

**APLIKASI ANDROID KESTREL *TRANSLATOR*  
*FINGERSPELLING AMERICAN SIGN LANGUAGE*  
BERBASIS *MACHINE LEARNING CONVOLUTIONAL*  
*NEURAL NETWORK* DAN TENSORFLOW**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar  
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Wenzel Arifiandi  
NPM : 6131801038



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2022**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG**



Nama : Wenzel Arifiandi  
NPM : 6131801038  
Program Studi : Sarjana Teknik Industri  
Judul Skripsi : APLIKASI ANDROID KESTREL TRANSLATOR  
FINGERSPELLING AMERICAN SIGN LANGUAGE  
BERBASIS MACHINE LEARNING CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK DAN TENSORFLOW

**TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI**

Bandung, 16 Februari 2022

**Ketua Program Studi Sarjana**

**Teknik Industri**

(Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T.)

**Pembimbing Pertama**

(Dedy Suryadi, S.T., M.S., Ph.D.)

## **PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Wenzel Arifiandi

NPM : 6131801038

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:  
APLIKASI ANDROID KESTREL TRANSLATOR FINGERSPELLING AMERICAN  
SIGN LANGUAGE BERBASIS MACHINE LEARNING CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK DAN TENSORFLOW

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 16 Februari 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wenzel Arifiandi', with a long horizontal stroke extending to the right.

Wenzel Arifiandi

NPM : 6131801038

## ABSTRAK

Penelitian ini menghadirkan aplikasi Android penerjemah *fingerspelling American Sign Language* (ASL), bahasa utama dari penduduk tunarungu di Amerika Serikat, berbasis *computer vision deep convolutional neural network* dan *framework* TensorFlow yang memudahkan proses pembelajaran dan pemahaman *fingerspelling* ASL. Penelitian ini dimulai sebagai bagian dari *capstone project* program Bangkit Kampus Merdeka yang diikuti dari bulan Februari – Juli 2021. Hasil penelitian Bangkit tersebut adalah sebuah aplikasi Android yang dikembangkan oleh tim Android Capstone Bangkit yang memiliki akurasi buruk (0.133 dari 30 percobaan acak). Penelitian skripsi ini merancang dari awal aplikasi Android baru dan model *convolutional neural network* berbasis arsitektur dan *dataset* baru untuk meningkatkan akurasi aplikasi Android tersebut. Terdapat dua model yang diteliti pada penelitian ini dengan metode *transfer learning*, yaitu model berbasis MobileNetV2 yang juga digunakan pada penelitian sebelumnya dan EfficientNet-Lite yang dilatih pada *dataset fingerspelling American Sign Language* Barczak et al. (2011) dengan gambar yang berukuran 6.95 kali lipat lebih besar dari gambar *dataset* penelitian sebelumnya. Ukuran gambar yang lebih besar memungkinkan lebih banyak detail karakteristik dan struktur bentuk tangan *fingerspelling* yang dipertahankan selama proses pelatihan model. Keunggulan ini menjadi penting seiring relatif tingginya tingkat kesulitan deteksi penelitian ini, dengan banyaknya bentuk yang mirip antara satu jenis alfabet/angka dengan lainnya. Model *computer vision* berbasis MobileNetV2 memiliki *testing accuracy* 0.9681 dan model EfficientNet-Lite 4 memiliki *testing accuracy* 0.9442, lebih tinggi dibandingkan dengan akurasi model dari penelitian sebelumnya. Model MobileNetV2 yang memiliki *testing accuracy* lebih tinggi diintegrasikan dengan menggunakan TensorFlow Lite pada aplikasi Android untuk menampilkan hasil interpretasi *fingerspelling American Sign Language* ke pengguna. Berdasarkan 200 percobaan *random* pada aplikasi Android, diperoleh akurasi senilai 0.8.

