NLP (Natural Language Processing) akan menerjemahkan dan memahami maksud di balik instruksi tersebut. Jika robot perlu menavigasi ke lokasi tertentu atau mengambil objek, sistem pemetaan dan perencanaan gerak akan menganalisis lingkungan dan menentukan jalur terbaik yang harus diambil. Dalam beberapa kasus, AI Processor juga akan berkomunikasi dengan Modul Komunikasi, yang terhubung ke Wi-Fi atau Bluetooth, untuk mengakses pembaruan model AI dari server cloud atau berinteraksi dengan perangkat lain di sekitarnya.

Setelah keputusan dibuat, AI Processor mengirimkan perintah ke Aktuator Sistem, yang bertanggung jawab atas pergerakan dan interaksi fisik robot. Motor servo akan menggerakkan bagian tubuh seperti kaki, kepala, atau ekor, memungkinkan robot untuk berjalan, duduk, atau bereaksi terhadap rangsangan tertentu. Speaker digunakan untuk menghasilkan suara, baik itu meniru gonggongan anjing atau merespons dengan ucapan yang sesuai dengan konteks percakapan. Jika robot dilengkapi dengan lengan mekanik, ia dapat digunakan untuk mengambil atau membawa objek sesuai dengan tugas yang diberikan.

Selama beroperasi, robot terus memantau status dayanya melalui Sistem Daya, yang memastikan bahwa perangkat tetap dapat berfungsi dalam waktu yang optimal. Jika baterai mulai melemah, sensor daya akan mengaktifkan mode hemat energi dan secara otomatis mengarahkan robot untuk kembali ke charging station tanpa perlu intervensi pengguna. Dalam situasi darurat, robot akan masuk ke mode daya rendah, hanya mengaktifkan fungsi dasar seperti deteksi lingkungan dan respons minimal terhadap suara atau sentuhan.

Selain itu, Memori berperan dalam menyimpan data pengalaman dan kebiasaan pengguna, memungkinkan robot untuk belajar dari interaksi sebelumnya dan menyesuaikan perilakunya agar lebih personal dan intuitif. Misalnya, jika pengguna sering memberi perintah untuk mengingatkan waktu makan, robot akan mulai memberikan notifikasi secara otomatis tanpa harus diminta lagi. Dengan sistem ini, robot tidak hanya bertindak sebagai perangkat otomatis tetapi juga sebagai pendamping yang dapat memahami, beradaptasi, dan bereaksi secara cerdas terhadap lingkungannya.

Secara keseluruhan, alur kerja robot anjing berbasis LLM ini mencerminkan bagaimana berbagai komponen bekerja secara harmonis untuk menciptakan pengalaman interaksi yang lebih alami dan realistis bagi pengguna. Dengan kemampuannya untuk mengenali lingkungan, memahami perintah, dan merespons dengan cara yang intuitif, robot ini tidak hanya berfungsi sebagai asisten, tetapi juga sebagai teman yang interaktif dan adaptif dalam kehidupan sehari-hari.

## Implementasi SoftwareArsitektur Software

Software robot anjing dirancang dengan modular untuk meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas sistem. Berikut adalah modul utama yang membentuk perangkat lunak robot ini:

### 1. Modul Kontrol Gerakan

- Mengontrol pergerakan robot seperti berjalan, duduk, menggonggong, dan mengibaskan ekor.
- Menggunakan algoritma inverse kinematics untuk memastikan gerakan yang alami dan responsif.

## **2. Modul Pemrosesan Sensor**

- Mengumpulkan dan memproses data dari berbagai sensor, seperti kamera, mikrofon, dan sensor sentuh.
- Memanfaatkan Computer Vision untuk mengenali wajah, objek, dan ekspresi pengguna.
- Menggunakan pemrosesan sinyal untuk memahami perintah suara dengan noise reduction.

## **3. Modul LLM (Large Language Model)**

- Bertanggung jawab atas pemahaman bahasa alami dan interaksi percakapan.
- Menggunakan model transformer yang telah disesuaikan dengan bahasa Indonesia.
- Memungkinkan robot memahami konteks percakapan dan merespons secara lebih manusiawi.

