

**PENERAPAN *MACHINE LEARNING* DENGAN TENSORFLOW
UNTUK MENDETEKSI BAHASA ISYARAT BISINDO
BERBASIS APLIKASI ANDROID**

**SKRIPSI
Program Studi Sistem Informasi
Jenjang Sarjana**



Oleh

**Tiara Dewangga
NIM 09031381823095**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENERAPAN *MACHINE LEARNING* DENGAN TENSORFLOW
UNTUK MENDETEKSI BAHASA ISYARAT BISINDO
BERBASIS APLIKASI ANDROID**

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian
studi di Program Studi Sistem Informasi S1

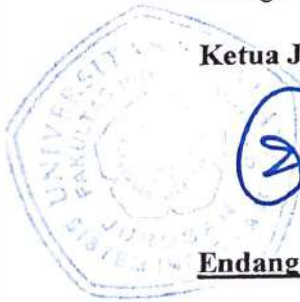
Oleh :

Tiara Dewangga 09031381823095

Palembang, 17 Mei 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Informasi,



Endang Lestari Ruskan, M.T

NIP. 197811172006042001

Pembimbing,

Mgs. Afriyan Firdaus, S.Si., M.I.T.

NIP. 198202122006041003

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tiara Dewangga

NIM : 09031381823095

Program Studi : Sistem Informasi Bilingual

Judul Skripsi : Penerapan Machine Learning dengan Tensorflow untuk
Mendeteksi Bahasa Isyarat BISINDO Berbasis Aplikasi Android

Hasil Pengecekan iThenticate/Turnitin : 2%

Menyatakan bahwa laporan skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.

Palembang, 17 Mei 2022



Tiara Dewangga

NIM. 09031381823095

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :


Hari : Selasa
Tanggal : 17 Mei 2022

Nama : Tiara Dewangga
NIM : 09031381823095
Judul : Penerapan Machine Learning dengan Tensorflow untuk Mendeteksi Bahasa Isyarat BISINDO Berbasis Aplikasi Android


Tim Penguji :

1. **Ketua** : Ari Wedhasmara, M.TI
2. **Pembimbing** : Mgs. Afriyan Firdaus, M.IT.
3. **Anggota 1** : Dr. Ermatita, M.Kom.
4. **Anggota 2** : Rahmat Izwan Heroza, M.T.









Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Informasi,



Endang Lestari Ruskan, M.T
NIP. 197811172006042001

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

*Talent can take you so far
Hard work can take you anywhere*

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Tuhan Yang Maha Esa
- Almamater kampus dan fakultas
- Jurusan Sistem Informasi
- Kedua orang tua dan adik saya
- Teman-teman saya

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa sebab berkat kasih, karunia, dan pendampingan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Penerapan Machine Learning dengan Tensorflow untuk Mendeteksi Bahasa Isyarat BISINDO Berbasis Aplikasi Android.”

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Sistem Informasi Bilingual Universitas Sriwijaya.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik berupa bimbingan, pengarahan, masukan, saran, bantuan administrasi, dan sebagainya. Maka dari itu, pada kesempatan ini pula penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd, M.T sebagai Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Endang Lestari Ruskan, M.T sebagai Ketua Jurusan Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Mgs. Afriyan Firdaus, S.Si., M.I.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ari Wedhasmara, M.TI., Ibu Dr. Ermatita, M.Kom. dan Bapak Rahmat Izwan Heroza, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang memberikan masukan dan petunjuk untuk perbaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya khususnya Jurusan Sistem Informasi yang telah memberikan ilmu dan membimbing penulis selama proses menyelesaikan studi dan tugas akhir.
6. Mbak Rifka dan Kak Angga selaku Admin Program Studi Sistem Informasi Universitas Sriwijaya yang telah memberikan kemudahan dalam segala urusan administrasi.
7. Bapak Solbi, S.Pd., M.Pd. yang telah bersedia untuk menjadi narasumber serta memberikan banyak masukan dan wawasan yang bermanfaat bagi penelitian ini.

