

Laporan Bisnis GestureLink



ID Grup : **LAI25-SS040**

Tema yang dipilih : Inovasi Untuk pertumbuhan Inklusif

Nama Advisor : Mochamad Rafy Ardhanie, [Sesi mentoring dilakukan pada] (19, Mei 2025)

Anggota Grup :

1. A350YAM491 – Verzha Mahardika – Universitas Bumigora - Aktif
2. A007YBM443 – Rozaq Leksono – Universitas Dian Nuswantoro - Aktif
3. A009XBM106 – Cindy Maharani – Universitas Gunadarma - Aktif
4. A833XBM083 – Auliya Sabrina Vyantika – Institut Widya Pratama - Aktif

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Proyek *Gesture Link* dibangun sebagai respon terhadap kesenjangan komunikasi yang dialami oleh penyandang tuna rungu dan tuna wicara. Keterbatasan dalam berbahasa lisan serta minimnya akses terhadap media pembelajaran bahasa isyarat yang interaktif dan terjangkau menjadi hambatan besar dalam kehidupan sehari-hari (Saputra et al., 2020). Tujuan utama proyek ini adalah menciptakan platform pembelajaran bahasa isyarat berbasis website yang adaptif, interaktif, dan mudah diakses oleh masyarakat umum, keluarga penyandang disabilitas, maupun tenaga pendidik.

Perencanaan proyek meliputi tiga tahap utama: (1) pengumpulan dan pengolahan dataset gestur tangan, (2) pelatihan model klasifikasi bahasa isyarat, serta (3) integrasi model ke dalam platform website dengan dukungan kamera real-time. Pada versi ini, solusi dikembangkan menggunakan MediaPipe, sebuah framework pemrosesan media real-time milik Google yang mampu mendeteksi landmark tangan dengan akurasi tinggi (Lugaresi et al., 2019). Model klasifikasi dilatih berdasarkan koordinat titik tangan, kemudian digunakan untuk mengenali jenis gestur.

Hasil dari eksekusi proyek menunjukkan bahwa sistem dengan MediaPipe telah berhasil diimplementasikan secara lokal dan mampu melakukan prediksi gestur tangan secara real-time (Rakhmania & Putra, 2022). Website dapat memanfaatkan kamera pengguna untuk menangkap gestur, lalu menampilkan hasil klasifikasi secara langsung dalam bentuk huruf dan angka bahasa isyarat. Walaupun terdapat beberapa kesalahan pada gestur yang mirip secara visual, sistem menunjukkan performa responsif dan ringan digunakan di perangkat standar.

Dengan pendekatan ini, *Gesture Link* diharapkan mampu menjadi media pembelajaran yang inklusif, memperluas akses bahasa isyarat, dan memperkuat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya komunikasi dua arah dengan penyandang disabilitas (Wijaya & Prasetyo, 2021).

B. Metodologi CRISP-DM

Pengembangan proyek *Gesture Link* menggunakan pendekatan CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), sebuah metodologi standar yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis data. Metodologi ini terdiri dari enam tahapan

utama yang membentuk siklus iteratif, memungkinkan tim pengembang untuk memahami permasalahan, memproses data, dan membangun solusi berbasis model secara sistematis. Berikut adalah penjabaran dari masing-masing tahapan CRISP-DM yang diterapkan dalam proyek ini:

1. Business Understanding

Proyek Gestur Link dibuat untuk membantu mengatasi kesulitan komunikasi yang dialami oleh penyandang tuna rungu dan tuna wicara. Salah satu penyebab utamanya adalah masih terbatasnya media pembelajaran bahasa isyarat yang interaktif, mudah digunakan, dan dapat diakses oleh semua kalangan. Kondisi ini tidak hanya menyulitkan penyandang disabilitas, tetapi juga keluarga dan tenaga pendidik yang ingin belajar berkomunikasi secara efektif dengan mereka.

Oleh karena itu, proyek ini bertujuan mengembangkan platform berbasis web yang mampu mengenali gestur tangan secara real-time sebagai bentuk pembelajaran bahasa isyarat yang inklusif dan adaptif. Inisiatif ini juga sejalan dengan semangat pemanfaatan teknologi digital untuk memperluas akses informasi dan pembelajaran bagi penyandang disabilitas serta seluruh pihak yang berperan dalam mendukung proses berkomunikasi (Sari et al., 2023).

Keberhasilan Gestur Link diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam bidang sosial dan pendidikan dengan memperluas akses terhadap pembelajaran bahasa isyarat bagi masyarakat secara luas. Solusi ini tidak hanya mempermudah proses komunikasi dua arah antara penyandang disabilitas dan masyarakat umum, tetapi juga berpotensi menjadi inovasi teknologi yang ramah disabilitas dan dapat diadopsi oleh lembaga pendidikan maupun organisasi sosial.

Penerapan teknologi MediaPipe dan model klasifikasi gestur berbasis kecerdasan buatan menjadi fondasi utama dalam mengotomatisasi penerjemahan gestur tangan secara real-time. Inovasi ini mendukung terciptanya lingkungan yang lebih inklusif dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya komunikasi yang setara bagi semua individu (Wulandari & Hidayat, 2022).

2. Data Understanding

Dalam proyek ini, data dikumpulkan secara mandiri dengan memanfaatkan kamera laptop yang dijalankan secara lokal menggunakan program Python. Sistem dirancang untuk mendeteksi keberadaan tangan secara real-time menggunakan teknologi deteksi *landmark*,

di mana setiap tangan memiliki 21 titik landmark. Jika dua tangan terdeteksi, maka sistem akan menghasilkan 42 titik, dengan masing-masing titik memiliki koordinat x dan y , sehingga total terdapat 84 nilai numerik untuk setiap frame. Sebelum proses pengambilan gambar dimulai, pengguna menentukan label gestur terlebih dahulu serta jumlah gambar yang ingin dikumpulkan, misalnya 50 gambar per label. Program akan menangkap gambar secara otomatis ketika tangan terdeteksi dan *landmark* muncul dengan jelas di kamera.