## **4. Modul Antarmuka Pengguna**

- Menyediakan interface untuk pengguna dalam mengonfigurasi dan mengontrol robot.
- Dapat diakses melalui aplikasi mobile atau web, memungkinkan pengguna menyesuaikan perilaku robot.

# **Pemrograman LLM**

Robot anjing berbasis LLM ini menggunakan model transformer yang telah dilatih pada dataset percakapan besar, sehingga mampu memahami dan merespons perintah pengguna dalam bahasa Indonesia secara natural. Model yang digunakan berbasis arsitektur GPT atau varian khusus yang telah dioptimalkan untuk pemrosesan suara dan teks. Dengan kemampuan ini, robot dapat mengenali berbagai variasi instruksi, mulai dari perintah sederhana seperti "datang ke sini" hingga percakapan yang lebih kompleks dan bernuansa emosional.

Dalam tahap pelatihan, model LLM ini dilatih menggunakan kumpulan data percakapan yang mencakup berbagai skenario interaksi, termasuk dialog sehari-hari, komunikasi berbasis emosi, serta berbagai skenario yang melibatkan perintah rumah tangga, layanan pelanggan, dan interaksi sosial. Data ini membantu model dalam memahami konteks percakapan, mengenali pola komunikasi manusia, serta menyesuaikan respons berdasarkan emosi atau kebutuhan pengguna.

Agar performa robot tetap optimal, model ini dilengkapi dengan teknik optimasi yang memungkinkan respons lebih cepat dan efisien. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah cache memori, yang menyimpan riwayat interaksi untuk mempercepat proses pemrosesan bahasa alami. Selain itu, pemrosesan berbasis edge computing juga diterapkan melalui charging station atau perangkat lokal, sehingga robot dapat memproses instruksi secara langsung tanpa harus selalu bergantung pada koneksi cloud. Hal ini tidak hanya mengurangi latensi tetapi juga

memungkinkan robot untuk tetap beroperasi dalam mode offline dengan fungsi dasar.

Dengan kombinasi teknologi transformer, dataset yang luas, dan teknik optimasi yang efisien, robot anjing ini mampu memberikan pengalaman interaksi yang alami, cepat, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Robot ini tidak sekadar memahami kata-kata, tetapi juga dapat merespons dengan empati, adaptasi, dan personalisasi, menjadikannya pendamping cerdas yang dapat diandalkan dalam berbagai situasi kehidupan sehari-hari.

## **Algoritma Pemrosesan Data**

Data sensor diproses menggunakan algoritma khusus untuk mendeteksi objek, suara, dan sentuhan. Algoritma ini kemudian memberikan informasi yang relevan ke modul LLM.

- **Computer Vision:** Digunakan untuk mendeteksi wajah pengguna, mengenali ekspresi, dan memahami gestur.
- **Speech Recognition:** Menggunakan teknologi Automatic Speech Recognition (ASR) untuk mengubah suara menjadi teks.
- **Natural Language Processing (NLP):** Menganalisis perintah suara dan teks untuk memahami konteks percakapan.
- **Machine Learning Adaptasi Perilaku:** Robot belajar dari interaksi pengguna dan menyesuaikan responsnya seiring waktu.

## **Bahasa Pemrograman**

- **Python:** Digunakan untuk pemrosesan data, pengembangan model LLM, dan manajemen logika kontrol.
- **C++:** Bertanggung jawab atas kontrol hardware, komunikasi dengan sensor, dan eksekusi operasi real-time.
- **JavaScript (Node.js/React.js):** Digunakan untuk pengembangan antarmuka pengguna berbasis web dan aplikasi mobile.

## **Interaksi Pengguna**

Agar pengalaman interaksi terasa alami dan menyenangkan, robot anjing dilengkapi dengan berbagai metode interaksi yang memungkinkan pengguna berkomunikasi dengan mudah.

### **Perintah Suara**

Pengguna dapat memberikan perintah suara dalam bahasa Indonesia. Robot akan memproses perintah ini menggunakan LLM dan memberikan respons yang sesuai.

