

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI *VIDEO CALL*  
ELCUE BERBASIS *FRAMEWORK FLUTTER* TERINTEGRASI  
FIREBASE DAN AGORA DENGAN PENDETEKSIAN BAHASA  
ISYARAT INDONESIA (BISINDO) SECARA *REAL-TIME***

**TUGAS AKHIR DALAM BENTUK LAIN SETARA SKRIPSI**

**PUTRI ANDRIYANI**

**211401008**



**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI *VIDEO CALL*  
ELCUE BERBASIS *FRAMEWORK FLUTTER* TERINTEGRASI  
FIREBASE DAN AGORA DENGAN PENDETEKSIAN BAHASA  
ISYARAT INDONESIA (BISINDO) SECARA *REAL-TIME***

**TUGAS AKHIR DALAM BENTUK LAIN SETARA SKRIPSI**

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat untuk memperoleh ijazah

Sarjana Ilmu Komputer

**PUTRI ANDRIYANI**

**211401008**



**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## PERSETUJUAN

Judul : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI *VIDEO CALL ELCUE BERBASIS FRAMEWORK FLUTTER TERINTEGRASI FIREBASE DAN AGORA DENGAN Pendeteksian Bahasa ISYARAT INDONESIA (BISINDO) SECARA REAL-TIME*

Kategori : TUGAS AKHIR DALAM BENTUK LAIN SETARA SKRIPSI

Nama : PUTRI ANDRIYANI

Nomor Induk : 211401008

Mahasiswa

Program Studi : S-1 ILMU KOMPUTER

Fakultas : ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

Komisi Pembimbing :

Medan, 27 Maret 2025

Pembimbing II

Dr. Mohammad Andri Budiman  
S.T., M.Comp.Sc., M.E.M.  
NIP. 197510082008011011

Pembimbing I

Hayatunnufus, S.Kom., M.Cs  
NIP. 199207192024062001

Diketahui/disetujui oleh

Program Studi S-1 Ilmu Komputer

Dr. Amalia S.T., M.T.  
NIP. 197812212014042001

## PERNYATAAN

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI *VIDEO CALL*  
ELCUE BERBASIS *FRAMEWORK FLUTTER* TERINTEGRASI  
FIREBASE DAN AGORA DENGAN Pendeteksian Bahasa  
ISYARAT INDONESIA (BISINDO) SECARA *REAL-TIME*

### TUGAS AKHIR DALAM BENTUK LAIN SETARA SKRIPSI

Saya mengakui bahwa tugas akhir dalam bentuk lain setara skripsi ini merupakan hasil kerja sama tim dalam kompetisi. Penulisan judul dan isi dari tugas akhir dalam bentuk lain setara skripsi ini dilakukan secara individu dan berbeda satu dengan lainnya, yang disesuaikan dengan bidang masing-masing dalam tim, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, 26 Maret 2025

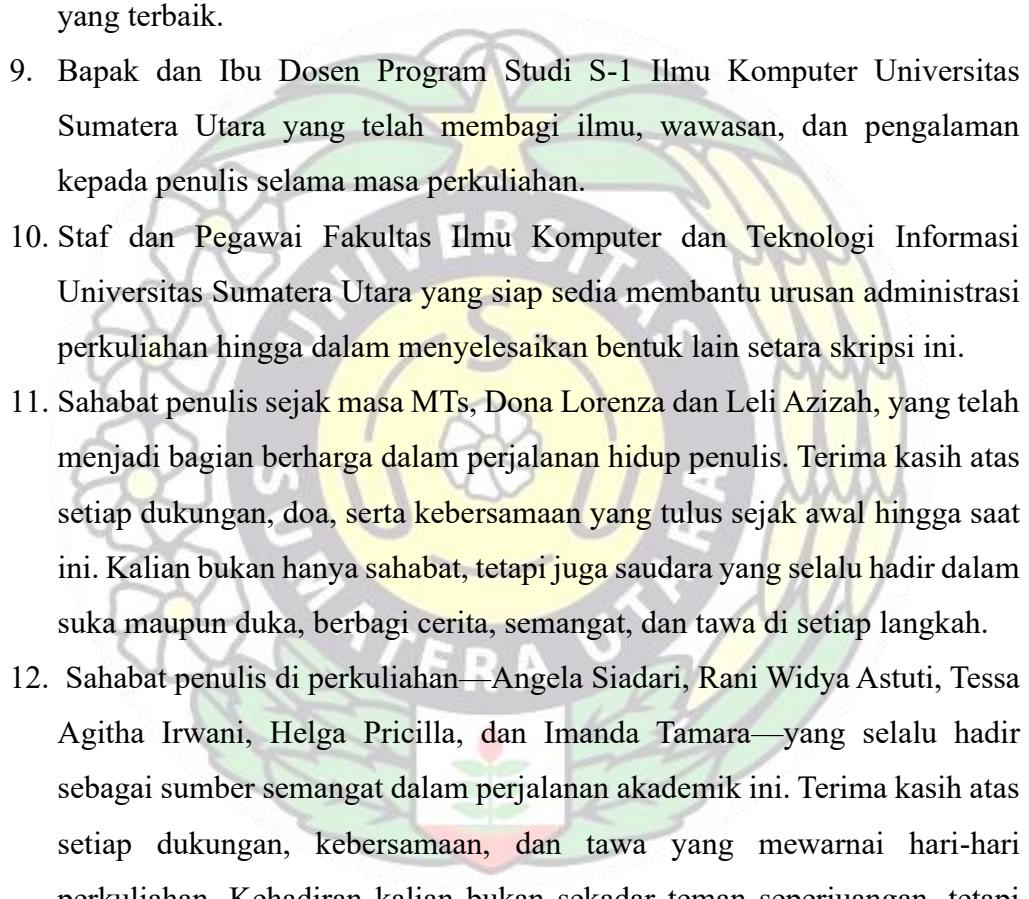
  
Puri Andriyani  
211401008

## PENGHARGAAN

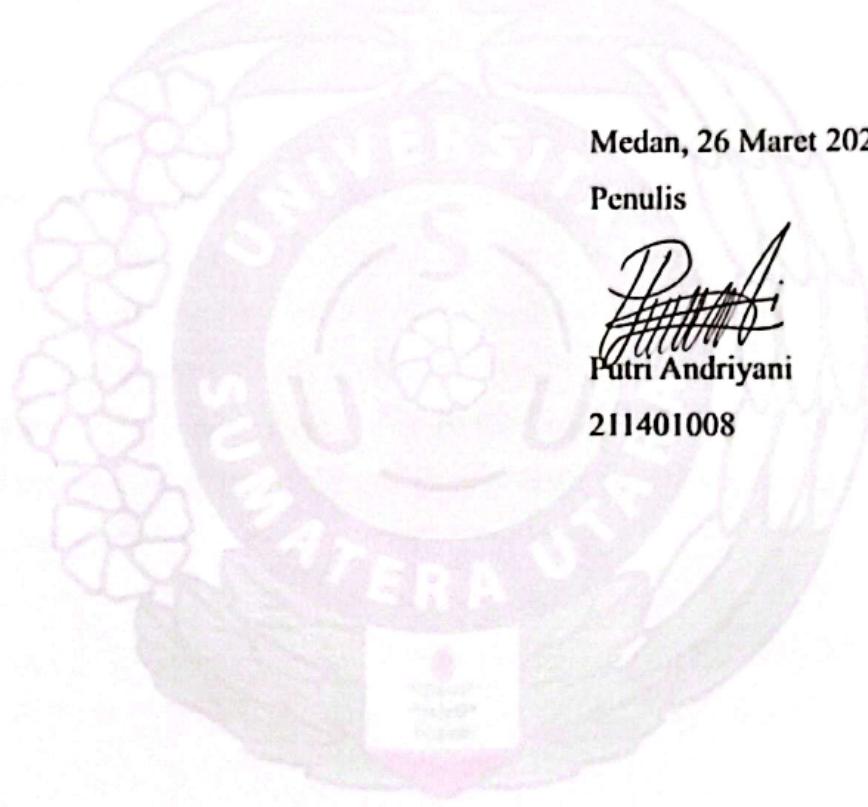
Alhamdulillah puji dan syukur penulis ucapkan karena rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan bentuk lain setara skripsi yang berjudul “Perancangan dan Implementasi Aplikasi *Video Call ElCue* Berbasis *Framework Flutter* terintegrasi *Firebase* dan *Agora* dengan Pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) secara *Real-time*” sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas dukungan, bantuan, dan doa yang diberikan dalam penyelesaian tugas ini. Sebagai bentuk apresiasi, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Allah Subhana Wa Ta’ala yang senantiasa memberikan Ridha dan Rahmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan bentuk lain setara skripsi ini dengan baik.
2. Orang tua yang penulis sayangi, Mama Farida dan Bapak Pain yang selalu mendukung dan meyakinkan penulis dalam menempuh pendidikan setinggi mungkin, terima kasih atas doa, pengorbanan, dan kasih sayang yang tiada henti. Segala jasa dan bimbingan yang telah diberikan sungguh tak ternilai dan akan selalu penulis kenang dengan penuh rasa hormat dan syukur.
3. Kakak dan Abang penulis, Kak Winda, Bang Heri, Bang Gusti, serta seluruh keluarga besar Alm. Safari dan Alm. Wasrtak yang selalu mendukung penuh segala kegiatan penulis dan memberikan semangat.
4. Bapak Dr. Muryanto Amin, S.Sos., M.Si. selaku Rektor Universitas Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Maya Silvi Lidya, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Mohammad Andri Budiman S.T., M.Comp.Sc., M.E.M. selaku Wakil Dekan I Fasilkom-TI Universitas Sumatera Utara dan selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu, mendoakan, mendukung, serta mempermudah dalam proses menuju kelulusan.

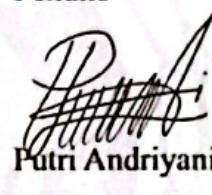
- 
7. Ibu Dr. Amalia S.T., M.T. selaku Pelaksana Tugas Ketua Program Studi S-1 Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara.
  8. Ibu Hayatunnufus, S.Kom., M.Cs selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pendamping PKM yang dengan penuh kesabaran, dukungan, motivasi serta masukan konstruktif yang diberikan, telah membimbing dan memberikan arahan yang sangat berarti dalam pengembangan proyek ElCue dan penyusunan setara skripsi ini, serta atas bimbingan yang telah membangun semangat dan keteguhan hati penulis untuk terus berusaha memberikan yang terbaik.
  9. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi S-1 Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara yang telah membagi ilmu, wawasan, dan pengalaman kepada penulis selama masa perkuliahan.
  10. Staf dan Pegawai Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara yang siap sedia membantu urusan administrasi perkuliahan hingga dalam menyelesaikan bentuk lain setara skripsi ini.
  11. Sahabat penulis sejak masa MTs, Dona Lorenza dan Leli Azizah, yang telah menjadi bagian berharga dalam perjalanan hidup penulis. Terima kasih atas setiap dukungan, doa, serta kebersamaan yang tulus sejak awal hingga saat ini. Kalian bukan hanya sahabat, tetapi juga saudara yang selalu hadir dalam suka maupun duka, berbagi cerita, semangat, dan tawa di setiap langkah.
  12. Sahabat penulis di perkuliahan—Angela Siadari, Rani Widya Astuti, Tessa Agitha Irwani, Helga Pricilla, dan Imanda Tamara—yang selalu hadir sebagai sumber semangat dalam perjalanan akademik ini. Terima kasih atas setiap dukungan, kebersamaan, dan tawa yang mewarnai hari-hari perkuliahan. Kehadiran kalian bukan sekadar teman seperjuangan, tetapi juga keluarga yang selalu siap mendengar keluh kesah, berbagi cerita, dan saling menguatkan di setiap langkah.
  13. Teman-teman tim Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) hingga PIMNAS-37 yang telah berjuang bersama selama satu tahun, mengorbankan tenaga, waktu, dan pikiran demi mencapai tujuan bersama. Terima kasih atas kerja sama, semangat, dan dedikasi yang luar biasa dalam setiap proses yang kita lalui.

14. Teman-teman Kom B dan Angkatan 2021, khususnya Akhdan, Elisa, Haikal, Harry, Hiskia, Kyudi, Lorenzo, Muthia, Pieter, Reysha, dan teman-teman lainnya yang telah berperan dalam perjalanan perkuliahan di Ilmu Komputer, terima kasih atas kebersamaan, dukungan, serta segala pengalaman berharga yang telah dibagikan.
15. Seluruh kerabat dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan banyak saran dalam hal apapun.  
Semoga bantuan, dukungan, serta doa-doa yang dipanjatkan dibalas dengan kebaikan yang lebih baik oleh Allah Subhana Wata'ala.



Medan, 26 Maret 2025

Penulis



Putri Andriyani  
211401008

## ABSTRAK

Komunikasi merupakan aspek fundamental dalam kehidupan manusia, namun bagi komunitas Tuli, interaksi sosial sering kali terhambat akibat kurangnya aksesibilitas dalam teknologi komunikasi, terutama dalam penggunaan *video call*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi *video call* berbasis Flutter yang dapat mendeteksi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) secara *real-time* dan mengonversi suara menjadi teks (*speech-to-text*), dengan integrasi Firebase untuk manajemen data dan Agora SDK untuk komunikasi video. Aplikasi ini diharapkan dapat memfasilitasi komunikasi yang lebih inklusif antara penyandang Tuli dan non-Tuli. Model *deep learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) digunakan untuk mendeteksi gerakan tangan dalam BISINDO, sementara *plugin speech-to-text* Flutter diterapkan untuk transkripsi suara secara *real-time*. Implementasi aplikasi dilakukan dengan mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam platform *mobile* lintas platform. Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian fungsionalitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ElCue dapat berjalan dengan baik, memberikan komunikasi yang lebih lancar dan inklusif bagi pengguna Tuli, dengan pendekripsi BISINDO dan *speech-to-text* yang akurat.

**Kata Kunci:** Aplikasi *Video Call*, Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO), *Speech-to-text*, Flutter, Agora SDK, Firebase, *Deep Learning*.

**THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A VIDEO CALL  
ELCUE APPLICATION BASED ON THE FLUTTER FRAMEWORK  
INTEGRATED WITH FIREBASE AND AGORA WITH REAL-TIME  
DETECTION OF INDONESIAN SIGN LANGUAGE (BISINDO)**

**ABSTRACT**

*Communication is a fundamental aspect of human life, but for the Deaf community, social interaction is often hampered due to lack of accessibility in communication technology, especially in the use of video calls. This research aims to design and implement a Flutter-based video call application that can detect Indonesian Sign Language (BISINDO) in real-time and convert voice to text (speech-to-text), with Firebase integration for data management and Agora SDK for video communication. This application is expected to facilitate more inclusive communication between Deaf and non-Deaf people. A Convolutional Neural Network (CNN)-based deep learning model is used to detect hand gestures in BISINDO, while the Flutter speech-to-text plugin is applied for real-time voice transcription. The implementation of the application is done by integrating the technology into a cross-platform mobile platform. System testing was conducted through functionality testing. The test results show that the ElCue application can run well, providing smoother and more inclusive communication for Deaf users, with accurate BISINDO detection and speech-to-text.*

**Keywords:** Video Call Application, Indonesian Sign Language (BISINDO), Speech-to-text, Flutter, Agora SDK, Firebase, Deep Learning.

## DAFTAR ISI

<b>PERSETUJUAN.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>xiii</b>
1.1.    Latar Belakang .....	1
1.2.    Rumusan Masalah .....	3
1.3.    Tujuan Penelitian.....	4
1.4.    Batasan Penelitian .....	4
1.5.    Manfaat Penelitian.....	4
1.6.    Metode Penelitian.....	5
1.7.    Sistematika Penulisan.....	7
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>8</b>
2.1. <i>Video Call</i> dan Komunikasi Inklusif .....	8
2.1.1     Konsep <i>Video Call</i> .....	8
2.1.2     Tantangan dalam Komunikasi bagi Teman Tuli.....	8
2.2.    Software Engineering dan Metode Pengembangan.....	9
2.2.1 <i>Software Development Life Cycle (SDLC) – Agile (Scrum)</i> .....	9
2.2.2     Desain dan Arsitektur Aplikasi <i>Mobile</i> .....	11
2.3.    Teknologi Pengembangan Aplikasi <i>Mobile</i> .....	11
2.3.1     Flutter .....	11
2.3.2     Firebase .....	12
2.3.3     Agora SDK.....	13
2.3.4 <i>Plugin Speech-to-text Flutter</i> .....	14
2.4.    Pendeteksian Bahasa Isyarat dengan <i>Deep Learning</i> .....	14

