

Aplikasi Pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia dengan *Tensorflow Lite* dan *Firebase Authentication*

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v11i1.9678>

Riwayat Artikel

Received: 06 Agustus 2024 | Final Revision: 07 Januari 2025 | Accepted: 05 Februari 2025

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)



Rozali Toyib^{*1}, Anitya Putri Affandi Mussa^{✉*2}, Ardi Wijaya^{*3}, Anisya Sonita^{*4}

** Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu
Jln. Bali Kota Bengkulu, Bengkulu 38119, Indonesia*

¹anityaputriam@gmail.com

²anityaputri@gmail.com

³ardiwijaya@umb.ac.id

⁴anisyasonita@umb.ac.id

✉ Corresponding author: anityaputriam@gmail.com

Abstrak — Tunarungu dan Tunawicara sering menghadapi hambatan dalam berkomunikasi dengan masyarakat umum karena keterbatasan pemahaman terhadap bahasa isyarat. Hal ini menyebabkan perselisihan dalam interaksi sosial dan akses terhadap berbagai layanan publik. Pemerintah berupaya untuk meningkatkan inklusi sosial melalui berbagai kebijakan dan program yang perlu dikeluarkan dengan solusi praktis yang dapat membantu tunarungu dan tunawicara berinteraksi lebih mudah dengan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi seluler yang dapat mengenali dan menerjemahkan bahasa isyarat sistem isyarat bahasa Indonesia (SIBI) menjadi teks atau suara, secara real-time sehingga membantu tunarungu dan tunawicara berkomunikasi lebih efektif dengan masyarakat umum. Aplikasi ini dirancang menggunakan TensorFlow Lite untuk mengenali bahasa dan Firebase Authentication untuk autentikasi pengguna. Evaluasi aplikasi dilakukan melalui kuesioner yang melibatkan responden dari masyarakat umum dan responden dari kalangan expert mobile. Hasil kuesioner pengguna umum menunjukkan rata-rata persentase kepuasan sebesar 86,65%, dengan penilaian positif terhadap kemudahan penggunaan, manfaat, dan tampilan aplikasi. Sementara itu, hasil kuesioner expert mobile menunjukkan kepuasan penuh dengan rata-rata persentase 100%, menilai semua fitur aplikasi berjalan dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini efektif dalam mengenali dan menerjemahkan bahasa isyarat, serta diterima dengan baik oleh tunarungu, tunawicara, dan masyarakat umum.

Kata kunci— Bahasa Isyarat; *Firebase Authentication*; *TensorFlow Lite*; Tunarungu; Tunawicara.

Indonesian Sign System Introduction Application with Tensorflow Lite and Firebase Authentication

Abstract — The deaf and speech-impaired often face obstacles in communicating with the general public due to limited understanding of sign language. This causes gaps in social interaction and access to various public services. The government seeks to increase social inclusion through various policies and programs that need to be accompanied by practical solutions that can help the deaf and speech impaired interact more easily with society. This research aims to develop a mobile application that can recognize and

translate the sign language of the Indonesian Sign System (SIBI) into text or voice, in real-time, thereby helping the deaf and speech impaired communicate more effectively with the general public. This application is designed using TensorFlow Lite to recognize sign language and Firebase Authentication for user authentication. Application evaluation was carried out through a questionnaire involving respondents from the general public and respondents from mobile expert circles. The results of the general user questionnaire showed an average satisfaction percentage of 86.65%, with a positive assessment of the ease of use, benefits and appearance of the application. Meanwhile, the results of the mobile expert questionnaire showed full satisfaction with an average percentage of 100%, assessing all application features running well. The research results show that this application is effective in recognizing and translating sign language, and is well received by the deaf, speech impaired and the general public.

Keywords— Deaf; Firebase Authentication; Hard of Hearing; Sign Language; TensorFlow Lite.

I. PENDAHULUAN

Undang-Undang (UU) Nomor 3 Tahun 2022 menyatakan bahwa Ibu Kota Negara (IKN) merupakan Ibu Kota Nusantara yang memiliki visi sebagai kota dunia. IKN akan menjadi jembatan untuk mewujudkan ekonomi hijau menggunakan tema Smart city forest dalam upaya implementasi yang dilakukan, perwujudan dari perkembangan ekonomi dan teknologi di Indonesia yang mengalami lonjakan signifikan. Pemerintah akan menawarkan 225.000 lowongan aparatur sipil negara (ASN) yang akan ditempatkan ke ibu Kota Nusantara, hal ini merupakan kesempatan bagi setiap orang yang membutuhkan pekerjaan tak terkecuali penyandang disabilitas tunarungu dan tunawicara. Perlindungan kesempatan kerja ini diakui dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan yaitu pasal 5 yang menyatakan setiap tenaga kerja memiliki kesempatan yang sama tanpa diskriminasi untuk mendapatkan pekerjaan [1], pada kenyataannya sikap diskriminasi sangatlah banyak dialami oleh mereka keterbatasan dalam berkomunikasi membuat mereka terkucilkan dari prasyarat pekerjaan serta mengalami kesulitan sosial dalam pengekspresian komunikasi[2], hal ini terjadi karena masih kurangnya pengetahuan dan minimnya kesadaran untuk belajar menggunakan bahasa isyarat sebagai sarana komunikasi bagi orang pada umumnya dan sedikit sekali yang menguasainya.

Bahasa isyarat merupakan salah satu sarana komunikasi yang seharusnya menjadi bahasa normal untuk kehidupan sehari-hari[3], hal ini telah ditentukan dari Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2011 tentang Pengesahan *Convention on the Rights of Persons with Disabilities* (Konvensi mengenai Hak-Hak Penyandang Disabilitas) yakni negara wajib mengakui dan memajukan pemakaian bahasa isyarat serta menyediakan bantuan bagi penyandang disabilitas termasuk komunitas, "Indonesian Language Sign System (SIBI) Recognition Using Threshold Conditional Random Fields" menggunakan model Threshold Conditional Random Field (TCRF) untuk mengidentifikasi gestur [3]. Penelitian "*Recognizing fingerspelling in SIBI (sistem isyarat bahasa Indonesia) using OpenPose and elliptical fourier descriptor*" fokus pada *gesture fingerspelling* di SIBI[4]-[5]-[6]. Pemerintah telah berupaya dalam mewujudkan hal tersebut mulai dari memunculkan banyaknya peraturan UU mengenai kesetaraan masyarakat, baik dari sosial maupun fasilitas publik seperti pengharusan penggunaan bahasa isyarat dalam acara televisi dan lainnya. Walaupun demikian pada kenyataannya banyak sekali orang awam yang kurang bahkan tidak mengerti tentang bahasa isyarat dimana bahasa isyarat SIBI merupakan bahasa baku yang membantu komunikasi sesama tunarungu, tunawicara, dan masyarakat umum yang telah diputuskan oleh Mendikbud No.0161/U/2994 pada tanggal 30 Juni 1994 tentang pembakuan sistem isyarat Bahasa Indonesia [7].

Solusi permasalahan dengan merancang aplikasi pengenalan bahasa isyarat SIBI dengan *TensorFlow Lite* dan *Firestore authentication* berbasis mobile merupakan penelitian yang akan membantu para tunarungu dan tunawicara serta khalayak umum untuk memperkenalkan dan mempelajari bahasa isyarat itu sendiri.[8]. Penelitian ini mengambil pendekatan berbasis mobile untuk menghasilkan sebuah aplikasi yang diharapkan dapat lebih mudah untuk digunakan oleh masyarakat. Aplikasi ini bertujuan untuk memperkenalkan abjad bahasa isyarat SIBI dengan menggunakan Machine Learning TFLite, pada proses aplikasi akan melakukan screening objek yang diambil dari kamera menggunakan CameraX, kemudian hasilnya akan diproses menggunakan TFLite sehingga menghasilkan terjemahan berupa abjad yang ditampilkan pada aplikasi [9].

Penelitian ini merujuk pada penelitian terdahulu Klasifikasi Objek Kode Tangan pada Pengenalan Isyarat Alfabeta Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) [10], "*Feature Extraction from Smartphone Images by Using Elliptical Fourier Descriptor, Centroid and Area for Recognizing Indonesian Sign Language SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia)*" , Penelitian "*Feature Extraction from Smartphone Images by Using Elliptical Fourier Descriptor, Centroid and Area for Recognizing Indonesian Sign Language SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia)*" membuat penerjemah SIBI yang dapat diinstal pada smartphone[11], "*Mobile sign language recognition for bahasa indonesia using convolutional neural network*", "*Mobile sign language recognition for bahasa indonesia using convolutional neural network*" adalah aplikasi seluler yang mendukung komunikasi dengan tuna wicaraberbasis BISINDO [12]. Landasan awal dari penelitian ini membahas mengenai klasifikasi objek kode tangan dalam pengenalan isyarat alfabeta bahasa isyarat Indonesia (BISINDO)

yang mana ini merupakan dasar dari pengembangan aplikasi yang akan dibuat. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu dan meningkatkan pemahaman tentang bahasa isyarat SIBI, terutama bagi masyarakat awam.

