

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritis

1. Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan suatu proses perencanaan dan pembuatan sistem untuk memenuhi kebutuhan tertentu. Proses ini melibatkan tahapan analisis, perancangan, implementasi, serta pengujian. Menurut Ramdani et al. (2024), rancang bangun adalah suatu kegiatan yang meliputi proses desain, implementasi, dan pengujian suatu sistem. Selain itu, rancang bangun juga mencakup proses pengembangan sistem secara sistematis mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi sistem. rancang bangun tidak hanya berfokus pada pembuatan, tetapi juga pada perencanaan yang matang.

Definisi tersebut diperkuat oleh pendapat yang dikemukakan dalam buku teks rekayasa perangkat lunak. Menurut Rosa A. S. dan Shalahuddin (2013, hlm. 23), “Desain atau perancangan merupakan upaya untuk mengonstruksi sebuah sistem yang memberikan kepuasan (mungkin informal) akan spesifikasi kebutuhan fungsional, memenuhi target, memenuhi kebutuhan secara implisit atau eksplisit dari segi performansi maupun penggunaan sumber daya, serta memenuhi batasan pada proses desain dari segi biaya, waktu, dan perangkat.” Kutipan tersebut menegaskan bahwa rancang bangun tidak hanya berkaitan dengan pembuatan sistem,

tetapi juga mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan fungsional serta batasan sumber daya, biaya, dan waktu dalam proses perancangannya.

Pendapat tersebut sejalan dengan kajian yang menyebutkan bahwa rancang bangun sistem merupakan kegiatan yang mencakup proses perancangan menggunakan pemodelan terstruktur hingga pembangunan sistem yang siap diimplementasikan kepada pengguna, dan harus dilakukan secara sistematis untuk memastikan sistem yang dibangun dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa rancang bangun adalah suatu proses perencanaan, perancangan, dan pembangunan sistem secara terstruktur yang melibatkan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak untuk menghasilkan sistem yang fungsional sesuai kebutuhan pengguna.

Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa rancang bangun dalam penelitian ini digunakan untuk mengembangkan *smart glove* berbasis *IoT* sebagai media penerjemah bahasa isyarat, yang melibatkan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak secara terstruktur, direncanakan secara matang, serta memenuhi kebutuhan fungsional maupun batasan sumber daya, biaya, dan waktu, sehingga sistem dapat bekerja secara optimal sesuai kebutuhan pengguna.

2. Smart Glove

Smart glove atau sarung tangan pintar merupakan perangkat *wearable* yang dilengkapi dengan sensor-sensor elektronik untuk mendeteksi dan merekam gerakan tangan secara *real-time*. Perangkat ini memanfaatkan berbagai jenis sensor seperti *flex sensor*, *accelerometer*, dan *gyroscope* yang terpasang pada sarung tangan untuk mengumpulkan data pergerakan jari dan posisi tangan. Menurut Biju et al. (2023), *smart glove* adalah perangkat berbasis sensor yang mampu mengenali pola gerakan tangan dan menerjemahkannya menjadi sinyal digital yang dapat diproses lebih lanjut oleh sistem komputer. Dapat disimpulkan bahwa *smart glove* berperan sebagai antarmuka yang mengubah gerakan fisik tangan menjadi data digital yang siap diolah lebih lanjut oleh sistem.

Pengembangan *smart glove* dalam bidang teknologi asistif terus mengalami kemajuan yang pesat seiring dengan semakin terjangkaunya komponen elektronik. *Smart glove* banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan bahasa isyarat, rehabilitasi medis, kontrol robot, serta antarmuka realitas virtual. Menurut Dalal et al. (2024), penerapan *smart glove* pada sistem penerjemah bahasa isyarat terbukti mampu menghasilkan akurasi pengenalan gestur yang cukup tinggi apabila dikombinasikan dengan algoritma klasifikasi yang tepat. Dapat disimpulkan bahwa keberhasilan *smart glove* sebagai penerjemah bahasa isyarat sangat bergantung pada ketepatan algoritma klasifikasi yang digunakan untuk mengolah data sensor.

Menurut Shahid et al. (2025), *smart glove* berbasis IoT merupakan pengembangan lebih lanjut dari *smart glove* konvensional yang memiliki kemampuan untuk mengirimkan data secara nirkabel ke perangkat lain seperti *smartphone* atau komputer. Integrasi teknologi IoT pada *smart glove* memungkinkan sistem untuk beroperasi secara *real-time* dan memberikan umpan balik segera kepada pengguna. Dapat disimpulkan bahwa penambahan aspek IoT pada *smart glove* konvensional memungkinkan sistem terhubung secara nirkabel sehingga mampu memberikan respons secara langsung kepada pengguna.

Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa *smart glove* dalam penelitian ini merupakan perangkat *wearable* berbasis sensor dan IoT yang mengubah gerakan tangan menjadi data digital, mengklasifikasikannya menggunakan algoritma yang tepat, serta mengirimkannya secara nirkabel dan *real-time*, sehingga dapat digunakan sebagai media penerjemah bahasa isyarat menjadi output teks dan suara.

3. Bahasa Isyarat

Bahasa isyarat merupakan sistem komunikasi visual-gestural yang menggunakan gerakan tangan, ekspresi wajah, dan posisi tubuh sebagai media penyampaian pesan. Bahasa isyarat merupakan bahasa yang lengkap dan kompleks dengan tata bahasa serta kosakata tersendiri yang berbeda dengan bahasa lisan. Menurut Koulouras et al. (2025), bahasa isyarat adalah sistem komunikasi utama yang digunakan oleh komunitas tuna wicara dan tuna rungu dalam berinteraksi satu sama lain maupun dengan masyarakat

sekitar. Dapat disimpulkan bahwa bahasa isyarat merupakan bahasa yang setara dengan bahasa lisan karena memiliki tata bahasa dan kosakata tersendiri, sehingga penerjemahannya memerlukan pemahaman visual-gestural yang tepat.

Di Indonesia, terdapat dua sistem bahasa isyarat yang umum digunakan yaitu Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Abjad jari merupakan komponen dasar dalam bahasa isyarat yang merepresentasikan setiap huruf alfabet menggunakan konfigurasi jari tangan tertentu. Menurut Kurundkar et al. (2024), abjad jari dalam bahasa isyarat mencakup 26 huruf dari A hingga Z yang masing-masing memiliki bentuk tangan yang unik dan dapat dibedakan berdasarkan pola tekukan jari. Dapat disimpulkan bahwa abjad jari menjadi unit dasar yang paling memungkinkan untuk dikenali secara otomatis oleh sistem sensor, karena setiap huruf memiliki bentuk tangan yang unik dan dapat dibedakan.