- Bahasa yang Didukung: Robot mampu memahami perintah dalam bahasa Indonesia dengan pengenalan suara berbasis AI.
- Pemrosesan: Perintah suara diubah menjadi teks menggunakan Automatic Speech Recognition (ASR) dan dianalisis oleh LLM.

Contoh Perintah:

- "*Ayo bermain!*" → Robot akan menggonggong dan melakukan gerakan bermain.
- "*Duduk!*" → Robot akan duduk dengan patuh.
- "*Bagaimana harimu?*" → Robot akan merespons dengan kalimat ramah sesuai konteks.

## Sentuhan dan Gerakan

Robot dapat merespons sentuhan dan gestur dengan berbagai reaksi berdasarkan titik sensor yang diaktifkan:

- Sentuhan Kepala → Robot menunjukkan ekspresi bahagia dengan menggoyangkan ekornya.
- Tepukan di Punggung → Robot merespons dengan suara senang atau menggonggong lembut.
- Menarik Kaki Robot → Robot akan menunjukkan ekspresi tidak nyaman atau menghindar.
- Gestur Tangan → Kamera dan sensor gerakan dapat mengenali gestur seperti mengulurkan tangan untuk memberi perintah duduk atau memberi isyarat bermain.

## Antarmuka Aplikasi

Aplikasi seluler dapat digunakan untuk mengkonfigurasi robot, melihat status, dan memberikan perintah. Robot anjing dapat dihubungkan ke aplikasi seluler untuk kontrol lebih lanjut dan pengaturan preferensi.

Fitur dalam Aplikasi:

- Konfigurasi Robot → Mengatur kepribadian robot, tingkat responsivitas, dan mode interaksi.
- Status dan Pemantauan → Menampilkan kondisi baterai, log interaksi, dan kebiasaan pengguna.
- Pelatihan & Pembelajaran → Memberikan instruksi tambahan untuk meningkatkan keterampilan robot.
- Kustomisasi Suara → Mengubah suara robot agar lebih sesuai dengan preferensi pengguna.

- Jadwal Aktivitas → Mengatur kapan robot harus aktif atau masuk ke mode siaga.

Aplikasi ini memungkinkan pengguna menyesuaikan pengalaman mereka dengan robot anjing, menjadikannya lebih personal dan menyenangkan.

## Pemeliharaan dan Troubleshooting

### Pemeliharaan Rutin

Agar robot anjing tetap berfungsi optimal dan memiliki umur panjang, pemeliharaan rutin perlu dilakukan secara berkala. Berikut adalah beberapa langkah penting yang harus diperhatikan:

#### 1. Perawatan Sensor

- Pembersihan Berkala: Sensor suara, kamera, dan sensor sentuhan harus dibersihkan secara rutin untuk mencegah debu atau kotoran mengganggu fungsinya.
- Kalibrasi Sensor: Pastikan sensor tetap akurat dengan melakukan kalibrasi sesuai panduan di aplikasi seluler.
- Cek Kepekaan Sensor: Jika respons robot mulai lambat atau tidak akurat, lakukan pemeriksaan dan reset sensor melalui aplikasi.

#### 2. Manajemen Baterai

- Isi Daya Secara Teratur: Jangan biarkan baterai robot benar-benar habis sebelum diisi ulang untuk memperpanjang umur baterai.
- Gunakan Charging Station: Robot akan otomatis kembali ke stasiun pengisian saat daya rendah, pastikan area charging station bersih dan tidak terhalang.
- Pemeriksaan Kesehatan Baterai: Pantau kondisi baterai melalui aplikasi untuk mengetahui kapan perlu diganti.

#### 3. Pembaruan dan Pemeliharaan Software

- Update Software Secara Berkala: Pastikan robot selalu menggunakan versi terbaru untuk mendapatkan fitur dan peningkatan performa.
- Reset Jika Diperlukan: Jika terjadi error atau robot mengalami penurunan performa, lakukan reset sistem melalui aplikasi.
- Sinkronisasi dengan Cloud: Pastikan robot tetap terhubung ke jaringan internet untuk menyimpan data interaksi dan memperbarui model AI-nya.

