

**RANCANG BANGUN APLIKASI PENGENALAN BAHASA ISYARAT  
HIJAIYAH BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ALGORITMA  
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Program Studi Teknik Informatika Jenjang Sarjana (S1)



Oleh  
**Muhamad Faizal Yusuf**  
**20220810063**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**  
**UNIVERSITAS KUNINGAN**  
**2026**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**RANCANG BANGUN APLIKASI PENGENALAN BAHASA ISYARAT**  
**HIJAIYAH BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ALGORITMA**  
**ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)**

Disusun Oleh

**Muhamad Faizal Yusuf**

**20220810063**

**Program Studi Teknik Informatika Jenjang Sarjana (S1)**

Naskah Skripsi ini telah dibimbingkan kepada para pembimbing sesuai dengan Surat Keputusan Bimbingan Skripsi di Program Studi Teknik Informatika Jenjang S1 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan dan telah disetujui pada:

Tempat : Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan

Hari : Kamis

Tanggal Bulan Tahun : 11 Juni 2026

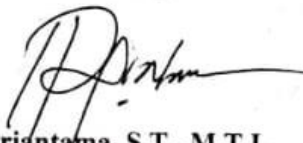
**DOSEN PEMBIMBING :**

**Pembimbing 1**



**Tito Sugiharto, S.Kom., M.Eng.**  
**NIK. 410 381 013 48**

**Pembimbing 2**



**Rio Priantama, S.T., M.T.I.**  
**NIK. 410 381 013 46**

**Mengetahui / Mengesahkan :**  
Kepala Program Studi Teknik Informatika S1



**Iwan Lesmana, M.Kom.**  
**NIK. 410 380 912 88**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**RANCANG BANGUN APLIKASI PENGENALAN BAHASA ISYARAT**  
**HIJAIYAH BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ALGORITMA**  
**ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)**

Disusun Oleh

**Muhamad Faizal Yusuf**  
**20220810063**

**Program Studi Teknik Informatika Jenjang Sarjana (S1)**

Skripsi ini telah Diujikan dan Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Sidang Skripsi, Program Studi Teknik Informatika Jenjang S1 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan dan telah disetujui pada :

Tempat : Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan

Hari : Jum'at

Tanggal : 19 Juni 2026

**DOSEN PENGUJI:**

Penguji I



**Tito Sugiharto, S.Kom., M.Eng.**  
**NIK. 410 381 013 48**

Penguji II



**Iwan Lesmana, M.Kom.**  
**NIK. 410 380 912 88**

Penguji III



**Nunu Nugraha, M.T.**  
**NIK. 410 381 113 66**

Dekan  
Fakultas Ilmu Komputer



**Tito Sugiharto, S.Kom., M.Eng.**  
**NIK. 410 381 013 48**

Kepala Program Studi  
Teknik Informatika S1



**Iwan Lesmana, M.Kom.**  
**NIK. 410 380 912 88**

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Faizal Yusuf

NIM : 20220810063

Tempat, Tanggal lahir : Kuningan, 29 Juli 2003

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Ilmu Komputer

Perguruan Tinggi : Universitas Kuningan

Menyatakan bahwa **Skripsi** dengan judul sebagai berikut :

Judul : Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Hijaiyah Berbasis Android Menggunakan Algoritma Artificial Neural Network (ANN)

Dosen Pembimbing 1 : Tito Sugiharto, S.Kom., M.Eng.

Dosen Pembimbing 2 : Rio Priantama, S.T., M.T.I.

Adalah benar-benar **ASLI** dan **BUKAN PLAGIAT** yakni tidak melakukan penjiplakan pada karya tulis ilmiah milik orang lain, kecuali yang dikembangkan dan diacu dalam daftar pustaka pada Skripsi ini.

Demikian pernyataan ini **SAYA** buat, apabila kemudian hari terbukti **SAYA** melakukan penjiplakan karya orang lain, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK**.

