

---

---

## Perancangan Aplikasi Bahasa Isyarat “Isyaratku” Dengan Deep Learning Serta Google Cloud Platform

Robby Kamil<sup>1</sup>, Anton<sup>2</sup>, Widiastuti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Nusa Mandiri Jl. Jatiwaringin No. 2, Cipinang Melayu, Jakarta Timur, 13620, Indonesia  
e-mail: <sup>1</sup>12170423@nusamandiri.ac.id, <sup>2</sup>anton@nusamandiri.ac.id, <sup>3</sup>widiastuti.wtu@nusamandiri.ac.id

---

Artikel Info : Diterima : 22-09-2021 | Direvisi : 22-12-2021 | Disetujui : 31-12-2021

---

**Abstrak** - Sebagai makhluk sosial sudah sewajarnya manusia memerlukan interaksi satu sama lain dengan cara berkomunikasi, bergaul di masyarakat untuk sekedar bertukar informasi ataupun saling memenuhi kebutuhan seperti bertransaksi dan proses belajar mengajar di sekolah. Namun kesulitan dialami bagi penyandang tuna rungu untuk berinteraksi sepenuhnya karena lingkungan yang tidak ramah bagi mereka, salah satunya yaitu masih sangat sedikit masyarakat yang mengerti bahasa isyarat. Aplikasi berbasis Android “Isyaratku” dirancang untuk mengedukasi masyarakat mengenai Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO), dengan fitur yang ingin dihadirkan diantaranya deteksi bahasa isyarat dengan model *deep learning* dan menerjemahkan kata dengan *output* animasi, serta memanfaatkan layanan Google Cloud Platform sebagai infrastruktur aplikasi. Pengembangan aplikasi ini menggunakan model Extreme Programming yang merupakan salah satu bentuk model dari metode pengembangan Agile, sehingga diharapkan pengembangan aplikasi ini bisa menciptakan ramah lingkungan bagi penyandang tuna rungu.

Kata Kunci : Android, *Deep Learning*, Google Cloud Platform

**Abstracts** - As social beings, naturally, humans need to interact and get along with each other in society to exchange information or meet each other's needs such as transactions, teaching and learning processes in schools. However, the difficulties experienced by the deaf to interact fully because the environment is not friendly for them, one of the reasons is still too a bit people who have an understanding about sign language. "Isyaratku" android-base application is designed to educate people about Indonesian Sign Language (BISINDO), with the features to be presented, including: sign language detection with machine learning model and translate words with animation as the output, as well as utilizing Google Cloud Platform services as the application infrastructure. Develop this application used the Extreme Programming model which is one form of the models of Agile development methods so that expected development this application could establish a friendly environment for deaf persons.

Keywords : Android, *Deep Learning*, Google Cloud Platform

## PENDAHULUAN

Penyandang disabilitas di Indonesia masih belum mendapatkan fasilitas yang ramah dan memadai. Keterbatasan sumber daya manusia untuk memenuhi kebutuhan penyandang disabilitas memperbesar kesenjangan untuk dapat berinteraksi dan berpartisipasi dalam masyarakat. Lantas, seberapa nyamankah orang dengan keterbatasan komunikasi berinteraksi dengan masyarakat?

Menurut dr. Anung Sugihantono, saat ini berbagai kebutuhan penyandang disabilitas belum tersedia secara optimal. Terbatasnya sarana, prasarana, dan sumber daya manusia akan kebutuhan penyandang disabilitas untuk dapat berinteraksi dan beradaptasi dalam masyarakat serta memenuhi kebutuhannya. Maka dari itu, salah satu upaya untuk menciptakan lingkungan yang ramah bagi penyandang disabilitas khususnya bagi para sahabat tuna rungu perlu adanya edukasi kepada masyarakat mengenai bahasa isyarat sebagai identitas mereka.