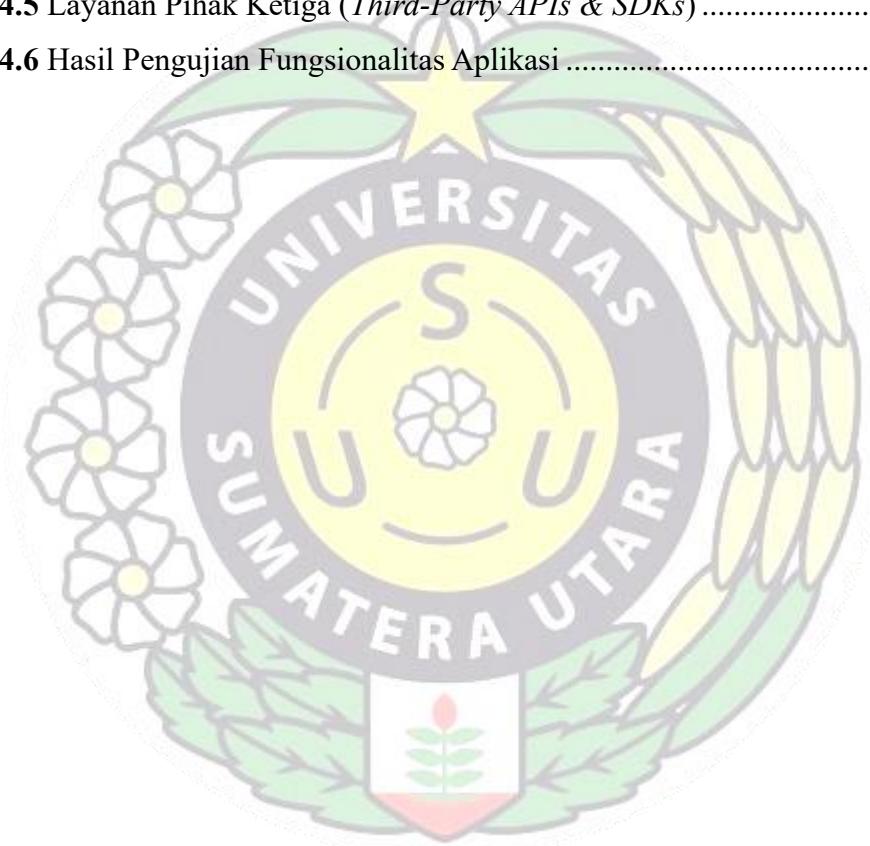
2.4.1	<i>Deep Learning</i> .....	14
2.4.2	<i>Tensorflow Lite</i> .....	15
2.5.	Penelitian Terkait.....	15
<b>BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN</b> .....		<b>18</b>
3.1.	Analisis Masalah .....	18
3.2.	Analisis Kebutuhan .....	19
3.3.	Arsitektur Sistem.....	20
3.3.1	Diagram Arsitektur Sistem.....	20
3.3.2	Diagram Aliran Data ( <i>Data Flow Diagram/DFD</i> ).....	21
3.4.	Perancangan Aplikasi <i>Mobile</i> .....	24
3.4.1	<i>Use Case Diagram</i> .....	24
3.4.2	<i>Activity Diagram</i> .....	26
3.4.3	<i>Sequence Diagram</i> .....	30
3.5.	Perancangan <i>Database</i> .....	31
3.5.1	<i>Entity Relationship Diagram (ERD) Database</i> .....	32
3.5.2	Struktur <i>Database</i> Firebase Firestore .....	33
3.6.	Desain Antarmuka Pengguna (UI/UX).....	34
3.7.	Perancangan Model <i>Deep Learning</i> .....	35
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b> .....		<b>36</b>
4.1.	Implementasi Sistem .....	36
4.1.1	Spesifikasi Perangkat untuk Implementasi .....	36
4.1.2	Perangkat Lunak yang Digunakan .....	37
4.1.3	Implementasi Aplikasi <i>Mobile</i> dengan Flutter .....	38
4.1.4	Integrasi Firebase untuk <i>Backend</i> dan Manajemen Data .....	44
4.1.5	Integrasi Agora SDK untuk <i>Video call</i> .....	45
4.1.6	Implementasi Model <i>Deep Learning</i> di Aplikasi Moblie .....	45
4.1.7	Implementasi Speech-to -Text untuk Konversi Suara ke Teks .....	46
4.2.	Pengujian Sistem .....	48
4.2.1	Pengujian Fungsionalitas ( <i>Black Box Testing</i> ) .....	48
4.3.	Analisis Hasil Pengujian .....	50
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		<b>51</b>
5.1.	Kesimpulan.....	51
5.2.	Saran .....	52

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Penelitian Terkait .....	17
<b>Tabel 3.1</b> Aktor dan Tugas pada <i>Use Case Diagram</i> .....	25
<b>Tabel 4.1</b> Spesifikasi Perangkat Pengembangan Aplikasi .....	36
<b>Tabel 4.2</b> Spesifikasi Perangkat Pengujian Aplikasi .....	37
<b>Tabel 4.3</b> <i>Development Environtment</i> .....	37
<b>Tabel 4.4</b> Layanan <i>Backend</i> dan <i>Database</i> .....	38
<b>Tabel 4.5</b> Layanan Pihak Ketiga ( <i>Third-Party APIs &amp; SDKs</i> ) .....	38
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi .....	48



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Alur Agile (Scrum) (Sumber: cycler.com, 2022).....	10
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Ishikawa ElCue .....	18
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Ranah Penelitian .....	20
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Arsitektur Sistem ElCue .....	20
<b>Gambar 3.4</b> DFD Level 0 .....	22
<b>Gambar 3.5</b> DFD Level 1 .....	23
<b>Gambar 3.6</b> <i>Use Case Diagram</i> Aplikasi ElCue .....	26
<b>Gambar 3.7</b> <i>Activity Diagram Register</i> dan <i>Login</i> .....	27
<b>Gambar 3.8</b> <i>Activity Diagram Pencarian</i> dan <i>Chat</i> .....	28
<b>Gambar 3.9</b> <i>Activity Diagram Panggilan Video</i> .....	29
<b>Gambar 3.10</b> <i>Activity Diagram Transkripsi Suara</i> .....	29
<b>Gambar 3.11</b> <i>Activity Diagram Deteksi BISINDO</i> .....	30
<b>Gambar 3.12</b> <i>Sequence Diagram</i> .....	30
<b>Gambar 3.13</b> <i>Entity Relationship Diagram (ERD) Database</i> .....	32
<b>Gambar 3.14</b> Rancangan Desain Antarmuka.....	34
<b>Gambar 4.1</b> Tampilan Halaman <i>Splash screen</i> .....	39
<b>Gambar 4.2</b> Tampilan Halaman <i>Login</i> .....	39
<b>Gambar 4.3</b> Tampilan Halaman <i>Register</i> .....	40
<b>Gambar 4.4</b> Tampilan Halaman Utama .....	40
<b>Gambar 4.5</b> Tampilan Halaman Pencarian Pengguna .....	41
<b>Gambar 4.6</b> Tampilan Halaman Fitur <i>Chat</i> .....	41
<b>Gambar 4.7</b> Tampilan Halaman Gabung ke <i>Channel Video call</i> .....	42
<b>Gambar 4.8</b> Tampilan <i>Room Video call</i> .....	42
<b>Gambar 4.9</b> Tampilan Halaman Fitur Deteksi BISINDO .....	43
<b>Gambar 4.10</b> Tampilan Halaman Fitur Transkripsi Suara .....	43
<b>Gambar 4.11</b> Kode Implementasi Firebase Authentication .....	44
<b>Gambar 4.12</b> Kode Pengaturan Agora SDK .....	45
<b>Gambar 4.13</b> Kode Implementasi Memproses Model <i>Deep Learning</i> .....	46
<b>Gambar 4.12</b> Kode Penanganan <i>Speech-to-text</i> .....	47

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Komunikasi merupakan aspek mendasar dalam kehidupan manusia, termasuk dalam ranah digital. Teknologi *video call* terus berkembang dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti komunikasi personal, pendidikan, hingga bisnis. Menurut laporan Statuo Analytics (2020), penggunaan aplikasi *video conference* meningkat setiap minggu, seiring dengan kebutuhan komunikasi jarak jauh yang lebih efisien dan inklusif.

Komunitas Tuli, yang terdiri dari individu dengan gangguan pendengaran sebagian atau total, umumnya mengandalkan bahasa isyarat sebagai alat komunikasi utama. Meskipun *video call* telah menjadi sarana komunikasi yang umum, komunitas ini masih menghadapi kendala karena terbatasnya dukungan untuk bahasa isyarat dalam aplikasi *video call*. Menurut Kushalnagar dan Vogle (2020), solusi yang diusulkan adalah menyediakan opsi penerjemah dalam aplikasi *video call* untuk memastikan konsistensi kosakata bahasa isyarat dan mencapai komunikasi yang inklusif.

Namun, meskipun teknologi *video call* terus berkembang, banyak aplikasi yang belum memiliki fitur penerjemahan bahasa isyarat otomatis, sehingga komunikasi antara pengguna Tuli dan non-Tuli masih terhambat. Selain itu, jumlah Juru Bahasa Isyarat (JBI) yang terbatas semakin memperburuk akses komunikasi inklusif. Seperti Gorontalo, di mana minimnya JBI menjadi tantangan bagi penyandang disabilitas Tuli dalam mengakses informasi dan layanan dasar (RRI, 2023).

Untuk mengatasi tantangan ini, perlu dikembangkan solusi berbasis teknologi *computer vision* yang memungkinkan deteksi dan penerjemahan bahasa isyarat secara otomatis dengan mengenali gerakan tangan. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah model *deep learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN), yang telah terbukti efektif dalam mengenali pola visual kompleks, termasuk gerakan tangan dalam bahasa

isyarat. Penelitian oleh Taqiyyah *et al.* (2021) mengembangkan sistem pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) menggunakan CNN, yang menghasilkan tingkat akurasi tinggi.

Selain pendekripsi bahasa isyarat, aplikasi yang dikembangkan juga dapat mengintegrasikan fitur *speech-to-text* menggunakan *plugin speech-to-text* dari Flutter. Teknologi ini memungkinkan transkripsi ucapan secara *real-time*, yang sangat membantu komunikasi antara pengguna Tuli dan non-Tuli. Studi oleh Widyawicara (2021) menekankan bahwa pengembangan teknologi *speech-to-text* yang lebih akurat dalam bahasa Indonesia sangat penting untuk meningkatkan aksesibilitas bagi komunitas Tuli.

Dalam pengembangan perangkat lunak, Flutter menjadi salah satu *framework* utama untuk membangun aplikasi *mobile* lintas platform. *Framework* ini unggul dalam menghadirkan antarmuka yang interaktif sekaligus meningkatkan efisiensi proses pengembangan (Panda, 2023). Selain itu, Firebase dapat dimanfaatkan sebagai solusi *backend* berbasis cloud untuk mengelola data secara *real-time*, memungkinkan pembaruan dan sinkronisasi yang lebih efisien (Namee *et al.*, 2022). Untuk memastikan komunikasi video yang stabil dengan latensi rendah, Agora SDK menyediakan layanan *video call* yang memungkinkan interaksi berlangsung secara *real-time* tanpa gangguan, sehingga pengalaman komunikasi menjadi lebih responsif dan lancar (Agora, 2023).

Metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan pendekatan Agile (Scrum) dapat diterapkan untuk memastikan fleksibilitas dan iterasi cepat dalam pengembangan fitur aplikasi (Sutherland dan Schwaber, 2020). Pendekatan ini memungkinkan tim pengembang untuk lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna berdasarkan hasil uji coba dan umpan balik dari komunitas Tuli.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa dengan mengintegrasikan teknologi pengenalan bahasa isyarat dalam aplikasi *video call* berpotensi meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi komunitas Tuli. Studi oleh Syulistyo *et al.* (2020) mengembangkan sistem penerjemahan

Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) berbasis CNN, yang terbukti efektif dalam meningkatkan interaksi penyandang Tuli dan Tuna Wicara. Selain itu, penelitian oleh Rahman *et al.* (2024) memperkenalkan pendekatan *Deep Learning* untuk pengenalan BISINDO, yang menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi komunitas Tuli. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi aplikasi *video call* yang mendukung pendekripsi bahasa isyarat berbasis *computer vision* serta integrasi fitur *speech-to-text* untuk menciptakan komunikasi yang lebih inklusif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan mengeksplorasi lebih lanjut pengembangan aplikasi *video call* dengan fitur pendekripsi bahasa isyarat dan *speech-to-text* untuk mengatasi tantangan komunikasi bagi komunitas Tuli serta meningkatkan inklusivitas dalam teknologi komunikasi digital.

## 1.2. Rumusan Masalah

Interaksi antara individu Tuli dan non-Tuli di Indonesia masih menghadapi tantangan, terutama dalam komunikasi daring melalui *video call*. Rendahnya pemahaman masyarakat terhadap Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) serta keterbatasan platform *video call* yang belum mendukung penerjemahan bahasa isyarat secara *real-time* menjadi hambatan utama dalam komunikasi yang efektif. Selain itu, fitur konversi suara ke teks (*speech-to-text*) masih jarang diintegrasikan secara optimal untuk mendukung aksesibilitas bagi komunitas Tuli. Ketidakhadiran teknologi ini membuat pengguna Tuli harus bergantung pada penerjemah atau metode komunikasi alternatif yang kurang efisien. Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi yang tidak hanya mampu mendekripsi dan menerjemahkan BISINDO secara otomatis, tetapi juga mengintegrasikan fitur *speech-to-text* dalam *video call* untuk menciptakan komunikasi yang lebih lancar, inklusif, dan setara bagi komunitas Tuli.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan ElCue, sebuah aplikasi *video call* berbasis Flutter yang terintegrasi dengan Firebase dan Agora, serta didukung oleh model *Deep Learning* untuk mendeteksi dan menerjemahkan BISINDO secara *real-time*, sekaligus mengenali suara dan mengonversinya ke teks. Aplikasi ini dirancang sebagai solusi komunikasi yang lebih inklusif dengan menyediakan fitur penerjemahan bahasa isyarat yang efisien serta transkripsi suara otomatis. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan interaksi antara pengguna Tuli dan non-Tuli dalam lingkungan digital dapat berjalan lebih lancar dan efektif.

### 1.4. Batasan Penelitian

Untuk memastikan penelitian tetap terfokus dan sesuai dengan ruang lingkup yang ditetapkan, beberapa batasan diterapkan dalam pengembangan aplikasi ini:

1. Aplikasi dikembangkan menggunakan *Framework* Flutter untuk platform *mobile*, dengan Firebase sebagai *backend* dan Agora SDK sebagai penyedia layanan *video call*.
2. Model *Deep Learning* yang diimplementasikan hanya digunakan untuk mendeteksi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan tidak mencakup bahasa isyarat lainnya.
3. Fitur *speech-to-text* dalam aplikasi ini hanya mendukung transkripsi dalam Bahasa Indonesia, tanpa integrasi untuk bahasa lain.
4. Pengujian aplikasi dilakukan dalam lingkungan terbatas, menggunakan dataset yang telah ditentukan sebelumnya, tanpa uji coba langsung dalam skenario penggunaan yang lebih luas.

Batasan ini diterapkan untuk menjaga fokus penelitian serta memastikan pengembangan aplikasi dapat diselesaikan dalam cakupan yang realistik dan terukur.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi komunitas Tuli serta berkontribusi dalam pengembangan teknologi inklusif, di antaranya:

1. Meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi pengguna Tuli dengan menghadirkan teknologi pendekripsi BISINDO secara *real-time* dalam *video call*, sehingga interaksi dengan pengguna non-Tuli menjadi lebih lancar dan efektif.
2. Membantu individu yang tidak menguasai bahasa isyarat untuk berkomunikasi lebih mudah dengan komunitas Tuli melalui fitur penerjemahan bahasa isyarat dan konversi suara ke teks yang terintegrasi dalam aplikasi.
3. Mengoptimalkan teknologi *speech-to-text* dalam lingkungan *video call*, memungkinkan transkripsi suara secara *real-time* dalam Bahasa Indonesia, sehingga komunikasi menjadi lebih inklusif dan dapat diakses oleh pengguna dengan berbagai kebutuhan komunikasi.
4. Menjadi referensi dalam pengembangan aplikasi *mobile* berbasis Flutter, khususnya dalam penerapan teknologi *computer vision*, integrasi Firebase sebagai *backend*, pemanfaatan Agora SDK untuk *video call*, serta implementasi *speech-to-text* untuk mendukung komunikasi yang lebih efektif dan setara.

Dengan manfaat ini, penelitian diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan solusi digital yang lebih inklusif bagi komunitas Tuli serta menjadi acuan bagi inovasi di bidang teknologi komunikasi.

### 1.6. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan serangkaian tahapan sistematis untuk merancang dan mengembangkan aplikasi ElCue. Metode ini bertujuan untuk menghasilkan solusi teknologi yang dapat meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi komunitas Tuli. Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

#### 1. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan referensi dari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *computer vision*, *Deep Learning*, serta pengembangan aplikasi berbasis Flutter. Studi ini bertujuan untuk memahami metode dan teknologi yang telah digunakan sebelumnya sebagai dasar dalam perancangan sistem.

## 2. Perancangan Sistem

Tahap ini mencakup pembuatan desain arsitektur aplikasi, rancangan antarmuka pengguna (UI/UX), serta skema integrasi dengan Firebase dan Agora SDK. Selain itu, dirancang pula alur kerja sistem, model data, dan strategi implementasi fitur utama seperti deteksi bahasa isyarat dan konversi suara ke teks (*speech-to-text*).

## 3. Pengembangan Aplikasi

Proses pengembangan melibatkan implementasi fitur utama, termasuk *video call* berbasis Agora SDK, integrasi model *Deep Learning* untuk pendekripsi BISINDO, serta *backend* menggunakan Firebase untuk manajemen data pengguna dan komunikasi *real-time*.

## 4. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan metode *black-box testing* untuk memastikan bahwa setiap fitur aplikasi berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian ini difokuskan pada fungsionalitas sistem, termasuk *video call*, deteksi BISINDO, dan fitur *speech-to-text*.

## 5. Uji Pengguna

Pengujian aplikasi dilakukan dengan melibatkan pengguna dari komunitas Tuli yaitu GERKATIN SUMATERA UTARA untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan, efektivitas fitur deteksi bahasa isyarat, serta kualitas transkripsi *speech-to-text* dalam mendukung komunikasi mereka. Hasil dari uji pengguna akan menjadi dasar untuk penyempurnaan fitur aplikasi agar lebih sesuai dengan kebutuhan target pengguna.

Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan aplikasi yang tidak hanya fungsional tetapi juga dapat digunakan secara efektif oleh komunitas Tuli dan non-Tuli dalam komunikasi digital.

## 1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini terdiri dari lima bab yang dijelaskan sebagai berikut:

### BAB 1: Pendahuluan

Bab ini membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian yang digunakan, serta sistematika penulisan yang menjelaskan alur penyusunan penelitian ini.

### BAB 2: Landasan Teori

Bab ini menguraikan teori-teori yang mendukung penelitian, termasuk konsep *video call*, Flutter sebagai *Framework* pengembangan aplikasi, Firebase sebagai *backend*, Agora SDK untuk layanan *video call*, serta teknologi *computer vision*, *deep learning*, dan *speech-to-text*. Selain itu, bab ini juga membahas penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini.

### BAB 3: Analisis dan Perancangan Sistem

Bab ini menjelaskan analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur aplikasi, desain antarmuka pengguna (UI/UX), model *deep learning* yang digunakan, serta metode pengujian yang akan diterapkan dalam penelitian ini.

### BAB 4: Implementasi dan Pengujian Sistem

Bab ini membahas proses pengembangan aplikasi, implementasi fitur utama, integrasi sistem, serta pengujian yang dilakukan, agar dapat menunjukkan apakah penelitian ini sudah sesuai dengan hasil dan tujuan yang direncanakan.