Kuningan, 25 Juni 2026

Yang menyatakan,



1000  
REPUBLIK INDONESIA  
METEOR  
TEMPEL  
1F578AOX016907490

**Muhamad Faizal Yusuf**

## PERNYATAAN ORIGINALITAS

*Bismillahirrahmanirrahim*

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Hijaiyah Berbasis Android Menggunakan Algoritma Artificial Neural Network (ANN) beserta seluruh isinya adalah benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas dasar pernyataan ini saya siap menanggung resiko atau sanksi apa pun yang sesuai dengan peraturan yang berlaku apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian skripsi ini.

Kuningan, 25 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,

  
B68B4AOX016907495  
**Muhamad Faizal Yusuf**

## **MOTTO dan PERSEMBAHAN**

Kesehatan memberi waktu, rasa syukur memberi makna. Tanpa keduanya, segala pencapaian hanyalah sekadar angka.

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan yang diberikan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Karya sederhana ini saya persembahkan sebagai bentuk rasa hormat dan bakti kepada kedua orang tua beserta keluarga besar. Terima kasih atas segala doa yang tidak pernah putus, pengorbanan, serta dukungan moril maupun materiel yang senantiasa mengiringi setiap langkah dalam penyelesaian pendidikan ini. Penghargaan dan rasa terima kasih yang mendalam juga saya sampaikan kepada Bapak Dosen Pembimbing. Terima kasih atas waktu, ilmu, arahan, serta kesabaran dalam mengevaluasi dan membimbing penyusunan tugas akhir ini dari tahapan awal hingga selesai. Selain itu, ucapan terima kasih turut saya tujukan kepada pasangan yang senantiasa memberikan dukungan moral, pengertian, dan semangat agar saya selalu konsisten dalam menyelesaikan tanggung jawab akademik ini.

Tidak lupa, saya mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan, khususnya para sahabat yang telah melangkah bersama sejak masa kerja praktik hingga proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas setiap ruang diskusi, waktu untuk saling bertukar pikiran, serta dukungan moral untuk saling menguatkan dalam menyelesaikan tugas akhir masing-masing

Akhir kata, saya berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang nyata, menjadi referensi yang berguna, serta membawa kebaikan bagi pengembangan teknologi dan pendidikan ke depannya. Aamiin

# RANCANG BANGUN APLIKASI PENGENALAN BAHASA ISYARAT HIJAIYAH BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ALGORITMA ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

**Muhamad Faizal Yusuf<sup>1</sup>, Tito Sugiharto<sup>2</sup>, Rio Priantama<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan  
Jl. Pramuka No.67, Purwawinangun, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa  
Barat 45512

[20220810063@uniku.ac.id](mailto:20220810063@uniku.ac.id), [tito@uniku.ac.id](mailto:tito@uniku.ac.id), [rio.priantama@uniku.ac.id](mailto:rio.priantama@uniku.ac.id)

## Abstrak

Siswa disabilitas rungu di SLB Negeri Taruna Mandiri Kabupaten Kuningan menghadapi kendala utama dalam mempelajari huruf Hijaiyah secara mandiri akibat keterbatasan akses dan ketiadaan media pembelajaran interaktif. Penelitian ini bertujuan merancang aplikasi *mobile* pengenalan bahasa isyarat Hijaiyah berbasis kecerdasan buatan sebagai media pembelajaran adaptif sekaligus alat evaluasi interaktif bagi siswa disabilitas rungu. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *Rapid Application Development* (RAD) dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka. Aplikasi dibangun berbasis Android, mengintegrasikan *framework* MediaPipe sebagai ekstraktor 21 titik *landmark* tangan secara *real-time* dan model *Artificial Neural Network* (ANN) berformat *TensorFlow Lite* untuk mengidentifikasi 31 kelas isyarat huruf Hijaiyah. *Dataset* berawal dari 15.500 citra asli yang kemudian diekstraksi menjadi 11.758 sampel numerik koordinat tangan, dengan pembagian rasio 80:10:10 untuk data latih, validasi, dan uji. Pengujian sistem dilakukan melalui *Blackbox*, *Whitebox*, *Confusion Matrix*, Pengujian Batasan Operasional, dan *User Acceptance Testing* (UAT). Hasil *Confusion Matrix* menunjukkan tingkat akurasi sebesar 96,44% pada data uji tanpa indikasi *overfitting*, didukung nilai rata-rata makro dan terbobot sebesar 0,96. Seluruh skenario *Blackbox* teruji valid, logika *Whitebox* berjalan benar, dan model mampu melakukan proses inferensi secara *real-time* dan efisien pada batasan jarak ideal 25-60 cm. Pengujian UAT yang melibatkan 2 tenaga pendidik dan 13 siswa tunarungu memperoleh akumulasi nilai akhir sebesar 93,87% dengan kategori Sangat Layak. Aplikasi "Hijaiyah Lens" terbukti efektif, tangguh, dan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran mandiri yang interaktif bagi siswa disabilitas rungu.