**Kata kunci:** *Fingerspelling, American Sign Language, Computer Vision, Deep Convolutional Neural Network, MobileNetV2, EfficientNet-Lite, TensorFlow Lite, Android*



## ABSTRACT

This study presents an Android application that translates fingerspelling American Sign Language (ASL), the main language of the tunarungu population in the United States, based on computer vision deep convolutional neural network and the TensorFlow framework that facilitates the learning process and understanding of ASL fingerspelling. This research was started as part of the capstone project of the Bangkit Kampus Merdeka program, which was done from February – July 2021. Bangkit's research resulted in an Android application developed by the Android team that had poor accuracy (0.133 out of 30 randomized trials). This thesis research designs a new Android application and a convolutional neural network model based on a new architecture and dataset to improve the accuracy of the Android application. There are two models studied in this study using the transfer learning method, namely the MobileNetV2-based model which was also used in previous studies and the EfficientNet-Lite which was trained on the American Sign Language fingerspelling dataset Barczak et al. (2011) with an image that is 6.95 times larger than the previous research dataset image. The larger image size allows more details of the characteristic and structural features of the fingerspelling hand to be preserved throughout the model training process. This advantage becomes vital with the relatively high level of difficulty of this research, with the many similar forms between one type of alfabet/number with another. The computer vision model based on MobileNetV2 has a testing accuracy of 0.9681. The EfficientNet-Lite 4 model has a testing accuracy of 0.9442, higher than the model's accuracy from previous studies. The MobileNetV2 model, which has a higher testing accuracy, is integrated using TensorFlow Lite on the Android application to display the interpretation results of fingerspelling American Sign Language to the user. Based on 200 random experiments on Android applications, an accuracy of 0.8 was obtained.

**Keywords: Fingerspelling, American Sign Language, Computer Vision, Deep Convolutional Neural Network, MobileNetv2, EfficientNet-Lite, TensorFlow Lite, Android**

## KATA PENGANTAR

Penelitian yang dinamai Kestrel ini menghadirkan sebuah aplikasi Android *computer vision deep convolutional neural network* penerjemah *American Sign Language* berdasarkan *framework* TensorFlow, selaras dengan dorongan WHO terhadap penggunaan teknologi untuk meningkatkan akses pada komunikasi dan pendidikan bagi orang-orang dengan gangguan pendengaran. Laporan penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat gelar sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan.

Pada kesempatan ini, peneliti hendak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dedy Suryadi, S.T., M.S., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberi dukungan dan masukan kepada peneliti dalam menyusun laporan penelitian ini.

Peneliti berharap bahwa hasil laporan penelitian dapat bermanfaat dan memberikan wawasan serta pengetahuan lebih kepada pembaca. Selama proses penulisan laporan, tim peneliti menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, tim peneliti dengan rendah hati berharap agar para pembaca dapat memberikan kritik maupun saran yang dapat membangun perbaikan dari laporan hasil penelitian ini. Akhir kata, tim peneliti juga ingin menyampaikan permohonan maaf apabila terdapat kesalahan atau kekurangan yang kurang berkenan.

Jakarta, 16 Februari 2022



Peneliti



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang Masalah .....	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	I-3
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-5
I.4 Tujuan Penelitian .....	I-6
I.5 Manfaat Penelitian .....	I-7
I.6 Metodologi Penelitian.....	I-7
I.7 Sistematika Penulisan.....	I-8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
II.1 Audism.....	II-1
II.1.1 Teori <i>Audism</i> .....	II-2
II.1.2 Praktis <i>Audism</i> .....	II-4
II.2 <i>American Sign Language (ASL)</i> .....	II-7
II.2.1 Linguistik <i>American Sign Language</i> .....	II-8
II.2.2 <i>Fingerspelling</i> .....	II-9
II.3 <i>Sign Language Recognition</i> .....	II-10
II.3.1 <i>Recognition and Computer Vision</i> .....	II-10
II.3.2 <i>Modeling dan Natural Language Processing (NLP)</i> .....	II-12