Manusia adalah makhluk sosial di kehidupannyatidak terlepas dari hubungan antar individu, kelompok, maupun lingkungan sekitar[13]. Komunikasi merupakan jembatan yang menghubungkan interaksi antar individu dan bahasa isyarat merupakan salah satu cara komunikasi utama bagi penyandang tunarungu dan tunawicara. Tunarungu adalah kondisi di mana seseorang kehilangan kemampuan mendengar sedangkan tunawicara adalah gangguan dalam berbicara, namun banyak masyarakat umum yang kurang memahami dan tidak tahu apa itu bahasa isyarat, sehingga kesulitan komunikasi terjadi baik dari pihak penyandang tunarungu dan tunawicara maupun dari masyarakat umum yang ingin berkomunikasi dengan mereka, smartphone menjadi solusi inovatif yang memungkinkan masyarakat mempelajari banyak hal, termasuk bahasa isyarat [14]. Banyak literatur dan inovasi yang telah membahas Bahasa Isyarat. Misalnya, penelitian "Optimalisasi Penggunaan Bahasa Isyarat Dengan Sibi Dan Bisindo Pada Mahasiswa Difabel Tunarungu Di Prodi PGMI Uin Sunan Kalijaga" mengkaji minat penggunaan bahasa isyarat antara SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) dan BISINDO (Bahasa Isyarat Indonesia) [15]. Penelitian lain, "Data Augmentasi Untuk Mengatasi Keterbatasan Data Pada Model Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)", membahas preferensi masyarakat tuli dalam menggunakan BISINDO dibandingkan SIBI, Selain itu, "Klasifikasi Objek Kode Tangan pada Pengenalan Isyarat Alphabet Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)" mengulas pengenalan alfabet dari bahasa isyarat Bisindo [16].

Internasional juga banyak literatur yang relevan, seperti "*A heuristic Hidden Markov Model to recognize inflectional words in sign system for Indonesian language known as SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia)*" yang mengusulkan penggunaan heuristik Hidden Markov Model untuk mengenali berbagai jenis isyarat SIBI [17].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi mobile yang dapat mengenali dan menerjemahkan bahasa isyarat sistem isyarat bahasa Indonesia (SIBI) menjadi teks atau suara, secara real-time sehingga membantu tunarungu dan tunawicara berkomunikasi lebih efektif dengan masyarakat umum, dengan aplikasi ini diharapkan masyarakat dapat lebih memahami dan merasa tertarik untuk belajar bahasa isyarat SIBI secara real-time.

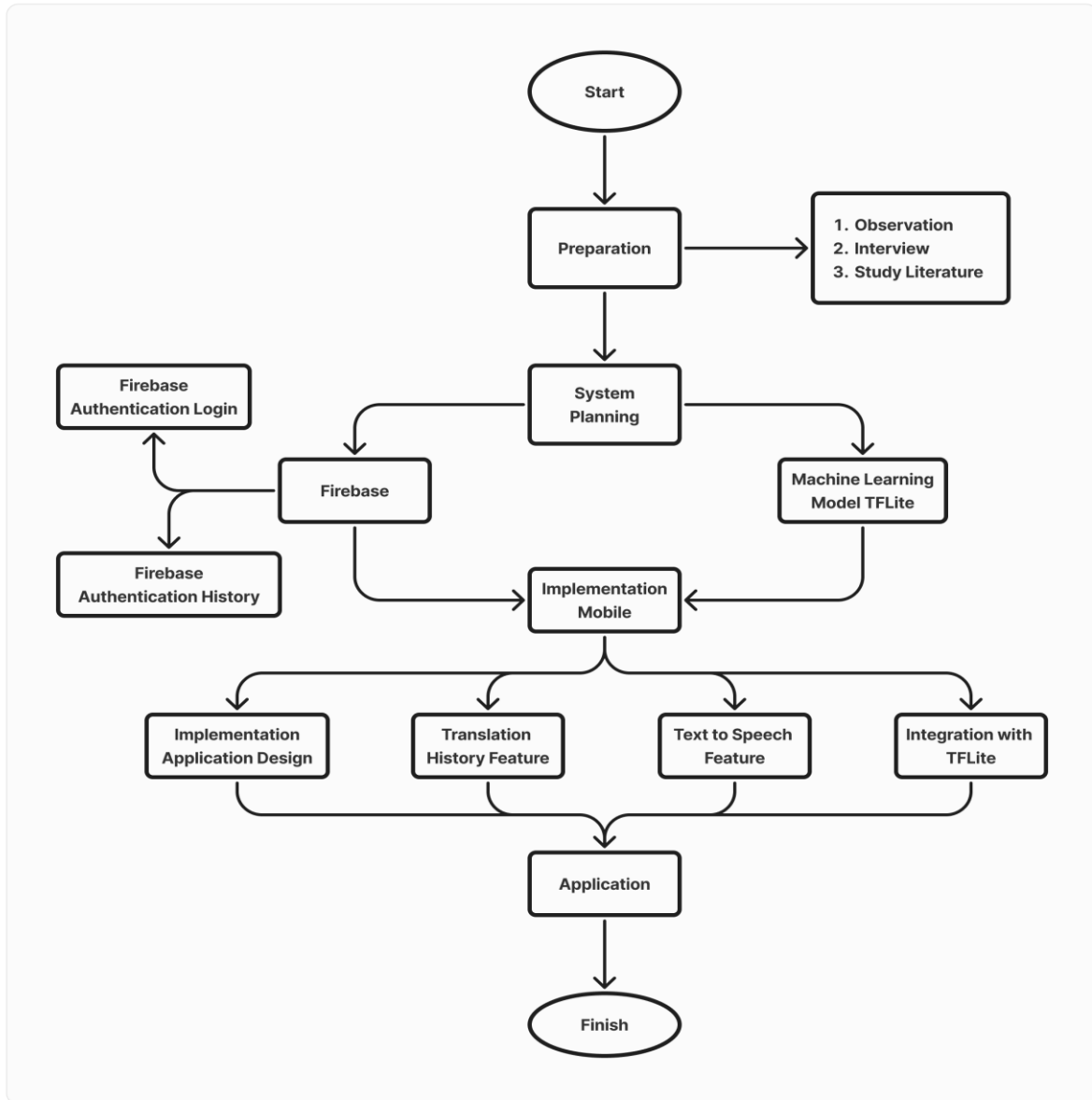
II. METODE PENELITIAN

Perancangan aplikasi menggunakan Model *Machine Learning* dengan mengimplementasikan TFLite merupakan sebuah framework yang memungkinkan dieksekusi secara efisien pada perangkat mobil, perancangan aplikasi ini juga menggunakan *Firestore Authentication* sebagai *back-end* proses login pengguna dengan akun Google maupun email dan password pribadi serta *Firestore Authentication* berfungsi sebagai *database cloud* pada *Firestore* untuk aplikasi yang menggunakan menyimpan dan mengambil data hasil pengenalan bahasa isyarat dari model *TensorFlow Lite* dan menghasilkan *Output* dari *TensorFlow Lite*.

A. Framework

Framework menjelaskan mengenai pengembangan aplikasi dimulai dari tahap persiapan yang mencakup observasi, wawancara dan studi literatur. Perencanaan sistem yang terbagi menjadi dua fokus utama yaitu *Firestore* dan *model machine learning* menggunakan TensorFlow Lite (TFLite). Implementasi pada bagian mencakup fitur autentikasi pengguna dan penyimpanan riwayat autentikasi. Pada saat yang sama, model TFLite diintegrasikan dalam sistem. Selanjutnya, tahap implementasi mobile melibatkan desain aplikasi, pengembangan fitur riwayat terjemahan, fitur teks ke suara, serta integrasi dengan TFLite. Semua ini menghasilkan aplikasi yang lengkap, diakhiri dengan tahap penyelesaian di Gambar 1.

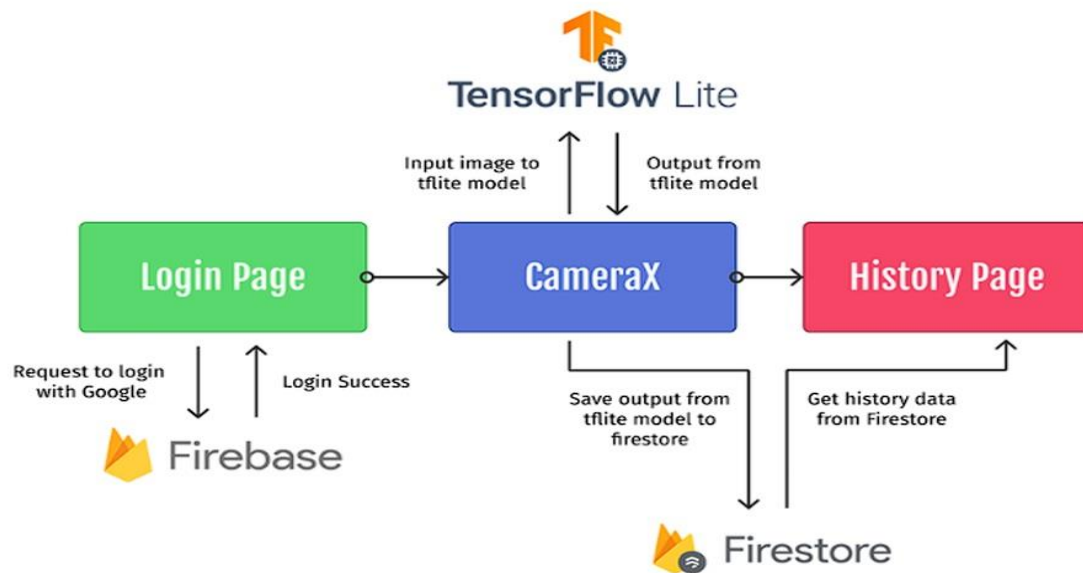
Section 1



Gambar 1. Framework Penelitian

B. Arsitektur Aplikasi Mobile

Arsitektur aplikasi mobile yang dirancang untuk mengenali dan menerjemahkan bahasa isyarat menggunakan *TensorFlow Lite* dimana pengguna memulai dari halaman login mereka dapat masuk dengan akun Google melalui *Firebase Authentication* dan setelah login berhasil pengguna diarahkan ke halaman *CameraX* untuk mengambil gambar yang kemudian dikirim ke model *TensorFlow Lite* untuk dikenali. Model *TensorFlow Lite* memproses gambar dan menghasilkan output berupa teks atau suara, hasil dari model *TensorFlow Lite* disimpan ke *Firestore* masuk ke *database cloud* yang disediakan oleh *Firebase* kemudian pengguna dapat melihat data riwayat hasil pengenalan bahasa isyarat yang disimpan di *Firestore* pada halaman *History Page* di Gambar 2.