**Kata Kunci:** Bahasa Isyarat, Hijaiyah, MediaPipe, *Artificial Neural Network*, Android.

**DESIGNING AND DEVELOPING AN ANDROID BASED INTRODUCTION  
TO HIJAIYAH SIGN LANGUAGE USING ARTIFICIAL NEURAL  
NETWORK ALGORITHM (ANN)**

**Muhamad Faizal Yusuf<sup>1</sup>, Tito Sugiharto<sup>2</sup>, Rio Priantama<sup>3</sup>**

*Software Engineering Study Program, Faculty of Computer Sciences, Universitas  
Kuningan*

*Jl. Pramuka No.67, Purwawinangun, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa  
Barat 45512*

[20220810063@uniku.ac.id](mailto:20220810063@uniku.ac.id), [tito@uniku.ac.id](mailto:tito@uniku.ac.id), [rio.priantama@uniku.ac.id](mailto:rio.priantama@uniku.ac.id)

***Abstract***

*Deaf students at SLB Negeri Taruna Mandiri, Kuningan Regency, face major obstacles in learning Hijaiyah letters independently due to limited access and the absence of interactive learning media. This research aims to design an AI-based mobile application for Hijaiyah sign language recognition as an adaptive learning medium and interactive evaluation tool for deaf students. The system development method used is Rapid Application Development (RAD) with data collection techniques through observation, interviews, and literature study. The application is built on Android integrated with the MediaPipe framework as a real-time 21 hand landmark extractor and an Artificial Neural Network (ANN) model formatted in TensorFlow Lite to identify 31 Hijaiyah sign classes. The dataset originated from 15,500 original images which are then extracted into 11,758 numerical samples of hand coordinates, with an 80:10:10 ratio division for training, validation, and testing data. System testing was conducted through Blackbox, Whitebox, Confusion Matrix, Operational Limit Testing, and User Acceptance Testing (UAT). The Confusion Matrix results demonstrates an accuracy rate of 96.44% on the testing data without any indication of overfitting, supported by a macro and weighted average score of 0.96. All Blackbox scenarios are proven valid, Whitebox logic ran correctly, and the model is able to perform inference processes in real-time and efficiently at an ideal distance limit of 25-60 cm. The UAT, involving 2 teachers and 13 deaf students, obtained a final accumulated score of 93.87% under the Highly Feasible category. The "Hijaiyah Lens" application is proven to be effective, robust, and highly feasible to be used as an interactive independent learning medium for deaf students.*

**Keywords:** *Sign Language, Hijaiyah, MediaPipe, Artificial Neural Network, Android.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan Nabi kita Muhammad SAW, kepada para sahabatnya, kepada keluarganya serta kepada kita selaku umatnya yang Insha Allah taat pada ajaran agama dan senantiasa mengamalkannya. Aamiin. Adapun judul skripsi yang peneliti ambil adalah **“RANCANG BANGUN APLIKASI PENGENALAN BAHASA ISYARAT HIJAIYAH BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ALGORITMA ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)”**.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, peneliti memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak baik berupa bimbingan, arahan secara tertulis maupun secara lisan sehingga skripsi dapat diselesaikan. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Anna Fitri Hindriana, M.Si., selaku Rektor Universitas Kuningan.
2. Bapak Tito Sugiharto, S.Kom., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
3. Bapak Nunu Nugraha, M.T., selaku Wakil Dekan 1 Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
4. Bapak Iwan Lesmama, M.Kom., selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
5. Bapak Tito Sugiharto, S.Kom., M.Eng., selaku Pembimbing I yang sudah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing peneliti.
6. Bapak Rio Priantama, S.T., M.T.I., selaku Pembimbing 2 dan Pyang sudah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing peneliti.
7. Bapak Rio Priantama, S.T., M.T.I., selaku Pembimbing Akademik yang sudah banyak meluangkan waktunya untuk memotivasi dan mensupport saya dari awal perkuliahan.