Pengenalan abjad jari bahasa isyarat secara otomatis menggunakan teknologi sensor menjadi topik penelitian yang terus berkembang. Pendekatan berbasis sensor seperti *flex sensor* dan *accelerometer* dinilai lebih praktis dan terjangkau dibandingkan pendekatan berbasis kamera untuk aplikasi portabel. Menurut Biju et al. (2023), sistem pengenalan abjad jari berbasis sensor yang terpasang pada sarung tangan mampu mengidentifikasi gerakan tangan dengan akurasi yang memadai untuk aplikasi komunikasi sehari-hari. Dapat disimpulkan bahwa pendekatan

berbasis sensor merupakan solusi yang tepat untuk mengenali abjad jari bahasa isyarat secara otomatis, karena lebih praktis dan tidak bergantung pada kondisi pencahayaan seperti pendekatan berbasis kamera.

Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa bahasa isyarat dalam penelitian ini difokuskan pada abjad jari huruf A hingga Z yang dikenali menggunakan pendekatan berbasis sensor, sehingga dapat diterjemahkan secara otomatis menjadi output teks dan suara pada aplikasi Android.

4. Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau yang sering disingkat dengan IoT merupakan teknologi modern yang dikembangkan untuk memperluas pemanfaatan konektivitas internet yang selalu terhubung. Teknologi ini menghubungkan berbagai perangkat atau objek di lingkungan sekitar sehingga dapat berkomunikasi satu sama lain dan membantu mempermudah berbagai aktivitas manusia secara lebih efisien (Selay et al., 2022).

Istilah *Internet of Things* terdiri dari dua kata utama, yaitu *internet* yang berfungsi sebagai media koneksi jaringan dan *things* yang mengacu pada objek atau perangkat yang terhubung dalam sistem tersebut. Dengan konsep ini, perangkat mampu mengumpulkan data, mengirimkannya melalui jaringan, serta memungkinkan perangkat lain untuk mengakses informasi tersebut tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia ataupun dari manusia ke komputer (Selay et al., 2022). Dapat disimpulkan

bahwa *IoT* memungkinkan pertukaran data antar perangkat berlangsung secara otomatis tanpa memerlukan intervensi langsung dari manusia.

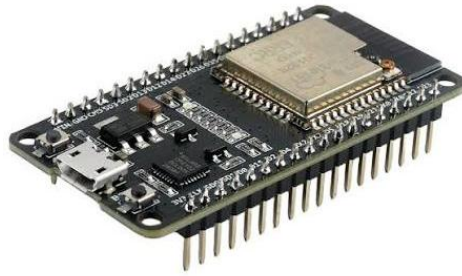
Menurut Ariwibowo (2025), *Internet of Things (IoT)* merupakan teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat elektronik terhubung melalui jaringan untuk melakukan pengelolaan serta pemantauan data secara jarak jauh sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam berbagai aktivitas. Dapat disimpulkan bahwa *IoT* memungkinkan pengelolaan serta pemantauan perangkat secara jarak jauh sehingga meningkatkan efisiensi berbagai aktivitas.

Menurut Mphale et al. (2024), *IoT* merupakan konsep yang memungkinkan objek fisik apa pun untuk selalu dapat diakses kapan saja, dari mana saja, oleh siapa saja, melalui aplikasi apa pun, dan melalui jaringan apa pun, karena telah dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, serta konektivitas jaringan. Dapat disimpulkan bahwa definisi ini menegaskan sifat *IoT* yang universal dan selalu terhubung tanpa batasan waktu maupun tempat. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa *IoT* dalam penelitian ini dimanfaatkan untuk menghubungkan ESP32, *flex sensor*, dan MPU-6050 pada *smart glove* agar dapat mengumpulkan dan mengirimkan data gestur bahasa isyarat secara otomatis dan *real-time* ke aplikasi Android tanpa memerlukan intervensi manual dari pengguna.

5. ESP32

Menurut Kurundkar et al. (2024), ESP32 adalah salah satu platform yang efisien dan ekonomis untuk pengembangan aplikasi Internet of Things (IoT). Mikrokontroler ini dikembangkan oleh Espressif Systems dan memiliki berbagai fitur yang mendukung implementasi sistem berbasis IoT. Beberapa keunggulan yang dimiliki ESP32 antara lain prosesor *dual-core* Xtensa LX6, konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang telah terintegrasi, jumlah pin GPIO yang cukup banyak, serta konsumsi daya yang relatif rendah. Dapat disimpulkan bahwa ESP32 dipilih sebagai mikrokontroler utama dalam berbagai sistem IoT karena efisiensi biaya serta kelengkapan fitur konektivitas dan pemrosesan yang dimilikinya.

ESP32 dilengkapi dengan konverter analog ke digital (ADC) dengan resolusi 12-bit yang mampu membaca nilai dari sensor analog seperti *flex sensor* secara akurat. Kemampuan Bluetooth Low Energy (BLE) yang terintegrasi memungkinkan ESP32 untuk berkomunikasi langsung dengan perangkat Android tanpa memerlukan modul tambahan. Menurut Abdillah et al. (2026), ESP32 merupakan mikrokontroler yang sangat cocok digunakan pada sistem *embedded* yang membutuhkan kemampuan pemrosesan data sekaligus koneksi nirkabel dalam satu perangkat yang kompak. Dapat disimpulkan bahwa kemampuan ADC dan BLE pada ESP32 menjadikannya mikrokontroler yang tepat untuk sistem *embedded* yang membutuhkan pembacaan sensor analog sekaligus komunikasi nirkabel dalam satu perangkat.



Gambar 2. 1 Esp32 Dev Kit

Menurut Pangarkar et al. (2025), ESP32 memiliki keunggulan berupa konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi yang menjadikannya solusi optimal untuk berbagai aplikasi *IoT* yang membutuhkan pemrosesan efisien dan komunikasi nirkabel sekaligus dalam satu modul. Dapat disimpulkan bahwa integrasi konektivitas nirkabel pada ESP32 menjadikannya pilihan yang optimal untuk sistem IoT yang membutuhkan pemrosesan data sekaligus komunikasi dalam satu modul yang kompak.

Dalam konteks pengembangan *smart glove*, ESP32 berperan sebagai pusat pengolahan data yang menerima input dari lima buah *flex sensor*, memproses data tersebut untuk mengklasifikasikan gestur bahasa isyarat, kemudian mengirimkan hasil klasifikasi ke aplikasi Android melalui koneksi Bluetooth BLE. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa ESP32 dipilih sebagai mikrokontroler utama dalam penelitian ini karena efisiensi biaya, kelengkapan fitur ADC dan BLE, serta kemampuannya memproses data sensor sekaligus mengirimkan hasil klasifikasi gestur secara nirkabel ke aplikasi Android dalam satu perangkat yang kompak.