II.4	Perbandingan <i>Training</i> , <i>Validation</i> dan <i>Test Dataset</i> .....	II-12
II.5	<i>Deep Convolutional Neural Network</i> .....	II-13
II.5.1	Bagaimana Cara <i>Convolutional Neural Network</i> Mengklasifikasi Gambar	II-14
II.5.2	MobileNetV2	II-39
II.5.3	EfficientNet	II-42
II.6	TensorFlow .....	II-44
<b>BAB III MODEL</b> .....		<b>III-1</b>
III.1	Identifikasi <i>Dataset</i> .....	III-1
III.2	Pembuatan Model <i>Convolutional Neural Network</i> .....	III-3
III.2.1	Model Berbasis MobileNetV2	III-4
III.2.2	Model Berbasis EfficientNet-Lite	III-11
III.2.3	Rekapitulasi Model	III-19
III.3	Aplikasi Android .....	III-20
III.4	Uji Akurasi Model MobileNetV2 pada Aplikasi Android .....	III-24
<b>BAB IV ANALISIS</b> .....		<b>IV-1</b>
IV.1	Analisis Pemilihan <i>Dataset</i> .....	IV-1
IV.2	Analisis Pelatihan dan Akurasi Model yang Terpilih .....	IV-2
IV.3	Analisis Integrasi Model ke Android.....	IV-5
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		<b>V-1</b>
V.1	Kesimpulan .....	V-1
V.2	Saran .....	V-1

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Akurasi dan Kecepatan Klasifikasi ImageNet MobileNetV2 .....	II-41
Tabel II.2 Akurasi dan Kecepatan Klasifikasi ImageNet EfficientNet .....	II-43
Tabel III.1 Karakteristik <i>Dataset Fingerspelling American Sign Language</i> .....	III-1
Tabel III.2 Akurasi Model MobileNetV2 .....	III-19
Tabel III.3 Akurasi Model EfficientNet-Lite4 .....	III-20
Tabel III.4 Uji Akurasi Model MobileNetV2 pada Aplikasi Android .....	III-24
Tabel IV.1 Contoh Kemiripan Bentuk Tangan <i>Fingerspelling</i> ASL .....	IV-1
Tabel IV.2 Perbandingan Akurasi Pelatihan pada Dataset Barczak et al. (2011) dan Pugeault & Bowden (2011) .....	IV-2
Tabel IV.3 Rangkuman Training dan Validation Accuracy dari Proses Pelatihan Model MobileNetV2 .....	IV-3
Tabel V.1 Tampilan Deteksi Aplikasi Android Di 12 Lokasi .....	2



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 ASL <i>Fingerspelling Alphabet</i> dan Digit Angka .....	II-10
Gambar II.2 <i>Digital data entry glove interface device</i> .....	II-11
Gambar II.3 Ilustrasi Cara Kerja <i>Convolutional Neural Network</i> dalam Mengklasifikasi Gambar.....	II-14
Gambar II.4 Hasil Deteksi <i>Neural Network</i> pada Aplikasi.....	II-14
Gambar II.5 Alur Kerja <i>Neural Network</i> .....	II-15
Gambar II.6 Arsitektur MobileNetV2.....	II-16
Gambar II.7 Arsitektur VGGNet .....	II-16
Gambar II.8 Matriks 3 x 3.....	II-17
Gambar II.9 Ilustrasi Operasi Pooling pada Matriks 3 x 3.....	II-17
Gambar II.10 <i>Fully-connected layer</i> pada <i>neural network</i> .....	II-18
Gambar II.11 Ilustrasi Operasi pada <i>Fully-connected Layer</i> .....	II-19
Gambar II.12 Grafik Fungsi Aktivasi ReLU6.....	II-20
Gambar II.13 <i>Convolutional Layer</i> dan <i>Input Matrix</i> .....	II-21
Gambar II.14 Matriks <i>Convolutional Operations</i> .....	II-21
Gambar II.15 Hasil <i>Output Matrix</i> .....	II-22
Gambar II.16 Ilustrasi Operasi <i>Convolution</i> di Sepanjang Area Gambar <i>Input</i> .....	II-22
Gambar II.17 Ilustrasi <i>Stride Convolution</i> .....	II-24
Gambar II.18 Ilustrasi <i>Convolution</i> di Seluruh <i>Layer</i> VGGNet.....	II-24
Gambar II.19 Ilustrasi Input dan Output pada <i>Convolutional Layer</i> .....	II-25
Gambar II.20 Ilustrasi <i>Plane RGB</i> pada Gambar Input.....	II-26
Gambar II.21 Ilustrasi <i>Convolution</i> Konvensional.....	II-28
Gambar II.22 Ilustrasi <i>Depthwise Convolution</i> .....	II-29
Gambar II.23 Ilustrasi <i>Pointwise Convolution</i> .....	II-30
Gambar II.24 Struktur <i>Depthwise Separable Convolutions</i> pada MobileNetV1.....	II-31
Gambar II.25 Arsitektur MobileNet.....	II-32
Gambar II.26 <i>Depthwise Separable Convolutions</i> pada MobileNetV2 yang Dinamai <i>Bottleneck Residual Block</i> .....	II-34
Gambar II.27 Contoh <i>Bottleneck Residual Block</i> .....	II-36
Gambar II.28 Aliran Data pada MobileNetV2 .....	II-37