Gambar 2. Alur Implementasi Mobile Development

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kebutuhan

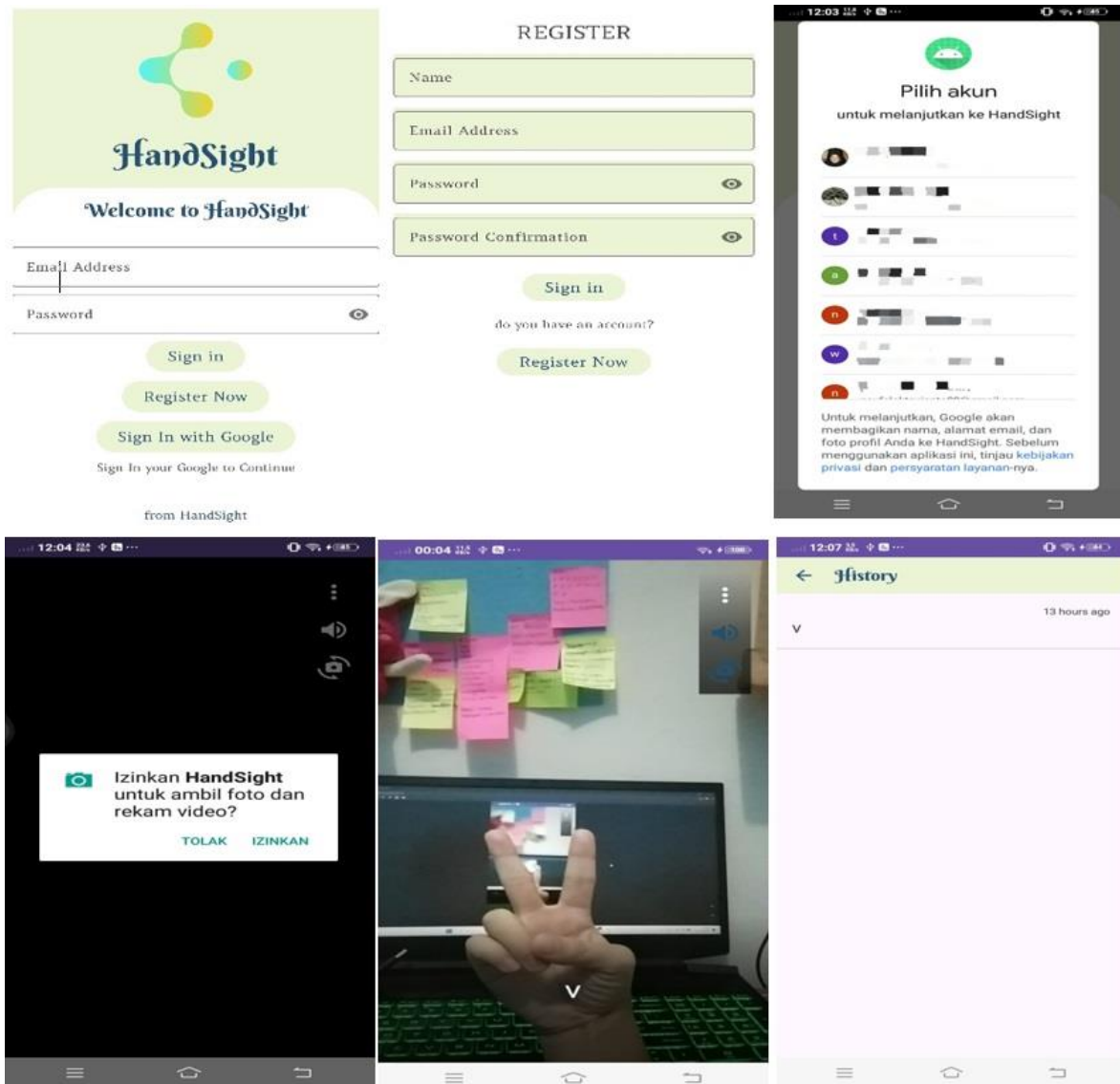
Keterbatasan komunikasi Tunarungu dan Tunawicara sering menghadapi kesulitan dengan masyarakat umum karena kurangnya pemahaman terhadap bahasa isyarat. hal ini menyebabkan kesenjangan dalam interaksi sosial dan akses terhadap berbagai layanan publik. perlunya aplikasi yang membantu komunikasi. Meskipun pemerintah telah mengeluarkan berbagai kebijakan untuk mendukung penyandang disabilitas, masih dibutuhkan solusi praktis yang dapat membantu tunarungu dan tunawicara berinteraksi lebih mudah dengan masyarakat.

Aplikasi berbasis mobile yang dapat mengenali dan menerjemahkan bahasa isyarat menjadi teks atau suara bisa menjadi solusi efektif. Implementasi teknologi seperti *tensorflow lite* dan *firebase authentication* dalam aplikasi mobile dapat menyediakan solusi yang efisien dan mudah digunakan. *TensorFlow Lite* memungkinkan aplikasi untuk melakukan tugas-tugas machine learning secara lokal di perangkat mobile, sementara *Firestore Authentication* menyediakan fungsionalitas autentikasi yang aman dan andal. keterbatasan pengetahuan masyarakat tentang bahasa isyarat.

Masyarakat pada umumnya belum memahami bahasa isyarat baik karena kurangnya pengetahuan atau keterbatasan dalam bersosialisasi dengan disabilitas. Aplikasi yang dapat memperkenalkan dan mengajarkan bahasa isyarat Indonesia SIBI dapat membantu mengurangi kesenjangan ini dan meningkatkan inklusi sosial, cara mengatasi masalah-masalah ini melalui penelitian dan pengembangan aplikasi maka diharapkan dapat tercipta solusi yang membantu penyandang disabilitas Tunarungu dan Tunawicara berkomunikasi lebih efektif dan meningkatkan inklusi sosial mereka dalam masyarakat umum.

B. UI/UX Design

UI/UX pada aplikasi bertujuan untuk memastikan produk terlihat menarik dan mudah digunakan, tak hanya itu UI/UX memastikan pengguna merasa puas dan memiliki *experience* yang positif saat menggunakan aplikasi sehingga menciptakan estetis fungsional dan *user-friendly* di Gambar 3.



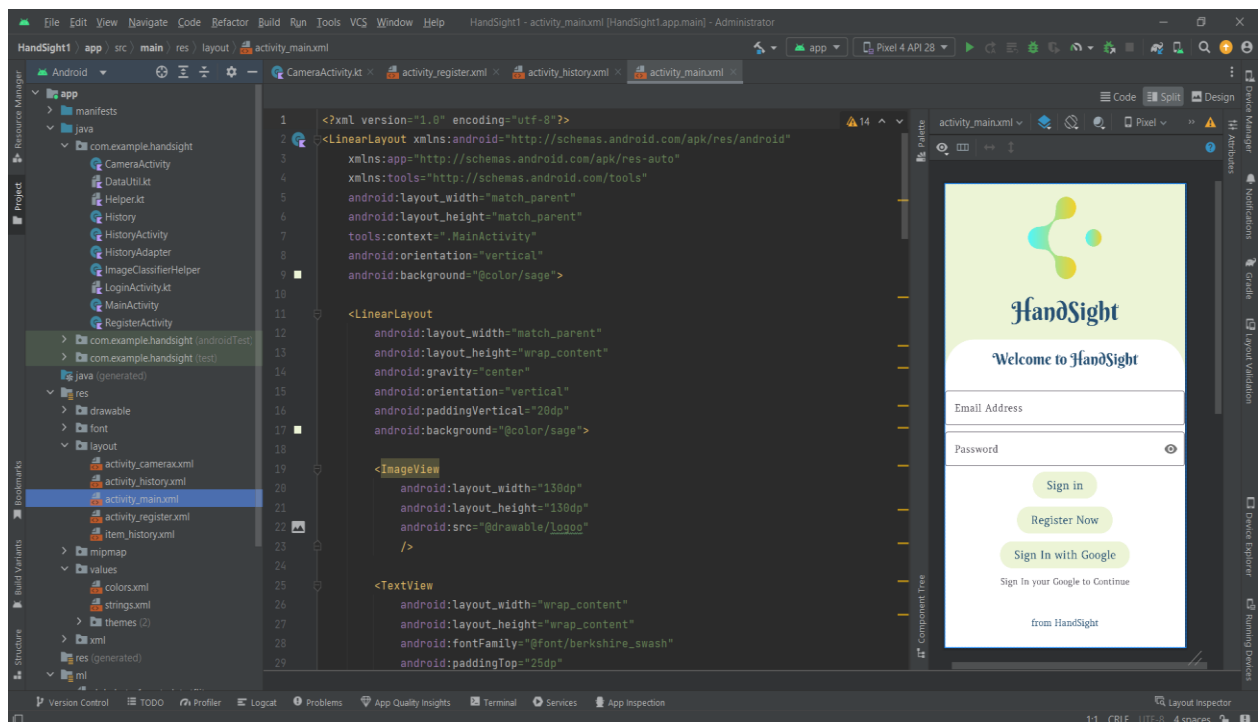
Gambar 3. UI/UX Design App

C. Implementasi Metode Tensorflow Lite dan Firebase Authentication

Pengembangan aplikasi pada penelitian ini dirancang menggunakan software android studio yang mana merupakan *Integrated Development Environment* (IDE) resmi untuk pengembangan aplikasi android berdasarkan IntelliJ IDEA, pengembangan aplikasi dibuat menggunakan bahasa pemrograman Kotlin dan XML yang diperuntukan untuk Android. Berikut development pada aplikasi.