6. Flex Sensor

Flex sensor adalah sensor yang dapat mendeteksi perubahan kelengkungan atau tekukan pada suatu permukaan. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi listrik, di mana nilai resistansi sensor akan berubah sesuai dengan tingkat tekukan yang diberikan. Semakin besar sudut tekukan pada sensor, semakin tinggi nilai resistansi yang dihasilkan. Menurut Saggio et al. (2020), *flex sensor* menggunakan material resistif khusus yang sensitif terhadap perubahan bentuk sehingga mampu menghasilkan pembacaan yang konsisten pada berbagai sudut tekukan. Dapat disimpulkan bahwa *flex sensor* mampu memberikan pembacaan yang konsisten terhadap perubahan tekukan karena menggunakan material resistif yang sensitif terhadap perubahan bentuk.

Flex sensor tersedia dalam berbagai ukuran, dengan ukuran 2.2 inci yang umum digunakan untuk pemasangan pada jari tangan manusia. Sensor ini memiliki kisaran nilai resistansi antara 10 kOhm dalam kondisi lurus hingga 35 kOhm dalam kondisi tekuk penuh, bergantung pada jenis dan spesifikasi sensor yang digunakan. Dalam rangkaian elektronik, *flex sensor* biasanya dikonfigurasi dalam rangkaian pembagi tegangan bersama resistor tetap sehingga perubahan resistansi dapat dikonversi menjadi perubahan tegangan yang dapat dibaca oleh pin ADC mikrokontroler (Koulouras et al., 2025). Dapat disimpulkan bahwa penggunaan rangkaian pembagi tegangan pada *flex sensor* memungkinkan perubahan resistansi akibat tekukan jari dikonversi menjadi data tegangan yang dapat dibaca oleh mikrokontroler.



Gambar 2. 2 Flex Sensor

Menurut Dalal et al. (2024), pemasangan *flex sensor* pada masing-masing jari sarung tangan memungkinkan sistem untuk membaca pola tekukan seluruh jari tangan secara simultan. Kombinasi nilai-nilai resistansi dari kelima sensor yang terpasang pada ibu jari, telunjuk, tengah, manis, dan kelingking membentuk sebuah vektor data yang unik untuk setiap gestur tangan. Dapat disimpulkan bahwa pemasangan flex sensor pada setiap jari memungkinkan sistem mengenali gestur tangan secara lebih akurat melalui kombinasi vektor data dari kelima sensor tersebut.

Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa flex sensor dalam penelitian ini berfungsi sebagai komponen utama untuk membaca dan mengonversi tekukan jari menjadi data tegangan yang membentuk vektor data unik bagi setiap gestur bahasa isyarat.

7. Bluetooth Low Energy (BLE)

Bluetooth Low Energy (BLE) merupakan teknologi komunikasi nirkabel jarak pendek yang dirancang untuk konsumsi daya yang sangat rendah dibandingkan Bluetooth klasik. BLE beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz ISM band dan mendukung jarak komunikasi hingga 100 meter dalam kondisi ideal. Menurut Shahid et al. (2025), BLE sangat cocok digunakan

pada perangkat IoT yang bersumber daya baterai karena mampu menjaga koneksi aktif dengan konsumsi arus yang sangat kecil. Dapat disimpulkan bahwa BLE merupakan pilihan komunikasi nirkabel yang tepat untuk perangkat IoT bersumber daya baterai karena konsumsinya yang sangat kecil.

Teknologi BLE menggunakan arsitektur GATT (Generic Attribute Profile) untuk mendefinisikan cara data dipertukarkan antara perangkat. Pada sistem *smart glove*, ESP32 berperan sebagai server BLE yang menyediakan karakteristik data hasil pembacaan sensor, sementara aplikasi Android berperan sebagai *client* yang secara periodik menerima notifikasi data dari ESP32 (Kurundkar et al., 2024). Dapat disimpulkan bahwa arsitektur GATT pada BLE memungkinkan ESP32 dan aplikasi Android saling bertukar data sensor secara terstruktur melalui mekanisme server-client. Berdasarkan kedua pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa BLE dalam penelitian ini dipilih sebagai media komunikasi antara *smart glove* dan aplikasi Android karena konsumsinya yang rendah serta kemampuannya menyalurkan data sensor secara terstruktur melalui arsitektur GATT, sehingga sesuai dengan kebutuhan perangkat *wearable* bersumber daya baterai.

8. Aplikasi Android

Android merupakan sistem operasi *mobile* berbasis Linux yang dikembangkan oleh Google dan saat ini menjadi platform *mobile* paling banyak digunakan di seluruh dunia. Menurut Kurniawan et al. (2025),

Android Studio merupakan lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) resmi untuk pengembangan aplikasi Android yang menyediakan berbagai fitur seperti *emulator*, *debugger*, dan *tools profiling* yang memudahkan proses pengembangan aplikasi. Dapat disimpulkan bahwa Android Studio menjadi alat pengembangan yang tepat untuk membangun aplikasi Android karena kelengkapan fitur emulator, debugger, dan tools profiling yang disediakan.

Menurut Menurut Diantoni et al. (2024), arsitektur aplikasi Android yang baik memisahkan logika bisnis, pengelolaan data, dan tampilan antarmuka ke dalam komponen-komponen yang terstruktur. Dalam konteks aplikasi penerjemah bahasa isyarat, pemisahan ini memungkinkan sistem untuk mengelola koneksi Bluetooth, memproses data sensor yang diterima, serta menampilkan hasil terjemahan dan mengaktifkan output suara secara bersamaan tanpa mengurangi responsivitas antarmuka pengguna. Dapat disimpulkan bahwa pemisahan arsitektur aplikasi menjadi komponen-komponen terstruktur memungkinkan aplikasi penerjemah bahasa isyarat tetap responsif meskipun menjalankan beberapa proses secara bersamaan. Berdasarkan panduan resmi arsitektur aplikasi dari Android Developers, aplikasi Android yang baik menerapkan prinsip pemisahan tanggung jawab (*separation of concerns*) dan aliran data satu arah (*unidirectional data flow*) agar aplikasi lebih mudah diuji, dipelihara, dan dikembangkan lebih lanjut (Android Developers, n.d.). Dapat disimpulkan bahwa penerapan prinsip pemisahan tanggung jawab dan aliran data satu arah menjadikan aplikasi

Android lebih mudah diuji dan dipelihara dalam jangka panjang. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa aplikasi Android dalam penelitian ini dibangun menggunakan Android Studio dengan arsitektur yang terstruktur, sehingga mampu mengelola koneksi Bluetooth, memproses data sensor, serta menampilkan teks dan suara secara bersamaan tanpa mengurangi responsivitas antarmuka pengguna.