### BAB 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut, baik dalam hal peningkatan fitur maupun optimalisasi sistem agar lebih efektif dan efisien.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. *Video Call* dan Komunikasi Inklusif

##### 2.1.1 Konsep *Video Call*

Perkembangan teknologi komunikasi digital telah mengalami kemajuan yang signifikan, terutama dalam ranah telekomunikasi. Salah satu inovasi yang saat ini banyak dimanfaatkan adalah teknologi *video call*, yang memungkinkan individu untuk berkomunikasi secara tatap muka dalam waktu nyata meskipun berada di lokasi yang berbeda. Kemudahan akses dan efisiensi dalam berkomunikasi menjadikan *video call* sebagai solusi yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti komunikasi personal, pendidikan, serta kegiatan bisnis berskala global (Pratiwi, 2017).

Dalam pengembangan aplikasi *mobile* yang mendukung layanan komunikasi video, pemanfaatan *Software Development Kit* (SDK) menjadi aspek penting guna memastikan kualitas streaming video dan audio yang optimal. Salah satu SDK yang sering digunakan adalah Agora, yang dirancang untuk menangani komunikasi *real-time* dengan memanfaatkan protokol *User Datagram Protocol* (UDP). Protokol ini dipilih karena mampu mengurangi latensi secara signifikan, sehingga interaksi antar pengguna dapat berlangsung dengan lebih stabil dan responsif dibandingkan dengan protokol berbasis *Transmission Control Protocol* (TCP) (Agora, 2023).

##### 2.1.2 Tantangan dalam Komunikasi bagi Teman Tuli

Penyandang Tuli, yang mengalami gangguan pendengaran baik sebagian maupun total, sering kali menghadapi tantangan dalam mengakses teknologi komunikasi digital. Meskipun *video call* telah menjadi sarana komunikasi yang umum digunakan, komunitas Tuli masih mengalami hambatan dalam berinteraksi dengan pengguna non-Tuli. Kendala utama yang dihadapi adalah keterbatasan dukungan terhadap Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dalam berbagai platform komunikasi digital. Hal ini

mengakibatkan kesulitan dalam memahami dan menyampaikan pesan secara efektif dalam interaksi virtual (Sari *et al.*, 2024).

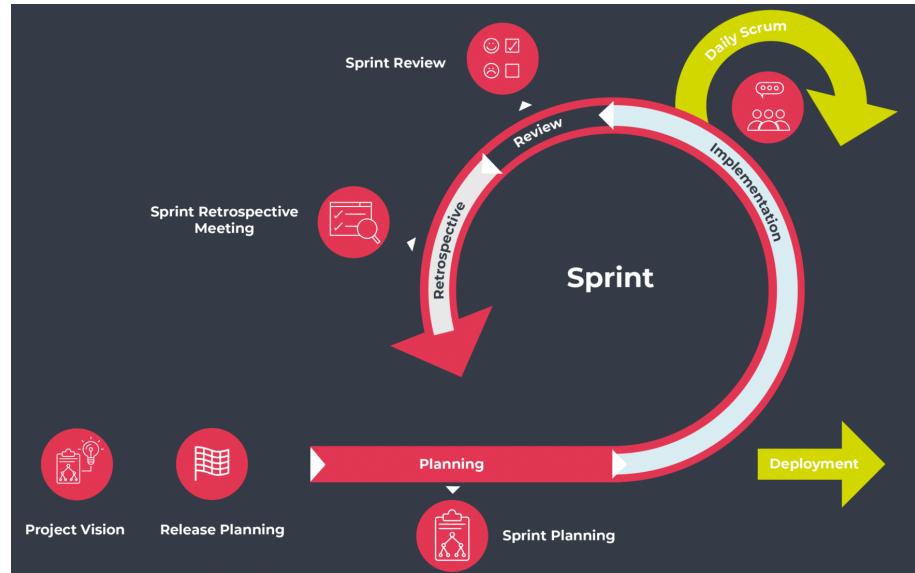
Menurut data Badan Pusat Statistik Nasional (2019), jumlah penyandang Tuli di Indonesia mencapai 1.820.000 jiwa dari total populasi 268.100.000 jiwa. Namun, Statistik Pendidikan Luar Biasa tahun yang sama mencatat hanya 26.438 penyandang Tuli yang terdaftar dalam institusi pendidikan khusus, yang menunjukkan kemungkinan rendahnya interaksi sosial dan akses pendidikan bagi komunitas ini. Interaksi sosial yang terbatas dapat berdampak pada akses informasi, peluang kerja, serta partisipasi dalam kehidupan bermasyarakat (Tolentino *et al.*, 2019).

Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, berbagai solusi berbasis teknologi mulai dikembangkan untuk meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi penyandang Tuli. Salah satu inovasi yang semakin banyak diteliti adalah pemanfaatan *computer vision* dalam aplikasi *video call*. Teknologi ini memungkinkan penerjemahan bahasa isyarat secara *real-time* dengan cara mengenali dan mengonversi gerakan tangan menjadi teks. Studi yang dilakukan oleh Sari *et al.* (2024) menunjukkan bahwa implementasi teknologi pengenalan bahasa isyarat berbasis kecerdasan buatan dapat meningkatkan efektivitas komunikasi antara pengguna Tuli dan non-Tuli dalam lingkungan digital yang lebih inklusif.

## 2.2. Software Engineering dan Metode Pengembangan

### 2.2.1 *Software Development Life Cycle (SDLC) – Agile (Scrum)*

Aplikasi ElCue dikembangkan menggunakan metode Agile dengan pendekatan Scrum sebagai *Framework* pengembangan. Scrum dipilih karena fleksibilitasnya dalam menangani perubahan kebutuhan selama proses pengembangan serta kemampuannya dalam meningkatkan kolaborasi tim dan efisiensi kerja (Sutherland dan Schwaber, 2020). Dengan pendekatan ini, pengembangan dilakukan dalam siklus iteratif yang memungkinkan evaluasi dan penyesuaian secara berkelanjutan.



**Gambar 2.1** Alur Agile (Scrum) (Sumber: cycler.com, 2022)

Tahapan Scrum yang diterapkan dalam pengembangan ElCue meliputi:

1. *Sprint Planning*: Menentukan fitur atau fungsi yang akan dikembangkan dalam satu iterasi berdasarkan prioritas kebutuhan pengguna.
2. *Development Sprints*: Pengembangan fitur dilakukan secara iterative dengan fokus pada penyelesaian tugas dalam periode *sprint* yang telah ditentukan.
3. *Daily Standup Meetings*: Rapat harian untuk memantau progres tim, mengidentifikasi hambatan, dan mengoordinasikan tugas yang sedang dikerjakan.
4. *Sprint Review* dan *Retrospective*: Evaluasi hasil pengembangan setelah setiap sprint untuk meninjau pencapaian, menerima umpan balik, serta merancang perbaikan sebelum melanjutkan ke iterasi berikutnya.

Pendekatan Agile Scrum sangat cocok untuk pengembangan aplikasi ElCue, karena memungkinkan pengujian bertahap terhadap model pendekripsi BISINDO sebelum implementasi penuh. Dengan adanya iterasi berulang, model *deep learning* dapat dioptimalkan berdasarkan hasil pengujian dan umpan balik pengguna sehingga meningkatkan akurasi deteksi bahasa isyarat dalam aplikasi.

### 2.2.2 Desain dan Arsitektur Aplikasi *Mobile*

Pengembangan ElCue memanfaatkan arsitektur berbasis Flutter, yang mendukung pengembangan aplikasi lintas platform untuk Android dan iOS dengan satu basis kode. Untuk memastikan aplikasi memiliki performa tinggi dan kemudahan dalam pengelolaan data, desain sistem dikembangkan dengan pendekatan modular dan berbasis komponen.

Arsitektur aplikasi ElCue terdiri dari beberapa lapisan utama, yaitu:

1. *Presentation Layer*: Berisi UI/UX yang dikembangkan menggunakan Flutter dan menerapkan *Material Design* untuk pengalaman pengguna yang intuitif dan mudah diakses.
2. *Application Layer*: Bertanggung jawab atas logika bisnis dan interaksi pengguna dengan sistem, termasuk pengelolaan *state* menggunakan *Provider*.
3. *Data Layer*: Mengelola komunikasi antara aplikasi dan *backend*, termasuk pengambilan serta penyimpanan data menggunakan Firebase Firestore untuk sinkronisasi *real-time*.
4. *Service Layer*: Berisi layanan eksternal seperti Agora SDK untuk *video call*, *Speech-to-text* untuk transkripsi suara, serta model *Deep Learning* untuk pendekripsi BISINDO.

### 2.3. Teknologi Pengembangan Aplikasi *Mobile*

Dalam pengembangan aplikasi *mobile*, pemilihan teknologi yang tepat menjadi faktor kunci dalam memastikan performa, efisiensi, dan pengalaman pengguna yang optimal. Aplikasi ElCue dikembangkan menggunakan Flutter sebagai *Framework* utama, Firebase untuk manajemen *backend*, serta Agora SDK sebagai penyedia layanan *video call* berbasis WebRTC.

#### 2.3.1 Flutter

Flutter adalah *Framework UI open-source* yang dikembangkan oleh Google, digunakan untuk membangun aplikasi *mobile* lintas platform (iOS dan Android) menggunakan bahasa pemrograman Dart. *Framework* ini memungkinkan pengembangan aplikasi dengan satu basis kode, sehingga lebih efisien dibandingkan pengembangan *native* yang memerlukan kode

terpisah untuk setiap platform. Flutter menawarkan berbagai keunggulan, di antaranya:

- Hot Reload, yang memungkinkan pengembang melihat perubahan kode secara instan tanpa harus me-restart aplikasi, sehingga mempercepat proses *debugging* dan pengembangan.
- Performa tinggi dengan penggunaan Skia Graphics Engine, yang memungkinkan *rendering* UI dengan kecepatan tinggi dan animasi yang halus (Panda, 2023).
- Ekosistem yang luas, dengan dukungan *library* dan *plugin* yang memudahkan integrasi berbagai layanan pihak ketiga, seperti Firebase dan Agora SDK.

Dalam konteks pengembangan ElCue, Flutter dipilih karena:

1. Dukungan multiplatform, memungkinkan aplikasi berjalan di iOS dan Android tanpa memerlukan kode terpisah.
2. Efisiensi dalam pengembangan UI, menggunakan arsitektur berbasis widget yang modular dan fleksibel.
3. Kemudahan integrasi, terutama dengan Firebase untuk *backend* dan Agora SDK untuk layanan *video call*.

### 2.3.2 Firebase

Firebase adalah platform *Backend-as-a-Service* (BaaS) yang dikembangkan oleh Google, menyediakan berbagai layanan seperti Firebase Authentication, Firestore *Database*, Cloud Storage, Cloud Functions, dan Machine learning Kit (Google, n.d.). Dengan Firebase, pengembang dapat membangun *backend* yang *scalable* dan *real-time* tanpa perlu mengelola server secara manual.

Aplikasi ElCue menggunakan Firebase untuk:

1. Otentikasi pengguna, menggunakan Firebase Authentication untuk *login* dengan email atau metode autentikasi lainnya.
2. Manajemen data pengguna dan histori percakapan, dengan Cloud Firestore sebagai *Database* NoSQL yang memungkinkan penyimpanan dan sinkronisasi data secara *real-time*.

3. Pembuatan token autentikasi untuk Agora SDK, menggunakan Firebase Cloud Functions sebagai mekanisme *serverless* untuk menghasilkan token secara dinamis sebelum pengguna bergabung ke dalam sesi *video call*. Agora SDK memerlukan token autentikasi untuk mengontrol akses pengguna dalam ruang komunikasi video, sehingga Cloud Functions membantu meningkatkan keamanan dengan memastikan setiap sesi mendapatkan token unik yang hanya berlaku dalam waktu tertentu.

Firebase dipilih karena kemudahan integrasi dengan Flutter, performa *real-time* yang optimal, serta skalabilitas yang memungkinkan aplikasi berkembang sesuai kebutuhan pengguna.

### 2.3.3 Agora SDK

Agora SDK adalah layanan komunikasi *real-time* yang dirancang untuk mendukung *video call* dengan latensi rendah serta kualitas video yang stabil. Teknologi ini memanfaatkan protokol WebRTC (*Web Real-time Communication*) untuk memungkinkan transmisi audio dan video berkualitas tinggi dalam berbagai aplikasi, termasuk telekonferensi, telemedicine, dan komunikasi berbasis isyarat. Salah satu keunggulan utama dari Agora SDK adalah kemampuannya dalam mengoptimalkan jaringan secara dinamis guna memastikan pengalaman komunikasi yang lancar, bahkan dalam kondisi koneksi internet yang tidak stabil (Agora.io, 2020).

Keunggulan utama Agora dalam ElCue:

1. *Low-latency streaming*, yang sangat penting untuk komunikasi berbasis isyarat agar gerakan tangan dan ekspresi wajah dapat diterima tanpa jeda signifikan.
2. *Real-time audio dan video processing*, yang mendukung kualitas suara dan gambar yang jernih meskipun dalam kondisi jaringan yang tidak stabil.
3. Kompatibilitas tinggi dengan Flutter, melalui paket `agora_rtc_engine`, sehingga memudahkan integrasi dalam pengembangan aplikasi.

4. Optimasi bandwidth adaptif, yang secara otomatis menyesuaikan kualitas video berdasarkan kecepatan jaringan pengguna, memastikan pengalaman komunikasi yang stabil.

Dengan memanfaatkan Agora SDK, ElCue dapat menyediakan layanan *video call* yang berkualitas tinggi, responsif, dan mendukung komunikasi berbasis bahasa isyarat dengan baik.

#### **2.3.4 *Plugin Speech-to-text Flutter***

*Plugin Speech-to-text Flutter* adalah sebuah pustaka yang memungkinkan pengembang aplikasi Flutter untuk mengonversi ucapan menjadi teks secara real-time menggunakan perangkat keras perangkat pengguna. Teknologi ini memanfaatkan kemampuan pengenalan suara untuk mentranskripsi ucapan menjadi teks dengan dukungan lebih dari 125 bahasa dan dialek, termasuk Bahasa Indonesia.

Implementasi teknologi ini telah membantu pengguna dalam meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kemudahan dalam melakukan transkripsi percakapan verbal (Widyawicara, 2021).

Dalam implementasinya pada aplikasi ElCue, fitur *speech-to-text* berfungsi sebagai proses transkripsi. Ketika pengguna berbicara, audio yang dihasilkan dikirim ke *plugin speech-to-text Flutter*.

### **2.4. Pendekripsi Bahasa Isyarat dengan *Deep Learning***

Pendekripsi bahasa isyarat merupakan proses mengonversi gerakan tangan dan ekspresi wajah menjadi bentuk yang dapat dipahami oleh masyarakat luas. Pendekatan *deep learning* telah menunjukkan hasil yang signifikan dalam bidang ini karena kemampuannya mengenali pola kompleks dalam data visual secara efisien.

#### **2.4.1 *Deep Learning***

*Deep Learning* adalah cabang dari *Machine learning* yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis-lapis untuk memodelkan representasi data pada berbagai tingkat abstraksi. Pendekatan ini memungkinkan sistem belajar langsung dari data mentah, seperti gambar atau video, tanpa memerlukan fitur yang dirancang secara manual. Dalam konteks pendekripsi bahasa isyarat, arsitektur seperti *Convolutional Neural*

*Networks* (CNN) sering digunakan karena kemampuannya dalam mengenali pola pada data gambar. Menurut Janiesch *et al.* (2021), *Deep Learning* bekerja dengan jaringan saraf tiruan yang terdiri dari beberapa lapisan untuk mempelajari representasi data yang kompleks.

*Deep Learning* dalam pengembangan aplikasi ElCue memungkinkan sistem untuk secara akurat mengenali dan menerjemahkan gerakan bahasa isyarat Indonesia (BISINDO) secara *real-time*, sehingga meningkatkan komunikasi antara pengguna Tuli dan non-Tuli.

#### 2.4.2 *Tensorflow Lite*

TensorFlow Lite adalah versi ringan dari TensorFlow, sebuah pustaka open-source yang dikembangkan oleh Google untuk keperluan *Machine learning* pada perangkat dengan sumber daya terbatas, seperti ponsel pintar dan perangkat *Internet of Things* (IoT). TensorFlow Lite memungkinkan implementasi model *Deep Learning* secara efisien pada perangkat tersebut. Menurut David *et al.* (2020), TensorFlow Lite dirancang khusus untuk menjalankan model *Deep Learning* pada sistem *embedded* dengan sumber daya terbatas.

Dalam pengembangan aplikasi ElCue, TensorFlow Lite digunakan untuk mengintegrasikan model pendekripsi bahasa isyarat ke dalam platform *mobile*. Hal ini memungkinkan pengguna untuk menerjemahkan gerakan bahasa isyarat menjadi teks atau suara secara langsung melalui perangkat mereka, mendukung komunikasi yang lebih inklusif bagi komunitas Tuli.

### 2.5. Penelitian Terkait

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi individu Tuli melalui teknologi pengenalan bahasa isyarat dan konversi suara ke teks.

Nasri (2020) mengembangkan sistem penerjemah suara ucapan Bahasa Indonesia ke dalam Sistem Bahasa Isyarat Indonesia (SIBI) menggunakan *Automatic Speech Recognition* (ASR). Sistem ini mencapai akurasi rata-rata 90,50% dan Word Error Rate (WER) sebesar 9,50%, serta

mampu mengenali kata yang diucapkan secara kontinu, sehingga mempermudah komunikasi antara individu Tuli dan non-Tuli.

Virgiawan (2024) mengimplementasikan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan alfabet dalam Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Sistem ini dikembangkan untuk mendukung komunikasi penyandang Tuli dengan mengidentifikasi gerakan tangan yang membentuk huruf-huruf dalam alfabet BISINDO secara *real-time*.

Kamilah (2023) mengembangkan sistem pendekripsi gerakan bahasa isyarat menggunakan *Computer vision* dengan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Sistem ini berhasil mencapai akurasi validasi sebesar 93,45%, menegaskan efektivitas pendekatan ini dalam mengenali gerakan tangan untuk memfasilitasi komunikasi antara individu Tuli dan non-Tuli. Selain itu, penelitian oleh Afandy *et al.* (2023) mengembangkan model berbasis *Deep Learning* menggunakan algoritma YOLO untuk menerjemahkan bahasa isyarat ke teks.

Namun, beberapa penelitian masih berfokus pada pengembangan sistem *video call* tanpa mempertimbangkan kebutuhan individu Tuli. Misalnya, penelitian oleh Gaol dan Pakpahan (2024) mengembangkan aplikasi *video call* dan *voice call* berbasis Android dengan integrasi ZegoCloud. Meskipun aplikasi ini menyediakan fitur interaksi langsung antara pengguna, namun belum memiliki fitur pendekripsi bahasa isyarat atau *speech-to-text*, sehingga masih kurang inklusif bagi individu Tuli.