Gambar II.29 Kompresi yang Dilakukan pada <i>Bottleneck Residual Block</i> .....	II-37
Gambar II.30 Aliran Data MobileNetV2 untuk Tugas Klasifikasi .....	II-38
Gambar II.31 Arsitektur MobileNetV2.....	II-40
Gambar II.32 Model Scaling. (a) <i>baseline network example</i> ; (b)-(d) <i>scaling</i> konvensional yang hanya meningkatkan satu dimensi <i>network depth</i> , <i>width</i> dan <i>resolution</i> ; .....	II-43
Gambar III.1 ASL <i>Fingerspelling Alphabet</i> dan Digit Angka .....	III-3
Gambar III.2 Tampilan Aplikasi Android.....	III-23
Gambar IV.1 Akurasi MobileNetV2 .....	IV-4
Gambar V.1 <i>Convolutional Layer</i> dan <i>Input Matrix</i> .....	2
Gambar V.2 Matriks <i>Convolutional Operations</i> .....	3
Gambar V.3 Hasil <i>Output Matrix</i> .....	3
Gambar V.4 Matriks 3 x 3 <i>Pooling</i> .....	7
Gambar V.5 Ilustrasi Operasi Pooling pada Matriks 3 x 3 <i>Glossary</i> .....	8
Gambar V.6 Ilustrasi <i>Stride Convolution</i> .....	9

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A: TAMPILAN DETEKSI APLIKASI DI 12 LOKASI .....	A-1
LAMPIRAN B: <i>GLOSSARY</i> .....	B-1
LAMPIRAN C: KODE MODEL PENELITIAN.....	C-1

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan menjabarkan latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah, asumsi yang digunakan dalam penelitian, serta tujuan, manfaat, metodologi dan sistematika penelitian.

### I.1 Latar Belakang Masalah

Menurut World Health Organization, lebih dari 5% populasi dunia, atau sekitar 466 juta orang mengalami gangguan pendengaran yang dikategorikan sebagai 'melumpuhkan' (432 juta orang dewasa dan 34 juta anak-anak) (WHO, 2021). Pada tahun 2050, diproyeksikan bahwa lebih dari 700 juta orang, atau satu dari setiap sepuluh orang akan mengalami gangguan pendengaran yang dikategorikan sebagai melumpuhkan. Menurut National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD, 2019), U.S. Department of Health and Human Services, *American Sign Language* (ASL) digunakan sebagai bahasa utama dari penduduk tunarungu di Amerika Utara sebagai bahasa alami yang lengkap yang memiliki properti linguistik yang serupa dengan bahasa lisan, dengan tata bahasa yang berbeda dari bahasa Inggris. Penelitian yang dinamai Kestrel ini menghadirkan sebuah aplikasi Android berbasis model *computer vision deep convolutional neural network* penerjemah *American Sign Language* berdasarkan *framework* TensorFlow, selaras dengan dorongan WHO terhadap penggunaan teknologi untuk meningkatkan akses pada komunikasi dan pendidikan bagi orang-orang dengan gangguan pendengaran.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh diskriminasi terhadap kaum tunarungu. Dalam mendeskripsikan diskriminasi terhadap kaum tunarungu, pada tahun 1975 peneliti komunikasi dan bahasa tunarungu, Tom L. Humphries menciptakan teori *audism*, suatu gagasan bahwa seseorang lebih unggul berdasarkan kemampuannya untuk mendengar atau berperilaku seperti orang yang dapat mendengar. Humphries menyatakan bahwa *audism* termanifestasi dalam bentuk tindakan manusia yang terus menerus menilai kecerdasan dan keberhasilan orang

tunarungu berdasarkan pada kemampuan orang yang dapat mendengar (Humphries, 1977).