9. Text-to-Speech (TTS)

Text-to-Speech (TTS) merupakan teknologi sintesis suara yang mampu mengubah teks tertulis menjadi output suara yang dapat didengar secara langsung. Menurut Ahmad dan Rashid (2024), TTS telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir sehingga menghasilkan suara yang semakin mendekati ucapan manusia alami dengan intonasi dan ritme yang lebih natural. Dapat disimpulkan bahwa perkembangan teknologi TTS menghasilkan suara yang semakin natural, sehingga sesuai digunakan sebagai media output komunikasi bagi pengguna..

Android menyediakan *API Text-to-Speech* bawaan yang dapat diakses langsung oleh pengembang aplikasi tanpa memerlukan layanan eksternal atau koneksi internet. Dalam sistem *smart glove*, TTS berperan sebagai komponen output yang menerjemahkan teks hasil pengenalan bahasa isyarat menjadi suara yang dapat langsung didengar oleh lawan bicara, sehingga komunikasi berlangsung lebih alami (Shahid et al., 2025). Dapat disimpulkan bahwa penggunaan *API Text-to-Speech* bawaan Android memungkinkan sistem menghasilkan output suara secara langsung tanpa

memerlukan koneksi internet, sehingga komunikasi dengan lawan bicara dapat berlangsung lebih praktis dan alami. Menurut Kaur dan Singh (2023), teknologi *text-to-speech* telah berevolusi dari pendekatan konvensional seperti sintesis formant dan konkatenatif menuju pendekatan berbasis *deep learning* yang mampu menghasilkan suara sintetis dengan tingkat kealamian yang jauh lebih tinggi. Dapat disimpulkan bahwa perkembangan metode sintesis suara menuju pendekatan berbasis *deep learning* menjadikan output TTS semakin natural sehingga nyaman digunakan sebagai media komunikasi. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa TTS dalam penelitian ini berperan sebagai komponen output akhir yang mengubah hasil terjemahan bahasa isyarat menjadi suara yang natural dan dapat langsung dipahami lawan bicara tanpa memerlukan koneksi internet.

10. MPU-6050

MPU-6050 merupakan modul sensor yang mengintegrasikan *accelerometer* tiga sumbu dan *gyroscope* tiga sumbu dalam satu chip menggunakan teknologi MEMS (Micro Electro Mechanical Systems). Sensor ini dikembangkan oleh InvenSense dan menggunakan antarmuka komunikasi I2C untuk terhubung dengan mikrokontroler. Menurut Kurundkar et al. (2024), MPU-6050 mampu mengukur percepatan linier pada sumbu X, Y, dan Z serta kecepatan sudut rotasi secara bersamaan. Dapat disimpulkan bahwa MPU-6050 mampu memberikan data orientasi

dan pergerakan tangan secara lengkap karena mengintegrasikan accelerometer dan gyroscope dalam satu modul sensor.

Dalam sistem *smart glove*, MPU-6050 berperan sebagai sensor pelengkap yang memperkaya data input selain *flex sensor*. Menurut Dalal et al. (2024), integrasi MPU-6050 dengan *flex sensor* pada *smart glove* secara signifikan meningkatkan akurasi pengenalan gestur dibandingkan sistem yang hanya menggunakan *flex sensor* saja, terutama untuk gestur-gestur yang melibatkan perbedaan posisi pergelangan tangan (misalnya huruf M dan N). Dapat disimpulkan bahwa integrasi MPU-6050 dengan flex sensor diperlukan untuk membedakan gestur-gestur yang memiliki konfigurasi jari mirip namun berbeda posisi pergelangan tangan, sehingga akurasi pengenalan gestur dapat meningkat.



Gambar 2. 3 Modul MPU-6050

Menurut Dhanush dan Rani (2025), sensor MPU-6050 yang dihubungkan melalui protokol komunikasi I2C mampu memberikan data pergerakan yang akurat secara *real-time* pada sistem berbasis mikrokontroler, sehingga banyak diterapkan pada sistem deteksi gerakan maupun orientasi tubuh. Dapat disimpulkan bahwa komunikasi I2C pada MPU-6050 memungkinkan sistem memperoleh data pergerakan secara

akurat dan real-time sehingga andal digunakan pada sistem berbasis mikrokontroler. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa MPU-6050 dalam penelitian ini berfungsi sebagai sensor pelengkap yang berperan penting dalam meningkatkan akurasi pengenalan gestur bahasa isyarat, khususnya untuk huruf-huruf yang memiliki konfigurasi jari mirip.

11. Resistor

Resistor merupakan komponen elektronik pasif yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran arus listrik dalam suatu rangkaian. Dalam sistem *smart glove*, resistor digunakan untuk membentuk rangkaian pembagi tegangan bersama *flex sensor*. Menurut Saggio et al. (2020), penggunaan resistor tetap yang dipasangkan dengan *flex sensor* dalam konfigurasi rangkaian pembagi tegangan merupakan pendekatan umum yang diterapkan pada berbagai sistem sarung tangan sensor untuk pengenalan bahasa isyarat, guna mengonversi perubahan resistansi akibat tekukan jari menjadi data tegangan yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Dapat disimpulkan bahwa konfigurasi rangkaian pembagi tegangan menggunakan resistor tetap berperan penting dalam mengubah perubahan resistansi *flex sensor* menjadi data tegangan yang siap diproses oleh sistem.



Gambar 2. 4 Resistor 10 ohm

Menurut Tang et al. (2022), rangkaian pembagi tegangan berbasis resistor banyak digunakan pada berbagai sistem sensor karena kesederhanaan implementasinya, meskipun akurasi pembacaannya perlu diperhatikan seiring waktu akibat toleransi dan penuaan komponen resistor. Dapat disimpulkan bahwa meskipun sederhana, rangkaian pembagi tegangan berbasis resistor tetap memerlukan pemilihan nilai resistor yang tepat agar akurasi pembacaan tetap terjaga. Berdasarkan dokumentasi teknis Texas Instruments, nilai resistor pada rangkaian pembagi tegangan perlu dipilih dengan mempertimbangkan keseimbangan antara konsumsi arus dan akurasi pembacaan tegangan oleh mikrokontroler (Texas Instruments, n.d.). Dapat disimpulkan bahwa pemilihan nilai resistor pada rangkaian pembagi tegangan perlu mempertimbangkan keseimbangan antara konsumsi arus dan akurasi pembacaan sinyal. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi rangkaian pembagi tegangan menggunakan resistor tetap berperan penting dalam mengonversi perubahan resistansi *flex sensor* menjadi data tegangan yang akurat dan siap diproses oleh sistem. Pada penelitian ini, digunakan resistor dengan nilai 10 kOhm untuk setiap rangkaian pembagi tegangan *flex sensor*, karena nilai tersebut memberikan pembagian tegangan yang optimal pada rentang tekukan jari normal berdasarkan hasil pengujian awal. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan resistor 10 kOhm pada penelitian ini menghasilkan pembagian tegangan yang optimal sehingga variasi tekukan jari pada rentang gerak normal dapat terbaca secara akurat dan siap diproses oleh sistem *smart glove*.