#### 4. Pemeriksaan Fisik dan Mekanis

- Periksa Motor dan Aktuator: Pastikan semua bagian tubuh robot, seperti kaki dan kepala, bergerak dengan lancar tanpa hambatan.
- Bersihkan Permukaan Robot: Gunakan kain lembut untuk membersihkan bagian luar robot agar tetap terlihat bersih dan menarik.



- Cek Suara dan Getaran: Jika ada suara aneh atau getaran tidak wajar, lakukan pemeriksaan lebih lanjut melalui mode diagnostik di aplikasi.

## Troubleshooting

Masalah	Solusi
Robot tidak merespons perintah suara	Periksa koneksi mikrofon dan pastikan perintah diucapkan dengan jelas.
Robot tidak bergerak	Periksa koneksi motor dan pastikan baterai terisi penuh.
LLM tidak memberikan respons yang benar	Perbarui model LLM atau sesuaikan parameter.
Sensor tidak mendeteksi lingkungan dengan benar	Bersihkan sensor dan pastikan tidak ada penghalang.
Kamera tidak berfungsi	Pastikan koneksi kamera baik dan driver sudah terpasang.
Robot kehilangan koneksi WiFi	Periksa jaringan, pastikan sinyal kuat, dan reboot perangkat.
Robot merespons perintah dengan lambat	Optimalkan pemrosesan atau tingkatkan spesifikasi hardware.
Robot tidak bisa mengisi daya	Periksa koneksi charger dan baterai, pastikan tidak ada kabel yang rusak.

## Pengembangan Lanjutan

Agar robot anjing interaktif terus berkembang dan semakin mirip dengan hewan peliharaan sungguhan, beberapa fitur tambahan dan peningkatan performa akan diimplementasikan dalam versi mendatang.

### Integrasi Fitur Tambahan

#### 1. Pengenalan Wajah

- Robot akan mampu mengenali pemilik dan anggota keluarga melalui teknologi pengenalan wajah.
- Dapat membedakan antara orang yang dikenal dan orang asing, meningkatkan keamanan rumah.

## 2. Navigasi Otonom

- Robot akan memiliki kemampuan untuk menjelajah rumah tanpa harus dikendalikan secara manual.
- Menggunakan sensor LIDAR atau teknologi SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) untuk menghindari rintangan.

## 3. Kemampuan Belajar dan Adaptasi

- Robot akan bisa belajar dari kebiasaan pengguna dan menyesuaikan perilakunya seiring waktu.
- Memungkinkan interaksi yang lebih personal dan realistis.

## 4. Interaksi Suara yang Lebih Natural

- Peningkatan kualitas suara robot agar lebih ekspresif dan responsif.
- Menggunakan teknik Text-to-Speech (TTS) dan Natural Language Understanding (NLU) yang lebih baik.

## 5. Integrasi dengan Perangkat Rumah Pintar

- Robot dapat terhubung dengan perangkat IoT seperti lampu pintar, AC, atau kamera keamanan.
- Dapat mengontrol atau memberikan notifikasi ketika mendeteksi sesuatu yang tidak biasa di rumah.

## 6. Modul Ekspresi Emosi Berbasis LED atau Mekanik

- Ekspresi emosi robot akan lebih hidup dengan penggunaan layar LED atau aktuator mekanik untuk menampilkan berbagai ekspresi wajah.
- Contoh: Mata LED yang berubah warna sesuai emosi atau telinga yang bisa bergerak menyesuaikan suasana hati.

# Peningkatan Performa

Agar robot anjing berbasis LLM dapat beroperasi dengan lebih efisien dan responsif, berbagai peningkatan performa dilakukan dalam beberapa aspek utama, mulai dari optimasi algoritma hingga manajemen daya.

Salah satu peningkatan signifikan adalah optimasi algoritma pemrosesan data, yang bertujuan untuk mempercepat dan meningkatkan akurasi pemahaman perintah serta analisis data sensor. Dengan algoritma yang lebih efisien, robot dapat lebih cepat mengenali suara, memahami maksud pengguna, serta menyesuaikan responsnya berdasarkan kondisi lingkungan secara real-time.