Diketahui bahwa perkembangan *smartphone* android di Indonesia sangatlah pesat, maka tak bisa dipungkiri jika *smartphone* android menjadi pengguna terbesar di Indonesia dengan versi android 10 yang menjadi paling populer menurut laporan perusahaan analitik StatCounter. Dengan data tersebut membuat *programmer* banyak yang tertarik mengembangkan aplikasinya berbasis android. Dan demi kenyamanan *user*, tak sedikit aplikasi - aplikasi tersebut disematkan model *deep learning* untuk menyelesaikan permasalahan dengan cara terukur. Selain itu, teknologi *cloud computing* yang semakin eksis juga tak luput dimanfaatkan layanan dan sumber dayanya sehingga developer tak perlu lagi memikirkan penyediaan server untuk aplikasi yang sedang dikembangkan.



Dari latar belakang diatas maka penulis ingin mengembangkan aplikasi berbasis android untuk media pembelajaran Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dengan memanfaatkan *deep learning* serta Google Cloud Platform dalam rangka *capstone project* Bangkit 2021.

Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang berhubungan dengan jurnal ini antara lain penelitian yang dilakukan oleh Maharoni Hendra Pradikja, Herman Tolle, Komang Candra Brata yang berjudul “Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Isyarat Berbasis Android Tablet” pada tahun 2018 yang membahas tentang pengembangan aplikasi berbasis android "Pembais" yang menyediakan metode pembelajaran dan dirancang untuk dapat membantu mengurangi kesulitan yang dihadapi kaum tuna rungu dan tuna wicara dalam berkomunikasi, yang hasil dari pengujian *usability* mencapai skor rata-rata sebesar 87.18%.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Nurul Huda pada tahun 2019 yang berjudul “Aplikasi Bahasa Isyarat Pengenalan Huruf Hijaiyah Bagi Penyandang Disabilitas Tuna Rungu”. Penelitian ini membahas tentang pengembangan aplikasi pengenalan huruf hijaiyah yang dirancang untuk orang-orang yang memiliki kebutuhan khusus seperti penyandang tuna rungu bagi yang beragama islam, yang hasilnya aplikasi ini dapat membantu mempermudah para tuna rungu dalam mempelajari huruf hijaiyah dan dapat membaca Al-Quran dengan baik dan benar.

Dan yang terakhir ada penelitian yang dilakukan oleh Shinta Adhya Nurpiena, Endar Suprih Wihidayat, Aris Budianto pada tahun 2021 dengan judul “*Developing Indonesia Sign Language (BISINDO) Application with Android Based for Learning Sign Language*”, membahas tentang pengembangan aplikasi bahasa isyarat berbasis android dengan metode penelitian ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Penelitian ini berfokus pada pengujian kelayakan aplikasi untuk media pembelajaran yang menggunakan standar indikator ISO 25010, dengan hasil dari pengujian kelayakan aplikasi ini didapatkan yaitu aspek kesesuaian fungsional dengan persentase 100%, aspek kegunaan 83.2%, aspek portabilitas 100%, aspek keahlian materi 100%, dan aspek keahlian media 93%.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Bahasa Isyarat

Bahasa Isyarat adalah bahasa yang digunakan oleh orang berkebutuhan khusus untuk berkomunikasi dengan cara manual, bahasa gerakan tubuh, dan gerakan bibir daripada menggunakan bunyi dan suara untuk berkomunikasi. Orang yang berkebutuhan khusus (tunarungu) adalah pengguna utama dari bahasa isyarat untuk prakteknya dengan cara mengkombinasikan bentuk tangan, gerakan tangan, gerakan lengan, dan gerakan tubuh, serta ekspresi pada wajah untuk saling berkomunikasi dan mengungkapkan apa yang ada dipikiran mereka diantara sesama berkebutuhan khusus.

Di Indonesia, ada dua sistem dari bahasa isyarat yang digunakan yaitu: Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). SIBI pada dasarnya tidak dapat digunakan untuk berkomunikasi sehari - hari orang yang berkebutuhan khusus (tunarungu) hal ini disebabkan kosakata yang ada di SIBI tidak sesuai dengan aspirasi dan nurani kaum tunarungu dikarenakan tata bahasa yang baku pada pola tata bahasa Indonesia yang menyebabkan kesusahan untuk digunakan berkomunikasi.