8. Teman-teman satu tim dalam Capstone Project Bangkit 2021 yang telah berjuang bersama menghasilkan aplikasi serta berbagi ilmu seputar teknologi informasi.
9. Rekan-rekan responden yang bersedia memberikan penilaian dan masukan terhadap aplikasi sebagai evaluasi untuk aplikasi pada tugas akhir ini.
10. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan serta adik penulis yang bersedia menjadi teman diskusi mengenai tugas akhir.
11. Seluruh teman-teman jurusan Sistem Informasi angkatan 2018 baik kelas Bilingual dan Reguler, kakak dan adik tingkat, teman-teman dari luar jurusan, fakultas, maupun kampus, serta sahabat-sahabat penulis yang selalu memberikan bantuan dan dukungan.

Tugas akhir ini merupakan hasil kerja yang seoptimal mungkin. Namun penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran serta masukan yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaan penulis yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis sendiri dan semua pihak.

Palembang, 17 Mei 2022

Penulis,



Tiara Dewangga

NIM 09031381823095

**PENERAPAN *MACHINE LEARNING* DENGAN TENSORFLOW
UNTUK MENDETEKSI BAHASA ISYARAT BISINDO
BERBASIS APLIKASI ANDROID**

**Oleh
Tiara Dewangga
09031381823095**

ABSTRAK

Tunarungu merupakan kondisi di mana penyandanganya memiliki gangguan pada pendengaran sehingga kesulitan untuk mendengar suara dengan sempurna, bahkan sama sekali tidak dapat mendengar. Karena keterbatasan komunikasi verbal, sesama penyandang tunarungu berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat. Masalah muncul ketika penyandang tunarungu harus berkomunikasi dengan orang dengar, sementara orang tersebut tidak memahami bahasa isyarat, sehingga komunikasi menjadi terhambat. Teknologi *machine learning* bisa digunakan untuk menyelesaikan masalah ini. Dengan Tensorflow, maka *machine learning* bisa dilatih untuk mengenali bahasa isyarat khususnya alfabet berstandar BISINDO (Bahasa Isyarat Indonesia). Keluaran dari *machine learning* ini kemudian akan disisipkan dalam aplikasi Android sehingga praktis untuk digunakan. Metode yang digunakan adalah Rapid Application Development dengan dua siklus pengembangan. Pelatihan *machine learning* dengan *transfer learning pre-trained model* SSD MobileNet V2 menghasilkan model berekstensi tflite berukuran 11MB yang secara spesifik dapat mengenali alfabet BISINDO dengan akurasi mencapai 89% pada uji terhadap dataset dan 93% pada uji *black box* dengan menggunakan aplikasi. Aplikasi Android yang dihasilkan bernama Auris dengan versi 1.1 berukuran 51,8 MB dengan beberapa fitur, di antaranya deteksi bahasa isyarat, kamus, dan tentang. Uji *usability* menghasilkan skor 75,75 yang artinya aplikasi berpredikat baik dan layak untuk digunakan pengguna.

Kata Kunci: Android, Bahasa Isyarat, *Machine Learning*, Tensorflow

APPLICATION OF MACHINE LEARNING WITH TENSORFLOW TO DETECT BISINDO SIGN LANGUAGE WITH ANDROID BASED APPLICATION

Oleh
Tiara Dewangga
09031381823095

ABSTRACT

Deaf or hearing loss is a condition in which the person with hearing impairment has difficulty hearing sound perfectly, and even cannot hear at all. Due to the limitations of verbal communication, the hearing loss people communicate using sign language. Problems arise when the hearing loss people need to communicate with hearing people, while that person does not understand sign language, so that communication becomes hampered. Machine learning technology can be used to solve this problem. With Tensorflow, machine learning can be trained to recognize sign languages, especially alphabet with BISINDO (Indonesian Sign Language) standard. The output of the machine learning will then be inserted in the Android application so that it is practical to use. The method is Rapid Application Development with two development cycles. Machine learning training with transfer learning pre-trained model SSD MobileNet V2 produces a model which has 11MB in size and tflite extension that can specifically recognize the BISINDO alphabet with an accuracy of 89% in the dataset test and 93% in the black box test using an application. The Android application is called Auris with version 1.1 and has 51.8 MB in size with several features, such as sign language detection, dictionaries, and about. The score of usability testing is 75.75 which means the application is good and is feasible for users to use.