8. Orang tua yang telah memberikan do'a, arahan dan dukungan baik material maupun moral.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Dalam penyusunan ini peneliti menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Hal ini disebabkan keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan yang peneliti miliki. Oleh karena itu, peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti, tempat/objek penelitian, Institusi dan bagi para pembaca pada umumnya. Atas dukungan dan bantuannya, peneliti mengucapkan banyak terimakasih.

Kuningan, 11 Juni 2026

Peneliti,

Muhamad Faizal Yusuf

NIM. 20220810063

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERNYATAAN

PERNYATAAN ORIGINALITAS

MOTTO dan PERSEMBAHAN

ABSTRAK ..... i

*ABSTRACT*..... ii

KATA PENGANTAR ..... iii

DAFTAR ISI..... v

DAFTAR TABEL..... viii

DAFTAR GAMBAR ..... x

DAFTAR LAMPIRAN ..... xiv

BAB I PENDAHULUAN ..... 1

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Identifikasi Masalah ..... 5

1.3 Rumusan Masalah ..... 6

1.4 Batasan Masalah..... 6

1.5 Tujuan Penelitian..... 8

1.6 Manfaat Penelitian..... 9

BAB II KAJIAN PUSTAKA ..... 11

2.1 Teori-teori terkait bahasan penelitian (Relevan Theories) ..... 11

2.1.1 Anak Berkebutuhan Khusus (Tunarungu) ..... 11

2.1.2 Bahasa Isyarat ..... 12

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.3 Huruf Hijaiyah .....                                       | 13 |
| 2.1.4 Kecerdasan Buatan ( <i>Artificial Intelligence</i> ) ..... | 14 |
| 2.1.5 <i>Computer Vision</i> .....                               | 15 |
| 2.1.6 Algoritma <i>Artificial Neural Network</i> (ANN).....      | 15 |
| 2.1.7 <i>MediaPipe Hands</i> .....                               | 17 |
| 2.1.8 <i>Framework</i> dan Bahasa Pemrograman AI.....            | 18 |
| 2.1.9 Pengembangan Aplikasi Android .....                        | 22 |
| 2.1.10 <i>Rapid Application Development</i> (RAD).....           | 27 |
| 2.1.11 Pemodelan Sistem.....                                     | 28 |
| 2.1.12 Perangkat Lunak Pendukung .....                           | 39 |
| 2.1.13 Pengujian Sistem .....                                    | 41 |
| 2.2 Penelitian Sebelumnya ( <i>Previous Work</i> ).....          | 47 |
| 2.3 Kerangka Teoritis ( <i>Theoretical Framework</i> ) .....     | 53 |
| BAB III METODOLOGI.....                                          | 56 |
| 3.1 Metode Pengembangan Sistem.....                              | 56 |
| 3.2 Metode Pengumpulan Data .....                                | 57 |
| 3.3 Metode Penyelesaian Masalah .....                            | 61 |
| 3.3.1 Penjelasan Sistem .....                                    | 61 |
| 3.3.2 Ekstraksi Fitur dengan <i>MediaPipe Hands</i> .....        | 62 |
| 3.3.3 Klasifikasi dengan <i>Artificial Neural Network</i> .....  | 69 |
| 3.4 Perancangan Sistem.....                                      | 77 |
| 3.4.1 Analisa System Berjalan.....                               | 77 |
| 3.4.2 Analisis Sistem Usulan .....                               | 79 |
| 3.4.3 Fungsional dan Non Fungsional .....                        | 80 |
| 3.4.4 Perancangan Sistem Usulan.....                             | 83 |