*Audism* juga muncul ketika dibuat asumsi bahwa kebahagiaan kaum tunarungu bergantung pada kefasihannya dalam bahasa orang yang dapat mendengar dan saat orang tunarungu secara aktif berpartisipasi dalam penindasan kaum tunarungu lainnya dengan menuntut sekumpulan standar, perilaku, dan nilai yang sama seperti orang yang dapat mendengar.

Dalam penelitiannya tentang diskriminasi terhadap kaum tunarungu, Bauman (2004) menjabarkan konsep *audism* sebagai gagasan bahwa seseorang dianggap lebih unggul berdasarkan kemampuan diri sendiri untuk mendengar atau berperilaku seperti orang yang dapat mendengar, sistem keuntungan (*system of advantage*) berdasarkan kemampuan mendengarkan, dan orientasi metafisik yang menghubungkan identitas manusia dengan kemampuan berbicara. Dengan demikian, Bauman menyimpulkan bahwa *audism* merupakan sistem stratifikasi penindasan (sistem stratifikasi penindasan) yang mengisolasi kaum tunarungu di sekolah, tempat kerja, perawatan medis, proses hukum yang adil, dan di beragam institusi dan situasi lainnya.

Bauman (2004) menyatakan bahwa sebagai gagasan yang relatif baru, *audism* bertindak sebagai keranjang yang menyatukan dan menggali lebih dalam pengalaman diskriminasi yang dialami oleh individu berdasarkan kemampuan pendengaran. Dari situlah, pembaca dapat mulai mendiskusikan dan memperdebatkannya, menganalisis dan mengeksplorasi, serta pada akhirnya memahaminya, apa yang mendasari *audism* dan melacak sumbernya.

Eckert & Rowley (2013) mengidentifikasi 4 rekomendasi untuk mengatasi *audism* yang digunakan sebagai sistem stratifikasi penindasan (sistem stratifikasi penindasan), yaitu:

1. Meningkatkan kesadaran publik atas kontribusi kaum tunarungu kepada masyarakat (dalam konteks multikulturalisme).
2. Menanamkan kurikulum *deaf-centric* dalam pendidikan (dalam konteks *equity*). *Deaf-centric* merupakan seperangkat kepercayaan sosial, perilaku, seni, tradisi, dan nilai – nilai bersama yang dipengaruhi oleh ketulian (*deafness*) dan yang menggunakan bahasa isyarat sebagai alat komunikasi utama.

3. Mengadvokasi dialog antar kelompok sebagai pedagogi transformatif yang semakin mengekspos *audism* sebagai ketidakadilan sosial (dalam konteks tanggung jawab *intercultural*).
4. Mempromosikan kesempatan pengabdian masyarakat (*community service*) dan kewarganegaraan etis (*ethical citizenship*) bagi pelajar untuk melakukan pekerjaan sukarela (*volunteer work*) di komunitas tunarungu.

Dalam konteks rekomendasi Eckert & Rowley, sebagai aplikasi yang memudahkan proses pembelajaran dan pemahaman *fingerspelling* ASL, penelitian ini merupakan upaya untuk memicu kesadaran, diskusi, perdebatan, analisis, eksplorasi, pemahaman dan aksi nyata untuk menghilangkan segala bentuk ketidakadilan sosial *audism* di kehidupan sehari – hari.

## **I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah**

Menurut Bragg et al. (2019), telah dikembangkan banyak sistem pengenalan bahasa isyarat yang bersifat intrusif, dimana pengguna bahasa isyarat diwajibkan untuk menggunakan sarung tangan, pakaian atau sensor lain untuk memfasilitasi pengenalan bahasa isyarat. Sebagai contoh, sejak 1983, telah dikembangkan sarung tangan sirkuit terprogram (*hardwired circuit*) yang digunakan untuk mengidentifikasi bahasa isyarat (Grimes, 1983). Bragg et al. menambahkan bahwa kini, metode pengenalan bahasa isyarat yang dominan adalah metode *computer vision* yang bersifat non-intrusif, yang meminimalkan ketidaknyamanan bagi pengguna bahasa isyarat, meski demikian, metode non-intrusif memunculkan masalah *machine learning computer vision* yang kompleks.