**Tabel 2.1** Penelitian Terkait

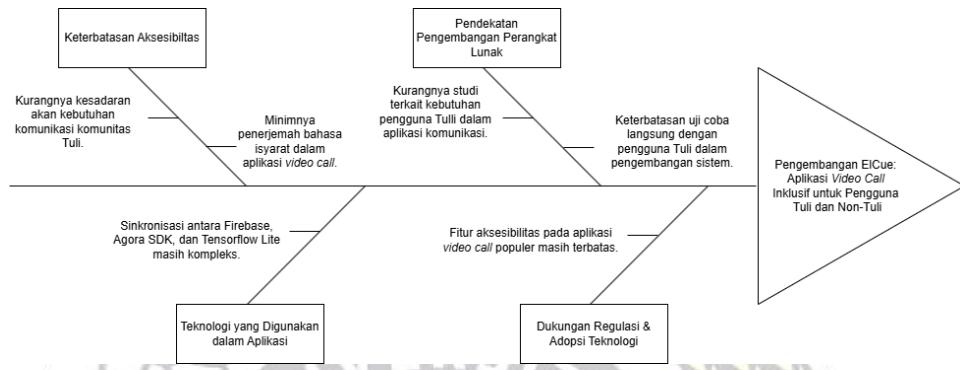
No.	Penulis	Judul	Tahun
1.	Andi Nasri	Konversi Suara Ucapan Bahasa Indonesia Ke Sistem Bahasa Isyarat Indonesia (SIBI)	2020
2.	David Arian Virgiawan	Pengenalan Bahasa Isyarat Menggunakan Deteksi Objek <i>Deep Learning</i>	2024
3.	Raisya Athaya Kamilah	Sistem Pendekripsi Gerakan Bahasa Isyarat dengan Menggunakan <i>Computer vision</i>	2023
4.	Mas Aly Afandi, Alicia Kinanti, Indah Permatasari, Nicolas Yonara Tarigan	Deteksi Objek Bahasa Isyarat Alfabet BISINDO Menggunakan <i>Deep Learning</i> dan Arsitektur YOLO	2024
5.	Boy Seventri Lumban Gaol, Sorang Pakpahan	Pengembangan Aplikasi <i>Video Call</i> dan <i>Voice Call</i> Berbasis Android dengan Integrasi Zegocloud	2024

Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun banyak kemajuan telah dilakukan dalam pengembangan teknologi asistif bagi individu Tuli, masih terdapat keterbatasan dalam implementasi fitur pendekripsi bahasa isyarat dan *speech-to-text* dalam platform komunikasi daring. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menciptakan sistem yang lebih inklusif dan mudah diakses oleh komunitas Tuli.

## BAB 3

### ANALISIS DAN PERANCANGAN

#### 3.1. Analisis Masalah



**Gambar 3.1 Diagram Ishikawa ElCue**

Diagram ishikawa ini mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pengembangan aplikasi ElCue, yang dirancang untuk menyediakan komunikasi inklusif bagi pengguna Tuli dan non-Tuli melalui fitur *video call*, pendekripsi BISINDO, dan *speech-to-text*. Faktor utama yang berperan dalam pengembangan meliputi keterbatasan aksesibilitas, pendekatan pengembangan perangkat lunak, teknologi yang digunakan, serta dukungan regulasi dan adopsi teknologi. Kurangnya kesadaran akan kebutuhan komunikasi pengguna Tuli serta minimnya penerjemah bahasa isyarat dalam *video call* menjadi kendala dalam menciptakan fitur aksesibilitas yang efektif.

Melalui analisis faktor-faktor ini, pengembangan ElCue bertujuan untuk mengatasi kendala komunikasi dengan mengintegrasikan deteksi bahasa isyarat dan *speech-to-text* dalam *video call*. Dengan memahami tantangan yang ada, aplikasi ini dapat dioptimalkan agar lebih responsif, inklusif, dan mudah diakses, sehingga mampu memberikan pengalaman komunikasi yang lebih baik bagi semua pengguna.

### 3.2. Analisis Kebutuhan

Tahap Analisis kebutuhan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi fitur dan spesifikasi yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi ElCue. Kebutuhan sistem dikategorikan menjadi dua aspek utama, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

Kebutuhan fungsional mencakup fitur utama yang harus dimiliki oleh sistem untuk memenuhi tujuan aplikasi. Aplikasi harus mendukung registrasi dan autentikasi pengguna melalui Firebase Authentication, serta menyediakan pencarian pengguna berdasarkan email untuk mempermudah koneksi antar pengguna. Selain itu, fitur *chat* pribadi diperlukan untuk memungkinkan pengguna mengirim pesan langsung serta berbagi nama *room/channel video call* sebagai identitas unik untuk mengakses ruang percakapan video bersama.

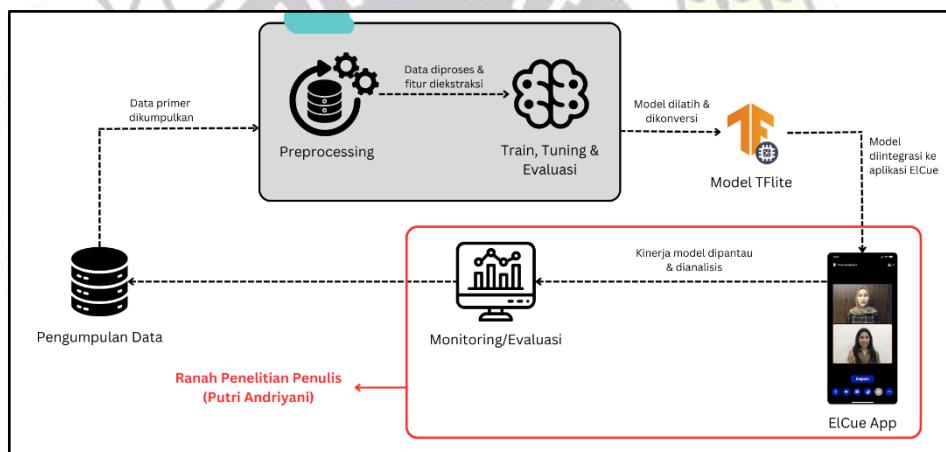
Aplikasi juga harus mendukung komunikasi video *real-time* menggunakan Agora SDK, yang dilengkapi dengan fitur aktivasi dan deaktivasi untuk *speech-to-text* serta deteksi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) untuk meningkatkan fleksibilitas dan aksesibilitas komunikasi bagi pengguna. Di luar sesi *video call*, aplikasi juga harus menyediakan fitur transkripsi suara dan deteksi BISINDO yang dapat digunakan secara independen.

Sementara itu, kebutuhan non-fungsional meliputi beberapa aspek teknis yang memastikan aplikasi berjalan secara optimal. Aplikasi harus responsif dan dapat berjalan di platform Android dan iOS. Selain itu, sistem harus mampu menangani beberapa pengguna secara *real-time* tanpa mengalami keterlambatan yang signifikan. Keamanan data pengguna juga menjadi prioritas utama, dengan implementasi Firebase Authentication dan sistem enkripsi yang memastikan privasi dan perlindungan data.

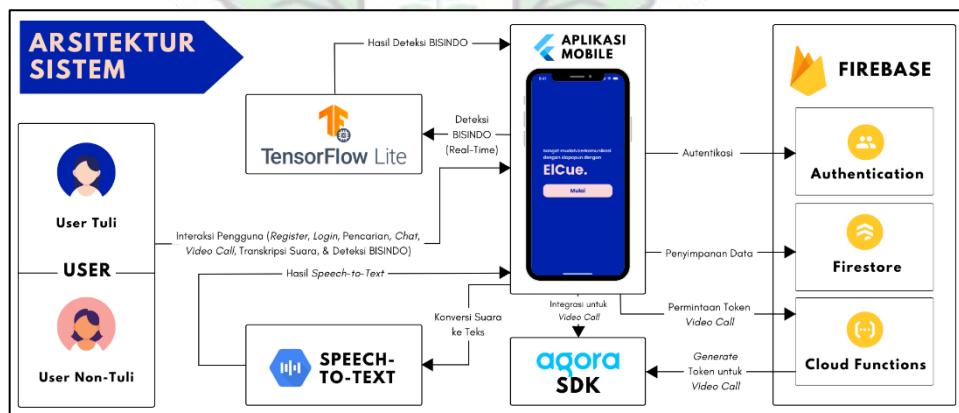
### 3.3. Arsitektur Sistem

#### 3.3.1 Diagram Arsitektur Sistem

Diagram Arsitektur Sistem menjelaskan bagaimana model yang telah dikembangkan diterapkan dalam aplikasi ElCue, dengan fokus utama pada pengembangan dan implementasi aplikasi *mobile*, sebagaimana ditunjukkan dalam kotak merah pada Gambar 3.2. Fokus utama dalam penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi *mobile* ElCue, memastikan bahwa seluruh komponen sistem, termasuk pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan *speech-to-text*, dapat diintegrasikan dengan optimal. Pengembangan ini mencakup perancangan antarmuka, pengelolaan data pengguna, serta sinkronisasi antara teknologi Firebase, Agora SDK, dan model pendekripsi berbasis TensorFlow Lite, sehingga aplikasi dapat berjalan secara efisien di perangkat *mobile*.



Gambar 3.2 Diagram Ranah Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Arsitektur Sistem ElCue

Proses pengembangan diawali dengan pembuatan antarmuka aplikasi dengan Flutter. Untuk mendukung fungsi dasar aplikasi, sistem dirancang agar pengguna dapat melakukan registrasi dan *login* melalui Firebase Authentication, mencari pengguna lain berdasarkan email atau nama yang tersimpan di Firestore, serta mengirim pesan untuk berbagi nama *channel* yang akan digunakan dalam sesi *video call*.

Setelah fitur dasar dikembangkan, langkah berikutnya adalah mengintegrasikan model pendekripsi BISINDO dan *speech-to-text* ke dalam aplikasi. TensorFlow Lite digunakan untuk mengubah model menjadi lebih ringan dan efisien, sehingga bisa beroperasi dengan lancar di berbagai jenis perangkat. Selain itu, sistem dirancang untuk mendekripsi gerakan tangan secara *real-time* dan menampilkan hasil deteksi langsung di layar pengguna selama sesi *video call*.

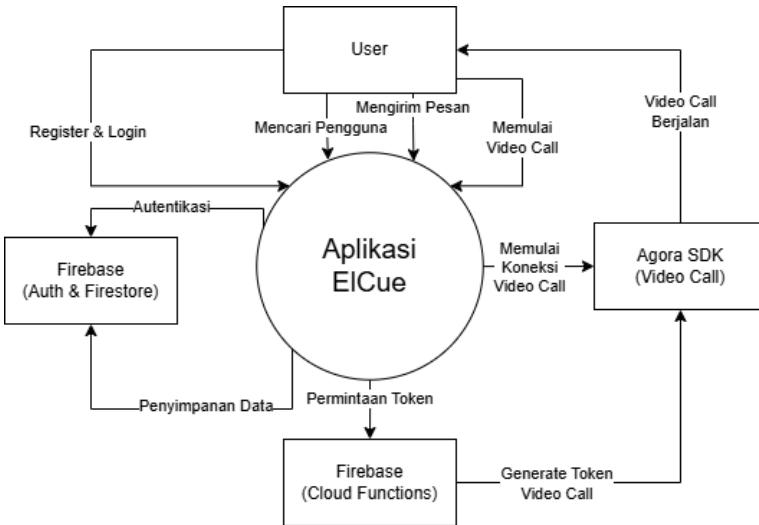
Agar komunikasi *video call* dapat berjalan secara *real-time*, Agora SDK diintegrasikan ke dalam aplikasi, memungkinkan pengguna berinteraksi dengan latensi rendah. Untuk menjaga keamanan dalam sesi *video call*, sistem dilengkapi dengan token autentikasi yang dihasilkan melalui Firebase Cloud Functions. Token ini dibuat secara otomatis ketika pengguna memulai atau bergabung dalam sebuah *channel video call*, memastikan bahwa hanya pengguna dengan akses yang valid yang dapat bergabung dalam percakapan tersebut.

### 3.3.2 Diagram Aliran Data (*Data Flow Diagram/DFD*)

Diagram Aliran Data (DFD) digunakan untuk memodelkan bagaimana data mengalir dalam sistem, dari input hingga output. DFD terdiri dari beberapa level untuk menggambarkan sistem secara bertahap. DFD Level pada aplikasi ElCue:

#### 1. DFD Level 0

DFD DFD Level 0 menggambarkan sistem ElCue secara keseluruhan, memperlihatkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem serta entitas eksternal.



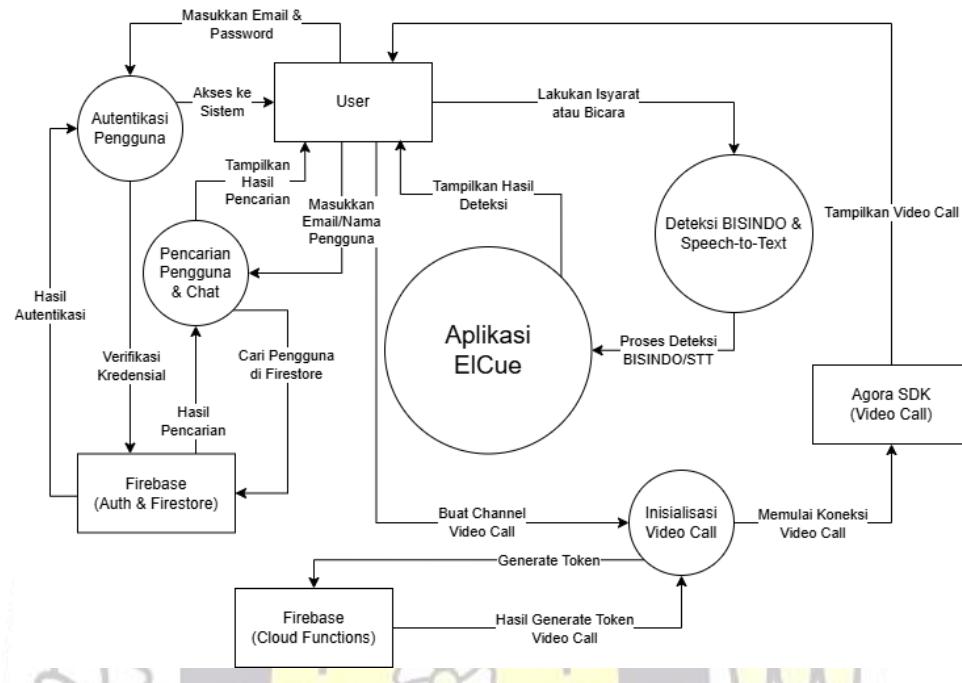
**Gambar 3.4 DFD Level 0**

Alur utama dalam DFD Level 0:

- Pengguna mendaftar dan masuk ke sistem menggunakan Firebase Authentication.
- Pengguna mencari pengguna lain berdasarkan email atau nama, dan sistem mengambil data dari Firestore.
- Pengguna dapat mengirim pesan *chat* yang disimpan dalam Firestore.
- Untuk memulai *video call*, pengguna berbagi nama *channel* melalui *chat*, kemudian sistem menggunakan Firebase Cloud Functions untuk menghasilkan token autentikasi bagi Agora SDK.
- Selama *video call*, sistem dapat mendeteksi BISINDO menggunakan model AI serta mengonversi suara menjadi teks menggunakan *plugin speech-to-text Flutter*.
- Hasil deteksi isyarat dan transkripsi suara ditampilkan kepada pengguna secara *real-time*.

## 2. DFD Level 1

DFD Level 1 memperinci bagaimana proses utama dalam sistem ElCue bekerja, termasuk autentikasi, pencarian pengguna, pengiriman pesan, serta inisialisasi *video call*.



Gambar 3.5 DFD Level 1

Pada DFD Level 1, terdapat beberapa proses utama yang terjadi dalam aplikasi, yaitu:

- Autentikasi Pengguna  
Pengguna melakukan registrasi dan *login* melalui Firebase Authentication. Sistem akan memverifikasi kredensial pengguna dan memberikan akses ke fitur utama aplikasi.
- Pencarian dan Koneksi Antar Pengguna  
Pengguna dapat mencari pengguna lain berdasarkan email atau username. Sistem akan mengambil data dari Firebase Firestore dan menampilkan hasil pencarian.
- Inisialisasi *Video call* dengan Agora SDK  
Setelah pengguna memilih lawan bicara, mereka dapat mengirim pesan untuk berbagi nama *channel* yang akan digunakan dalam *room video call*. Sistem kemudian akan menggunakan Firebase

Cloud Functions untuk menghasilkan token autentikasi, yang diperlukan oleh Agora SDK agar *video call real-time* dapat dimulai.

- Pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)

Selama sesi *video call*, sistem akan menangkap gerakan tangan pengguna melalui kamera perangkat. Model TensorFlow Lite akan memproses video untuk mengenali dan menerjemahkan gerakan bahasa isyarat menjadi teks. Hasil deteksi BISINDO akan dikirimkan ke pengguna lain dalam bentuk teks di layar.

- Konversi Suara ke Teks (*Speech-to-text*)

Jika fitur *speech-to-text* diaktifkan, sistem akan menangkap suara pengguna. *Plugin speech-to-text* Flutter akan memproses dan mengubah suara menjadi teks yang kemudian ditampilkan kepada lawan bicara.

### 3.4. Perancangan Aplikasi *Mobile*

Perancangan aplikasi dilakukan untuk mendefinisikan alur kerja dan interaksi antara pengguna dengan sistem melalui serangkaian diagram UML.