1. Login Page

Login page pada merupakan halaman awal yang muncul ketika membuka sistem sebelum masuk kedalam sistem aplikasi, *login page* merupakan *sign in* via akun google yang telah tersimpan pada perangkat hal ini bertujuan agar *user* langsung dapat menggunakan aplikasi tanpa melalui registrasi yang sulit di Gambar 4.



Gambar 4. Login Page

a. *Sign In dan Register*

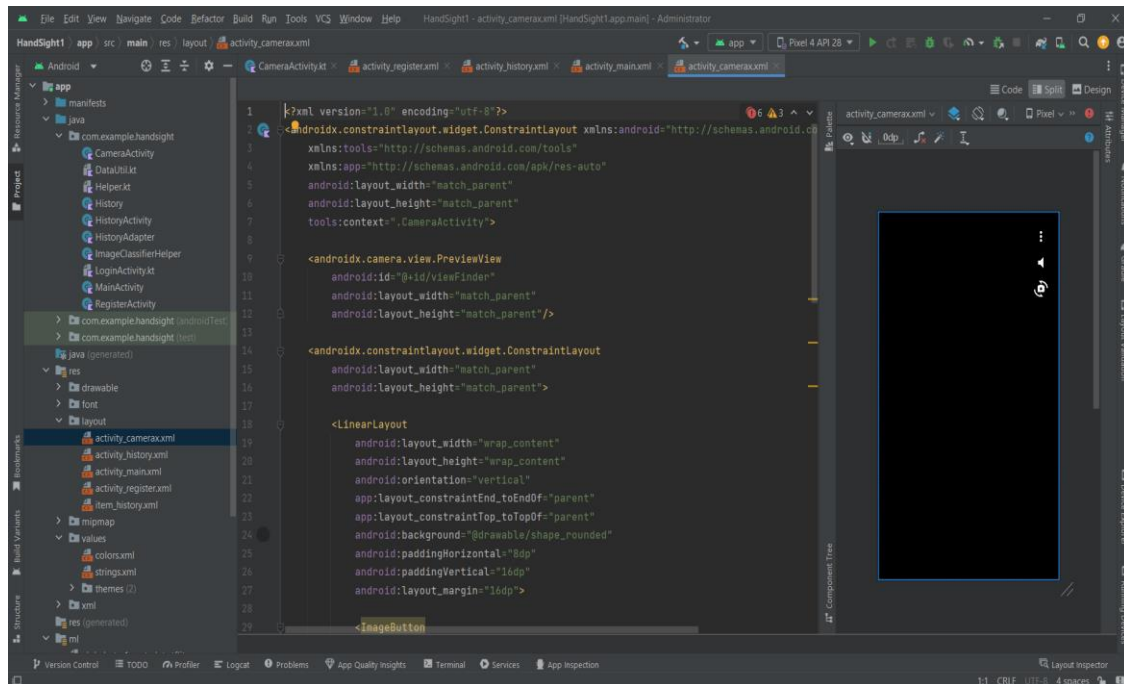
Pada Gambar 5 menunjukkan tampilan halaman *Sign In* dan *Register* yang mana merupakan tampilan awal, bagi user yang sudah memiliki akun untuk mengakses mereka dengan memasukkan informasi autentikasi email dan kata sandi kemudian dapat langsung menggunakan akun google yang telah tersimpan pada perangkat user. Register hanya digunakan oleh pengguna yang belum memiliki akun sebelumnya.



Gambar 5. Sign In dan Register

2. CameraX

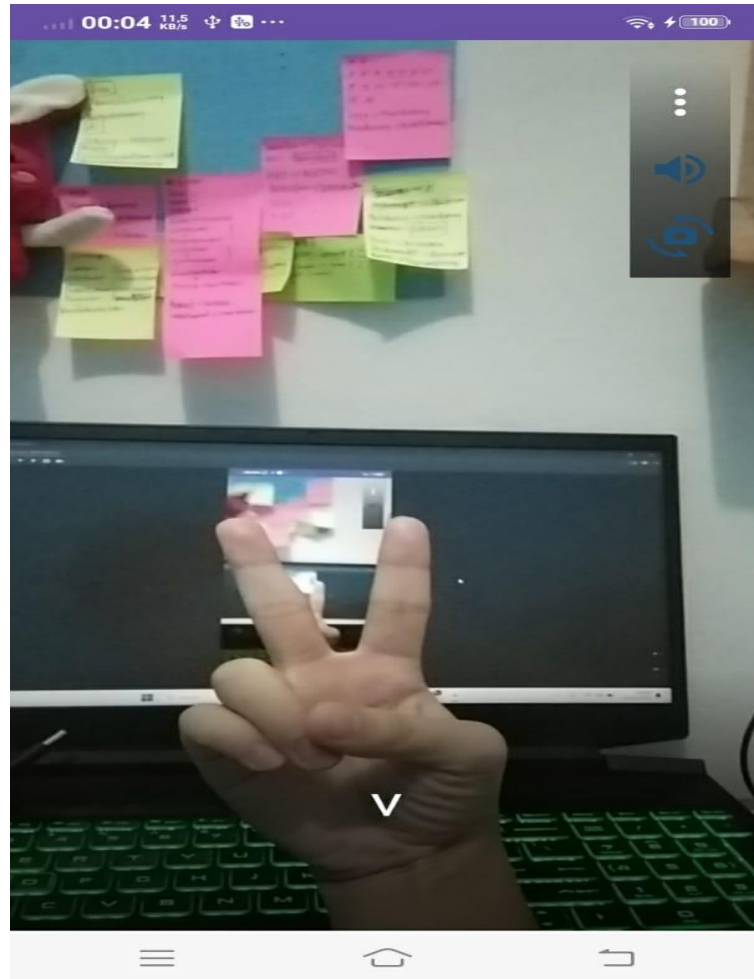
CameraX page adalah halaman aplikasi android yang menggunakan pustaka sebagai penyedia fungsionalitas kamera dan dirancang untuk membuat integrasi kamera lebih mudah di aplikasi android. Pustaka ini dirancang untuk mengatasi tantangan yang sering dihadapi oleh pengembang dalam hal kompatibilitas dan kompleksitas API bila ada kamera yang berbeda pada berbagai perangkat, sementara fitur pada CameraX digunakan untuk mengambil foto, merekam video, memindai kode QR dan *fitur augmented reality (AR)* [11]-[12] di Gambar 6.



Gambar 6. CameraX Page XML

Berikut beberapa fitur pada CameraX di Gambar 7:

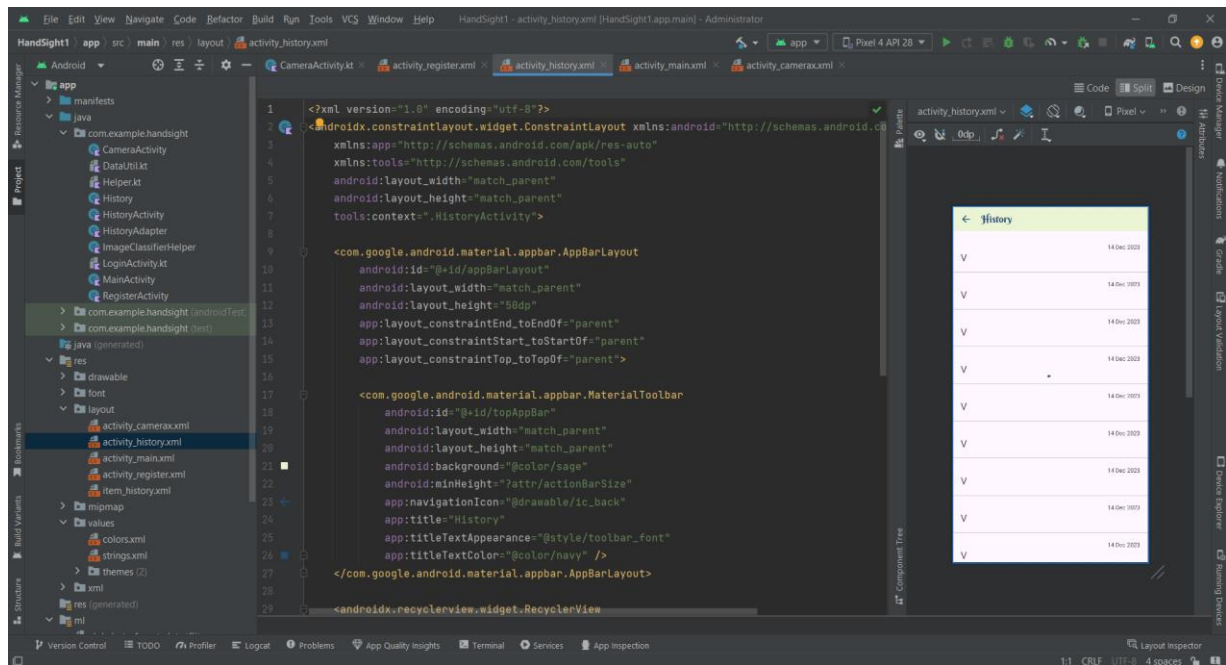
- Icon Opsi**
Icon opsi pada aplikasi ini merujuk pada gambaran dari tiga titik vertikal yang merupakan menu opsi tambahan untuk menuju ke halaman *page history*.
- Text to Speech**
Text to Speech (TTS) adalah teknologi yang mengonversi teks tulisan menjadi suara yang dapat didengar dan teknologi ini memungkinkan perangkat komputer, smartphone, dan sistem lainnya untuk membaca teks dengan keras menggunakan suara sintetis.
- Rotasi Kamera**
Rotasi kamera pada aplikasi mengacu pada kemampuan untuk mengubah orientasi tampilan di perangkat sehingga pengguna dapat melihat atau merekam dari sudut pandang yang berbeda. Aplikasi kamera menyediakan opsi untuk beralih antara kamera depan dan belakang sehingga terjadi rotasi tampilan dan rotasi kamera efektif dapat meningkatkan pengalaman pengguna, memungkinkan mereka untuk menangkap gambar dan video dari sudut yang paling sesuai serta nyaman
- Kolom Penerjemah**
Pada saat terjadinya *scanning* objek yang merupakan hasil dari *TFlite* menghasilkan bahasa isyarat yang diterima kemudian diterjemahkan sehingga pengguna dapat melihat dan mengetahui terjemahan dari proses *scanning* objek tersebut.