Penelitian ini merupakan wujud penerjemah *American Sign Language* non-intrusif pada aplikasi Android berdasarkan *deep convolutional neural network* dan TensorFlow. Penelitian ini dimulai sebagai bagian dari *capstone project* program Bangkit Kampus Merdeka yang diikuti dari bulan Februari – Juli 2021. Penelitian ini dimulai pada program Bangkit Kampus Merdeka karena tidak adanya aplikasi serupa yang terdapat pada Google Play Store ketika penelitian ini dimulai.

Hasil penelitian tersebut adalah sebuah aplikasi Android yang dikembangkan oleh tim Android Capstone Bangkit yang memiliki akurasi yang buruk (13.33% dari 30 percobaan acak). Penelitian skripsi ini bertujuan untuk menghasilkan aplikasi Android baru yang dibuat dari awal secara mandiri dan

model *convolutional neural network* berbasis arsitektur yang baru untuk meningkatkan akurasi translasi aplikasi Android tersebut. Model yang digunakan pada penelitian sebelumnya dilatih dengan menggunakan metode *transfer learning* dari arsitektur MobileNetV2 (Sandler et al., 2019) dengan *testing accuracy* 95.2%. *Testing accuracy* merupakan hasil prediksi yang benar dari sampel data yang digunakan untuk memberikan evaluasi yang tidak bias (*unbiased*) dari model akhir setelah *training* dan *tuning* model selesai dilaksanakan (Shah, 2017). Penelitian skripsi ini akan merancang model baru yang dikembangkan dengan *transfer learning* berdasarkan model *EfficientNet* (Tan & Le, 2019) dan menggunakan *dataset* baru dengan gambar yang berukuran 6.95 kali lipat lebih besar dari gambar *dataset* penelitian sebelumnya.

Model penelitian ini disusun dengan menggunakan TensorFlow, *platform end-to-end open-source* untuk aplikasi *machine learning* (TensorFlow, 2021c), yang memiliki ekosistem peralatan, *libraries*, dan *community resources* yang komprehensif dan fleksibel yang memungkinkan pengembangan aplikasi ditenagarai oleh *state-of-the-art machine learning*. Dalam melatih model pada *platform* TensorFlow, akan digunakan teknik pelatihan model *transfer learning*, yang mengambil beberapa bagian dari *pre-trained* model yang sudah dilatih pada tugas yang serupa dan menggunakan nya kembali pada model baru (TensorFlow, 2020).

*Transfer learning* mempersingkat pembelajaran *deep learning model* dengan memanfaatkan jutaan parameter (*weights*) dari *pre-trained model* yang pelatihannya umumnya membutuhkan sumber daya komputasi dalam jumlah yang besar. Dengan *pre-trained model* yang dilatih pada *dataset* yang relatif besar dan umum, model *pre-trained* akan berperan sebagai model umum dari dunia visual. Pada *transfer learning* dengan metode *feature extraction*, seperti penelitian ini, umumnya *weight* model original tidak disesuaikan, akan tetapi dilakukan pelatihan model baru diatas dari *output* model *pre-trained* yang sudah di *truncated*. Dibutuhkan kombinasi pengaturan *image augmentation*, *dropout*, *optimizer*, *hyperparameter* dan beragam pengaturan lainnya yang tepat untuk memperoleh hasil yang optimal dari kasus yang diteliti.

Penelitian ini mengintegrasikan *platform* TensorFlow pada Android, platform Smartphone yang paling populer di dunia ("Mobile OS Market Share 2021," 2021), dengan lebih dari 3 miliar perangkat Android aktif di dunia (Cranz,

2021). Penelitian ini mengintegrasikan TensorFlow pada perangkat seluler pribadi Android dibandingkan dengan pada *platform* lainnya guna meningkatkan kualitas pengalaman pengguna, menawarkan akses kapan saja, di mana saja, serta menghadirkan manfaat keamanan, privasi, dan konsumsi energi yang lebih superior bagi pengguna.