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.5 Perancangan Tampilan.....                      | 119 |
| 3.4.6 Perancangan Pengujian .....                    | 133 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                    | 137 |
| 4.1 Implementasi Sistem .....                        | 137 |
| 4.1.1 Implementasi UI Aplikasi.....                  | 137 |
| 4.1.2 Implementasi Metode Penyelesaian Masalah ..... | 150 |
| 4.2 Pengujian Sistem .....                           | 167 |
| 4.2.1 Pengujian <i>Black Box</i> .....               | 167 |
| 4.2.2 Pengujian <i>White Box</i> .....               | 172 |
| 4.2.3 Pengujian <i>Confusion Matrix</i> .....        | 179 |
| 4.2.4 Pengujian Jarak dan Sudut .....                | 185 |
| 4.2.5 Pengujian UAT .....                            | 189 |
| 4.2.6 Pengujian Kondisi Lingkungan .....             | 194 |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....                       | 196 |
| 5.1 Simpulan ( <i>Conclusion</i> ) .....             | 196 |
| 5.2 Saran ( <i>Suggestion</i> ) .....                | 197 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                 | 199 |
| Lampiran ( <i>Appendices</i> ) .....                 | 204 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 1. 1 Penelitian Sebelumnya.....                                                 | 3   |
| Tabel 2. 1 Perbandingan Fitur Kotlin dengan Java.....                                 | 24  |
| Tabel 2. 2 Simbol Flowchart.....                                                      | 30  |
| Tabel 2. 3 Simbol dan Keterangan Use Case (Rosa & Shalahuddin, 2016).....             | 32  |
| Tabel 2. 4 Skenario Use Case (Rosa & Shalahuddin, 2016).....                          | 33  |
| Tabel 2. 5 Simbol dan Keterangan Activity Diagram (Rosa & Shalahuddin, 2016)<br>..... | 33  |
| Tabel 2. 6 Simbol dan Keterangan Sequence Diagram (Hendini, 2016).....                | 35  |
| Tabel 2. 7 Simbol dan Keterangan Class Diagram (Rosa & Shalahuddin, 2016)             | 37  |
| Tabel 2. 8 Format Struktur Confusion Matrix (Nur & Fatah, 2024).....                  | 42  |
| Tabel 2. 9 Skenario Pengujian Blackbox Testing (Zen & Nuryasin, 2024) .....           | 44  |
| Tabel 2. 10 Skenario Independent Path Fitur Login (Rafli et al., 2024).....           | 46  |
| Tabel 2. 11 Tabel Perbandingan Penelitian Sebelumnya.....                             | 47  |
| Tabel 3. 1 Distribusi Sampel per Kelas Huruf Hijaiyah .....                           | 60  |
| Tabel 3. 2 Koordinat Landmark Huruf Ain .....                                         | 67  |
| Tabel 3. 3 Kebutuhan Perangkat Keras.....                                             | 82  |
| Tabel 3. 4 Deskripsi Use Case .....                                                   | 84  |
| Tabel 3. 5 Skenario Use Case Registrasi User.....                                     | 86  |
| Tabel 3. 6 Skenario Use Case Login User .....                                         | 87  |
| Tabel 3. 7 Skenario Use Case Kelola Data Siswa.....                                   | 88  |
| Tabel 3. 8 Skenario Use Case Kelola Materi .....                                      | 88  |
| Tabel 3. 9 Skenario Use Case Lihat Riwayat Kuis .....                                 | 89  |
| Tabel 3. 10 Skenario Use Case Deteksi Isyarat .....                                   | 90  |
| Tabel 3. 11 Skenario Use Case Kerjakan Kuis .....                                     | 91  |
| Tabel 3. 12 Skenario Use Case Lihat Kamus Isyarat.....                                | 92  |
| Tabel 3. 13 Skenario Use Case Lihat Materi .....                                      | 93  |
| Tabel 3. 14 Skenario Use Case Logout User .....                                       | 94  |
| Tabel 3. 15 Rancangan Pengujian.....                                                  | 134 |
| Tabel 4. 1 Spesifikasi Arsitektur Model ANN.....                                      | 156 |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Fungsionalitas (Black Box Testing) .....                      | 167 |