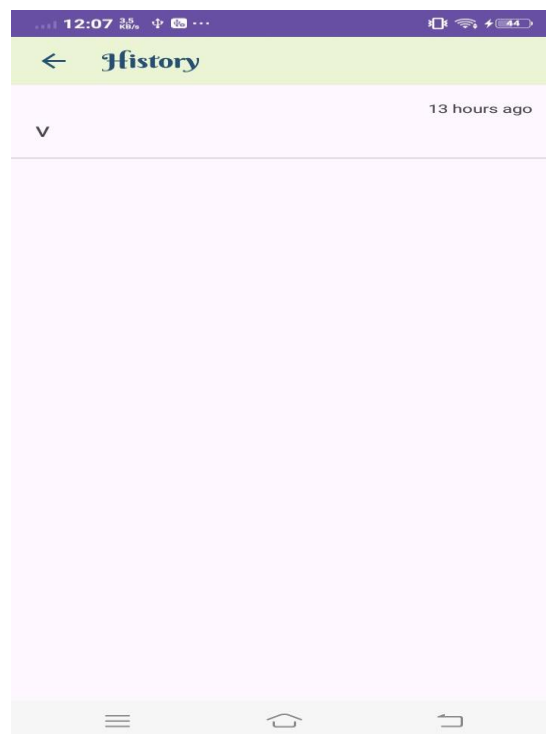
Gambar 7. Tampilan CameraX

3. History Page

History page adalah halaman dalam aplikasi yang menampilkan riwayat aktivitas atau data yang telah dihasilkan atau dikumpulkan selama penggunaan aplikasi. Halaman ini digunakan untuk memberikan pengguna akses cepat ke aktivitas sebelumnya, catatan, atau informasi yang telah disimpan di Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. History Page



Gambar 9. History Page

4. Experience

Experience digunakan untuk memperoleh aplikasi yang tepat sesuai dengan perencanaan awal sebagai berikut :

a. Machine Learning Tensorflow Lite

Machine Learning TFLite (TensorFlow Lite) merupakan framework TensorFlow yang dirancang khusus untuk perangkat dengan sumber daya terbatas seperti perangkat mobile dan embedded dan TFLite memungkinkan pengembang

untuk menjalankan model *machine learning* pada perangkat edge dengan efisiensi tinggi, baik dari segi kinerja maupun konsumsi daya. TFLite model yang awalnya dilatih menggunakan *TensorFlow* dapat dikonversi menjadi format yang lebih ringan dan dioptimalkan untuk *inference* pada perangkat *mobile* dan IoT. TFLite mendukung berbagai model *machine learning*, termasuk model untuk visi komputer, pemrosesan bahasa alami, dan banyak lagi dan Framework ini juga menyediakan alat dan API untuk mempercepat Inferensi, seperti dukungan untuk hardware.

Berikut tahapan import .tflite :

1. Unduh model tersebut dan import ke dalam Android Studio dengan cara klik kanan pada folder app dan pilih New → Other → *TensorFlow Lite Model*.
 2. Kemudian, pilih file tadi yang sudah diunduh pada Model location dan beri centang pada semua opsi.
 3. Klik Finish dan sekarang file tersebut terdapat di folder app/ml.
 4. File ini nanti dapat diakses layaknya asset dengan adanya penambahan konfigurasi pada build.gradle.kts.
- b. *Firestore Authentication*

Authentication dilakukan pada halaman *login* dan *history*, sebelum melakukannya firebase harus ditambahkan pada project android terlebih dahulu sebagai berikut :

1. Dalam file *Gradle module* (level aplikasi) (biasanya <project>/<app-module>/build.gradle.kts atau <project>/<app-module>/build.gradle), tambahkan dependensi untuk library android *Firestore Authentication*, sebagai bagian dari penyiapan firebase authentication perlu menambahkan SDK layanan Google Play ke aplikasi.
2. Menentukan sidik jari SHA aplikasi, lakukan dari halaman Settings di *Firestore console*.
3. Aktifkan Google sebagai metode login di *firebase console*:
4. Download file konfigurasi iii yang telah diupdate (google-services.json), yang berisi informasi klien OAuth yang diperlukan untuk login dengan Google.
5. Pindahkan file konfigurasi yang diupdate ini ke *project Android Studio* dengan mengganti file konfigurasi terkait yang sudah usang.

Setelah selesai menambahkan firebase pada *project android* proses authentication dapat dilakukan tahapan-tahapan berikut ini :

1. Authentication Login
 - a. Integrasikan login Google sekali ketuk kedalam aplikasi dengan mengikuti langkah-langkah di halaman login dan pengguna dengan Prosedur Kredensial yang tersimpan. Mengkonfigurasi objek pada begin *SignInRequest* dengan set *GoogleIdTokenRequestOptions*.
 - b. Metode onCreate aktivitas login bersama objek *Firestore Authentication*
 - c. Saat melakukan inisialisasi aktivitas lakukan pemeriksaan pengguna baik yang sudah login atau belum. Pengendali on activity result dengan mendapatkan token ID Google pengguna dengan cara menukarkan dengan kredensial firebase.

2. Authentication History

Cloud firestore database NoSQL berorientasi dokumen tidak seperti database SQL dan *cloud firestore* tidak memiliki tabel atau baris, sebagai gantinya data disimpan dalam berbagai dokumen yang disusun menjadi koleksi. Setiap dokumen berisi kumpulan key-value pair kemudian *Cloud firestore* dioptimalkan untuk menyimpan koleksi besar merupakan bagian-bagian dari dokumen kecil.

Semua dokumen harus disimpan dalam koleksi berisi subkoleksi dan objek bertingkat, sementara subkoleksi dan objek bertingkat dapat mencakup kolom standar misalnya string atau objek kompleks seperti daftar. Koleksi dan dokumen dibuat secara implisit di cloud firestore ke dalam dokumen pada koleksi. Jika koleksi atau dokumen tidak ada maka cloud firestore akan membuatnya.

Berikut referensi yang harus ditambahkan.

- a. Setiap dokumen di cloud firestore dikenali secara unik berdasarkan lokasinya di dalam database, seperti dokumen *handsight* dalam koleksi *users* yang merujuk ke lokasi ini dalam kode dengan membuat referensi yang menunjuk padanya. (`val aloveLaceDocumentRef = db.collection("users").document("handsight")`)
- b. Membuat referensi ke pesan di subkoleksi dengan kode.