#### 3.4.1 *Use Case Diagram*

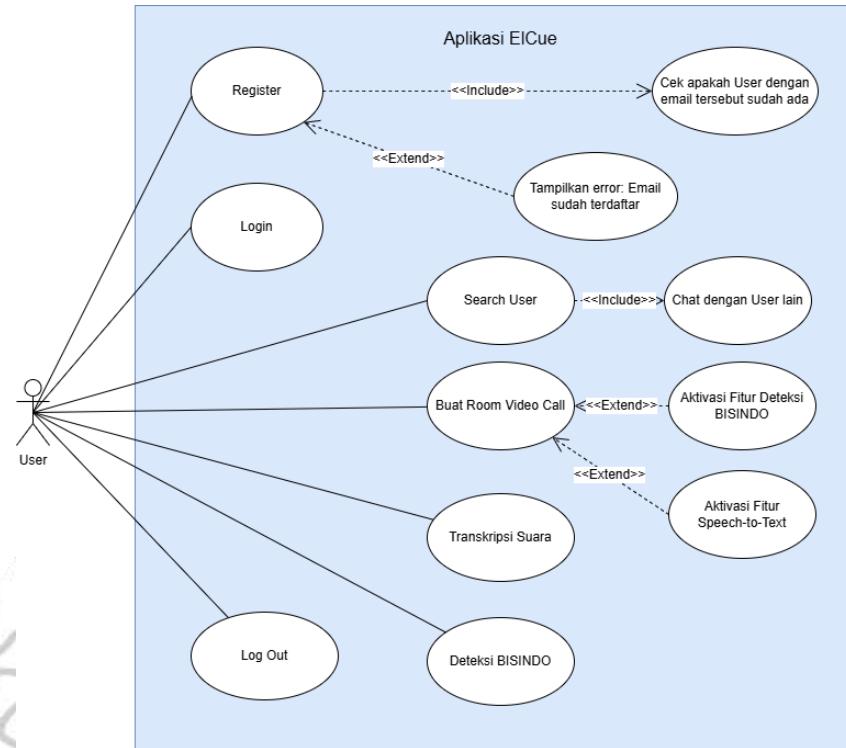
*Use case diagram* digunakan untuk menggambarkan interaksi utama antara pengguna dan sistem dalam aplikasi ElCue. Diagram ini memberikan representasi visual tentang bagaimana aktor dalam sistem berinteraksi dengan fitur-fitur yang tersedia. *Use case* dalam aplikasi ini mencakup berbagai aspek utama yang mendukung komunikasi inklusif melalui *video call* dengan fitur pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan transkripsi suara.

Berikut adalah tabel yang merincikan aktor dan tugas utama mereka dalam sistem:

**Tabel 3.1** Aktor dan Tugas pada *Use Case Diagram*

No.	Aktor	Tugas
1.	Pengguna	Mendaftar akun dengan Firebase Authentication, sistem akan memeriksa apakah email sudah terdaftar sebelum menyelesaikan pendaftaran.
2.	Pengguna	Masuk ke aplikasi menggunakan Firebase Authentication setelah berhasil mendaftar.
3.	Pengguna	Mencari pengguna lain berdasarkan email atau username untuk memulai komunikasi.
4.	Pengguna	Menggunakan fitur <i>chat</i> untuk berkomunikasi dengan pengguna lain dan berbagi <i>room/channel video call</i> .
5.	Pengguna	Membuat <i>Room/Channel Video call</i> , dengan opsi untuk aktivasi dan deaktivasi <i>Speech-to-text</i> dan Deteksi BISINDO.
6.	Pengguna	Menggunakan fitur Transkripsi Suara untuk mengubah suara menjadi teks secara <i>real-time</i> .
7.	Pengguna	Menggunakan fitur Deteksi BISINDO untuk mengenali dan menampilkan hasil terjemahan gerakan isyarat ke dalam teks secara <i>real-time</i> , baik dalam maupun di luar sesi <i>video call</i> .
8.	Pengguna	Keluar dari aplikasi/akun tersebut menggunakan fitur logout.

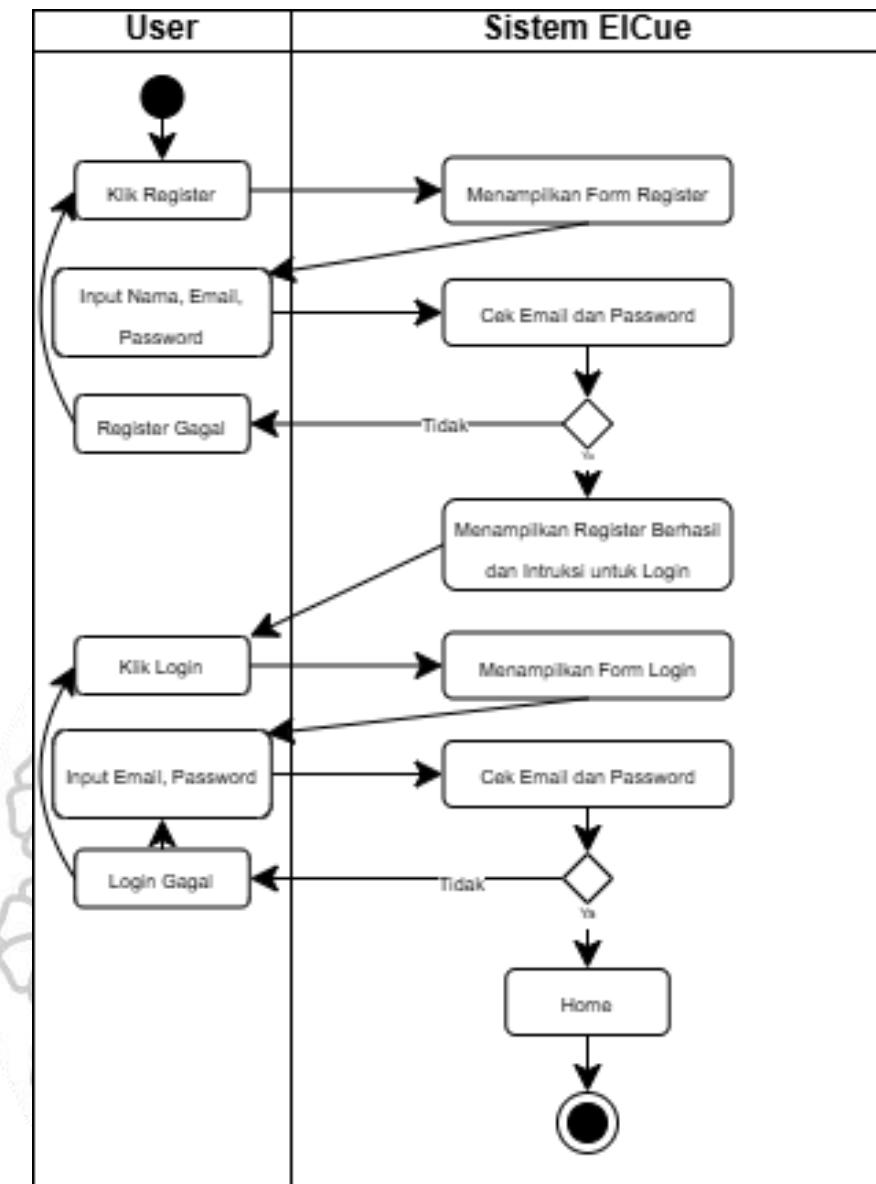
*Use case diagram* yang menggambarkan skenario ini dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 3.6 Use Case Diagram Aplikasi ElCue**

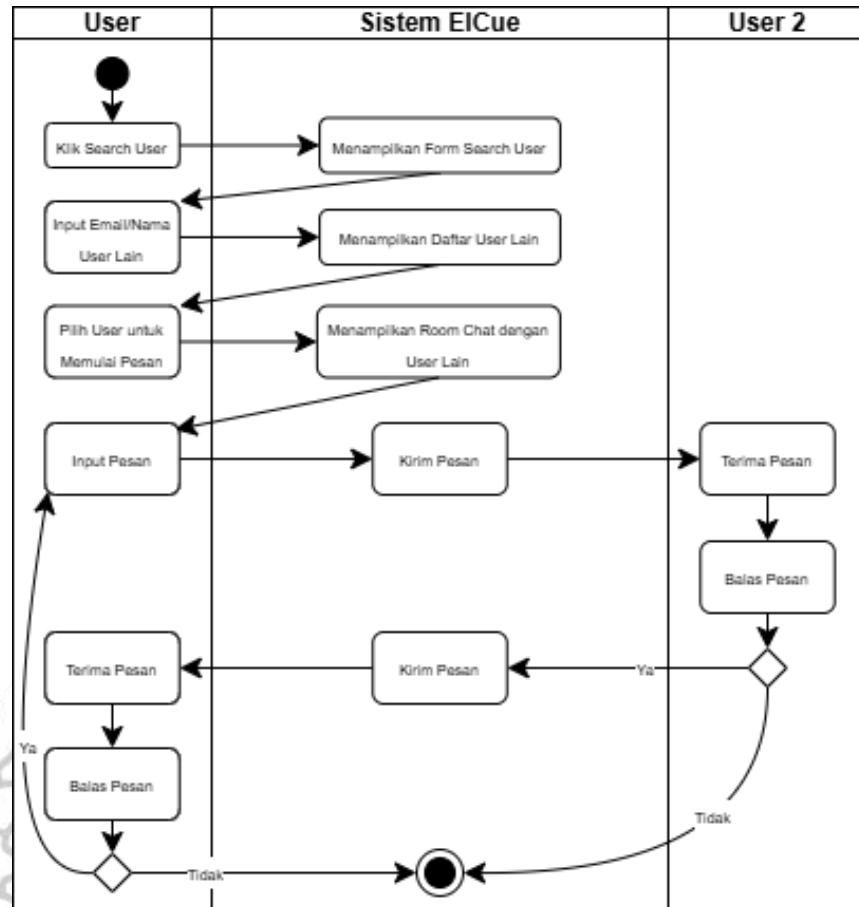
### 3.4.2 Activity Diagram

*Activity diagram* merupakan representasi grafis dari alur proses dalam sistem yang menunjukkan urutan aktivitas dari awal hingga akhir. Diagram ini membantu dalam memahami bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem pada berbagai skenario.



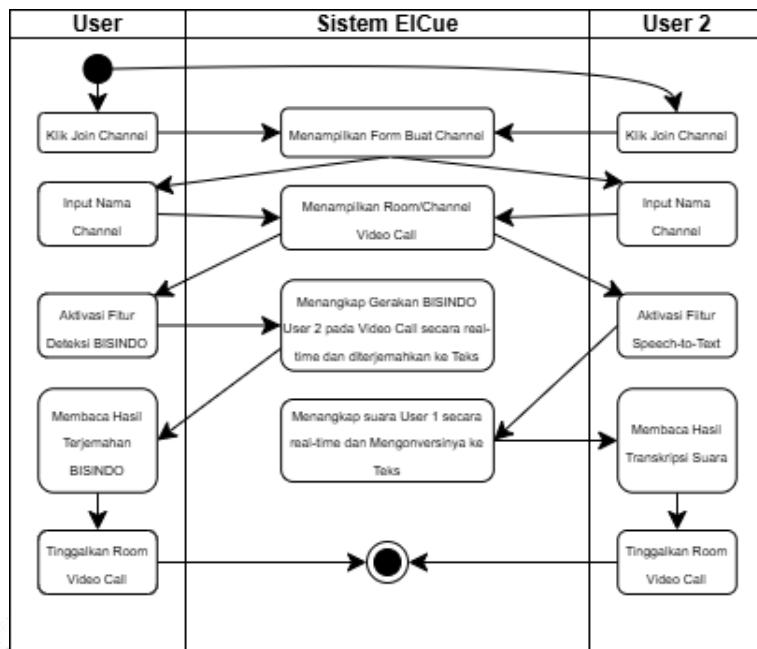
Gambar 3.7 Activity Diagram Register dan Login

Gambar 3.7 di atas merupakan *Activity Diagram Register dan Login* dalam aplikasi ElCue. Diagram tersebut menggambarkan bagaimana pengguna memulai interaksi dengan aplikasi, dimulai dari pembukaan aplikasi hingga penggunaan berbagai fitur utama. Ketika pengguna membuka aplikasi, sistem akan menampilkan halaman *login*. Jika pengguna belum memiliki akun, maka mereka diarahkan ke halaman pendaftaran untuk membuat akun baru. Setelah berhasil masuk, pengguna akan diarahkan ke halaman utama yang menyediakan akses ke berbagai fitur aplikasi.



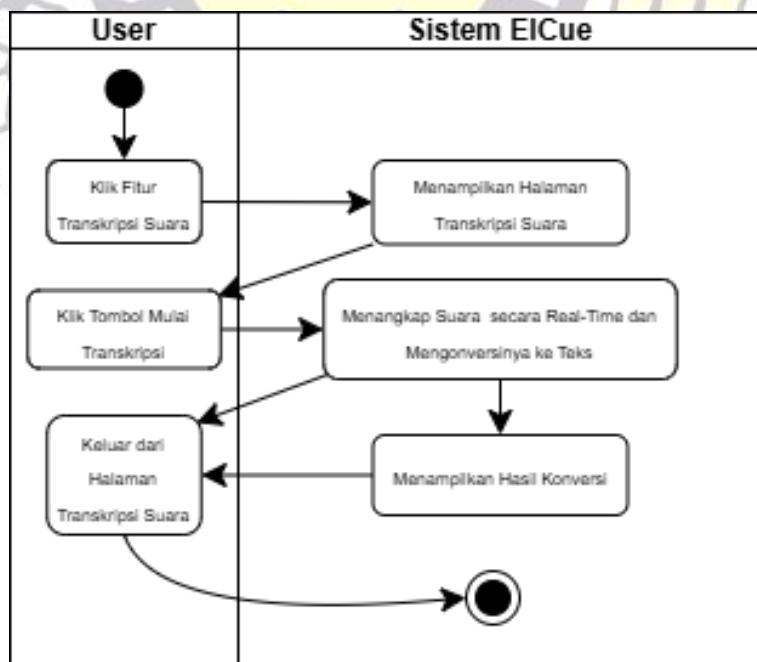
**Gambar 3.8 Activity Diagram Pencarian dan Chat**

Gambar 3.8 di atas merupakan *Activity Diagram* pencarian dan *chat* dengan pengguna lain dalam aplikasi ElCue. Diagram tersebut menggambarkan bagaimana Pengguna dapat mencari pengguna lain berdasarkan email dan memulai percakapan melalui fitur *chat*. Dalam *chat*, pengguna dapat berbagi nama *room/channel video call* untuk memulai komunikasi video.

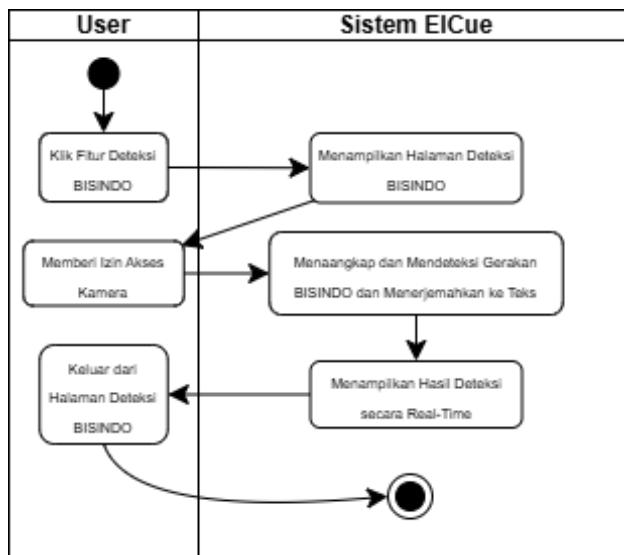


**Gambar 3.9 Activity Diagram Panggilan Video**

Gambar 3.9 di atas merupakan *Activity Diagram* Panggilan Video. Jika pengguna memilih untuk melakukan *video call*, sistem akan memulai koneksi melalui Agora SDK, di mana pengguna memiliki opsi untuk aktivasi atau deaktivasi fitur *speech-to-text* dan deteksi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) selama panggilan berlangsung.



**Gambar 3.10 Activity Diagram Transkripsi Suara**

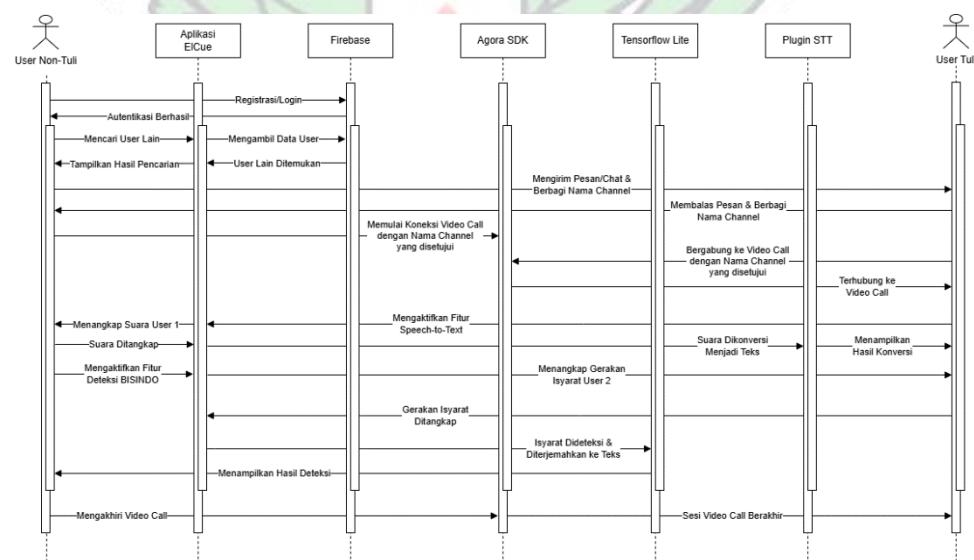


**Gambar 3.11 Activity Diagram Deteksi BISINDO**

Selain fitur *video call*, pengguna juga dapat mengakses fitur transkripsi suara dan pendekripsi BISINDO secara terpisah di luar sesi panggilan seperti pada Gambar 3.10 dan Gambar 3.11. Setelah selesai menggunakan aplikasi, pengguna dapat keluar dari sistem atau kembali ke halaman utama untuk menggunakan fitur lainnya.

### 3.4.3 Sequence Diagram

*Sequence diagram* merupakan representasi visual dari interaksi antar komponen dalam sistem secara berurutan berdasarkan waktu. Diagram ini menunjukkan bagaimana objek dalam sistem berkomunikasi satu sama lain dalam suatu skenario tertentu.



**Gambar 3.12 Sequence Diagram**

Gambar 3.12 merupakan gambar *sequence diagram* yang menggambarkan interaksi sistem selama proses pendekripsi BISINDO dalam *video call*. Ketika pengguna melakukan panggilan video, sistem mulai menangkap gerakan tangan pengguna melalui kamera perangkat. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh model *deep learning* yang telah diintegrasikan dalam aplikasi untuk mengidentifikasi gerakan bahasa isyarat dan menerjemahkannya ke dalam teks.