| Tabel 4. 3 Pemetaan Logika Program (Pseudocode) Fungsi onResults() .....                 | 172 |
| Tabel 4. 4 Hasil Eksekusi Pengujian White Box (Basis Path Testing) .....                 | 178 |
| Tabel 4. 5 Rincian Hasil Prediksi Confusion Matrix pada 31 Kelas Huruf Hijaiyah<br>..... | 180 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Batasan Jarak Tangan terhadap Kamera .....                    | 186 |
| Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Batasan Sudut Kemiringan Tangan .....                         | 187 |
| Tabel 4. 8 Rekapitulasi Hasil Kuesioner UAT Siswa (N=13) .....                           | 190 |
| Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Kuesioner UAT Guru (N=2) .....                             | 191 |
| Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Keseluruhan Berdasarkan Kondisi Lingkungan ....              | 194 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Bahasa Isyarat Huruf Hijaiyah (Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, 2022) .....              | 13 |
| Gambar 2. 2 Huruf Hijaiyah.....                                                                          | 14 |
| Gambar 2. 3 Arsitektur Artificial Neural Network (ANN) dengan model MLP (Shirazi & Frigaard, 2021) ..... | 16 |
| Gambar 2. 4 Topologi 21 Hand Landmarks MediaPipe (Hussein & Mohammed, 2024) .....                        | 17 |
| Gambar 2. 5 Logo Python (Python Software Foundation, n.d.) .....                                         | 19 |
| Gambar 2. 6 Logo TensorFlow (Wikimedia Commons, 2019) .....                                              | 20 |
| Gambar 2. 7 Logo Google Colab (Munoz, 2025) .....                                                        | 22 |
| Gambar 2. 8 Logo Android (Google LLC, 2023) .....                                                        | 23 |
| Gambar 2. 9 Logo Android Studio (Parma Dewi et al., 2021) .....                                          | 24 |
| Gambar 2. 10 Logo Kotlin (JetBrains, n.d.).....                                                          | 24 |
| Gambar 2. 11 Logo firebase (Google LLC, n.d.).....                                                       | 26 |
| Gambar 2. 12 Tahapan Metode RAD (Sondang, 2024).....                                                     | 28 |
| Gambar 2. 13 Rich Picture (Marnewick et al., 2024) .....                                                 | 29 |
| Gambar 2. 14 Logo Figma (Figma, n.d.) .....                                                              | 40 |
| Gambar 2. 15 Logo IBM Rational Rose (Riskawati et al., 2021).....                                        | 41 |
| Gambar 2. 16 Kerangka Teoritis Penelitian .....                                                          | 53 |
| Gambar 3. 1 Tahapan Metode RAD (Sondang, 2024).....                                                      | 56 |
| Gambar 3. 2 Observasi Metode Pembelajaran Isyarat Hijaiyah .....                                         | 58 |
| Gambar 3. 3 Dokumentasi Wawancara.....                                                                   | 59 |
| Gambar 3. 4 Gerakan Isyarat Hijaiyah Ain.....                                                            | 63 |
| Gambar 3. 5 Gambar BRG dan RGB.....                                                                      | 64 |
| Gambar 3. 6 Deteksi Tangan pada Citra Masukan .....                                                      | 65 |
| Gambar 3. 7 Visualisasi Titik Landmark Tangan Huruf Ain.....                                             | 66 |
| Gambar 3. 8 Plot 2D Titik Landmark Huruf Ain.....                                                        | 69 |
| Gambar 3. 9 ANN Perhitungan Klasifikasi Huruf AIN .....                                                  | 69 |
| Gambar 3. 10 Flowchart Algoritma ANN.....                                                                | 75 |