Keyword: Android, Machine Learning, Sign Language, Tensorflow

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Ruang Lingkup	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Machine Learning	7
2.2.2. Jaringan Saraf Tiruan	10
2.2.3. Tensorflow	12
2.2.4. Transfer Learning.....	13
2.2.5. Model SSD MobileNet.....	15
2.2.6. Bahasa Isyarat BISINDO	17
2.2.7. Android.....	18
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1. Alur Penelitian.....	19
3.2. Metode Penelitian.....	21
3.3. Objek Penelitian	21
3.4. Metode Machine Learning	22
3.4.1. Rumusan Masalah (<i>Problem Formulation</i>).....	22
3.4.2. Pengumpulan Data (<i>Data Collection</i>).....	23

3.4.2.1. Jenis Data	23
3.4.2.2. Sumber Data	23
3.4.2.3. Pengumpulan Data	23
3.4.3. Analisis Data (<i>Data Analysis</i>)	24
3.4.4. Konstruksi Model (<i>Model Construction</i>)	25
3.4.5. Validasi Model (<i>Model Validation</i>)	30
3.4.6. Penggunaan dan Kesimpulan (<i>Deployment and Inference</i>)	30
3.5. Metode Pengembangan Aplikasi	31
3.5.1. Analysis & Quick Design	31
3.5.2. Prototype Cycles	31
3.5.3. Testing	32
3.5.4. Deployment	32
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Siklus 1	33
4.1.1. Hasil Studi Literatur	33
4.1.2 Hasil <i>Machine Learning</i>	34
4.1.3. Hasil Pengembangan Aplikasi Android Siklus 1	37
4.1.3.1. Halaman Utama	38
4.1.3.2. Halaman Kamus	39
4.2. Siklus 2	39
4.2.1. Hasil Wawancara	39
4.2.2. Hasil Pengembangan Aplikasi Android Siklus 2	41
4.2.2.1. Halaman Utama	42
4.2.2.2. Halaman Kamus	42
4.2.2.3. Halaman Tentang	42
4.2.3. <i>Testing</i>	42
4.2.3.1. Black Box Testing	42
4.2.3.2. Usability Testing	44
4.2.4. Deployment	45
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Model SSD-MobileNet dengan Model Lain.....	16
Tabel 3.1 Jenis Kernel <i>Edge Detection</i>	26
Tabel 4.1 Perbandingan Model Penelitian Terdahulu dan Model Peneliti	37
Tabel 4.2 Spesifikasi Minimum Perangkat Android	38
Tabel 4.3 Fitur Aplikasi di Setiap Versi	41
Tabel 4.4 Skenario Pengujian <i>Black Box</i>	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Cara Kerja Pemrograman Tradisional	7
Gambar 2.2 Ilustrasi Cara Kerja <i>Machine Learning</i>	8
Gambar 2.3 Penggolongan <i>Machine Learning</i>	9
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Layers</i> pada ANN.....	11
Gambar 2.5 Perbandingan ML Tradisional dengan <i>Transfer Learning</i>	14
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Alur Kerja <i>Machine Learning</i>	22
Gambar 3.3 Convolutional Layer	26
Gambar 3.4 Pola Perhitungan Convolutional Layer	26
Gambar 3.5 Max Pooling Layer	27
Gambar 3.6 Alur Kerja Metode RAD	31
Gambar 4.1 Contoh Dataset Hasil Pra-Pemrosesan	34
Gambar 4.2 Gambar pada Aplikasi LabelImg.....	34
Gambar 4.3 Dokumen XML	35
Gambar 4.4 Confusion Matrix Model SSD MobileNet	36
Gambar 4.5 Uji Coba Model	36
Gambar 4.6 <i>Flowchart</i> Logika Aplikasi	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Source Code Model Machine Learning Prototype Cycle 1</i>	50
Lampiran 2. Tabel Sebaran Jumlah Alfabet.....	59
Lampiran 3. Daftar Tautan.....	60
Lampiran 4. Akurasi Model <i>Confusion Matrix</i> dalam Tabel.....	61
Lampiran 5. <i>Black Box Testing</i> Deteksi Bahasa Isyarat.....	62
Lampiran 6. Hasil Tampilan Aplikasi Auris Siklus 1.....	63
Lampiran 7. Hasil Tampilan Aplikasi Auris Siklus 2.....	65
Lampiran 8. Kuesioner Praktisi.....	67
Lampiran 9. Kuesioner System Usability Scale.....	68
Lampiran 10. Hasil Kuesioner System Usability Scale.....	70
Lampiran 11. Perhitungan Model Convolutional pada Sampel Gambar.....	71
Lampiran 12. Kartu Konsultasi.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tunarungu merupakan kondisi yang mana penyandanganya memiliki gangguan pada pendengarannya yang menyebabkan kesulitan dalam mendengar suara dengan sempurna, bahkan sama sekali tidak dapat mendengar (Sari & Taher, 2017). World Health Organization memprediksi bahwa di Asia Tenggara, jumlah penyandang tunarungu adalah 401 juta jiwa (Hear It, 2021). Di Indonesia, persentase penyandang disabilitas tunarungu adalah 7,03% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019).