Sumber: bobo.grid.id

Gambar 1. Bahasa Isyarat SIBI

BISINDO adalah bahasa isyarat yang mengadopsi nilai budaya asli Indonesia dan mudah dapat digunakan untuk berkomunikasi diantara kaum tunarungu dalam kehidupan sehari - hari. Kecepatan dan kepraktisannya dari BISINDO membuat lebih mudah untuk memahami dan mengerti bagi kaum tunarungu walaupun tidak mengikuti faedah tata bahasa dari bahasa Indonesia.



Sumber: id.pinterest.com

Gambar 2. Bahasa Isyarat BISINDO

## 2. Machine Learning

*Machine Learning* merupakan cabang ilmu dari *Artificial Intelligence* yang memungkinkan komputer memiliki kemampuan untuk belajar tanpa perlu di program lagi (Arthur Samuel, 1959). Dengan menggunakan data, pembelajaran mesin memungkinkan komputer menemukan wawasan tersembunyi tanpa diprogram secara eksplisit saat mencarinya.

Proses pembelajaran mesin dimulai dengan pengamatan sebuah data, seperti contoh: pengalaman secara langsung, atau instruksi untuk mencari/menyelidiki suatu pola data dan membuat keputusan/kesimpulan yang lebih baik di masa depan bersumber pada contoh tersebut. Tujuan utama dari *Machine Learning* itu sendiri adalah membiarkan komputer belajar secara otomatis tanpa intervensi/campur tangan atau bantuan manusia dan menyamakan aktivitas yang sesuai.

## 3. Deep Learning

*Deep Learning* (Pembelajaran Dalam) atau sering dikenal dengan istilah Pembelajaran Struktural Mendalam (*Deep Structured Learning*) atau Pembelajaran Hierarki (*Hierarchical Learning*) adalah salah satu cabang dari ilmu pembelajaran mesin (*machine learning*) yang terdiri algoritma pemodelan abstraksi tingkat tinggi pada data menggunakan sekumpulan fungsi transformasi non-linear yang ditata berlapis-lapis dan mendalam.

Teknik dan algoritma dalam pembelajaran dalam dapat digunakan baik untuk kebutuhan pembelajaran terarah (*Supervised Learning*), pembelajaran tak-terarah (*Unsupervised Learning*), dan semi-terarah (*Semi-supervised Learning*) dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan citra, pengenalan suara, klasifikasi teks, dan sebagainya.

## 4. Computer Vision

*Computer Vision* adalah suatu proses transformasi atau perubahan dari data yang berasal dari kamera video maupun foto/gambar kedalam sebuah hasil keputusan ataupun sebuah presentasi yang baru, dimana hasil dari kegiatan transformasi tersebut memiliki kepentingan untuk mencapai suatu tujuan.

Data yang dimasukkan kedalam kegiatan transformasi tersebut memungkinkan untuk memiliki beberapa informasi yang terkonstektual seperti halnya sebuah foto/gambar yang didalamnya terdapat berbagai objek. Dengan demikian akan didapatkan keputusan-keputusan yang akan diambil pada gambar, misalnya berupa "adakah telapak tangan seseorang pada gambar tersebut?" atau "siapa sajakah orang yang terdapat pada foto tersebut?". Adapun perubahan kedalam presentasi yang baru seperti perubahan gambar menjadi grayscale atau juga pemotongan objek pada gambar.

## 5. Deteksi Objek

Deteksi objek (*Object Detection*) adalah teknik visi komputer untuk menemukan contoh objek dalam gambar atau video. Algoritma deteksi objek biasanya memanfaatkan pembelajaran mesin atau pembelajaran mendalam untuk menghasilkan hasil yang bermakna.

Tujuan deteksi objek adalah untuk mereplikasi kecerdasan yang dimiliki manusia dalam melihat benda menggunakan komputer. Cara kerja deteksi objek adalah deteksi objek menempatkan keberadaan objek dalam gambar dan menggambar kotak pembatas di sekitar objek itu. Ini biasanya melibatkan dua proses, yaitu mengklasifikasikan jenis objek, dan kemudian menggambar kotak di sekitar objek itu. Klasifikasi gambar dan skenario deteksi objek terlihat serupa.

Secara umum, klasifikasi adalah mengklasifikasikan gambar ke dalam kategori tertentu. Sedangkan objek deteksi adalah mengidentifikasi lokasi objek dalam gambar, misalnya menghitung jumlah instance suatu objek.