Sebagai aplikasi yang memudahkan proses pembelajaran dan pemahaman *American Sign Language* (ASL), khususnya elemen *fingerspelling* dari ASL, penelitian ini perlu mengintegrasikan model *computer vision state of the art* dan *framework* TensorFlow di platform Android untuk menyajikan pengalaman yang terbaik bagi pengguna. Dalam konteks tersebut, penelitian ini berusaha untuk menjawab kedua rumusan masalah berikut ini:

1. Bagaimana rancangan model *computer vision* yang akurat untuk menginterpretasikan *fingerspelling American Sign Language*?
2. Bagaimana metode integrasi TensorFlow Lite dan aplikasi Android yang tepat digunakan untuk menampilkan hasil interpretasi *fingerspelling American Sign Language* ke pengguna?

### **I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian**

*American Sign Language* diekspresikan dengan 3 *phonological features* utama, yaitu bentuk tangan, lokasi pada tubuh dan pergerakan (Stokoe, 2005). *Fingerspelling* merupakan bagian dari ASL yang digunakan untuk mengeja kata – kata alfabet bahasa Inggris (“American Sign Language,” 2019). Dalam *fingerspelling*, setiap kata – kata mengacu pada bentuk tangan yang berbeda. *Fingerspelling* biasanya digunakan untuk *proper nouns* atau untuk mendeskripsikan suatu kata bahasa Inggris yang tidak memiliki ekuivalensi ASL asli, seperti nama orang, tempat, *title*, organisasi, merek, dan berbagai kata lainnya.

*Fingerspelling* menjadi berguna karena begitu banyaknya kata – kata dalam bahasa Inggris yang belum memiliki ekuivalensi dalam *American Sign Language*. Sementara kamus bahasa Inggris seperti New Oxford American Dictionary memiliki lebih dari 350,000 kata – kata (Stevenson & Lindberg, 2010), kamus bahasa American Sign Language Dictionary, Third Edition hanya memiliki 5,000 kata – kata (Sternberg, 1998), defisit lebih dari 345,000 kata – kata, yang apabila tidak dapat dideskripsikan dengan isyarat yang sudah ada sebelumnya

harus dijelaskan per alfabet dengan menggunakan metode *fingerspelling*. Aktivitas *fingerspelling* merepresentasikan 8.7% dari percakapan kasual menggunakan *American Sign Language* (Morford & Macfarlane, 2003).

Penelitian ini dibatasi pada 26 alfabet dan 10 digit angka *fingerspelling* dari ASL yang digunakan untuk mengeja kata – kata alfabet bahasa Inggris dan tidak melibatkan elemen dinamis. Pembatasan *scope* penelitian pada *fingerspelling* disebabkan karena tidak dapatnya diterapkan metode *machine translation* dan *natural language processing* secara langsung pada bahasa isyarat karena perbedaan struktur bahasa isyarat dan bahasa lisan, yaitu: (Bragg et al., 2019)

1. Pada bahasa lisan/tertulis, kata - kata atau konsep dijelaskan satu per satu. *Sign language* bersifat *multi-channel*, dimana satu gerakan bisa menyampaikan objek dan deskripsinya secara bersamaan.
2. Pada bahasa isyarat, konteks tidak mengubah arti kata – kata yang diucapkan, namun dalam bahasa isyarat, konten dapat diatur secara spasial, dan interpretasinya dapat bergantung pada konteks spasial tersebut.

Dalam meneliti model *deep convolutional neural network* yang akan digunakan dengan menggunakan metode *transfer learning*, akan diteliti dua model berbeda, yaitu EfficientNet-Lite dan MobileNetV2. Penerapan aplikasi Android pada penelitian ini tidak berfokus pada penelitian unsur *usability user interface*. Penelitian ini mengasumsikan bahwa gambar *fingerspelling* yang diambil pada aplikasi Android relatif serupa dengan gambar yang dipakai pada proses *training* model.