Jika ditilik dari teori kebutuhan Abraham Maslow, penyandang tunarungu juga memiliki kebutuhan yang sama dengan orang nontunarungu—yang kemudian disebut sebagai orang dengar. Kebutuhan tersebut meliputi kebutuhan fisiologis, kebutuhan akan keamanan, kebutuhan akan kasih sayang, kebutuhan akan penghargaan, dan kebutuhan aktualisasi diri (Sari & Taher, 2017). Kebutuhan akan aktualisasi diri—suatu kebutuhan tertinggi yang memungkinkan seorang individu untuk mengembangkan potensi diri—juga tak kalah penting bagi penyandang tunarungu meskipun dalam keterbatasan berkomunikasi. Pada dasarnya, penyandang tunarungu memiliki tingkat intelegensi yang sama dengan orang pada umumnya, namun hambatan berkomunikasi membuat mereka kesulitan mencapai prestasi (Rahmah, 2018).

Sebagai pengganti komunikasi lisan, penyandang tunarungu menggunakan bahasa isyarat. Bahasa ini digunakan dalam komunitas tunarungu dan di luar komunitas yang memahaminya. Sayangnya, timbul permasalahan lagi karena

dalam kesehariannya, penyandang tunarungu juga bertemu dengan orang yang tidak memahami bahasa isyarat. Akibatnya, penyandang tunarungu bergantung pada rekannya yang merupakan orang dengar yang mampu berbahasa isyarat untuk menerjemahkan bahasa lisan ke bahasa isyarat. Selain itu, remaja tunarungu cenderung bergaul dengan sesama tunarungu dan kesulitan untuk membangun pertemanan dengan orang dengar (Aydoğdu & Yüksel, 2019). Keadaan sebenarnya adalah remaja tunarungu dan remaja dengar saling menjauh, di mana remaja tunarungu hanya mau bergaul bila orang tersebut memahami bahasa isyarat sementara remaja dengar tidak bergaul dengan remaja tunarungu karena tidak bisa saling berkomunikasi.

Permasalahan lain yang dialami penyandang tunarungu adalah kesulitan dalam mengakses layanan publik seperti kesehatan dan transportasi (Aydoğdu & Yüksel, 2019). Padahal layanan publik merupakan hak warga negara tak terkecuali penyandang disabilitas pendengaran. Pihak penyedia layanan harus peka terhadap kebutuhan pengunjung. Dalam konteks disabilitas pendengaran, personalia layanan publik tidak hanya harus melayani tujuan utama kedatangan pengunjung, tetapi juga menyediakan fasilitas atau layanan untuk menyukseskan komunikasi. Komunikasi yang berlangsung dengan baik akan meningkatkan efisiensi layanan sehingga pengunjung bisa mendapatkan layanan sesuai kebutuhannya. Harapannya, tidak ada lagi pengunjung yang mendapat perbedaan layanan hanya karena keterbatasan dalam berkomunikasi. Maka dari itu, diperlukan solusi untuk menghubungkan antara penyandang tunarungu dengan orang dengar yang tidak memahami bahasa isyarat agar komunikasi bisa terjalin

dengan baik, terutama agar orang dengan disabilitas bisa memahami kebutuhan penyandang tunarungu.

Salah satu teknologi yang digunakan dalam Revolusi Industri 4.0 adalah pembelajaran mesin atau *machine learning*. *Machine learning* memungkinkan komputer untuk mempelajari pola terdahulu dan memutuskan prediksi secara akurat (Mohri et al., 2018). Teknologi ini sangat membantu untuk menyelesaikan permasalahan yang spesifik, tak terkecuali untuk membantu para penyandang disabilitas. Dalam kasus ini, *machine learning* bisa diterapkan untuk mengenali bahasa isyarat melalui input gambar atau deteksi melalui kamera. Bahasa isyarat mengandung kosakata yang sangat kaya, sehingga *machine learning* dapat difokuskan terlebih dahulu pada kasus alfabet.