## 6. Tensorflow Object Detection API

Google merilis Tensorflow Object Detection API untuk mempermudah pengembangan aplikasi *deep learning*. Tensorflow Object Detection API adalah *open source framework* yang dapat digunakan untuk mengembangkan, melatih, dan menggunakan model deteksi objek.

## 7. Cloud Computing

*Cloud Computing* atau komputasi awan adalah komputasi berbasis internet dimana semua layanan dapat digunakan atau di akses melalui internet. Secara teknis gabungan dari banyak server untuk menyediakan sumber daya agar dapat dimanfaatkan bersama. Sumber daya bisa berupa aplikasi, *storage*, data dan lain-lain.

Virtualisasi adalah tahap awal menuju *cloud computing*. Virtualisasi "melepaskan" ikatan antara *hardware* dan fungsi kendali manajemennya, sehingga menjadi *virtual machine*.

## 8. Google Cloud Platform

Google Cloud Platform (GCP) adalah kumpulan layanan komputasi awan yang ditawarkan oleh Google. GCP berjalan di atas infrastruktur yang sama yang digunakan oleh Google untuk produk internalnya, seperti Google Search, YouTube, dan Gmail. Bersamaan dengan seperangkat alat manajemen, GCP menyediakan serangkaian layanan *cloud* modular termasuk komputasi, penyimpanan data, analisis data dan pembelajaran mesin.

## METODE PENELITIAN

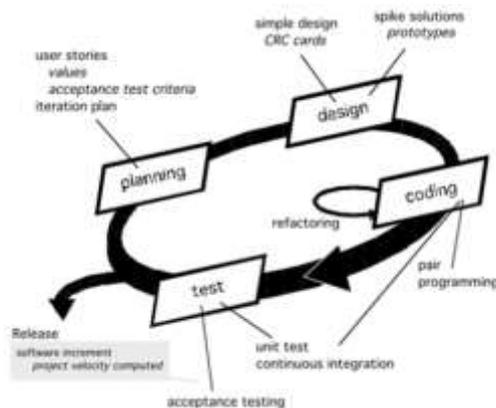
### 1. Metode Pengumpulan Informasi

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

- Observasi  
Merupakan metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan terhadap objek secara langsung yaitu pada penyediaan alat atau media sebagai penunjang kebutuhan penyandang tuna rungu.
- Wawancara  
Yaitu wawancara langsung pada objek penelitian yang dalam hal ini adalah beberapa kementerian dan lembaga yang mempersentasikan permasalahan yang sedang dihadapi pada *capstone project briefing*.
- Kepustakaan  
Pengumpulan data dilakukan dengan cara mempelajari referensi dan penelitian yang terkait dengan sistem yang dibuat, yaitu cara mengenalkan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO), mempelajari *deep learning* untuk mengenali objek, serta infrastruktur *software* pada Google Cloud.

### 2. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model Extreme Programming yang merupakan salah satu bentuk model dari metode pengembangan Agile. Model Extreme Programming didefinisikan sebagai suatu metode ringan yang menekankan pada komunikasi yang intens, hingga model pengerjaan yang interaktif dan *incremental*. Di dalam pengembangan sistem yang menggunakan *Extreme Programming* terdapat empat tahapan, yaitu: *Planning*, *Design*, *Coding*, dan *Testing* (Pressman, 2010). *Extreme Programming* biasanya diterapkan pada pengembangan *software* dengan tim kecil hingga medium.



Sumber: (Pressman, 2010)