Selain itu, efisiensi daya juga menjadi fokus utama, di mana sistem manajemen daya yang lebih canggih diterapkan agar robot dapat beroperasi lebih lama sebelum memerlukan pengisian ulang. Teknologi pengelolaan daya adaptif memungkinkan robot untuk menyesuaikan konsumsi energi berdasarkan tugas yang sedang dijalankan, sehingga daya dapat digunakan dengan lebih optimal.

Dalam aspek kecerdasan buatan, pengembangan model LLM yang lebih canggih menjadi prioritas. Versi terbaru dari model ini akan memiliki pemahaman bahasa

alami yang lebih baik, memungkinkan interaksi yang lebih mendalam dan alami dengan pengguna. Dengan peningkatan dalam NLP (Natural Language Processing), robot dapat memahami konteks percakapan lebih baik, merespons dengan lebih tepat, dan bahkan menangkap nuansa emosional dalam suara pengguna.

Untuk meningkatkan pengalaman pengguna, dilakukan reduksi latensi dalam respons, sehingga jeda waktu antara perintah pengguna dan aksi robot dapat diminimalkan. Hal ini dicapai melalui optimasi jalur pemrosesan data dan penggunaan teknik AI yang lebih efisien. Dengan pengurangan latensi ini, robot dapat memberikan respons yang lebih cepat dan terasa lebih alami dalam percakapan serta interaksi fisik.

Sejalan dengan peningkatan kecepatan, implementasi kompresi model AI juga dilakukan untuk mempercepat eksekusi tanpa mengorbankan akurasi. Teknik kompresi ini memungkinkan model AI yang kompleks tetap berjalan dengan lancar di perangkat robot tanpa memerlukan sumber daya pemrosesan yang terlalu besar.

Agar robot lebih mandiri dalam pemrosesan data, penggunaan edge computing semakin diperluas, mengurangi ketergantungan pada layanan cloud. Dengan pemrosesan AI yang dilakukan langsung di perangkat, robot dapat tetap berfungsi optimal bahkan dalam mode offline, tanpa perlu koneksi internet yang stabil. Hal ini sangat berguna untuk memastikan robot tetap dapat menjalankan tugas-tugas dasar seperti navigasi, respons terhadap suara, dan pemantauan lingkungan meskipun jaringan tidak tersedia.

Dengan serangkaian peningkatan ini, robot anjing berbasis LLM akan semakin cerdas, efisien, dan responsif, menjadikannya solusi yang lebih andal sebagai pendamping serta asisten dalam berbagai lingkungan.

## Lampiran

### Daftar Istilah

Istilah	Definisi
LLM	Model bahasa besar berbasis AI yang digunakan untuk memahami dan menghasilkan teks dalam interaksi dengan pengguna.
Mikrokontroler	Unit kontrol kecil yang mengelola fungsi dasar robot seperti sensor dan aktuator.

Istilah	Definisi
Aktuator	Perangkat yang mengubah sinyal listrik menjadi gerakan mekanis, seperti motor yang menggerakkan kaki atau kepala robot.
Sensor	Komponen yang mendeteksi perubahan di lingkungan, seperti kamera untuk penglihatan, mikrofon untuk suara atau sensor sentuh untuk interaksi fisik.
SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)	Teknologi yang memungkinkan robot memetakan lingkungan dan menentukan posisinya secara real-time.
Edge Computing	Pemrosesan data yang dilakukan langsung di perangkat robot tanpa bergantung pada cloud, meningkatkan kecepatan dan efisiensi.
IoT (Internet of Things)	Konsep di mana perangkat elektronik terhubung ke internet untuk berbagi data dan berinteraksi secara otomatis.
AI (Artificial Intelligence)	Teknologi kecerdasan buatan yang memungkinkan robot memahami perintah, belajar dari interaksi, dan menyesuaikan perilaku.
Computer Vision	Teknologi yang memungkinkan robot mengenali objek, wajah, dan ekspresi menggunakan kamera dan algoritma AI.
Natural Language Processing (NLP)	Cabang AI yang memungkinkan robot memahami dan merespons bahasa manusia secara alami.
Text-to-Speech (TTS)	Teknologi yang memungkinkan robot mengubah teks menjadi suara untuk komunikasi yang lebih alami.
LiDAR (Light Detection and Ranging)	Sensor yang menggunakan laser untuk memetakan lingkungan, membantu navigasi otonom.