Selama sesi *video call*, pengguna dapat memilih untuk aktivasi atau deaktivasi fitur pendekripsi BISINDO. Jika fitur ini diaktifkan, setiap gestur yang dikenali oleh model akan dikonversi ke teks secara *real-time* dan ditampilkan dalam layar aplikasi. Selain itu, jika pengguna mengaktifkan fitur *speech-to-text*, percakapan suara selama panggilan juga akan ditranskripsi secara bersamaan.

Proses yang terjadi dalam *sequence diagram* ini mencakup beberapa tahapan utama sebagai berikut:

1. Pengguna yang terdiri dari pengguna Tuli dan non-Tuli melakukan panggilan video.
2. Sistem menangkap gestur tangan melalui kamera.
3. Model *deep learning* mendekripsi gerakan dan menerjemahkannya.
4. Hasil diteruskan ke antarmuka pengguna sebagai teks.

### **3.5. Perancangan Database**

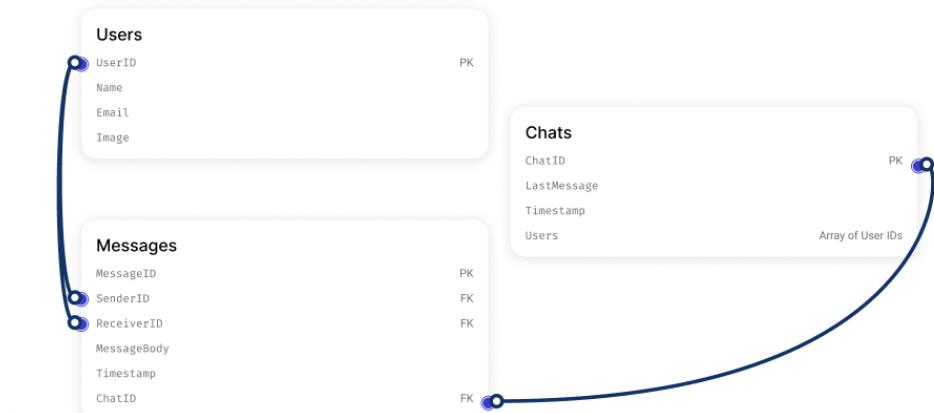
Perancangan *Database* dalam aplikasi ElCue dilakukan dengan menggunakan Cloud Firestore, yang merupakan solusi NoSQL dari Google Firebase. Firestore memungkinkan pengelolaan data secara fleksibel dengan sinkronisasi *real-time*, yang sangat penting untuk aplikasi yang memerlukan pembaruan data secara langsung, seperti aplikasi *video call*. Salah satu keunggulan Firestore adalah kemampuannya untuk menyimpan dan mengelola data dalam format dokumen dan koleksi, yang memudahkan pengembangan aplikasi dengan struktur data yang dinamis dan scalable.

Firestore juga mendukung kemampuan *offline persistence*, yang berarti data dapat tetap diakses dan dimanipulasi meskipun tidak ada koneksi internet, serta *real-time synchronization*, yang memungkinkan

semua pengguna yang terhubung untuk menerima pembaruan data secara instan. Hal ini sangat mendukung kebutuhan aplikasi ElCue dalam memastikan komunikasi antar pengguna berjalan tanpa hambatan.

### 3.5.1 Entity Relationship Diagram (ERD) Database

*Entity Relationship Diagram* (ERD) adalah representasi grafis yang menunjukkan hubungan antar entitas yang ada dalam sistem *Database* aplikasi ElCue.



**Gambar 3.13 Entity Relationship Diagram (ERD) Database**

Diagram ini menggambarkan bagaimana entitas utama seperti Pengguna dan Pesan *Chat* yang saling terhubung dalam *Database*.

Entitas utama yang terlibat dalam ERD aplikasi ElCue adalah:

1. Pengguna (*User*): Entitas ini menyimpan informasi pribadi pengguna, termasuk nama lengkap, alamat email, serta ID pengguna yang unik. Informasi ini digunakan untuk otentikasi pengguna dan identifikasi dalam sistem. Firebase Authentication digunakan untuk proses *login*, dan ID pengguna yang unik digunakan untuk mengaitkan data lain seperti riwayat panggilan dan pesan *chat*.
2. Pesan *Chat* (*Chat Messages*): Entitas ini berfungsi untuk menyimpan pesan teks yang dikirim antar pengguna. *Chat* ini berfungsi untuk berbagi nama *room/channel video call* yang digunakan untuk memulai koneksi *video call*.

### 3.5.2 Struktur Database Firebase Firestore

Firestore Firestore dirancang menggunakan struktur berbasis koleksi (collections) dan dokumen (documents), yang memungkinkan penyimpanan data dalam format yang fleksibel dan efisien. Setiap koleksi berisi beberapa dokumen yang menyimpan data dalam bentuk pasangan key-value, dan dokumen ini dapat memiliki subkoleksi untuk mengelompokkan data yang lebih spesifik. Dengan struktur ini, aplikasi dapat mengakses dan memperbarui data dengan *real-time* synchronization yang cepat dan efisien.

Berikut adalah struktur Firebase Firestore yang digunakan dalam aplikasi ElCue:

1. *users* (koleksi):

Koleksi ini menyimpan data setiap pengguna dalam sistem. Setiap dokumen dalam koleksi ini mewakili satu pengguna, yang berisi informasi seperti nama, email, serta gambar profil.

2. *chats* (koleksi):

Koleksi ini menyimpan percakapan antar pengguna. Setiap dokumen dalam koleksi ini mencatat daftar pengguna yang terlibat dalam *chat*, pesan terakhir, serta waktu terakhir percakapan diperbarui.

3. *messages* (subkoleksi dalam *chats*):

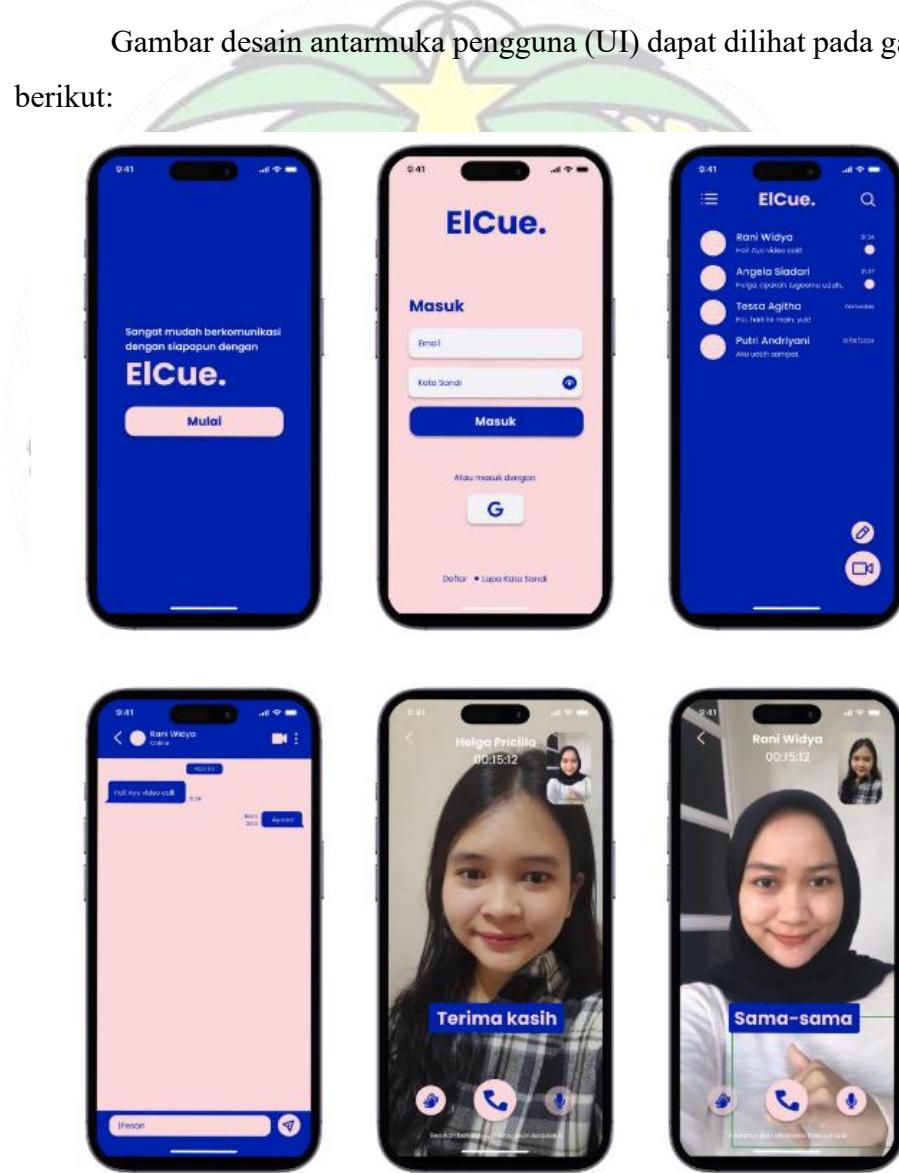
Untuk setiap percakapan dalam *chats*, terdapat subkoleksi *messages* yang menyimpan semua pesan dalam *chat* tersebut. Setiap dokumen dalam *messages* berisi informasi tentang pengirim (*senderID*), penerima (*receiverID*), isi pesan, dan timestamp pengiriman.

Dengan struktur ini, aplikasi ElCue dapat dengan mudah menyinkronkan data pengguna, percakapan, dan pesan secara *real-time*, serta mengoptimalkan performa *query* untuk pengalaman pengguna yang lebih responsif dan efisien.

### 3.6. Desain Antarmuka Pengguna (UI/UX)

Desain *User Interface* (UI) dan *User Experience* (UX) dari aplikasi ElCue dibuat dengan pendekatan *user-centered design* (UCD), yang fokus pada kebutuhan dan kenyamanan pengguna. Tujuan utama dari desain ini adalah agar aplikasi mudah digunakan, inklusif, serta memudahkan penyandang Tuli untuk berinteraksi secara efektif dengan aplikasi. Desain ini juga memperhatikan faktor aksesibilitas dan kenyamanan penggunaan, agar dapat digunakan oleh berbagai kalangan, khususnya pengguna Tuli dan non-Tuli.

Gambar desain antarmuka pengguna (UI) dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 3.14** Rancangan Desain Antarmuka

### 3.7. Perancangan Model *Deep Learning*

Perancangan model *deep learning* untuk pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dalam aplikasi ElCue dilakukan melalui serangkaian tahapan. Tujuan utama dari model ini adalah untuk mendekripsi gerakan tangan dalam BISINDO dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga mendukung komunikasi yang inklusif bagi penyandang Tuli. Adapun perancangan model *deep learning* untuk pendekripsi BISINDO dilakukan melalui beberapa tahapan:

1. Pengumpulan dataset: Dataset BISINDO dikumpulkan dari berbagai sumber dan dilakukan augmentasi data.
2. Pelatihan model: Model *Deep Learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dilatih untuk mengenali gestur tangan secara akurat.
3. Konversi ke TensorFlow Lite: Model yang telah dilatih dikonversi ke TensorFlow Lite agar dapat berjalan pada perangkat *mobile* dengan efisiensi tinggi.
4. Integrasi ke Flutter: Model diterapkan dalam aplikasi menggunakan `tflite_flutter` package untuk melakukan inferensi secara *real-time*.

Dengan perancangan ini, aplikasi ElCue diharapkan dapat memberikan pengalaman komunikasi yang lebih inklusif bagi komunitas Tuli, dengan fitur pendekripsi BISINDO yang responsif dan akurat selama sesi *video call*.

## BAB 4

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

#### **4.1. Implementasi Sistem**

Pada tahap implementasi sistem, seluruh komponen aplikasi ElCue diintegrasikan untuk menghasilkan aplikasi yang dapat berfungsi secara menyeluruh. Beberapa tahapan implementasi utama dalam sistem ini adalah sebagai berikut:

##### **4.1.1 Spesifikasi Perangkat untuk Implementasi**

Pada tahap implementasi, perangkat keras yang digunakan harus memenuhi standar tertentu agar dapat menjalankan aplikasi ElCue dengan optimal, terutama dalam proses *video call real-time*, pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO), dan konversi suara ke teks (*speech-to-text*). Berikut adalah spesifikasi perangkat yang digunakan dalam proses pengembangan dan pengujian sistem:

##### **1. Spesifikasi Perangkat untuk Pengembangan Aplikasi**

Perangkat yang digunakan penulis untuk mengembangkan aplikasi mencakup laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Spesifikasi Perangkat Pengembangan Aplikasi

Komponen	Spesifikasi
Prosesor	AMD Ryzen 5 3500U
RAM	8 GB
GPU	AMD Radeon (TM) Vega 8 Graphics
Penyimpanan	SSD NVMe512 GB
Sistem Operasi	Windows 11
Software IDE	Android Studio, Visual Studio Code
Emulator	Android Emulator

## 2. Spesifikasi Perangkat untuk Pengujian Aplikasi

Untuk memastikan kompatibilitas aplikasi, pengujian dilakukan pada beberapa perangkat smartphone sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Spesifikasi Perangkat Pengujian Aplikasi**

Model	Sistem Operasi	Prosesor	RAM	Kamera
Samsung A05s	Android	Snapdragon 680	6 GB	13 MP
Samsung A32	Android	Octa-Core	8 GB	20 MP
OPPO A76	Android	Octa-Core	6 GB	8 MP
Samsung A13	Android	Octa-Core	6 GB	8 MP
Galaxy Tab A9+	Android	Octa-Core	8 GB	5 MP
OPPO A31	Android	Octa-Core	6 GB	8 MP

Perangkat diuji untuk memastikan kinerja aplikasi tetap optimal, terutama dalam fitur *video call* berbasis Agora SDK, pendekripsian BISINDO menggunakan Tensorflow Lite, serta performa *speech-to-text* dari plugin *Speech-to-text* Flutter.

### 4.1.2 Perangkat Lunak yang Digunakan

Pengembangan aplikasi ElCue memanfaatkan berbagai perangkat lunak untuk membangun, mengelola, dan menguji sistem. Berikut adalah perangkat lunak utama yang digunakan dalam implementasi:

#### 1. Development Environment

**Tabel 4.3 Development Environtment**

Software	Kegunaan
Flutter SDK 3.24.5	Framework untuk pengembangan aplikasi mobile
Dart Progammig	Bahasa pemrograman utama dalam pengembangan aplikasi
Android Studio	IDE utama untuk pengembangan dan debugging aplikasi Android
Visual Studio Code	Editor kode ringan untuk pengembangan fitur tertentu

## 2. Layanan *Backend* dan *Database*

**Tabel 4.4** Layanan *Backend* dan *Database*

Layanan	Kegunaan
Firebase Authentication	Manajemen autentikasi pengguna
Firebase Firestore	Penyimpanan data pengguna dan riwayat percakapan
Firebase Cloud Functions	Generate token untuk inisialisasi <i>video call</i> dengan Agora SDK

## 3. Layanan Pihak Ketiga (*Third-Party APIs & SDKs*)

**Tabel 4.5** Layanan Pihak Ketiga (*Third-Party APIs & SDKs*)

Layanan	Kegunaan
Agora SDK	<i>Video call real-time</i>
Tensorflow Lite	Model pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)

### 4.1.3 Implementasi Aplikasi *Mobile* dengan Flutter

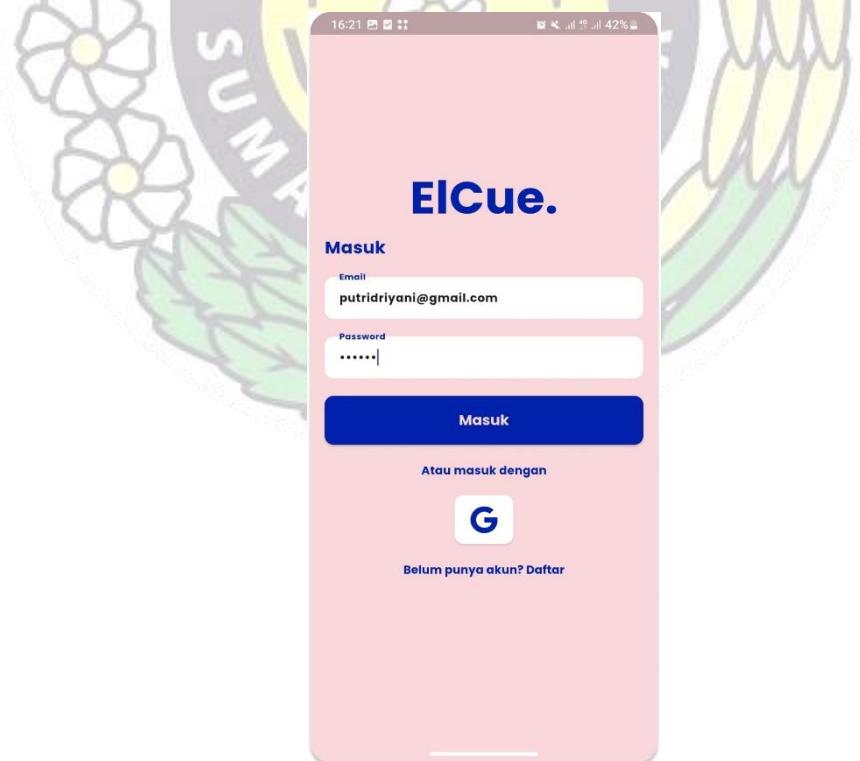
Pengembangan aplikasi ElCue dimulai dengan penggunaan Flutter sebagai *framework* utama untuk aplikasi *mobile* lintas platform. Flutter dipilih karena kemampuannya dalam membangun aplikasi dengan satu basis kode yang dapat berjalan di Android dan iOS, serta dukungannya terhadap pengembangan UI yang interaktif dan responsif.

Aplikasi dirancang dengan antarmuka pengguna (UI) yang intuitif, mengadopsi konsep Material Design agar memberikan pengalaman yang nyaman dan mudah dinavigasi oleh pengguna.