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 3. 11 Rich Picture Sistem Berjalan.....          | 78  |
| Gambar 3. 12 Gambar Rich Picture Sistem Usulan.....     | 79  |
| Gambar 3. 13 Use Case Diagram.....                      | 84  |
| Gambar 3. 14 Activity Diagram Login .....               | 95  |
| Gambar 3. 15 Activity Diagram Riwayat Kuis.....         | 96  |
| Gambar 3. 16 Activity Diagram Deteksi Isyarat.....      | 97  |
| Gambar 3. 17 Activity Diagram Kuis .....                | 98  |
| Gambar 3. 18 Activity Diagram Kamus .....               | 99  |
| Gambar 3. 19 Activity Diagram Materi Belajar.....       | 100 |
| Gambar 3. 20 Activity Diagram Logout .....              | 101 |
| Gambar 3. 21 Activity Diagram Registrasi.....           | 102 |
| Gambar 3. 22 Activity Diagram Login Guru .....          | 103 |
| Gambar 3. 23 Activity Diagram Kelola Data Siswa .....   | 104 |
| Gambar 3. 24 Activity Diagram Kelola Data Materi .....  | 105 |
| Gambar 3. 25 Activity Diagram Lihat Riwayat Nilai ..... | 106 |
| Gambar 3. 26 Activity Diagram Logout .....              | 107 |
| Gambar 3. 27 Class Diagram Aplikasi Hijaiyah Lens ..... | 108 |
| Gambar 3. 34 Sequence Diagram Register .....            | 110 |
| Gambar 3. 29 Sequence Diagram Login Guru.....           | 111 |
| Gambar 3. 30 Sequence Diagram Kelola Data Siswa.....    | 112 |
| Gambar 3. 31 Sequence Diagram kelola Materi .....       | 113 |
| Gambar 3. 32 Sequence Diagram Lihat Riwayat Nilai.....  | 114 |
| Gambar 3. 33 Sequence Diagram Logout.....               | 114 |
| Gambar 3. 34 Sequence Diagram Login Siswa .....         | 115 |
| Gambar 3. 35 Sequence Diagram Lihat Riwayat kuis .....  | 116 |
| Gambar 3. 36 Sequence Diagram Deteksi Isyarat .....     | 116 |
| Gambar 3. 37 Sequence Diagram Kuis .....                | 117 |
| Gambar 3. 38 Sequence Diagram Kamus Isyarat .....       | 118 |
| Gambar 3. 39 Sequence Diagram Lihat Materi .....        | 118 |
| Gambar 3. 40 Sequence Diagram Logout Siswa .....        | 119 |
| Gambar 3. 41 Mockup Login Siswa .....                   | 121 |