Pada era modern ini, hampir setiap orang mampu mengakses teknologi, bahkan teknologi yang seukuran genggam tangan, yaitu *smartphone* atau *mobile technology* (teknologi bergerak). Sistem operasi yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah Android, terbukti dari penggunaannya yang mencapai 91,6% per Juni 2021 (StatCounter, 2021). Karena ukurannya, Android sangat praktis untuk dibawa kemana-mana dan juga mudah digunakan. Android juga mampu menjalankan model *machine learning* sehingga sangat cocok sebagai solusi perangkat untuk permasalahan ini.

Berangkat dari permasalahan komunitas tunarungu disertai dengan teknologi *machine learning* dan Android, penulis mengajukan penelitian yang berjudul “Penerapan *Machine Learning* dengan Tensorflow untuk Mendeteksi Bahasa Isyarat BISINDO Berbasis Aplikasi Android.”

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menerapkan model *machine learning* yang mampu mendeteksi bahasa isyarat terkhusus untuk aplikasi Android.
2. Mengembangkan aplikasi Android yang mampu mendeteksi bahasa isyarat.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai rujukan bagi peneliti atau pengembang lain untuk menerapkan model *machine learning* sehingga hasil deteksi bahasa isyarat lebih baik.
2. Sebagai media edukasi untuk belajar bahasa isyarat bagi orang dengar.

1.4. Ruang Lingkup

Penelitian ini berfokus pada *machine learning* untuk mendeteksi bahasa isyarat serta pengembangan aplikasi Android untuk menjalankan model *machine learning*. Bahasa isyarat yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah alfabet dari A hingga Z dengan standar BISINDO.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Ghadas, Z. A., Wan Smail, W. N., Abd Aziz, A., Harun, N. A., Jusop, M., & Abd Rahman, C. A. (2015). LAFAMS: Account management system for Malaysian small legal firms. *Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities*, 23(SpecialIssue11).
- Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2018). Understanding of a convolutional neural network. *Proceedings of 2017 International Conference on Engineering and Technology, ICET 2017, 2018-Janua*.
<https://doi.org/10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186>
- Aydođdu, B. N., & Yüksel, M. (2019). Psychological Problems and Needs of Deaf Adolescents: A Phenomenological Research. *Journal of Qualitative Research in Education*, 7(3). <https://doi.org/10.14689/issn.2148-624.1.7c.3s.7m>
- Badillo, S., Banfai, B., Birzele, F., Davydov, I. I., Hutchinson, L., Kam-Thong, T., Siebourg-Polster, J., Steiert, B., & Zhang, J. D. (2020). An Introduction to Machine Learning. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 107(4), 871–885. <https://doi.org/10.1002/cpt.1796>
- Brownlee, J. (2016). *What is a Confusion Matrix in Machine Learning*.
<https://machinelearningmastery.com/confusion-matrix-machine-learning/>
- Budiharto, W. (2016). *Machine Learning & Computational Intelligence*. Penerbit ANDI.
- Christian Bastien, J. M. (2010). Usability testing: some current practices and research questions. *International Journal of Medical Informatics*.
- Cox, T. (2019). *What Is Rapid Application Development (RAD)?*
<https://blog.capterra.com/what-is-rapid-application-development/>
- Dabre, K., & Dholay, S. (2014). Machine learning model for sign language interpretation using webcam images. *2014 International Conference on Circuits, Systems, Communication and Information Technology Applications, CSCITA 2014*. <https://doi.org/10.1109/CSCITA.2014.6839279>
- Daud, N. M. N., Bakar, N. A. A. A., & Rusli, H. M. (2010). Implementing Rapid Application Development (RAD) methodology in developing practical training application system. *Proceedings 2010 International Symposium on Information Technology - System Development and Application and Knowledge Society, ITSIM'10*, 3.
<https://doi.org/10.1109/ITSIM.2010.5561634>
- Halim, K., & Rakun, E. (2018). Sign Language System for Bahasa Indonesia (Known as SIBI) Recognizer using TensorFlow and Long Short-Term Memory. *2018 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACISIS)*, 403–407.
<https://doi.org/10.1109/ICACISIS.2018.8618134>
- Handhika, T., Zen, R. I. M., Murni, Lestari, D. P., & Sari, I. (2018). Gesture recognition for Indonesian Sign Language (BISINDO). *Journal of Physics: Conference Series*, 1028(1). <https://doi.org/10.1088/1742->