12. Baterai Lithium 18650

Baterai Baterai Lithium-ion 18650 merupakan jenis baterai isi ulang berbentuk silinder dengan diameter 18 mm dan panjang 65 mm yang menggunakan senyawa litium sebagai media penghantar ion. Menurut Shahid et al. (2025), baterai lithium-ion banyak dipilih sebagai sumber daya untuk perangkat wearable dan IoT karena densitas energi yang tinggi serta kemampuan pengisian ulang yang baik. Baterai 18650 umumnya memiliki tegangan nominal 3,7 volt per sel dengan tegangan pengisian penuh sebesar 4,2 volt dan kapasitas berkisar 2.000–3.500 mAh. Menurut Wang dan Bruce (2022), baterai berbasis litium menjadi pilihan utama untuk perangkat portabel karena rasio energi terhadap berat yang tinggi, meskipun faktor keamanan dan siklus pengisian tetap perlu diperhatikan dalam desainnya. Dapat disimpulkan bahwa keunggulan rasio energi terhadap berat pada baterai lithium-ion 18650 menjadikannya pilihan utama untuk perangkat wearable, namun tetap memerlukan perhatian pada aspek keamanan dan siklus pengisian. Berdasarkan spesifikasi teknis umum baterai lithium-ion, tegangan nominal 3,7 V dengan tegangan pengisian penuh 4,2 V per sel menjadi standar yang digunakan pada berbagai modul pengisian daya seperti TP4056 (A&S Power, n.d.). Dapat disimpulkan bahwa kesesuaian spesifikasi tegangan baterai lithium-ion 18650 dengan modul pengisian daya standar seperti TP4056 memudahkan integrasinya pada sistem elektronik portabel.



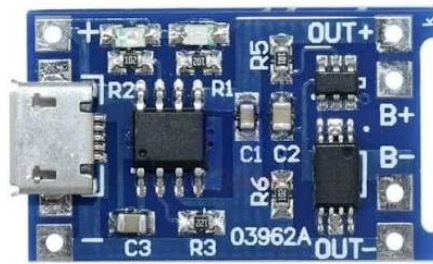
Gambar 2. 5 Baterai Lithium 18650

Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa baterai lithium-ion 18650 merupakan sumber daya yang sesuai untuk perangkat wearable seperti smart glove karena densitas energinya yang tinggi dan kemampuan isi ulangnya. Pada penelitian ini, digunakan baterai Li-ion 18650 3,7 V sebagai sumber daya utama sistem smart glove yang dipasangkan pada sarung tangan.

13. Modul TP4056

TP4056 merupakan *integrated circuit* (IC) pengisi daya baterai Lithium yang dirancang khusus untuk baterai sel tunggal dengan tegangan 4.2 volt. IC ini mengimplementasikan algoritma pengisian daya CC/CV (Constant Current / Constant Voltage). Modul TP4056 dilengkapi dengan fitur proteksi baterai yang mencakup perlindungan terhadap *overcharge*, *overdischarge*, serta hubungan arus pendek (Koulouras et al., 2025). Berdasarkan datasheet resmi TP4056 yang diterbitkan produsen, IC ini menetapkan tegangan pengisian tetap pada 4,2 V dengan arus pengisian yang dapat diprogram melalui satu resistor eksternal, sehingga mempermudah penyesuaian terhadap kapasitas baterai yang digunakan

(Nanjing Top Power ASIC Corp, n.d.). Dapat disimpulkan bahwa kemudahan pengaturan arus pengisian melalui satu resistor eksternal menjadikan TP4056 praktis diterapkan pada berbagai kapasitas baterai Lithium.

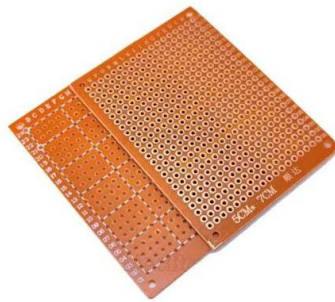


Gambar 2. 6 Resistor 10ohm

Menurut Hartoyo (2022), modul TP4056 umum digunakan sebagai unit pengisian daya pada perangkat berbasis baterai Lithium karena kemudahan pemasangan serta indikator LED yang membantu memantau status pengisian secara langsung. Dapat disimpulkan bahwa indikator LED pada modul TP4056 memudahkan pemantauan status pengisian baterai secara praktis tanpa memerlukan alat ukur tambahan. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul TP4056 diperlukan untuk menjaga keamanan dan keawetan baterai Li-Po melalui algoritma pengisian daya serta fitur proteksinya. Pada penelitian ini, modul TP4056 digunakan untuk mengisi ulang baterai Li-Po 3,7 V yang menjadi sumber daya utama sistem *smart glove*, sekaligus melindunginya dari risiko overcharge, overdischarge, dan hubung arus pendek.

14. PCB (Printed Circuit Board)

Printed Circuit Board (PCB) merupakan papan rangkaian tercetak yang digunakan sebagai media untuk menghubungkan komponen-komponen elektronik secara permanen melalui jalur konduksi tembaga. Menurut Koulouras et al. (2025), *PCB custom* yang dirancang sesuai kebutuhan sistem memberikan keunggulan berupa ukuran yang lebih kecil, bobot yang lebih ringan, serta koneksi antar komponen yang lebih handal dibandingkan *breadboard*.