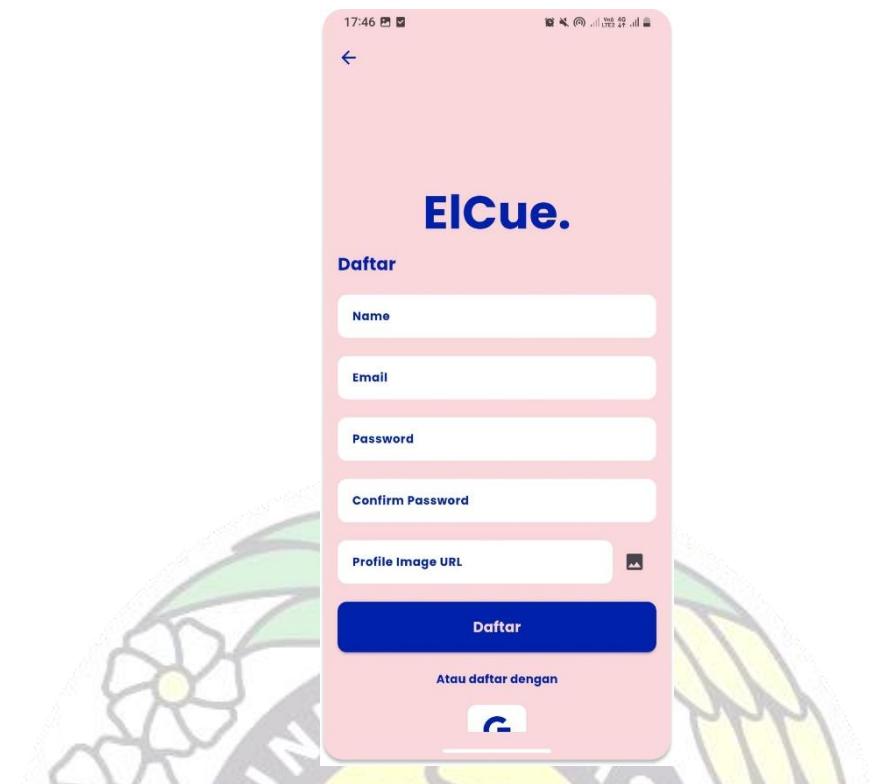
Berikut adalah tampilan antarmuka aplikasi ElCue:



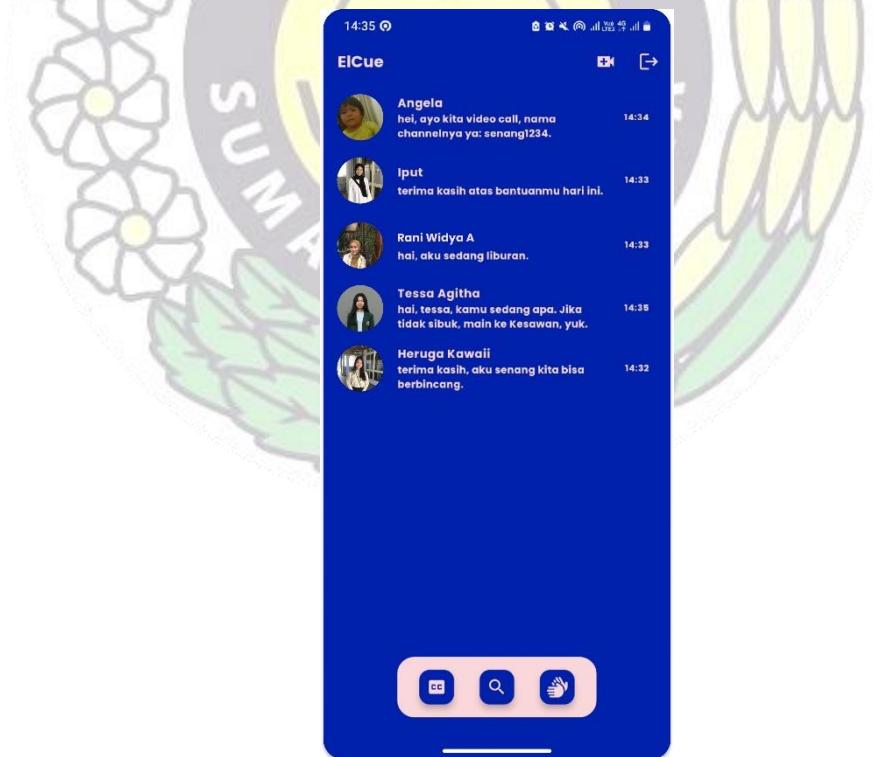
Gambar 4.1 Tampilan Halaman *Splash screen*



Gambar 4.2 Tampilan Halaman *Login*



Gambar 4.3 Tampilan Halaman *Register*



Gambar 4.4 Tampilan Halaman Utama



Gambar 4.5 Tampilan Halaman Pencarian Pengguna



Gambar 4.6 Tampilan Halaman Fitur Chat



Gambar 4.7 Tampilan Halaman Gabung ke *Channel Video call*



Gambar 4.8 Tampilan *Room Video call*



Gambar 4.9 Tampilan Halaman Fitur Deteksi BISINDO



Gambar 4.10 Tampilan Halaman Fitur Transkripsi Suara

#### 4.1.4 Integrasi Firebase untuk *Backend* dan Manajemen Data

Firebase digunakan sebagai solusi *backend* untuk aplikasi ElCue, menyediakan layanan seperti Firebase Authentication untuk otentikasi pengguna dan Cloud Firestore untuk penyimpanan data secara *real-time*. Integrasi Firebase memudahkan pengelolaan data pengguna dan pesan *chat*, yang semuanya disinkronkan secara langsung di semua perangkat pengguna.

Firebase juga memfasilitasi penggunaan Firebase Cloud Functions untuk pemrosesan *server-side*, yang berguna untuk menghasilkan token Agora.

Berikut adalah potongan kode implementasi Firebase Authentication menggunakan FirebaseAuth dalam Flutter.

```
Future<void> signIn(String email, String password) async {
    await _auth.signInWithEmailAndPassword(email: email, password: password);
    notifyListeners();
}

Future<void> signUp(
    String email, String password, String name, String imageUrl)
async {
    UserCredential userCredential = await
    _auth.createUserWithEmailAndPassword(
        email: email, password: password);
    await
    _firestore.collection('users').doc(userCredential.user!.uid).set({
        'name': name,
        'uid': userCredential.user!.uid,
        'email': email,
        'imageUrl': imageUrl,
    });
    notifyListeners();
}
```

**Gambar 4.11** Kode Implementasi Firebase Authentication

#### 4.1.5 Integrasi Agora SDK untuk *Video call*

Untuk mendukung fitur *video call* dalam ElCue, Agora SDK diintegrasikan ke dalam aplikasi. Agora menyediakan layanan komunikasi video dan audio *real-time* berkualitas tinggi dengan latensi rendah. Penerapan Agora SDK memastikan bahwa *video call* dapat berjalan dengan lancar, memungkinkan interaksi yang lebih baik bagi pengguna.

Fitur *video call* dilengkapi dengan tombol untuk aktivasi dan deaktivasi *speech-to-text* serta pendekripsi BISINDO, memberikan fleksibilitas lebih bagi pengguna untuk memilih metode komunikasi yang paling sesuai.

Berikut adalah potongan kode untuk mengatur Agora SDK, termasuk konfigurasi video, audio, dan *channel*.

```
Future<void> _initAgoraRtcEngine() async {
    _agoraEngine = await RtcEngine.create(widget.appId);
    VideoEncoderConfiguration configuration =
    VideoEncoderConfiguration();
    configuration.orientationMode =
    VideoOutputOrientationMode.Adaptive;
    await _agoraEngine.setVideoEncoderConfiguration(configuration);
    await _agoraEngine.enableAudio();
    await _agoraEngine.enableVideo();
    await
    _agoraEngine.setChannelProfile(ChannelProfile.LiveBroadcasting);
    await _agoraEngine.setClientRole(ClientRole.Broadcaster);
    await _agoraEngine.muteLocalAudioStream(!widget.isMicEnabled);
    await _agoraEngine.muteLocalVideoStream(!widget.isVideoEnabled);
```

**Gambar 4.12 Kode Pengaturan Agora SDK**

#### 4.1.6 Implementasi Model *Deep Learning* di Aplikasi Mobile

Setelah model *Deep Learning* untuk deteksi BISINDO berhasil dilatih, tahap selanjutnya adalah integrasi model ke dalam aplikasi menggunakan TensorFlow Lite. TensorFlow Lite memungkinkan aplikasi untuk melakukan inferensi model langsung di perangkat *mobile* dengan efisiensi tinggi.

Model *Deep Learning* yang telah dilatih dan dikonversi ke format TensorFlow Lite digunakan untuk mendekripsi gerakan tangan dalam BISINDO secara *real-time*. Fitur ini diintegrasikan dengan aplikasi menggunakan *tflite\_flutter* package.

Berikut adalah potongan kode yang bertanggung jawab untuk mengambil screenshot dari *video call* secara berkala, lalu memprosesnya menggunakan model pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO).

```

void _startTakingScreenshots() {
    _ScreenshotTimer?.cancel();
    _ScreenshotTimer = Timer.periodic(Duration(seconds: 1), (timer) {
        if (_remoteUid != null) {
            screenshotController.capture().then((Uint8List? image) {
                if (image != null) {
                    _detectSignLanguage(image);
                }
            }).catchError((onError) {
                print(onError);
            });
        }
    });
}

void _detectSignLanguage(Uint8List imageBytes) async {
    final directory = await getTemporaryDirectory();
    final path = '${directory.path}/frame.jpg';
    await File(path).writeAsBytes(imageBytes);

    final result = await
    _signLanguageModel.detectSignLanguage(File(path));
    if (result != null && result.isNotEmpty) {
        setState(() {
            _signLanguageText = result[0]['label'];
        });
    }
}

```

**Gambar 4.13 Kode Implementasi Memproses Model Deep Learning**

#### 4.1.7 Implementasi Speech-to -Text untuk Konversi Suara ke Teks

Untuk memungkinkan komunikasi antara pengguna Tuli dan non-Tuli, aplikasi ElCue mengintegrasikan *plugin speech-to-text* Flutter. Teknologi ini memungkinkan aplikasi untuk mengonversi ucapan menjadi teks secara *real-time*.

Fitur ini mendukung percakapan langsung yang dapat diterjemahkan menjadi teks, membantu penyandang Tuli memahami percakapan secara lebih mudah. Fitur ini juga dapat diaktifkan atau dinonaktifkan sesuai dengan preferensi pengguna.

Berikut adalah kode untuk menangani pengenalan suara secara *real-time*, lalu menampilkan hasil transkripsi sebagai teks.

```
Future<void> _initSpeechToText() async {
  bool available = await _speech.initialize(
    onStatus: (status) {
      print('onStatus: $status');
      if (status == 'notListening') {
        setState(() {
          _transcription = '';
        });
      }
    },
    onError: (val) {
      print('onError: $val');
    },
  );
  if (available) {
    print('Speech recognition available');
  } else {
    print('Speech recognition not available');
  }
}

void _startListening() {
  _speech.listen(
    onResult: (val) {
      setState(() {
        _transcription = val.recognizedWords;
      });
      _resetTranscriptionTimer();
    },
    localeId: 'id_ID',
  );
}

void _stopListening() {
  _speech.stop();
}

void _resetTranscriptionTimer() {
  _transcriptionTimer?.cancel();
  _transcriptionTimer = Timer(Duration(seconds: 2), () {
    setState(() {
      _transcription = '';
    });
  });
}
```

**Gambar 4.12** Kode Penanganan *Speech-to-text*

## 4.2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan aplikasi ElCue berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan memenuhi semua spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian ini melibatkan beberapa jenis uji untuk mengevaluasi aspek fungsionalitas, performa model, dan akurasi konversi suara ke teks.

### 4.2.1 Pengujian Fungsionalitas (*Black Box Testing*)

Pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Black Box Testing* bertujuan untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam aplikasi ElCue berjalan sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan. Metode ini tidak memeriksa struktur internal kode, melainkan berfokus pada input dan output dari aplikasi.

Pengujian dilakukan dalam dua tahap untuk mengevaluasi performa aplikasi setelah implementasi awal dan setelah dilakukan perbaikan berdasarkan temuan pada tahap pertama. Fitur yang diuji mencakup:

1. Registrasi dan *Login* melalui Firebase Authentication.
2. Pencarian pengguna berdasarkan email untuk mempermudah koneksi.
3. Pengiriman pesan *chat* pribadi sebelum *video call*.
4. *Video call* menggunakan Agora SDK.
5. Aktivasi dan deaktivasi fitur *Speech-to-text*.
6. Pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) secara *real-time*.

Hasil pengujian pada setiap tahap dirangkum dalam tabel berikut:

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi

No.	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian Tahap 1	Hasil Pengujian Tahap 2
1.	Registrasi dan <i>Login</i>	Pengguna dapat mendaftar dan <i>login</i> dengan email dan <i>password</i> .	Berhasil	Berhasil
2.	Pencarian Pengguna	Pengguna dapat mencari teman	Berhasil	Berhasil

		berdasarkan email atau nama.		
3.	Pengiriman Pesan <i>Chat</i>	Pengguna dapat mengirim dan menerima pesan sebelum <i>video call</i> .	Berhasil	Berhasil
4.	<i>Video call</i>	Pengguna dapat melakukan <i>video call</i> dengan Agora SDK.	Berhasil	Berhasil
5.	<i>Speech-to-text</i> dalam <i>Video call</i>	Sistem mengonversi suara ke teks secara <i>real-time</i> selama panggilan video.	Gagal (teks tidak muncul)	Berhasil
6.	Pendeteksian BISINDO dalam <i>Video call</i>	Sistem mengenali BISINDO dan menampilkan teks secara <i>real-time</i> dalam panggilan video.	Gagal mendeteksi beberapa gerakan	Berhasil (model diperbaiki)
7.	Transkripsi Suara	Sistem mengonversi suara ke teks secara <i>real-time</i> di luar panggilan video.	Berhasil	Berhasil (akurasi meningkat)
8.	Deteksi BISINDO	Sistem mengenali BISINDO dan menampilkan teks secara <i>real-time</i> di luar panggilan video.	Gagal mendeteksi beberapa gerakan	Berhasil (Model diperbaiki)

### 4.3. Analisis Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian dalam dua tahap, hasilnya dianalisis untuk mengevaluasi kinerja aplikasi ElCue secara keseluruhan. Pengujian mencakup pengujian fungsionalitas fitur utama, termasuk registrasi, *login*, pencarian pengguna, pengiriman pesan *chat*, *video call*, *Speech-to-text*, dan pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar fitur aplikasi berjalan sesuai spesifikasi sejak tahap pertama, termasuk registrasi, *login*, pencarian pengguna, pengiriman pesan *chat*, dan *video call* menggunakan Agora SDK. Namun, beberapa fitur mengalami kendala pada tahap awal dan berhasil diperbaiki pada tahap kedua:

1. *Speech-to-text* dalam *Video call*: Pada pengujian tahap pertama, sistem gagal menampilkan teks yang dihasilkan dari suara pengguna. Setelah dilakukan perbaikan pada integrasi *plugin speech-to-text* Flutter, fitur ini dapat berfungsi dengan baik pada tahap kedua.
2. Pendekripsi BISINDO dalam *Video call*: Pada tahap awal, model tidak dapat mendekripsi beberapa gerakan isyarat. Setelah dilakukan penyesuaian model dan penambahan variasi dataset, fitur ini berhasil menampilkan hasil deteksi secara *real-time* dengan lebih baik.
3. Deteksi BISINDO di luar *Video call*: Sama seperti dalam *video call*, pendekripsi BISINDO secara independen mengalami kendala pada beberapa gerakan. Setelah perbaikan model, akurasi deteksi meningkat pada pengujian tahap kedua.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan aplikasi ElCue, sebuah platform *video call* berbasis Flutter yang terintegrasi dengan Firebase untuk *backend*, Agora SDK untuk *video call*, serta model *Deep Learning* untuk pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur *speech-to-text* untuk konversi suara menjadi teks, yang dapat digunakan oleh penyandang Tuli untuk berkomunikasi dengan lebih inklusif.

Melalui penerapan teknologi Flutter, aplikasi ElCue dapat berjalan di berbagai platform dengan antarmuka pengguna yang responsif dan mudah digunakan. Firebase sebagai *backend* memberikan solusi penyimpanan data *real-time* yang efektif dan aman, sedangkan Agora SDK mendukung komunikasi *video call* berkualitas tinggi dengan latensi rendah.

Model *Deep Learning* yang diterapkan untuk pendekripsi BISINDO dapat dijalankan secara *real-time* di perangkat *mobile*. Fitur *speech-to-text* juga berfungsi dengan baik, memungkinkan konversi ucapan bahasa Indonesia menjadi teks.

Secara keseluruhan, aplikasi ElCue dapat memberikan solusi komunikasi yang lebih inklusif bagi penyandang Tuli, sehingga dapat memfasilitasi interaksi yang lebih efektif antara pengguna Tuli dan non-Tuli. Dengan keberhasilan integrasi berbagai teknologi seperti *computer vision*, *deep learning*, dan *speech-to-text*, aplikasi ini berpotensi menjadi alat yang sangat berguna dalam memfasilitasi komunikasi di lingkungan digital.

## 5.2. Saran

Meskipun aplikasi ElCue telah berhasil dikembangkan dan diuji, masih terdapat beberapa area yang dapat ditingkatkan untuk lebih mengoptimalkan fungsionalitas dan kinerja aplikasi:

1. Peningkatan Akurasi Model *Deep Learning*

Untuk lebih meningkatkan akurasi dalam pendekripsi BISINDO, disarankan untuk melakukan pengumpulan lebih banyak dataset dengan variasi gestur dan kondisi lingkungan yang lebih beragam. Selain itu, teknik *transfer learning* atau *fine-tuning* dapat digunakan untuk meningkatkan performa model berdasarkan data yang lebih relevan.

2. Ekspansi Fitur dan Integrasi Lain

Aplikasi ElCue dapat lebih diperluas dengan fitur tambahan seperti penerjemahan bahasa isyarat secara otomatis dalam berbagai bahasa, atau penerjemahan teks ke dalam bentuk suara untuk memudahkan pengguna non-Tuli dalam berkomunikasi. Integrasi dengan lebih banyak platform komunikasi atau media sosial juga bisa membuka lebih banyak potensi penggunaan aplikasi.

3. Uji Coba Pengguna dalam Berbagai Kondisi

Untuk mendapatkan *feedback* yang lebih beragam, aplikasi sebaiknya diuji coba dengan lebih banyak pengguna dari berbagai kelompok penyandang disabilitas, serta pengguna dengan kondisi teknis yang berbeda. Hal ini akan membantu mengidentifikasi dan memperbaiki potensi masalah yang mungkin belum terdeteksi pada pengujian awal.