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| Gambar 3. 42 Mockup Menu Home Siswa.....                 | 121        |
| Gambar 3. 43 Mockup Menu Deteksi Real-time .....         | 122        |
| Gambar 3. 44 Mockup Menu Kuis.....                       | 123        |
| Gambar 3. 45 Mockup Menu Kamus.....                      | 124        |
| Gambar 3. 46 Mockup Panduan Penggunaan Aplikasi.....     | 125        |
| Gambar 3. 47 Mockup Tentang Aplikasi.....                | 126        |
| <i>Gambar 3. 48 Mockup Materi Belajar Siswa .....</i>    | <i>127</i> |
| Gambar 3. 49 Mockup Pengaturan Siswa.....                | 127        |
| Gambar 3. 50 Mockup Profil Siswa.....                    | 128        |
| Gambar 3. 51 Mockup Registrasi Guru .....                | 129        |
| Gambar 3. 52 Mockup Login Guru.....                      | 130        |
| Gambar 3. 53 Mockup Dashboard Home Guru .....            | 130        |
| Gambar 3. 54 Mockup Pengaturan Guru .....                | 132        |
| Gambar 3. 55 Mockup Profil Guru .....                    | 133        |
| Gambar 4. 1 UI Splash Screen .....                       | 138        |
| Gambar 4. 2 UI Registrasi Guru .....                     | 139        |
| Gambar 4. 3 UI Login Guru/Siswa .....                    | 140        |
| Gambar 4. 4 Dashboard Guru .....                         | 141        |
| Gambar 4. 5 UI Pengaturan Guru .....                     | 142        |
| Gambar 4. 6 Implementasi UI Profil Guru.....             | 143        |
| Gambar 4. 7 UI Home Siswa .....                          | 143        |
| Gambar 4. 8 UI Menu Deteksi Realtime Isyarat Siswa ..... | 144        |
| Gambar 4. 9 UI Menu Kuis Siswa .....                     | 145        |
| Gambar 4. 10 UI Menu Kamus Siswa .....                   | 146        |
| Gambar 4. 11 UI Menu Panduan Siswa .....                 | 147        |
| Gambar 4. 12 Menu Tentang Siswa.....                     | 148        |
| Gambar 4. 13 Menu Materi Belajar .....                   | 148        |
| Gambar 4. 14 Menu Pengaturan Siswa.....                  | 149        |
| Gambar 4. 15 UI Profil Siswa.....                        | 150        |
| Gambar 4. 16 Struktur folder dataset .....               | 151        |
| Gambar 4. 17 isi folder datataset huruf Ta.....          | 151        |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 18 Kode Program Augmentasi .....                                              | 152 |
| Gambar 4. 19 Kode Program Ekstraksi MediaPipe .....                                     | 152 |
| Gambar 4. 20 CSV Data Ekstraksi MediaPipe .....                                         | 153 |
| Gambar 4. 21 Visualisasi Landmark 2D untuk Keseluruhan 31 Kelas Isyarat Hijaiyah.....   | 154 |
| Gambar 4. 22 Kode Program Pembagian Data Menggunakan Scikit-Learn .....                 | 155 |
| Gambar 4. 23 Kode Program Perancangan Arsitektur Model ANN.....                         | 156 |
| Gambar 4. 24 Kode Program Eksekusi Pelatihan Model.....                                 | 158 |
| Gambar 4. 25 Kode Program Evaluasi dan Visualisasi Grafik.....                          | 159 |
| Gambar 4. 26 Hasil Akurasi dan Visualisasi Grafik Pelatihan .....                       | 160 |
| Gambar 4. 27 Kode Program Konversi Model ke Format TensorFlow Lite .....                | 160 |
| Gambar 4. 28 Bukti Berkas Model TFLite pada Direktori Penyimpanan .....                 | 161 |
| Gambar 4. 29 Penempatan File Model pada Direktori Assets Android Studio ..              | 161 |
| Gambar 4. 30 Kode Program Kelas HandLandmarkerHelper pada Android Studio .....          | 162 |
| Gambar 4. 31 Kode Program Kelas HijaiyahClassifier pada Android Studio ....             | 163 |
| Gambar 4. 32 Kode Program Eksekusi Klasifikasi secara Real-Time pada Layar Kamera ..... | 165 |
| Gambar 4. 33 Kode Program Logika Validasi Klasifikasi pada Modul Kuis.....              | 166 |
| Gambar 4. 34 Control Flow Graph (CFG) pada Fungsi onResults() .....                     | 174 |
| Gambar 4. 35 Confusion Matrix pada Bahasa Isyarat Hijaiyah.....                         | 180 |
| Gambar 4. 36 Laporan Klasifikasi (Precision, Recall, F1-Score).....                     | 183 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Curriculum Vitae CV;
- Lampiran 2. SK Judul dan Bimbingan;
- Lampiran 3. Kartu Bimbingan;
- Lampiran 4. Kartu Mengikuti Seminar SUP;
- Lampiran 5. Hasil SUP;
- Lampiran 6. Lembar Revisi SUP;
- Lampiran 7. Kartu Mengikuti Seminar SHP;
- Lampiran 8. Hasil SHP;
- Lampiran 9. Lembar Revisi SHP;
- Lampiran 10. Hasil Sidang Skripsi;
- Lampiran 11. Lembar Revisi Sidang Skripsi;
- Lampiran 12. Submit Jurnal;
- Lampiran 13. Form Hasil Cek Plagiarisme;
- Lampiran 14. Data Hasil Observasi;
- Lampiran 15. Data Hasil Penelitian.