#### **I.4 Tujuan Penelitian**

Sebagai aplikasi yang memudahkan proses pembelajaran dan pemahaman *American Sign Language* (ASL), khususnya elemen *fingerspelling* dari ASL, penelitian ini perlu mengintegrasikan model *computer vision state of the art* dan *framework* TensorFlow Lite di platform Android untuk menyajikan pengalaman yang terbaik bagi pengguna. Dalam konteks tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang model *computer vision* yang akurat untuk menginterpretasikan *fingerspelling American Sign Language*.

2. Merancang metode integrasi TensorFlow Lite dan aplikasi Android yang tepat digunakan untuk menampilkan hasil interpretasi *fingerspelling American Sign Language* ke pengguna.

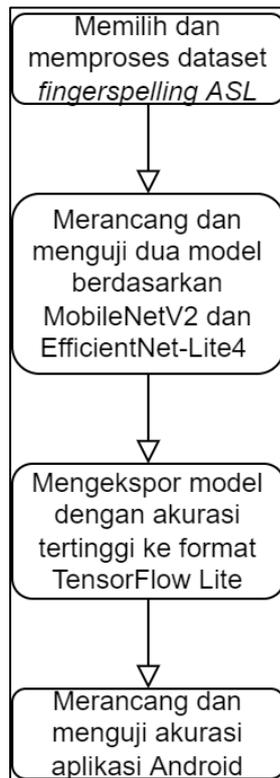
### **I.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini merupakan upaya untuk memicu kesadaran, diskusi, perdebatan, analisis, eksplorasi, pemahaman dan aksi nyata untuk menghilangkan segala bentuk ketidakadilan sosial *audism* di kehidupan sehari – hari, dengan menghadirkan cara yang mudah untuk mempelajari dan memahami *fingerspelling* bahasa isyarat. Penelitian ini berperan sebagai penerapan langsung model *deep convolutional neural network state of the art* untuk menyelesaikan masalah *computer vision* ke Android, platform Smartphone yang paling populer di dunia (*Mobile OS Market Share 2021, 2021*).

### **I.6 Metodologi Penelitian**

Bagian ini akan menjelaskan metodologi yang akan digunakan pada penelitian ini:

1. Meneliti, memilih dan memproses *dataset fingerspelling American Sign Language* yang akan digunakan dalam proses pelatihan model.
2. Merancang model *deep convolutional neural network* yang tepat untuk memperoleh hasil *recognition fingerspelling* yang terbaik berdasarkan dua model yang diteliti pada penelitian ini, yaitu MobileNetV2 dan EfficientNet-Lite4.
3. Mengekspor rancangan model yang memiliki akurasi tertinggi ke format TensorFlow Lite. Akurasi diukur berdasarkan hasil prediksi yang benar dari *subset dataset* validasi yang diujikan pada model (yang terpisah dari data yang digunakan dalam pelatihan).
4. Merancang dan menguji akurasi aplikasi Android berbasis model TensorFlow Lite yang akan digunakan oleh pengguna akhir.

Gambar I.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

## I.7 Sistematika Penulisan

Isi dari setiap bab pada penelitian ini adalah:

1. Bab I bagian pendahuluan menjabarkan latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah, asumsi yang digunakan dalam penelitian, serta tujuan, manfaat, metodologi dan sistematika penulisan.
2. Bab II bagian tinjauan pustaka akan menjabarkan terminologi dan konsep – konsep yang memegang peran penting untuk memahami seluruh aspek dari penelitian ini secara utuh, seperti American Sign Language, pengenalan bahasa isyarat, TensorFlow, Android, dan *audism*.
3. Bab III bagian model menjelaskan *dataset*, model *convolutional neural network* dan aplikasi Android yang dikembangkan untuk keperluan *image recognition fingerspelling American Sign Language*.
4. Bab IV bagian analisis akan menjelaskan alasan keputusan yang diambil dan hasil yang diperoleh dari proses penelitian untuk menghadirkan

pemahaman yang utuh dan komprehensif atas segala aspek dari penelitian.

5. Bab V bagian kesimpulan akan menyimpulkan hasil penelitian ini dengan menyajikan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian dan saran yang ditujukan pada iterasi selanjutnya dari penelitian serupa di masa yang akan datang.