Gambar 2. 7 Papan Pcb

Menurut Critcher dan Freeborn (2021), PCB yang digunakan pada perangkat *wearable* perlu dirancang dengan mempertimbangkan ketahanannya terhadap tekukan dan getaran akibat pergerakan tubuh pengguna, karena kegagalan mekanis pada jalur PCB dapat memengaruhi keandalan pembacaan sensor. Dapat disimpulkan bahwa desain PCB pada perangkat *wearable* perlu memperhitungkan ketahanan mekanis terhadap gerakan pengguna agar pembacaan sensor tetap andal. Berdasarkan panduan teknis perakitan PCB untuk perangkat *wearable*, pemilihan tata letak (*layout*) dan material PCB yang tepat dapat meningkatkan efisiensi ruang sekaligus menjaga keandalan koneksi antar komponen elektronik

(JLCPCB, n.d.). Dapat disimpulkan bahwa tata letak dan pemilihan material PCB yang tepat berperan penting dalam menjaga efisiensi ruang dan keandalan koneksi pada perangkat wearable. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan PCB custom pada sistem smart glove memberikan keunggulan dari segi ukuran, bobot, dan keandalan koneksi dibandingkan penggunaan breadboard. Pada penelitian ini, PCB *custom* dirancang untuk mengintegrasikan ESP32, kelima *flex sensor*, sensor MPU-6050, serta rangkaian catu daya secara permanen dan ringkas pada satu papan sirkuit.

15. *Android Studio*

Android Studio merupakan lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) resmi yang dikembangkan oleh Google untuk pembuatan aplikasi Android. IDE ini dibangun di atas platform IntelliJ IDEA. Menurut Kurniawan et al. (2025), Android Studio menyediakan editor kode yang cerdas dengan fitur *auto-complete*, *refactoring*, dan analisis kode statis. Dapat disimpulkan bahwa kelengkapan fitur Android Studio seperti *auto-complete*, *refactoring*, dan analisis kode statis mempermudah proses pengembangan aplikasi secara efisien.

Menurut Chaubey (2023), Android Studio menyediakan berbagai *tools* dan model yang membantu mempercepat proses pembuatan aplikasi, selain fitur penulisan kode itu sendiri. Dapat disimpulkan bahwa kelengkapan tools bawaan Android Studio tidak hanya mempermudah penulisan kode, tetapi juga mempercepat keseluruhan proses

pengembangan aplikasi. Menurut Sharma et al. (2025), Android Studio yang dikembangkan langsung oleh Google menjadi platform utama untuk membangun aplikasi Android yang andal karena dukungan teknis dan pembaruan yang berkelanjutan dari pengembang sistem operasinya sendiri. Dapat disimpulkan bahwa dukungan resmi dari Google pada Android Studio menjadikannya platform pengembangan yang andal dan selalu mengikuti perkembangan sistem operasi Android.

Dalam pengembangan aplikasi *smart glove*, Android Studio digunakan untuk membangun antarmuka pengguna, mengimplementasikan logika komunikasi Bluetooth BLE, serta mengintegrasikan fitur Text-to-Speech bawaan Android. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Android Studio dalam penelitian ini mempermudah proses pembangunan seluruh komponen aplikasi *smart glove*, mulai dari antarmuka pengguna hingga integrasi fitur Bluetooth dan Text-to-Speech, secara efisien dalam satu lingkungan pengembangan.

16. Kotlin

Kotlin adalah bahasa pemrograman *open-source* yang dikembangkan oleh JetBrains, dan ditetapkan Google sebagai bahasa resmi pengembangan Android pada tahun 2017. Kotlin menawarkan sintaks yang lebih ringkas, manajemen *null-safety*, dan kompatibilitas penuh dengan Java (Bit-Tech, 2024). Dapat disimpulkan bahwa Kotlin menawarkan keunggulan sintaks yang ringkas dan *null-safety* yang menjadikannya bahasa yang lebih aman digunakan dibandingkan Java. Kotlin dipilih dalam pengembangan aplikasi

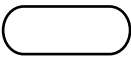
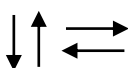
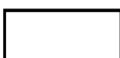
pada penelitian ini karena fleksibilitasnya dalam menciptakan antarmuka interaktif serta dukungan *null-safety* yang mengurangi risiko kesalahan program akibat nilai *null* (Sanjaya, 2024). Dapat disimpulkan bahwa pemilihan Kotlin dalam penelitian ini didasarkan pada fleksibilitas dan dukungan *null-safety* yang dapat mengurangi risiko kesalahan program pada aplikasi smart glove. Menurut Coppola (2024), Kotlin telah terintegrasi secara mendalam ke dalam ekosistem Android sebagai bahasa pengembangan kelas utama dengan dukungan tooling penuh dari Google, sehingga semakin banyak proyek Android beralih dari Java ke Kotlin. Dapat disimpulkan bahwa integrasi penuh Kotlin ke dalam ekosistem Android menjadikannya bahasa pemrograman yang semakin relevan untuk pengembangan aplikasi Android saat ini. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa Kotlin dipilih sebagai bahasa pemrograman utama dalam pengembangan aplikasi Android pada penelitian ini karena sintaksnya yang ringkas, dukungan *null-safety*, serta fleksibilitas dalam menciptakan antarmuka yang interaktif.

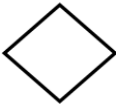
17. Flowchart

Flowchart adalah representasi langkah-langkah penyelesaian masalah yang digambarkan melalui simbol-simbol tertentu. Flowchart memperlihatkan alur logis dari sebuah program dan berfungsi sebagai media komunikasi sekaligus panduan yang memudahkan pemahaman terhadap komponen di dalamnya (Khesya, 2021). Dapat disimpulkan bahwa flowchart berperan sebagai media komunikasi visual yang memudahkan

pembaca memahami alur logika program secara sistematis. Melalui diagram ini, proses analisis, perancangan, hingga tahap pengkodean dapat digambarkan secara lebih jelas dan terperinci (Listyoningrum et al., 2023). Dapat disimpulkan bahwa penggunaan flowchart dalam penelitian ini membantu menggambarkan proses analisis, perancangan, dan pengkodean sistem smart glove secara lebih jelas dan terperinci. Menurut Smetsers-Weeda (2017), pendekatan berbasis flowchart membantu pemrogram merancang algoritma secara bertahap sebelum diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman tertentu, sehingga mengurangi kesalahan logika pada tahap implementasi. Dapat disimpulkan bahwa perancangan algoritma melalui flowchart terlebih dahulu dapat meminimalkan kesalahan logika program sebelum memasuki tahap pengkodean. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa flowchart digunakan dalam penelitian ini sebagai media visual untuk menggambarkan alur kerja sistem *smart glove* secara sistematis,

Tabel 2. 1 Simbol *Flowchart*

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		<i>Terminator</i> (Terminal)	Menyatakan awal (Mulai) dan akhir (Selesai) dari suatu program atau proses.
2		<i>Flow Line</i> (Garis Alir)	Menunjukkan arah aliran proses dari satu langkah ke langkah berikutnya.
3		<i>Process</i> (Proses)	Menyatakan proses pengolahan atau perhitungan data.