6596/1028/1/012173

- Hear It. (2021). *Hearing Loss in Asia*. Hear It. <https://www.hear-it.org/low-public-awareness-of-hearing-loss>
- Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., & Adam, H. (2017). MobileNets. *ArXiv Preprint ArXiv:1704.04861*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). Disabilitas Rungu di Indonesia. *InfoDATIN*, 2.
- Lee, K. Y. (2019). [Personal Notes] *Deep Learning by Andrew Ng — Course 4.1: Convolutional Neural Networks*. Medium. <https://medium.com/@keonyonglee/the-bread-and-butter-from-deep-learning-by-andrew-ng-course-4-1-convolutional-neural-networks-fa8aa4a1dc32>
- Lewis, J. R., & Sauro, J. (2009). The factor structure of the system usability scale. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 5619 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02806-9_12
- Li, Y., Huang, H., Xie, Q., Yao, L., & Chen, Q. (2018). Research on a surface defect detection algorithm based on MobileNet-SSD. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/app8091678>
- Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C. Y., & Berg, A. C. (2016). SSD: Single shot multibox detector. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9905 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46448-0_2
- Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2018). *Foundations of Machine Learning*. The MIT Press.
- Moroney, L. (2020). *AI and Machine Learning for Coders*. O'Reilly Media.
- Mursita, R. A. (2015). RESPON TUNARUNGU TERHADAP PENGGUNAAN SISTEM BAHASA ISYARAT INDONESIA (SIBI) DAN BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO) DALAM KOMUNIKASI. *INKLUSI*, 2(2). <https://doi.org/10.14421/ijds.2202>
- Nidhra, S. (2012). Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review. *International Journal of Embedded Systems and Applications*, 2(2). <https://doi.org/10.5121/ijesa.2012.2204>
- Pan, S. J., & Yang, Q. (2010). A survey on transfer learning. In *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* (Vol. 22, Issue 10). <https://doi.org/10.1109/TKDE.2009.191>
- Rahmah, F. N. (2018). PROBLEMATIKA ANAK TUNARUNGU DAN CARA MENGATASINYA. *QUALITY*, 6(1). <https://doi.org/10.21043/quality.v6i1.5744>
- Sari, M., & Taher, A. (2017). Perkembangan Sosial dan Kepribadian Pada Anak Tunarungu (studi penelitian di SDLB Kebayakan Takengon, Aceh Tengah).

Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial &

- Satyaputra, A., & Aritonang, E. M. (2016). *Let's Build Your Android Apps with Android Studio*. PT Elex Media Komputindo.
- StatCounter. (2021). *Mobile Operating System Market Share Indonesia*. StatCounter GlobalStats. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/indonesia>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sultana, F., Sufian, A., & Dutta, P. (2018). Advancements in image classification using convolutional neural network. *Proceedings - 2018 4th IEEE International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks, ICRCICN 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICRCICN.2018.8718718>
- Torrey, L., & Shavlik, J. (2009). Transfer learning. In *Handbook of Research on Machine Learning Applications and Trends: Algorithms, Methods, and Techniques*. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-766-9.ch011>
- Wang, M., Cui, Y., Wang, X., Xiao, S., & Jiang, J. (2018). Machine Learning for Networking: Workflow, Advances and Opportunities. In *IEEE Network* (Vol. 32, Issue 2). <https://doi.org/10.1109/MNET.2017.1700200>
- Wibawa, M. S. (2016). Pengaruh Fungsi Aktivasi, Optimisasi dan Jumlah Epoch Terhadap Performa Jaringan Saraf Tiruan. *Jurnal Sistem Dan Informatika*, 11(2).
- Yadav, N., & Binay, U. (2017). Comparative Study of Object Detection Algorithms. *International Research Journal of Engineering and Technology*.
- Yugopuspito, P., Made Murwantara, I., & Sean, J. (2018). Mobile sign language recognition for Bahasa Indonesia using convolutional neural network. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3282353.3282356>