Istilah	Definisi
Charging Station	Stasiun pengisian daya yang juga berfungsi sebagai pusat komputasi dan konektivitas untuk robot.
Mode Hemat Daya	Mode di mana robot mengurangi aktivitasnya untuk menghemat baterai saat daya rendah.
Wireless Access Point	Fungsi tambahan pada charging station yang memungkinkan robot dan perangkat lain terhubung ke jaringan WiFi.
Firmware	Perangkat lunak tertanam dalam robot yang mengontrol perangkat kerasnya.
Latency	Waktu tunda dalam respons robot setelah menerima perintah dari pengguna.
Cloud Computing	Pemrosesan data yang dilakukan di server jarak jauh, memungkinkan akses ke model AI yang lebih besar dan kompleks.
Modul Ekspresi Emosi	Sistem berbasis LED atau mekanik yang menampilkan ekspresi emosi robot seperti senang, sedih, atau penasaran.
Model Transformer	Jenis model AI yang digunakan dalam LLM untuk memahami bahasa manusia dengan lebih baik.

Kode Sumber Contoh

Python

```
import requests

# Endpoint dan parameter API Gemini (gantilah dengan yang sesuai)

url = "https://api.gemini.com/v1/endpoint"

params = {

    "param1": "value1",

    "param2": "value2"

}

# Header untuk otentikasi (jika diperlukan)

headers = {

    "Authorization": "Bearer your_api_token"

}

# Kirim permintaan GET ke Gemini API

response = requests.get(url, params=params, headers=headers)

# Periksa status code

if response.status_code == 200:

    # Parsing respon JSON
```

```
data = response.json()

# Gunakan data yang diterima

print(data)

else:

    # Tangani error

    print("Error:", response.status_code)
```

### Penjelasan:

1. **Import library `requests`:** Library ini digunakan untuk mengirim permintaan HTTP ke API.
2. **Endpoint dan parameter:** Gantilah `url` dengan endpoint Gemini API yang sesuai dan `params` dengan parameter yang diperlukan oleh API tersebut.
3. **Header:** Jika Gemini API memerlukan otentikasi, tambahkan header `Authorization` dengan token API Anda.
4. **Kirim permintaan GET:** Gunakan `requests.get` untuk mengirim permintaan GET ke API dengan URL, parameter, dan header yang telah ditentukan.
5. **Periksa status code:** Pastikan status code adalah 200 (OK) sebelum memproses respons.
6. **Parsing respons JSON:** Gunakan `response.json()` untuk mengonversi respons JSON menjadi dictionary Python.
7. **Tangani error:** Jika terjadi error (status code bukan 200), tangani error dengan cara yang sesuai.