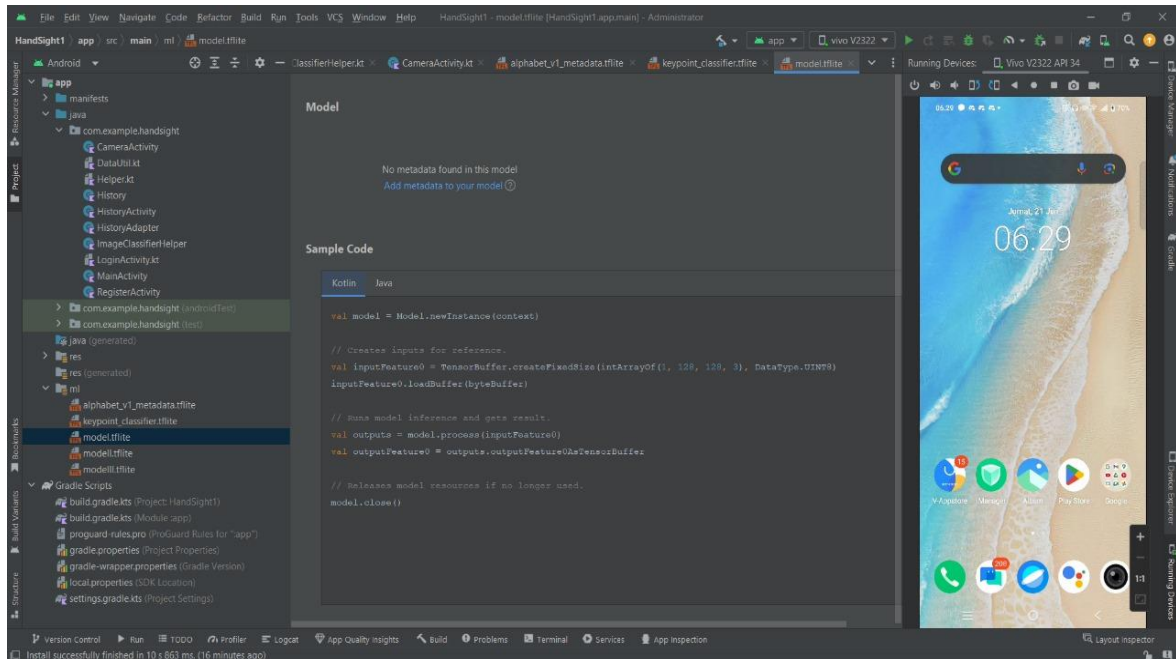
D. Hasil Pengujian

1. Machine Learning TFLite

- a. Uji Coba Model Machine Learning TFLite di gambar:

Pada Gambar 10 terlihat percobaan menunjukkan bahwa aplikasi yang menggunakan *machine learning TensorFlow Lite*, baik dengan model RGB maupun hitam putih berhasil diinstal dan dijalankan dengan baik pada perangkat Android 14 API 34 serta berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi di Android Studio. Aplikasi tanpa model *machine learning TensorFlow Lite* juga dapat diluncurkan dengan baik, seperti yang ditunjukkan oleh instalasi yang berhasil pada perangkat

Vivo V2322 dengan Android 14 API 34 oleh karena itu penggunaan atau tidak penggunaan *TensorFlow Lite* tidak mempengaruhi keberhasilan build dan peluncuran aplikasi.

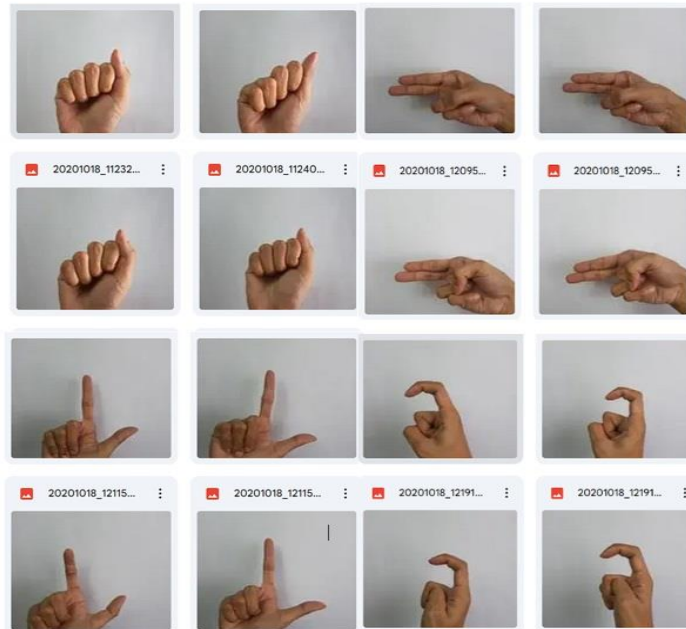


Gambar 10. Hasil Model TFLite pada Mobile

b. *Dataset Machine Learning TFLite*

Gambar 11 menunjukan dataset *Machine Learning TFLite* yang digunakan pada aplikasi pengenalan sistem isyarat bahasa indonesia sebagai data uji coba dari model terdiri dari 26 huruf yang dimulai dari A-Z dengan masing masing huruf memiliki 220 dataset yang jumlah keseluruhan huruf dari A-Z adalah 5.720 datasets SIBI Language Alphabets Sistem Isyarat Bahasa Indonesia Alphabet Sign Language Datasets www.kaggle.com links :

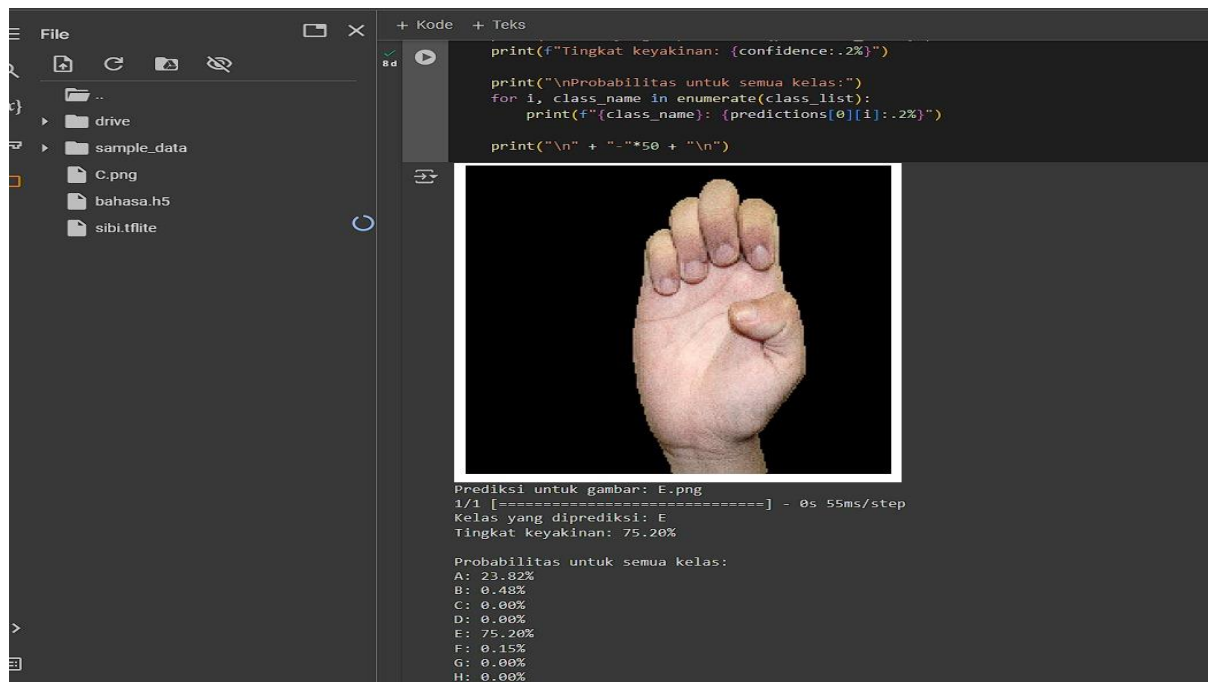
1. <https://www.kaggle.com/datasets/mlanangafkaar/datasets-lemlitbang-sibi-alphabets/data>
2. <https://www.kaggle.com/datasets/ayuraj/asl-dataset>
3. <https://www.kaggle.com/datasets/alvinbintang/sibi-dataset>



Gambar 11 Dataset Machine Learning TFLite

c. Penerapan Model Machine Learning TFLite

Pada Gambar 12 penerapan model machine learning TFLite yang dilatih menggunakan dataset yang relevan. Proses ini memakan waktu lama dan membutuhkan sumber daya komputasi yang besar. Model tensorflow yang telah dilatih kemudian dikonversi ke format *tensorflow lite* dan format ini dirancang untuk perangkat dengan sumber daya terbatas dan memungkinkan model untuk dijalankan dengan lebih efisien. Model *tensorflow lite* yang telah dikonversi kemudian diterapkan pada aplikasi atau perangkat target, tahap ini, model digunakan untuk memproses data input dan menghasilkan prediksi.



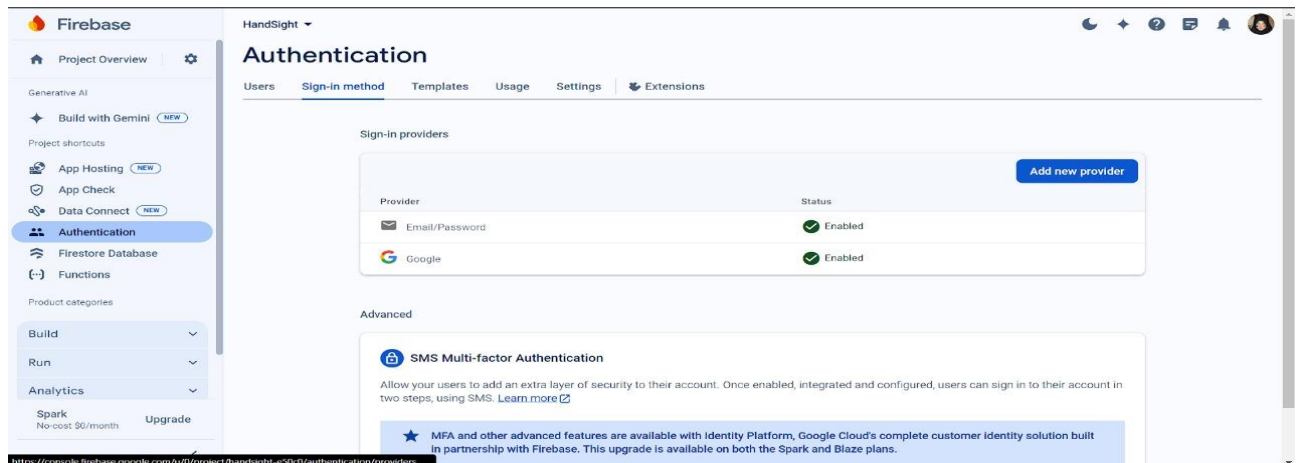
Gambar 12. Lampiran Model TFLite

B. Firebase Authentication

Firebase Authentication adalah layanan yang disediakan oleh firebase yakni platform pengembangan aplikasi yang dikembangkan oleh Google[10], dirancang untuk memudahkan pengembang dalam menambahkan fungsionalitas autentikasi pengguna ke aplikasi dan memungkinkan pengembang untuk mengintegrasikan berbagai metode autentikasi ke dalam aplikasi, termasuk autentikasi berbasis kata sandi (email dan kata sandi), autentikasi melalui penyedia pihak ketiga seperti Google, Facebook, Twitter, dan GitHub serta autentikasi anonym, merupakan layanan yang mendukung autentikasi berbasis nomor telepon.