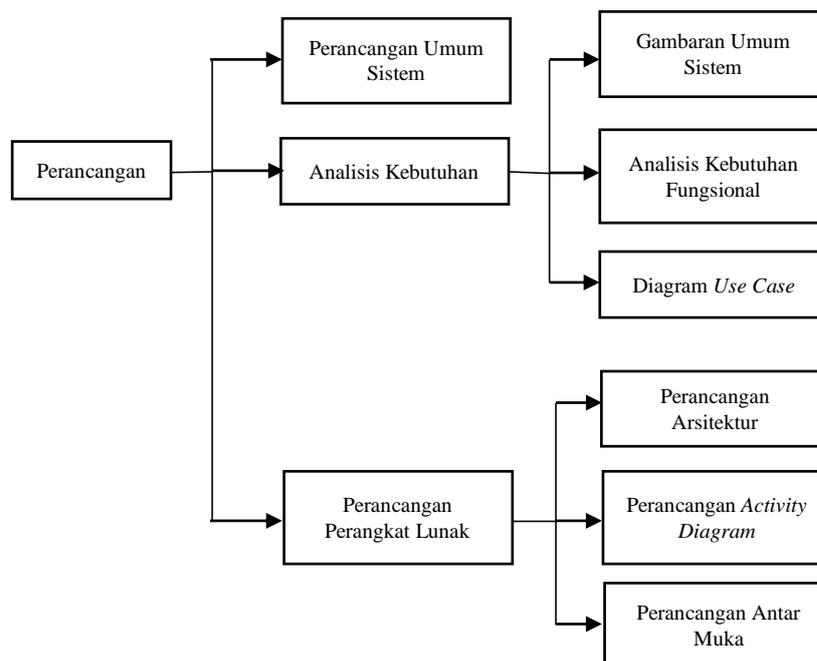
Gambar 3. Model atau Frase *Extreme Programming*

- a. *Planning*  
Tahapan ini merupakan langkah awal dalam pembangunan sistem dimana dalam tahapan ini dilakukan beberapa kegiatan perencanaan yaitu identifikasi permasalahan, menganalisa kebutuhan sampai dengan penetapan jadwal pelaksanaan pembangunan sistem.
- b. *Design*  
Kegiatan perancangan pemodelan sistem, arsitektur hingga basis data. Tahapan ini dimaksudkan untuk mempermudah pengembangan desain sistem.
- c. *Coding*  
Kegiatan pengkodean menggunakan bahasa pemrograman sebagai penerapan pemodelan yang sudah dibuat kedalam bentuk *user interface*.
- d. *Testing*  
Pengujian sistem dilakukan setelah tahapan pengkodean selesai untuk mengetahui apakah ada kesalahan saat aplikasi sedang berjalan serta mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai kebutuhan pengguna.

## ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN SISTEM

### 1. Perancangan Umum Sistem

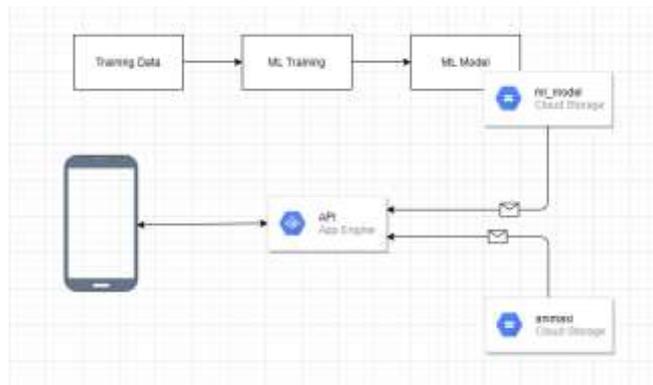
Mengembangkan sebuah perangkat lunak (*software*) dibutuhkan perancangan yang tepat agar kualitas yang dihadirkan baik dan kebutuhan *user* yang akan menggunakan aplikasi dapat terpenuhi. Secara keseluruhan perancangan sistem aplikasi bahasa isyarat “Isyaratku” ini dapat dilihat melalui diagram perancangan aplikasi berikut:



Gambar 4. Diagram Perancangan Aplikasi

### 2. Gambaran Umum Sistem

Merancang arsitektur untuk kebutuhan aplikasi merupakan suatu hal yang fundamental untuk menghasilkan *output* yang diinginkan. Arsitektur bisa digambarkan sebagai interaksi antara *network*, *hardware*, dan *software* yang menjadi suatu konstruksi sebuah sistem. Aplikasi Isyaratku nantinya akan dibangun berbasis android dan menyematkan model *deep learning* untuk mendeteksi bahasa isyarat serta memanfaatkan layanan Google Cloud Platform untuk menyimpan data yang dibutuhkan.