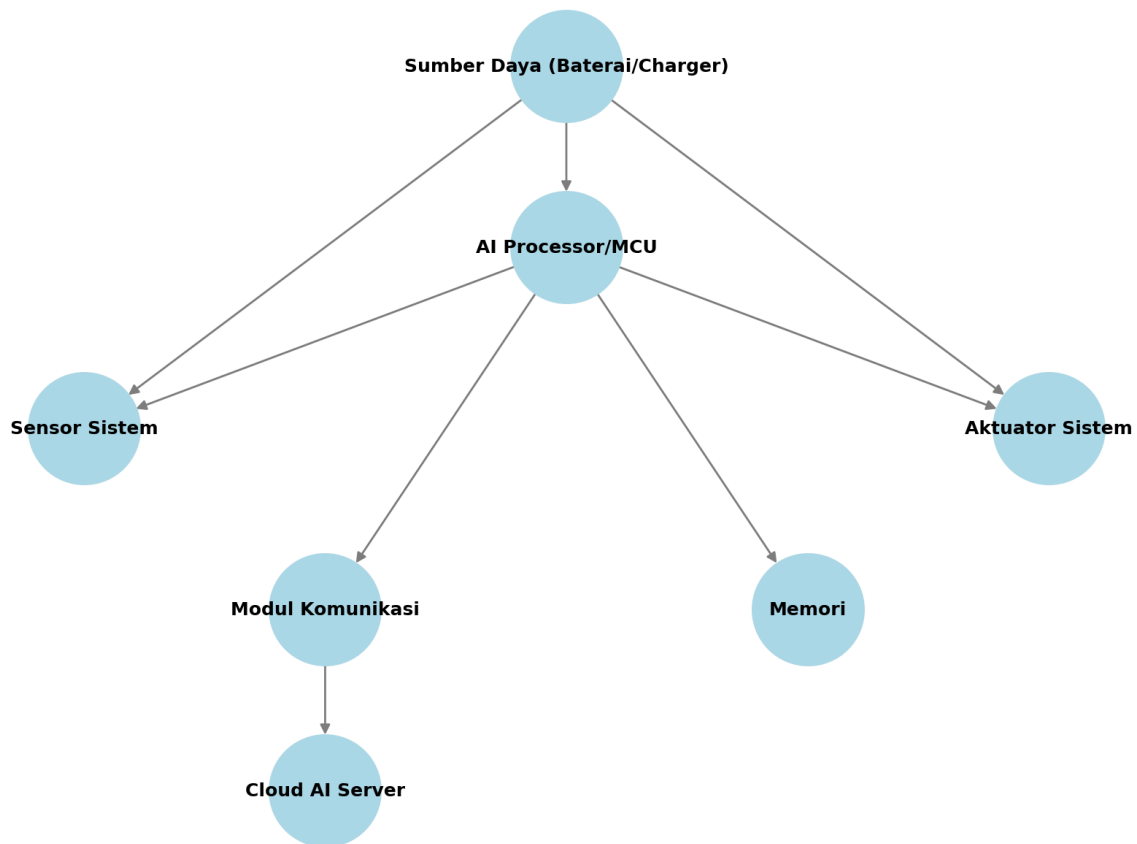
### Penting:

- Pastikan Anda telah membaca dan memahami dokumentasi Gemini API untuk mengetahui endpoint, parameter, metode otentikasi, dan struktur data respons yang benar.
- Gantilah placeholder `url`, `params`, dan `headers` dengan nilai yang sesuai untuk Gemini API.



# Diagram Rangkaian Listrik

Diagram Rangkaian Listrik Robot Anjing Berbasis LLM



## Penjelasan Alur Kerja:

### 1. Sumber Daya (Baterai/Charger)

- Memberikan daya ke seluruh sistem, termasuk **AI Processor/MCU**, **sensor**, dan **aktuator**.
- Secara otomatis mengisi ulang daya saat robot berada di charging station.

### 2. AI Processor/MCU (Mikrokontroler/Unit Pemrosesan AI)

- Berfungsi sebagai pusat kontrol yang mengelola semua komponen.
- Menerima data dari **sensor sistem** dan memprosesnya.
- Mengontrol **aktuator sistem** berdasarkan perintah pengguna atau kondisi lingkungan.

### 3. Sensor Sistem (Kamera, LiDAR, Mikrofon, Sensor Sentuh, Sensor Proksimitas)

- Mengumpulkan informasi dari lingkungan sekitar robot.
- Mengirimkan data ke **AI Processor/MCU** untuk diproses.

#### 4. Aktuator Sistem (Motor Servo, Speaker, Lengan Mekanik)

- Digerakkan berdasarkan perintah dari **AI Processor/MCU**.
- Digunakan untuk pergerakan robot, pengeluaran suara, dan interaksi fisik dengan lingkungan.

#### 5. Modul Komunikasi (WiFi, Bluetooth, Cloud AI Server)

- Memungkinkan robot untuk terhubung dengan jaringan, perangkat lain, atau cloud untuk pemrosesan tambahan.
- Jika tidak ada koneksi internet, robot tetap bisa berfungsi dalam mode offline.

#### 6. Memori (Flash/SD Card)

- Menyimpan data penting seperti log percakapan, model AI, dan pengaturan sistem.