a. *Firebase Authentication Login dan Register*

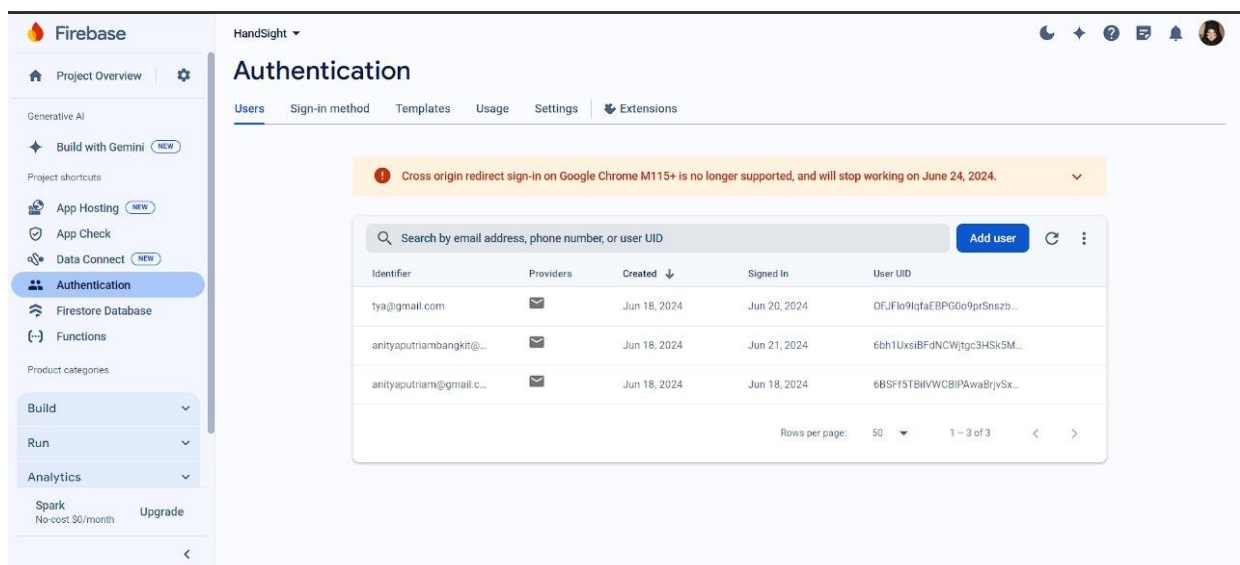
Pada Gambar 13 merupakan hasil *Firebase Authentication Login & Register* terdapat dua cara authentication user yakni dengan menggunakan *Sign in* melalui Google dan/atau dapat registrasi menggunakan email dan password.



Gambar 13. Hasil *Firebase Authentication Login & Register*

b. *Firebase Authentication User*

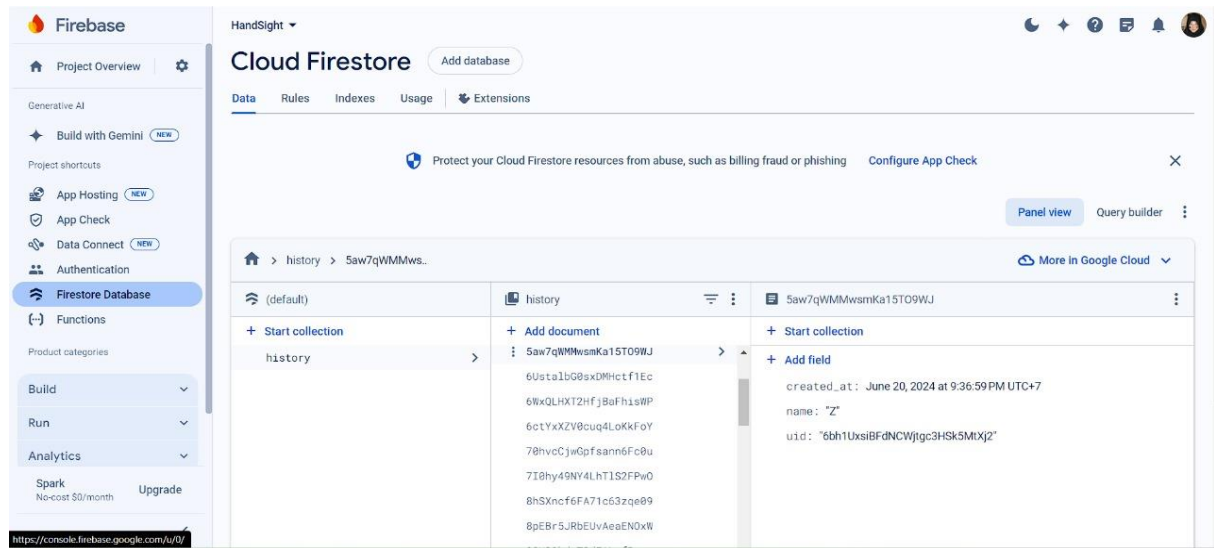
Pada saat berhasilnya user masuk melalui *Sign in* dan/atau Register hasil daftar user yang telah masuk akan ditampilkan pada halaman Authentication pada Firebase yang memuat list akun user di Gambar 14.



Gambar 14. Hasil *Firebase Authentication User*

c. *Firestore Authentication Cloud History*

Pada Gambar 15 memperlihatkan saat user telah berhasil memasuki aplikasi dan menjalankan aktifitas pada CameraX maka hasil dari aktivitas tersebut tersimpan pada firestore authentication cloud yang ada pada firebase.



Gambar 15. Hasil Firestore Authentication Cloud History

3. *Black Box Testing*

a. *Pengujian Layout*

Pada aplikasi terdapat layout yang saling terhubung dari setiap bagian yang membuat aplikasi dapat berjalan baik. Berikut hasil uji app pada Tabel 1.

TABEL 1
HASIL PENGUJIAN LAYOUT APP

Layout	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Status Pengujian
Sign in	User dapat masuk ke CameraX	Berhasil masuk ke CameraX	Valid
Register	User dapat Registrasi untuk membuat akun	Berhasil Registrasi untuk membuat akun	Valid
CameraX	Dapat menampilkan CameraX dengan baik	Berhasil menampilkan CameraX dengan baik	Valid
History	Dapat memuat hasil dari proses dari CameraX	Berhasil memuat hasil dari proses dari CameraX	Valid

b. *Pengujian Firebase Authentication*

Aplikasi menggunakan firebase sebagai authentication bagi user yang akan menjalankan aplikasi, firebase akan menyimpan segala aktifitas yang terjadi pada aplikasi. Berikut hasil uji *firebase authentication* pada Tabel 2.

TABEL 2
HASIL PENGUJIAN FIREBASE AUTHENTICATION

Firestore	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Status Pengujian
Authentication	User dapat masuk menggunakan Sign in dan/atau melakukan registrasi akun sehingga dapat ke tampilan utama yakni layout CameraX	Berhasil masuk menggunakan Sign in dan/atau melakukan registrasi akun sehingga dapat ke tampilan utama yakni layout CameraX	Valid

Firestore	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Status Pengujian
Authentication History	Aktivitas yang terjadi pada CameraX dapat tersimpan pada Firestore Authentication History	Berhasil menyimpan aktifitas yang terjadi di CameraX	Valid

c. Pengujian *Machine Learning TFLite*

Pada pengujian ini terdapat beberapa percobaan yang dilakukan dengan model *TensorFlow Lite* yang berbeda. Berikut hasil dari percobaan di Tabel 3.

TABEL 3
HASIL PENGUJIAN TENSORFLOW LITE

TFLite	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Status Pengujian
Model RGB	Aplikasi dapat terinstal dan model tidak menjadi kendala launcher aplikasi	Berhasil menginstal Aplikasi dan model tidak menjadi kendala launcher aplikasi	Valid
Model Hitam Putih	Aplikasi dapat terinstal dan model tidak menjadi kendala launcher aplikasi	Berhasil menginstal Aplikasi dan model tidak menjadi kendala launcher aplikasi	Valid
Tanpa Model	Aplikasi dapat terinstal dan tidak menjadi kendala launcher aplikasi	Berhasil menginstal Aplikasi dan tidak menjadi kendala launcher aplikasi	Valid

d. Pengujian *Fitur App*

Pada tampilan utama CameraX terdapat fitur-fitur yang dapat memudahkan user dalam menggunakan aplikasi. Berikut hasil pengujian di Tabel 4.