4		<i>Decision</i> (Keputusan)	Menyatakan percabangan atau pengambilan keputusan berdasarkan kondisi (ya/tidak).
5		<i>Input/Output</i> (Data)	Menyatakan proses masukan (input) atau keluaran (output) data.
6		<i>Preparation</i> (Persiapan)	Menyatakan pemberian nilai awal atau persiapan suatu variabel/penghitung.
7		<i>Connector</i> (Penghubung)	Penghubung bagian-bagian flowchart pada halaman yang sama.
8		<i>Off-Page Connector</i>	Penghubung flowchart yang berlanjut ke halaman yang berbeda.
9		<i>Document</i> (Dokumen)	Menyatakan masukan/keluaran berupa dokumen atau laporan tercetak.
10		<i>Disk / on-line Storage</i>	Menyatakan input yang berasal dari <i>disk</i> atau disimpan ke <i>disk</i>

18. Unified Modeling Language (UML)

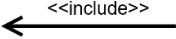
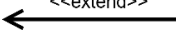
Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah standarisasi bahasa pemodelan berorientasi objek untuk pembangunan perangkat lunak (Nistrina dan Sahidah, 2022). Dapat disimpulkan bahwa UML merupakan bahasa standar yang digunakan secara luas dalam pemodelan perangkat lunak berorientasi objek. UML terdiri dari beberapa jenis diagram yang masing-masing memiliki fungsi berbeda, seperti *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, serta *class diagram* (Ramdany et al., 2024). Dapat disimpulkan bahwa keberagaman jenis diagram UML memungkinkan pemodelan sistem smart glove digambarkan dari berbagai

sudut pandang, baik struktur maupun perilaku sistem. Berdasarkan kedua pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa UML digunakan dalam penelitian ini sebagai standar pemodelan untuk merancang sistem *smart glove* secara terstruktur, baik dari sisi interaksi pengguna, alur aktivitas, maupun komunikasi antar komponen sistem.

a. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan sistem informasi yang mendeskripsikan interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibangun (Nistrina dan Sahidah, 2022). Dapat disimpulkan bahwa use case diagram membantu menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem secara jelas sebelum tahap implementasi dilakukan. Dalam penelitian ini, use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem *smart glove*, seperti melakukan koneksi Bluetooth, melakukan gestur bahasa isyarat, melihat hasil terjemahan teks, serta mendengarkan output suara. Dapat disimpulkan bahwa penerapan use case diagram pada penelitian ini memperjelas seluruh interaksi pengguna dengan sistem *smart glove* sebelum tahap implementasi dilakukan.

Tabel 2. 2 Simbol *Use Case Diagram*

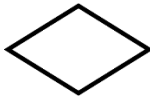
Simbol	Nama	Keterangan
	Aktor	Entitas yang berinteraksi dengan sistem, baik berupa manusia maupun sistem lain yang berada di luar sistem.
	Use Case	Fungsi atau layanan yang disediakan oleh sistem kepada aktor untuk mencapai tujuan tertentu
	<i>Association</i>	Hubungan antara aktor dengan use case yang menunjukkan adanya interaksi antara keduanya
	<i>Include</i>	Relasi yang menunjukkan bahwa suatu use case selalu melibatkan use case lain sebagai bagian dari proses yang harus dijalankan.
	<i>Extend</i>	Relasi yang menunjukkan adanya fungsi tambahan yang bersifat opsional dan hanya terjadi pada kondisi tertentu.

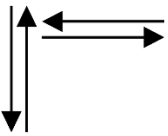
Sumber : (Siska Narulita et al., 2024)

b. Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan alur kerja atau aktivitas dalam suatu sistem secara berurutan (Narulita et al., 2024). Dapat disimpulkan bahwa activity diagram membantu menggambarkan urutan proses sistem secara berurutan sehingga alur kerja smart glove lebih mudah dipahami. Dalam penelitian ini, activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas sistem *smart glove*, mulai dari inisialisasi koneksi Bluetooth, pembacaan data sensor, klasifikasi gestur, hingga penampilan teks dan output suara pada aplikasi Android. Dapat disimpulkan bahwa penerapan activity diagram pada penelitian ini menggambarkan alur kerja sistem *smart glove* secara berurutan dan mudah dipahami, mulai dari inisialisasi hingga output akhir.

Tabel 2. 3 Simbol *Activity Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Initial node</i>	Titik awal dimulainya suatu proses atau aktivitas di dalam sistem
	<i>Action</i>	Langkah atau proses yang dilakukan dalam sistem yang menggambarkan suatu kegiatan tertentu
	<i>Decision</i>	Percabangan yang digunakan untuk menentukan pilihan berdasarkan kondisi tertentu

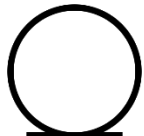
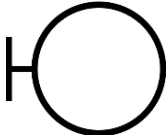
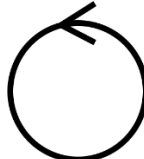
	<i>Line</i> <i>Connector</i>	Alur yang menghubungkan antara aktivitas yang menunjukkan proses dalam sistem
	<i>Final Node</i>	Titik akhir dalam suatu proses atau aktivitas di dalam sistem

Sumber : (Siska Narulita et al., 2024)

c. Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan interaksi antar objek dalam sistem berdasarkan urutan waktu terjadinya pesan (Narulita et al., 2024). Dapat disimpulkan bahwa sequence diagram diperlukan untuk menggambarkan urutan komunikasi antar komponen sistem secara rinci berdasarkan waktu terjadinya pesan. Dalam penelitian ini, sequence diagram digunakan untuk menggambarkan urutan komunikasi antara pengguna, *smart glove*, mikrokontroler ESP32, dan aplikasi Android, mulai dari pembacaan sensor hingga penyampaian hasil terjemahan dalam bentuk teks dan suara. Dapat disimpulkan bahwa penerapan sequence diagram pada penelitian ini merinci urutan komunikasi antar komponen sistem berdasarkan waktu, mulai dari pembacaan sensor hingga output teks dan suara.

Tabel 2. 4 Simbol *Sequence Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	Aktor	Rutinitas yang berinteraksi dengan sistem, baik berupa manusia maupun sistem lain yang berada diluar sistem
	<i>Entity Class</i>	Komponen yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data dalam sistem
	<i>Boundary Class</i>	Komponen yang berfungsi sebagai antarmuka antara aktor
	<i>Control Class</i>	Mengatur jalanya proses serta mengelola logika sistem dalam menghubungkan <i>Boundary Class</i> dengan <i>Entity Class</i>

Sumber : (Siska Narulita et al., 2024)

B. Kajian Empiris

Penelitian oleh **Abougarair dan Arebi (2022)** berjudul "Smart Glove for Sign Language Translation" mengembangkan *smart glove* dengan lima buah *flex sensor* 2.2 inci dan *accelerometer* ADXL335 yang dihubungkan ke mikrokontroler ATmega328, dilengkapi modul DFPlayer Mini dan LCD I2C untuk menerjemahkan American Sign Language (ASL) menjadi teks dan suara secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata waktu penerjemahan 0,6 detik dengan akurasi pengenalan gestur rata-rata 93,4%.