Gambar 5. Infrastruktur di Google Cloud

Saat *user* masuk ke halaman utama aplikasi Isyaratku terdapat dua opsi untuk melakukan terjemahan ke dalam bahasa isyarat, yaitu halaman *Text Translate* dan *Live Translate*. Maka ada beberapa hal yang diperlukan yakni data untuk *output* yang diinginkan dan fitur - fitur yang tersedia dalam *User Interface* (UI). Kebutuhan data untuk *output* yang diinginkan adalah sebagai berikut:

- Karakter animasi.** Jika fitur yang digunakan *user* adalah *Text Translate*, karakter animasi digunakan sebagai *output* yang dihasilkan dengan membentuk isyarat sebagai terjemahan.
- Model deep learning.** Jika fitur yang digunakan *Live Translate*, model *deep learning* berperan untuk mendeteksi tangan *user* yang membentuk bahasa isyarat sebagai objek

Daftar kebutuhan terdiri dari kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional. Kebutuhan fungsional sistem adalah daftar pemakai sistem dan hak aksesnya, serta aktivitas apa saja yang dilakukan oleh sistem secara umum. Berikut adalah calon pengguna sistem aplikasi Isyaratku:

- User** atau **Pengguna.** Fitur yang harus disediakan untuk *user* adalah fitur untuk menerjemahkan ke dalam bahasa isyarat, baik menggunakan *text translate* ataupun *live translate*.
- Admin.** Khusus untuk admin, fitur yang harus dimiliki adalah fitur untuk mengelola sistem, mengelola data dan mengelola model *deep learning*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengembangan aplikasi Isyaratku terbagi menjadi tiga bagian yaitu bagian *android mobile development* (dibagi ke dalam *front-end mobile app* dan *back-end mobile app*) yang bertanggung jawab pada tampilan atau *front-end* aplikasi, *deep learning* yang bertanggung jawab pada pembuatan model objek deteksi, serta *cloud computing* yang bertanggung jawab pada infrastruktur *back-end aplikasi* di Google Cloud.

Selain proses pengembangan yang telah disebutkan diatas juga terdapat pembuatan karakter animasi sebagai *output* untuk menerjemahkan ke dalam bahasa isyarat. Sebanyak 26 huruf abjad yang dibuat karakter animasinya berformat PNG dengan dimensi 768x768 pixel serta karakter animasi memiliki banyak warna.



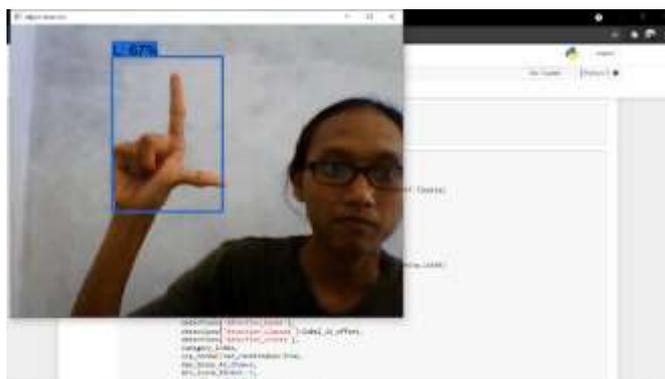
Gambar 6. Huruf "A" BISINDO Dengan Karakter Animasi

Secara spesifik *front-end mobile app* membuat fitur untuk menerjemahkan, menampilkan animasi sebagai penerjemah yang didapat dari respon *back-end mobile app*, membuat fitur untuk mengaktifkan kamera yang akan mendeteksi tangan *user* sebagai objek. Lalu *back-end mobile app* membuat koneksi antara *front-end mobile app* dengan API (*Application Programming Interface*) yang di *deploy* di Google Cloud, menerima *request* dari *front-end mobile app* dan mengirimkannya ke API, serta menerima respon dari API dan meneruskannya ke *front-end mobile app*.



Gambar 7. Tampilan *Front-End* Aplikasi Isyaratku

Kemudian bagian *deep learning* mengumpulkan gambar untuk *deep learning* menggunakan webcam dan OpenCV, memberi label pada gambar untuk deteksi bahasa isyarat menggunakan LabelImg, membangun model dengan Tensorflow Object Detection, dan menggunakan *transfer learning* untuk melatih sebuah model *deep learning*.