TABEL 4
HASIL PENGUJIAN FITUR APP

Fitur App	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Status Pengujian
Icon Opsi	Dapat berjalan dengan baik dengan menampilkan halaman History	Berhasil berjalan dengan baik dengan menampilkan halaman History	Valid
Text to Speech	Dapat bekerja mengeluarkan suara apabila di digunakan	Berhasil bekerja mengeluarkan suara apabila di digunakan	Valid
Rotasi Kamera	Dapat merotasi kamera depan dan kamera belakang dengan baik	Berhasil merotasi kamera depan dan kamera belakang dengan baik	Valid
Kolom Hasil Penerjemahan	Dapat menghasilkan hasil dari proses TFLite apabila terdeteksi objek	Berhasil menghasilkan hasil dari proses TFLite apabila terdeteksi objek	Valid

4. Hasil Kuesioner Pengguna

Pada pengujian experience yang dilakukan oleh 15 (Lima Belas) responden dari Masyarakat, setelah uji experience, para responden mengisi kuesioner yang berisi pertanyaan seputar penggunaan aplikasi pengenalan sistem isyarat bahasa Indonesia di Tabel 5.

Data hasil yang didapat dari kuesioner dihitung dengan menggunakan rumus :

- a. Nilai : Nilai maksimal x 100% .

Nilai maksimal yang didapat dari kuesioner dihitung dengan menggunakan rumus :

- b. Responden x Nilai maksimal yaitu 6, maka $15 \times 6 = 90$

TABEL 5.
HASIL KUESIONER PENGGUNA

No	Pertanyaan	Ya	Tidak	Total	Presentase
1.	Apakah anda tau bahasa isyarat SIBI dan/atau BISINDO ?	11	4	66	73.3%
2.	Apakah anda bisa berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat SIBI dan/atau BISINDO?	8	7	48	53.3%
3.	Apakah tampilan aplikasi pengenalan sistem isyarat bahasa indonesia menarik ?	15	-	90	100%
4.	Apakah aplikasi pengenalan sistem isyarat bahasa indonesia berjalan dengan baik ?	14	1	84	93.3%
5.	Apakah fitur aplikasi pengenalan sistem isyarat bahasa indonesia mudah dipahami dan digunakan ?	15	-	90	100%
6.	Apakah aplikasi ini bermanfaat?	15	-	53	100%
Rata-rata Presentase					86,65%

Pada preferensi expert mobile yang dilakukan oleh 5 (Lima) responden dari expert mobile. Setelah uji experience, para responden mengisi kuesioner yang berisi pertanyaan seputar penggunaan aplikasi pengenalan sistem isyarat bahasa Indonesia di Tabel 6.

Data hasil yang didapat dari kuesioner dihitung dengan menggunakan rumus :

- a. Nilai : Nilai maksimal x 100% .

Nilai maksimal yang didapat dari kuesioner dihitung dengan menggunakan rumus :

- b. Responden x Nilai maksimal yaitu 7, maka $5 \times 7 = 35$

TABEL 6
HASIL PREFERENSI EXPERT MOBILE

No	Pertanyaan	Ya	Tidak	Total	Presentase
1.	Apakah <i>Authentication Sign in & Register</i> dalam aplikasi berjalan dengan baik?	5	-	35	100%
2.	Apakah <i>Authentication History</i> dalam aplikasi dapat diakses seperti seharusnya?	5	-	35	100%
3.	Apakah <i>TFLite</i> diterima dalam laman <i>Camerax</i> aplikasi?	5	-	35	100%
4.	Apakah Icon Opsi dapat diakses pada aplikasi?	5	-	35	100%
5.	Apakah <i>Text to Speech</i> dalam aplikasi berjalan dengan baik?	5	-	35	100%
6.	Apakah Rotasi Kamera dapat dijalankan pada laman <i>Camerax</i> ?	5	-	35	100%
7.	Apakah pada laman <i>Camerax</i> menampilkan hasil dari proses TFLite?	5	-	35	100%
Rata-rata Presentase					100%

IV. SIMPULAN

Pengujian mesin learning menggunakan *Tensorflow lite* dengan model RGB, model data hitam putih berhasil disematkan pada perangkat android dan terintegrasi pada *android studio*, di dapat *launcher android* menggunakan device vivo v2322 android 14 API 34 masih bisa dibangun walaupun tanpa *machine learning tensorflow lite*, Dataset yang diuji coba pada sistem Bahasa isyarat dalam Bahasa Indonesia terdiri dari 26 huruf mulai A-Z masing-masing huruf memiliki 220 dataset dengan keseluruhan adalah 5.720 dataset, Data user akan tersimpan pada firebase authentication cloud yang ada pada firebase setelah user masuk melalui sign/register terlebih dahulu menjalani aktifitas pada CameraX dan bagi user yang berhasil aktivitasnya tersimpan serta memuat list akun user dan model machine learning TFLite yang dilatih menggunakan dataset yang relevan serta proses ini memakan waktu lama dan membutuhkan sumber daya komputasi yang besar, Hasil kuesioner pengguna umum menunjukkan rata-rata persentase kepuasan sebesar 86,65%, dengan penilaian positif terhadap kemudahan penggunaan, manfaat, dan tampilan aplikasi. Sementara itu, hasil kuesioner expert mobile menunjukkan kepuasan penuh dengan rata-rata persentase 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. I. Borman and B. Priyopradono, "Implementasi Penerjemah Bahasa Isyarat Pada Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Dengan Metode Principal Component Analysis (PCA)," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 1, pp. 103–108, 2018.
- [2] R. Y. Hakkun, M. Rizky, and B. Rafsanjani, "Game Edukasi Pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) Menggunakan Myo Armband pada Arsitektur Client Server," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 3, pp. 507–512, 2022.
- [3] D. Fatjriyatun, K. Joni, A. Ubaidillah, M. Ulum, and R. Alfita, "Rancang Bangun Komunikasi Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) Bagi Anak Tunarungu/Wicara berbasis Speech Recognition," *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 7, no. 2, p. 35, 2021.
- [4] D. Trisianto, and M. A. Limantara, "Sistem Pembelajaran Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa*, vol. 6, pp. 1–12, 2024.
- [5] O. D. Nurhayati, D. Eridani, and M. H. Tsalavin, "Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) Metode Convolutional Neural Network Sequential secara Real Time," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 4, pp. 819–828, 2022.
- [6] H. Irawan, "Rancang Bangun Sistem Pengenalan Huruf Dan Angka Dalam Sibi (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) Berbasis Hand Pose Gesture Recognition Menggunakan Microsoft Kinect" 2015, [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/71915/1/2411100089-Undergraduate_Thesis.pdf
- [7] S. A. Masithah *et al.*, "Meningkatkan Pemahaman tentang Anak Berkebutuhan Khusus kepada Masyarakat melalui Sosialisasi dan Pelatihan Bahasa Isyarat agar Mewujudkan Pendidikan yang Inklusif," *J. Abdi Masy. Indones.*, vol. 3, no. 4, pp. 1241–1250, 2023.
- [8] R. Z. Fadillah, A. Irawan, and M. Susanty, "Model Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Menggunakan Pendekatan Transfer Learning," vol. 15, no. 1, pp. 1–9, 2022.
- [9] F. S. Pramashela and H. A. Rachim, "Aksesibilitas Pelayanan Publik Bagi Penyandang Disabilitas Di Indonesia," *Focus J. Pekerj. Sos.*, vol. 4, no. 2, p. 225, 2022.
- [10] A.A. Putu Bayu Surya Dharma Gede and Gede Yoga Kharisma Pradana2, "Implikasi Penataan Desa Wisata Penglipuran terhadap Kelestarian Budaya Bali," *J. Pariwisata Indones.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–14, 2022.
- [11] B. A. Prakoso, R. R. Pahlevi, and F. Shtevanie, "Sistem Pendeteksi Api Dini Berbasis Raspberry Pi Termonitoring Aplikasi Telegram," *Log. J. Penelit. Inform.*, vol. 1, no. 1, p. 53, 2023.
- [12] M. W. Sardjono and N. Sanjaya, "Aplikasi Konsultasi Dokter-Pasien Secara Online Berbasis Android Menggunakan React Native," *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 153–164, 2023.
- [13] I. Solihin, Z. Lessy, M. Sulhan, and A. A. Fauzi, "Kesetaraan dalam Bahasa Isyarat sebagai Identitas Tuli di Rumah Setara," *Eastasouth J. Eff. Community Serv.*, vol. 01, no. 03, pp. 111–130, 2023.
- [14] S. T. P. Isma, "Meneliti Bahasa Isyarat Dalam Perspektif Variasi Bahasa," pp. 1–14, 2018, [Online]. Available: http://kbi.kemdikbud.go.id/kbi_back/file/dokumen_makalah/dokumen_makalah_1540468871.pdf
- [15] A. S. Nugraheni, A. P. Husain, and H. Unayah, "Optimalisasi Penggunaan Bahasa Isyarat Dengan Sibi Dan Bisindo Pada Mahasiswa Difabel Tunarungu Di Prodi Pgmi Uin Sunan Kalijaga," *J. Holistika*, vol. 5, no. 1, p. 28, 2023.
- [16] R. Z. Fadillah, A. Irawan, M. Susanty, and I. Artikel, "Data Augmentasi Untuk Mengatasi Keterbatasan Data Pada Model Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)," *J. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 208–214, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ji/article/view/10768>
- [17] S. N. Budiman, S. Lestanti, H. Yuana, and B. N. Awwalin, "SIBI (Sistem Bahasa Isyarat Indonesia) berbasis Machine Learning dan Computer Vision untuk Membantu Komunikasi Tuna Rungu dan Tuna Wicara," *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 119–128, 2023.