### Struktur Database

**Nama Tabel:** `user_interactions`

```
CREATE TABLE user_interactions (  
    interaction_id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,  
    user_id INTEGER NOT NULL,  
    timestamp TEXT DEFAULT (DATETIME('now')),  
    input_text TEXT NOT NULL,  
    response_text TEXT NOT NULL,  
    sentiment TEXT CHECK(sentiment IN ('Positive', 'Neutral', 'Negative')) NOT  
NULL,  
    mode TEXT CHECK(mode IN ('Online', 'Offline')) NOT NULL,  
    language TEXT CHECK(language IN ('Indonesia', 'English')) NOT NULL,  
    response_time_ms INTEGER NOT NULL,  
    context_tag TEXT CHECK(context_tag IN ('Perintah', 'Obrolan Santai',  
'Pengingat', 'Permintaan Bantuan')) NOT NULL  
);
```

**Contoh data sintetis:**

```
INSERT INTO dog_robot_interactions (user_id, timestamp, command_text,
response_text, emotion, mode, action, response_time_ms, context_tag)
```

```
VALUES
```

```
(101, '2024-03-17 12:30:45', 'Ayo bermain!', 'Aku siap bermain!', 'Senang', 'Normal',
'Berputar', 120, 'Interaksi Sosial'),
```

```
(102, '2024-03-17 12:32:10', 'Jaga rumah.', 'Mode penjaga diaktifkan. Aku akan tetap
waspada.', 'Waspada', 'Penjaga', 'Menggonggong', 150, 'Keamanan'),
```

```
(103, '2024-03-17 12:35:20', 'Duduk!', 'Baik, aku duduk sekarang.', 'Santai', 'Normal',
'Duduk', 100, 'Perintah Langsung'),
```

```
(104, '2024-03-17 12:40:00', 'Apa kabar?', 'Aku baik! Bagaimana denganmu?',
'Senang', 'Normal', 'Menggonggong', 90, 'Interaksi Sosial'),
```

```
(105, '2024-03-17 12:45:30', 'Menari!', 'Lihat aku menari! *Berputar-putar*',
'Bersemangat', 'Hiburan', 'Menari', 110, 'Hiburan'),
```

```
(106, '2024-03-17 12:50:05', 'Jangan dekati tamu asing!', 'Aku akan tetap siaga dan
menggonggong jika perlu.', 'Waspada', 'Penjaga', 'Menggonggong', 180,
'Keamanan'),
```

```
(107, '2024-03-17 12:52:45', 'Ikuti aku!', 'Baik, aku akan mengikutimu ke mana pun.',
'Penasaran', 'Normal', 'Mengikuti', 95, 'Perintah Langsung'),
```

```
(108, '2024-03-17 12:55:30', 'Aku sedih.', 'Aku di sini untukmu.', 'Santai', 'Normal',
'Duduk', 130, 'Interaksi Sosial'),
```

```
(109, '2024-03-17 12:58:20', 'Latihan menggonggong.', 'Aku akan mencoba! Woof!
Woof!', 'Bersemangat', 'Pelatihan', 'Menggonggong', 140, 'Pelatihan'),
```

```
(110, '2024-03-17 13:00:00', 'Berputar!', 'Baik! Aku akan berputar sekarang.',
'Senang', 'Normal', 'Berputar', 115, 'Perintah Langsung');
```

## Kesimpulan

Dokumentasi ini memberikan panduan teknis yang komprehensif dalam pengembangan dan pemeliharaan robot anjing berbasis LLM. Dengan mengintegrasikan teknologi canggih seperti NLP, pengenalan wajah, navigasi otonom, dan pembelajaran adaptif, robot ini dapat berfungsi sebagai pendamping interaktif yang cerdas dan responsif.

Ke depannya, pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan performa, optimasi daya, dan ekspansi fitur agar robot semakin efisien dan dapat

berinteraksi dengan lingkungan secara lebih alami. Dengan pendekatan yang tepat, teknologi ini berpotensi menghadirkan inovasi signifikan dalam dunia robotika dan kecerdasan buatan.