Gambar 8. Objek Deteksi Dengan Model *Deep Learning*

Namun sayangnya, dikarenakan waktu yang diberikan untuk menyelesaikan *capstone project* di Bangkit 2021 terbatas maka aplikasi Isyaratku tidak dapat di *launching* dengan tidak berhasilnya *build* API yang tepat untuk menerima *request* dari *front-end mobile app* untuk mengambil data di Google Cloud.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengembangan aplikasi yang dilakukan sebagai alat penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berbasis android dengan memanfaatkan *deep learning* serta Google Cloud dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi tidak berhasil dibuat, walaupun begitu penulis berharap jurnal ini dapat menjadi pembelajaran untuk penelitian selanjutnya agar dapat mengembangkan aplikasi untuk pembelajaran bahasa isyarat yang lebih efektif dengan waktu pengembangan yang lebih tersusun.

## REFERENSI

- Afrila Safitri, R. (2015). *Implementasi metode viola and jones untuk mengenali isyarat jari sebagai saraa navigasi pada aplikasi pemutar musik* (Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia).
- Dadang, Wayan. "Memahami Kecerdasan Buatan berupa Deep Learning dan Machine Learning", <https://warstek.com/2018/02/06/deepmachinelearning/>, diakses pada 3 Agustus 2021 pukul 10.27
- Hakim, A. R. (2016). Analisis Perbandingan Sistem Cloud Azure Dan Google Cloud. *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, 1(1), 38-41.
- Harani, N.H., Hasanah, M. 2020. *Deteksi Objek dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Berbasis Python*. Bandung: Kreatif Industri Nusantara.
- [https://github.com/tensorflow/models/tree/master/research/object\\_detection](https://github.com/tensorflow/models/tree/master/research/object_detection)
- Huda, N. (2019). Aplikasi Bahasa Isyarat Pengenalan Huruf Hijaiyah Bagi Penyandang Disabilitas Tuna Rungu. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, 8(1), 1-6.
- Intermedia, B. 2020. "Agile Development Method: Pengertian, Manfaat, Prinsip Utama, dan Jenisnya", <https://www.jagoanhosting.com/blog/apa-itu-agile-development-method/>, diakses pada 5 Agustus 2021 pukul 19.48
- Kontributor Wikipedia. (20 July 2021). Google Cloud Platform. Wikipedia, Ensiklopedia Gratis. Diperoleh 20:06, 8 Agustus 2021, dari [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Google\\_Cloud\\_Platform&oldid=1034513957](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Google_Cloud_Platform&oldid=1034513957)
- Nurpiena, S. A., Wihidayat, E. S., & Budianto, A. Developing Indonesia Sign Language (BISINDO) Application with Android Based for Learning Sign Language. *Journal of Informatics and Vocational Education*, 4(1).
- Ouaknine, A. 2018. "Review of Deep Learning Algorithms for Object Detection", <https://medium.com/zylapp/review-of-deep-learning-algorithms-for-object-detection-c1f3d437b852>, diakses pada 3 Agustus 2021 pukul 17.03
- Pertiwi, Wahyunanda Kusuma. "Ini OS Android yang Paling Banyak Dipakai di Indonesia", <https://tekno.kompas.com/read/2021/03/10/14070017/ini-os-android-yang-paling-banyak-dipakai-di-indonesia>. diakses pada 8 September 2021 pukul 19.38
- Pradikja, M. H., Tolle, H., & Brata, K. C. (2018). Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Isyarat Berbasis Android Tablet. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* e-ISSN, 2548, 964X.
- Setiyani, L. (2021). ANALISIS KEBUTUHAN FUNGSIONAL APLIKASI PENANGANAN KELUHAN MAHASISWA STUDI KASUS: STMIK ROSMA KARAWANG. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Teknologi Informasi (JIPTI)*, 2(01), 8-17.
- Yunanda, A. B., Mandita, F., & Armin, A. P. (2018). Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Untuk Karakter Huruf Dengan Menggunakan Microsoft Kinect. *Fountain Of Informatics Journal*, 3(2), 41-45.