4. Pengembangan untuk Aksesibilitas Global

Mengingat ElCue adalah aplikasi yang ditujukan untuk membantu komunikasi antar penyandang Tuli dan non-Tuli, akan sangat bermanfaat jika aplikasi ini bisa lebih diakses secara global. Salah satu langkah yang bisa diambil adalah dengan menambah dukungan untuk lebih banyak bahasa isyarat internasional dan memperluas penggunaan aplikasi untuk berkomunikasi di berbagai budaya dan negara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agora. (2023). Agora Video SDK. Agora Technologies.
- Agora.io. (2020). The past, present, and future of WebRTC. Diakses dari <https://www.agora.io/en/blog/past-present-future-of-webrtc/>
- Badan Pusat Statistik. (2019). Statistik penduduk dengan disabilitas di Indonesia 2019. BPS Indonesia.
- Google. (n.d.). Firebase Documentation. Firebase. Diakses dari <https://firebase.google.com/docs>
- Google. (n.d.). Flutter: Hot reload. Diakses dari <https://docs.flutter.dev/tools/hot-reload>
- Kamilah, S. (2023). Implementasi deteksi objek dengan model YOLOv8 pada pengenalan bahasa isyarat Indonesia secara *real-time*. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, 15(2), 123–130.
- Kushalnagar, R., & Vogle, A. (2020). Sign language interpreter quality in video remote interpreting. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 25(2), 145-160.
- Nasri, A. (2020). Konversi suara ucapan bahasa Indonesia ke sistem bahasa isyarat Indonesia (SIBI). *AINET: Jurnal Informatika*, 2(2), 7–13.
- Namee, B. M., Dwyer, M., & Whelan, E. (2022). Real-time data processing with Firebase: A case study. *International Journal of Cloud Computing*, 10(1), 75-89.
- Panda, S. (2023). Cross-platform mobile development with Flutter. Springer.
- Pratiwi, N. I. (2017). Penggunaan media *video call* dalam teknologi komunikasi. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 1(2), 202-224.
- Rahman, F., Suryani, E., & Prasetio, Y. L. (2024). Deep Learning approach for Indonesian sign language recognition. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence*, 12(1), 45-60.
- RRI. (2023). Gorontalo kekurangan juru bahasa isyarat disabilitas Tuli. *Jurnal Komunikasi Publik*, 8(2), 120-132.
- Sari, C. A., Rachmawanto, E. H., Saifullah, Z., Jatmoko, C., & Sinaga, D. (2024). Real-time detection of Indonesian sign language (ISL) gestures based on

- long short-term memory. *Journal of Soft Computing Exploration*, 5(3), 251-262.
- Statqo Analytics. (2020). Penggunaan aplikasi video conference di Indonesia: Zoom pemenangnya. *Jurnal Teknologi dan Komunikasi*, 15(3), 211-225.
- Sutherland, J., & Schwaber, K. (2020). The Scrum guide: The definitive guide to Scrum: The rules of the game. Scrum.org.
- Syulistyo, D., Wibowo, A., & Setiawan, A. (2020). Penerjemahan sistem isyarat bahasa Indonesia berbasis Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(1), 55-70.
- Taqiyyah, M., Susanto, H., & Wibisono, Y. (2021). Sistem pengenalan bahasa isyarat Indonesia menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Informatika dan Sistem*, 9(2), 99-115.
- Tolentino, L. K. S., Serfa Juan, R. O., Thio-ac, A. C., Pamahoy, M. A. B., Forteza, J. R. R., & Garcia, X. J. O. (2019). Static sign language recognition using Deep Learning. *International Journal of Machine learning and Computing*, 9(6), 821-827.
- Virgiawan, A. (2024). Implementasi YOLOv8 pada pengenalan sistem isyarat bahasa Indonesia. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 8(1), 139–146.
- Wibowo, A., Setiawan, B., & Nugroho, L. E. (2023). Implementasi YOLOv8 untuk deteksi objek bahasa isyarat Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 11(3), 215–222.
- Widyawicara, A. (2021). Pengembangan teknologi speech-to-text bahasa Indonesia untuk aksesibilitas komunitas Tuli. *Jurnal Linguistik Komputasional*, 5(1), 30-45.

Lampiran : 3 (tiga) lembar  
Hal : Permohonan Persetujuan Dosen Wali Akademik  
untuk Bentuk Lain Setara Skripsi

Yth. Bapak Dr. Mohammad Andri Budiman S.T., M.Comp.Sc., M.E.M.  
Dosen Pembimbing Akademik  
Program Studi S-1 Ilmu Komputer  
Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi  
Universitas Sumatera Utara  
Medan

Dengan hormat, berdasarkan Keputusan Kepala Balai Pengembangan Talenta Indonesia Pusat Prestasi Nasional Sekretariat Jenderal Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 1653/J7.1/PN.00/2024 tentang Penetapan Pemenang Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) Ke 37 Tahun 2024, di mana saya dan tim lolos sebagai pemenang Medali Emas kategori Poster bidang PKM-Karsa Cipta pada Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) ke 37 Tahun 2024. Oleh karena itu, saya memohon untuk dapat mengajukannya sebagai Bentuk Lain Setara Skripsi untuk penyelesaian Tugas Akhir saya. Adapun judul yang akan saya ajukan sebagai berikut:

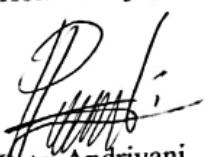
*“Perancangan dan Implementasi Aplikasi Video Call ElCue berbasis Framework Flutter terintegrasi Firebase dan Agora dengan Pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) secara real-time”*

Bersama surat ini saya lampirkan dokumen pendukung untuk pengajuan Bentuk lain Setara Skripsi.

Demikian permohonan ini disampaikan, atas perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Medan, 14 Maret 2025

Hormat saya,



Putri Andriyani  
NIM. 211401008

**SURAT PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING AKADEMIK  
TENTANG BENTUK LAIN SETARA SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Mohammad Andri Budiman S.T., M.Comp.Sc., M.E.M.  
NIP : 197510082008011011  
Pangkat/Golongan : Lektor/IIIId  
Program Studi : S-1 Ilmu Komputer  
Fakultas : Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi

**Menyetujui** permohonan untuk mengajukan Bentuk Lain Setara Skripsi untuk memenuhi Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Putri Andriyani  
NIM : 211401008  
Program Studi : S-1 Ilmu Komputer  
Bentuk Lain Setara Skripsi : Karya Ilmiah yang dimenangkan pada Pekan Ilmiah Nasional (PIMNAS) ke-37 Tahun 2024 (Medali Emas)  
Judul : Perancangan dan Implementasi Aplikasi *Video Call ElCue* berbasis *Framework Flutter* terintegrasi *Firebase* dan *Agora* dengan Pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) secara *real-time*

Demikian disampaikan agar dapat dipergunakan dengan sebaiknya.

Medan, 14 Maret 2025

Dosen Pembimbing Akademik,

  
Dr. Mohammad Andri Budiman S.T.,  
M.Comp.Sc., M.E.M.  
NIP. 197510082008011011



SURAT KEPUTUSAN  
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
NOMOR: 1531/UN5.2.14.D/SK/HK.07/2025

Tentang

Susunan Personalia Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi (S-1) Ilmu Komputer  
Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (Fasilkom-TI) Universitas Sumatera Utara

Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi USU

Menimbang : Bahwa Tugas Akhir adalah karya ilmiah tertulis dan/atau prototipe, atau projek, baik secara individu maupun berkelompok sebagai syarat penyelesaian studi akademik, maka dipandang perlu untuk menetapkan Dosen Pembimbing Penyusunan Tugas Akhir mahasiswa (i) yang bersangkutan.

Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Peraturan Pemerintah Nomor: 48 tahun 1957 tentang Penetapan Pendirian USU;  
3. Peraturan Pemerintah Nomor: 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;  
4. Peraturan Pemerintah Nomor: 17 tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;  
5. Keputusan Rektor USU:  
a. Nomor: 03/UN5.1.R/SK/SPB/2021 tentang Peraturan Akademik Program Sarjana (S1) USU;  
c. Nomor: 1876/UN5.1.R/SK/SDM/2021 tentang Pengangkatan Dekan Fasilkom-TI USU Periode 2021-2026.  
6. Keputusan Rektor Nomor 459/UN5.1.R/SK/SPB/2023 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Merdeka Belajar Universitas Sumatera Utara.  
7. Keputusan Dekan Nomor 2968/UN5.2.1.14/SPB/2023 tentang Pedoman Rekognisi Prestasi Akademik dan Non-Akademik Kegiatan Mahasiswa dan Pelaksanaan Program Merdeka Belajar.

Membaca : Hasil persetujuan Dosen Wali Akademik tentang Bentuk Lain Setara Skripsi mahasiswa yang bersangkutan oleh Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi USU tanggal 20 Maret 2025 dengan judul :

"Perancangan dan Implementasi Aplikasi Video Call ElCue berbasis Framework Flutter Terintegrasi Firebase dan Agora dengan Pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) secara Real-time"

Memutuskan

Menetapkan : Susunan Personalia Pembimbing Tugas Akhir Seorang Mahasiswa Program Studi (S-1) Ilmu Komputer Fasilkom TI USU Medan sebagai berikut:

1. Mahasiswa terbimbing adalah :  
Nama : Putri Andriyani  
NIM : 211401008  
Program Studi : S-1 Ilmu Komputer Fasilkom-TI USU
2. Dosen Pembimbing:  
1. Hayatunnufus, S.Kom., M.Cs. (Pembimbing Pertama)  
NIP 199207192024062001
2. Dr. M. Andri Budiman, S.T., M.Comp.Sc., M.E.M. (Pembimbing Kedua)  
NIP 197510082008011011
3. Surat Keputusan ini berlaku selama 6 (enam) bulan sejak tanggal **21 Maret 2025 sampai dengan 21 September 2025**. Apabila mahasiswa belum menyelesaikan tugas akhir dalam waktu tersebut, maka Surat Keputusan ini dapat dievaluasi kembali.
4. Segala sesuatu akan diperbaiki kembali, jika di kemudian hari terdapat kekeliruan dalam Surat Keputusan ini.

Medan, 24 Maret 2025

Ditandatangani secara elektronik oleh:  
Dekan



Tembusan:

1. Dosen Pembimbing Tugas Akhir
2. Yang bersangkutan

Maya Silvi Lydia  
NIP 197401272002122001

**SK KEPALA BPTI PUSPRESNAS KEMENDIKBUD RISTEK**

**NOMOR 1653/J7.1/PN.00/2024**

<b>No</b>	<b>Kelas</b>	<b>Ket</b>	<b>Nama</b>	<b>Perguruan Tinggi</b>	<b>Judul</b>
23.	PKM-PM4	Perak	KHAIRUNNISA' NUR FADHILAH	Universitas Negeri Surabaya	Metasekerta: Action-Adventure Game Bertema Kesenian Wayang Wong untuk Mengoptimalkan Culture-Based Learning di SMP PGRI 1 Buduran Sidoarjo
24.	PKM-PM4	Perunggu	AULIA NURUL HIKMAH	Institut Pertanian Bogor	Rintik Muda: Penguatan Self-Control dengan Metode Ant-Fection sebagai Upaya Pengembangan Diri pada Anak Yatim Umat Indonesia
25.	PKM-KC1	Emas	MUCHAMMAD ADAM WILDAN	Universitas Airlangga	AUVEST: Automatic Vest with Cooling and Heating System Terintegrasi Aplikasi Mobile Sebagai Upaya Pencegahan Heat Stress Pada Pekerja Konstruksi
26.	PKM-KC1	Perak	BURHANUDIN YUSUF ABDULLAH AR RAMADHAN	Universitas Negeri Malang	Desain dan Implementasi Sistem Teknologi Berbantuan Virtual Reality dan Exoskeleton sebagai Perangkat Rehabilitasi Pasca Stroke
27.	PKM-KC1	Perunggu	SETIYAKI ARUMA NANDI	Universitas Brawijaya	Sistem Rekomendasi Tanaman Pertanian Berbasis Remote Sensing dan Machine Learning dengan Data Citra Satelit Sentinel-2A Berdasarkan Karakteristik Tanah
28.	PKM-KC2	Emas	FRENGKI PRABOWO SAPUTRO WIJAYANTO	Universitas Gadjah Mada	EMO-vest: Futuristic Vest as Epilepsy Detector with Airguard Protecting Based on IoT
29.	PKM-KC2	Perak	KRISNA SEIYA EKIAWAN	Universitas Brawijaya	Alat Deteksi Dini Bladder Cancer Berbasis Quantum Dots dengan Fluorescence Resonance Energy Transfer Terintegrasi Application Programming Interface Klasifikasi Fuzzy Logic
30.	PKM-KC2	Perunggu	MOCH. AVIN	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Integrated Otoscope Examination melalui Klasifikasi Citra Tympanic Membrane untuk Deteksi Otitis Media sebagai Preventif Conductive Hearing Loss berbasis Deep Learning
31.	PKM-KC3	Emas	TESSA AGITHA IRWANI BR BARUS	Universitas Sumatera Utara	EICue : Aplikasi Video Call dengan Pendekripsi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Berbasis Computer Vision dan Deep Learning untuk Meningkatkan Komunikasi Inklusif
32.	PKM-KC3	Perak	RAISA ZAHRA SALSABILA	Politeknik Negeri Madiun	Sistem Identifikasi dan Monitoring Potensi Bahaya dan Kelalaian Perilaku Pekerja Mesin Gerinda Berbasis Deep Learning Upaya Mencegah Kecelakaan Kerja

## DOKUMENTASI PENGUMUMAN PIMNAS KE-37



## SERTIFIKAT PESERTA DAN PEMENANG PIMNAS KE-37



**FLYER LOMBA PIMNAS KE-37**

The poster features a yellow background with a traditional batik pattern. At the top left is the logo of the Ministry of Education and Culture (Kemendikbud). Logos for Puspresnas (Pusat Prestasi Nasional), BPTI (Badan Pengembangan dan Pembinaan Teknologi Informasi), and DIKTI (Badan Pengembangan dan Pembinaan Kependidikan dan Kebudayaan) are at the top right. The main title "PELAKSANAAN" is in a black box above "PIMNAS". Below it, "PIMNAS" is written in large red letters with a flame-like effect, followed by "37" in blue and yellow. The subtitle "PEKAN ILMIAH MAHASISWA NASIONAL" and "Universitas Airlangga" are below "PIMNAS". A date box indicates "Surabaya, 14-19 Oktober 2024". A large cartoon character of a rooster in traditional Javanese attire (Jas Mungkong) is on the left, holding a red ribbon. To the right of the rooster, there is information about the opening ceremony: "Acara Pembukaan" at "Airlangga Convention Center" on "Selasa, 15 Oktober 2024" at "08.00 WIB". Below this, there is a "Siaran Langsung" section with logos for "Pusat Prestasi Nasional" and "UNAIR TV". A blue button labeled "Geser >>" is located near the bottom left of the rooster illustration. The bottom of the poster includes logos for "MERDEKA BELAJAR" (Kampus Merdeka Indonesia-Jaya), social media links for Instagram, Twitter, and TikTok, and the text "puspresnas" and "Pusat Prestasi Nasional". The "Infolalenta" logo is at the bottom right.

**PELAKSANAAN**

**PIMNAS 37**

PEKAN ILMIAH MAHASISWA NASIONAL

Universitas Airlangga

Surabaya, 14-19 Oktober 2024

Acara Pembukaan

Airlangga Convention Center

Selasa, 15 Oktober 2024 08.00 WIB

Siaran Langsung

Pusat Prestasi Nasional dan UNAIR TV

Geser >>

DIKTI

MERDEKA BELAJAR Kampus Merdeka INDONESIA-JAYA

puspresnas Pusat Prestasi Nasional

Infolalenta

## PENJELASAN PERANAN MAHASISWA DALAM TIM

No	Nama / NIM	Program Studi	Uraian Tugas
1	Tessa Agitha Irwani Br. Barus / 211401138	S-1 Ilmu Komputer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bertugas melakukan <i>fine-tuning</i> pada model MobileNetV2.</li> <li>Mendesain dan menguji tambahan layer (<i>custom layers</i>) untuk meningkatkan akurasi deteksi.</li> <li>Mengukur performa model (akurasi, <i>latency</i>) pada input <i>real-time</i>.</li> </ul>
2	Putri Andriyani / 211401008	S-1 Ilmu Komputer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membangun aplikasi ElCue dengan Flutter.</li> <li>Mengintegrasikan layanan backend (Firebase) dan <i>video call</i> (Agora).</li> <li>Menyambungkan model deteksi BISINDO ke tampilan aplikasi secara <i>real-time</i>.</li> </ul>
3	Rani Widya Astuti / 211401018	S-1 Ilmu Komputer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meneliti dan menerapkan teknik <i>pre-processing</i> berupa augmentasi data dan <i>edge detection</i>.</li> <li>Memastikan model tetap <i>robust</i> terhadap variasi gerakan tangan dalam kondisi <i>real-time</i>.</li> <li>Bekerja sama membuat model untuk memastikan hasil <i>pre-processing</i> optimal.</li> </ul>
4	Angela Siadari / 211401030	S-1 Ilmu Komputer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merancang dan mengembangkan sistem pengumpulan dataset BISINDO (video &amp; gambar).</li> <li>Bertanggung jawab atas <i>labeling</i>, anotasi data, dan validasi kualitas data.</li> <li>Mengembangkan <i>pipeline</i> inferensi berbasis <i>Computer Vision</i> untuk integrasi ke sistem ElCue.</li> </ul>
5	Helga Pricilla Br Purba / 211401067	S-1 Ilmu Komputer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengintegrasikan hasil dari model <i>deep learning</i> dan <i>speech recognition</i> ke sistem ElCue.</li> <li>Mengatur alur komunikasi antar input gesture dan suara untuk meningkatkan komunikasi 2 arah.</li> <li>Menjamin sinkronisasi dan performa dari dua jalur input (<i>gesture + voice</i>).</li> </ul>



## PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Sumatera Utara Student Paper	2%
2	123dok.com Internet Source	2%
3	docplayer.info Internet Source	1%
4	repositori.usu.ac.id Internet Source	1%
5	text-id.123dok.com Internet Source	1%
6	id.123dok.com Internet Source	1%
7	Indah Clara Sari. "INTEGRASI MODEL DEEP LEARNING EFFICIENTNET-B0 UNTUK DETEKSI PENYAKIT DAUN TOMAT PADA APLIKASI SELULER BERBASIS FLUTTER", Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi, 2024 Publication	<1%
8	www.ukm.my Internet Source	<1%
9	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper	<1%
10	repository.its.ac.id Internet Source	<1%