Dapat disimpulkan bahwa sistem Abougarair dan Arebi mampu menerjemahkan ASL dengan akurasi tinggi, namun keluaran suaranya masih menggunakan modul DFPlayer Mini yang terbatas pada rekaman suara tetap, bukan sintesis suara dinamis.

Penelitian oleh Biju et al. (2023) berjudul "Glove Based Wearable Devices for Sign Language — GloSign" mengembangkan sarung tangan berbasis IoT dengan *flex sensor* dan sensor IMU yang menggunakan platform IBM Watson IoT. Sistem mengimplementasikan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) untuk klasifikasi gestur dengan akurasi 96,8%. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma KNN pada sistem Biju et al. mampu menghasilkan akurasi klasifikasi gestur yang tinggi, namun sistem ini belum dilengkapi dengan output suara sebagai media komunikasi.

Penelitian oleh Dalal et al. (2024) berjudul "Deep Learning-Enabled Smart Glove for Real-Time Sign Language Translation" mengembangkan *smart glove* dengan lima *flex sensor* dan MPU-6050 menggunakan pendekatan *deep learning* dan *sensor fusion*. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi *sensor fusion* secara signifikan meningkatkan akurasi pengenalan gestur, serta merekomendasikan penambahan fitur *text-to-speech* untuk meningkatkan aksesibilitas. Dapat disimpulkan bahwa pendekatan sensor fusion dan deep learning pada penelitian Dalal et al. terbukti meningkatkan

akurasi, dan rekomendasi penambahan text-to-speech pada penelitian tersebut menjadi salah satu dasar pengembangan sistem pada penelitian ini.

Penelitian oleh Shahid et al. (2025) berjudul "IoT-Enabled Assistive Glove for Real-Time Sign Language Translation Using Machine Learning" menyajikan sistem penerjemah ASL *real-time* menggunakan *smart glove* IoT dengan lima *flex sensor* dan MPU-6050 serta pendekatan *machine learning* untuk meningkatkan akurasi klasifikasi gestur. Dapat disimpulkan bahwa pendekatan *machine learning* pada penelitian Shahid et al. mampu meningkatkan akurasi klasifikasi gestur pada sistem penerjemah ASL berbasis IoT.

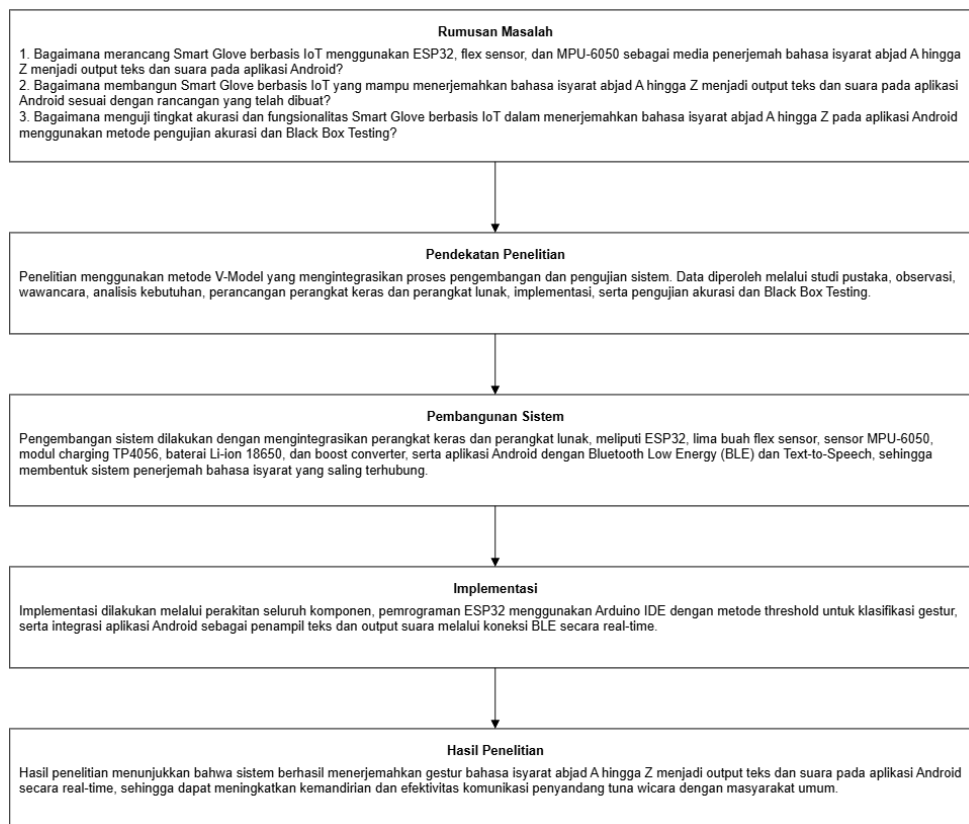
Penelitian oleh Priadiyatna et al. (2020) berjudul "Rancang Bangun Sarung Tangan Pintar Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Berbasis IoT" mengembangkan sistem menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan sensor *flex* dan *gyroscope* untuk menerjemahkan BISINDO. Dengan pengujian 739 kali pada simbol huruf dan 180 kali pada simbol kata, hasil menunjukkan persentase keberhasilan pengenalan huruf 95% dan kata 73%. Dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan Priadiyatna et al. berhasil menerjemahkan BISINDO dengan akurasi pengenalan huruf yang tinggi, namun akurasi pengenalan kata masih tergolong rendah sehingga terdapat ruang untuk perbaikan.

Kajian empiris terhadap lima penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengembangan *smart glove* berbasis sensor untuk penerjemahan bahasa isyarat telah menghasilkan berbagai sistem yang efektif. Namun demikian,

penelitian-penelitian tersebut belum mengintegrasikan output teks dan suara secara bersamaan melalui aplikasi Android dengan koneksi Bluetooth BLE langsung ke sarung tangan, serta belum fokus pada abjad bahasa isyarat secara lengkap. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk melengkapi kekurangan tersebut dengan mengembangkan *Smart Glove* berbasis IoT yang menghasilkan output teks dan suara secara *real-time* melalui aplikasi Android yang dibangun sendiri.

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan latar belakang dan kajian teori di atas maka kerangka berpikir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 8 Kerangka Berpikir