Data yang dihasilkan disimpan secara terstruktur, di mana gambar disimpan ke dalam folder Dataset/DataGambar/ sesuai dengan nama labelnya, sementara data koordinat *landmark* disimpan dalam format .csv di folder Dataset/Landmark/, juga berdasarkan label. Sebagai contoh, file Dataset/Landmark/A.csv menyimpan koordinat untuk label A. Proses pengumpulan data melibatkan empat orang, di mana masing-masing bertanggung jawab mengumpulkan 50 data per label. Perangkat yang digunakan pun bervariasi, karena setiap orang menggunakan kamera laptop masing-masing. Keragaman ini menjadi nilai tambah karena membantu menciptakan variasi data dari segi resolusi, pencahayaan, serta sudut pandang kamera.

Secara keseluruhan, dataset yang dihasilkan bersifat spesifik, terorganisir, dan disesuaikan dengan kebutuhan pelatihan model klasifikasi gestur tangan berbasis bahasa isyarat Bisindo. Variasi perangkat dan kondisi pengambilan gambar menjadi bagian penting dalam memperkaya representasi data, sekaligus menjadi tantangan yang harus dipertimbangkan pada tahap *preprocessing* dan pelatihan model.

3. Data Preparation

Tahap persiapan data dalam proyek ini dimulai dengan membuat data koordinat landmark dari setiap file CSV, di mana setiap file mewakili satu label gestur. Selanjutnya, data koordinat (fitur) dari semua file CSV digabungkan menjadi satu array NumPy (X), begitu pula dengan label gestur yang sesuai, dikumpulkan dan digabungkan menjadi satu array NumPy (y). Karena model machine learning memerlukan input numerik, label gestur yang awalnya berupa string (misalnya 'A', 'B', 'C') diubah menjadi nilai numerik menggunakan LabelEncoder, dan objek encoder ini juga disimpan untuk keperluan konversi prediksi model kembali ke label aslinya. Terakhir, data yang telah disiapkan (X dan y) dibagi menjadi set pelatihan (training set) dan set pengujian (testing set) dengan rasio 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian menggunakan `train_test_split`. Pembagian ini bertujuan untuk melatih model pada sebagian data dan mengevaluasi kinerjanya pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

4. Modeling

Bagian modeling menggunakan arsitektur dan proses pelatihan model neural network. Model yang dibangun adalah Sequential model dari TensorFlow Keras, terdiri dari beberapa layer Dense dengan fungsi aktivasi ReLU, serta dilengkapi dengan layer Batch Normalization dan Dropout untuk regularisasi. Layer output menggunakan fungsi aktivasi softmax dengan jumlah unit sebanyak `num_classes` untuk klasifikasi multi-kelas, dan input layer disesuaikan dengan 126 fitur. Model dikompilasi dengan optimizer 'adam', fungsi loss 'sparse_categorical_crossentropy', dan metrik 'accuracy'. Selama pelatihan, beberapa callback diimplementasikan: ModelCheckpoint untuk menyimpan model terbaik berdasarkan `val_loss`, EarlyStopping untuk menghentikan pelatihan jika tidak ada peningkatan `val_loss` setelah beberapa epoch, dan ReduceLROnPlateau untuk mengurangi learning rate saat `val_loss` stagnan. Model dilatih selama 50 epoch dengan batch size 32, menggunakan data pelatihan dan divalidasi dengan data pengujian. Setelah pelatihan, kinerja model dievaluasi secara komprehensif menggunakan loss dan akurasi pada set pengujian, serta visualisasi grafik akurasi dan loss. Evaluasi lebih lanjut dilakukan dengan confusion matrix dan classification report untuk menganalisis performa model pada setiap kelas gestur. Sebagai langkah akhir, kelas label disimpan dalam file `.npy`, model terbaik dalam format HDF5 (`.h5`), dan model ini kemudian dikonversi ke format TensorFlow Lite (`.tflite`) untuk memfasilitasi deployment.

5. Evaluation

Model klasifikasi gesture Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) yang dikembangkan untuk aplikasi Gesture Link telah melalui tahap evaluasi menggunakan data uji yang merepresentasikan 36 label (huruf A-Z dan angka 0-10). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model ini mencapai performa sempurna dengan akurasi 100%, precision 100%, recall 100%, dan F1-score 100% untuk seluruh kelas. Setiap gesture yang diuji berhasil dikenali dan diklasifikasikan dengan tepat, tanpa satupun kesalahan prediksi atau gesture yang terlewat. Total data uji yang digunakan berjumlah 1.480 sampel, yang tersebar merata di antara seluruh kelas label.

Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki ketepatan dan keandalan yang sangat tinggi dalam mendeteksi gesture tangan berbasis landmark dari MediaPipe. Secara bisnis, pencapaian ini memiliki implikasi strategis yang signifikan. Pertama, performa model yang sangat akurat memastikan bahwa pengguna akhir dapat menggunakan aplikasi dengan pengalaman yang konsisten dan bebas kesalahan. Kedua, keakuratan ini mendukung fitur-fitur utama aplikasi Gesture Link, seperti modul pembelajaran BISINDO, kuis interaktif, dan sistem prediksi gesture menjadi kalimat. Ketiga, keberhasilan ini menegaskan kesiapan

sistem untuk diintegrasikan dalam skala lebih luas, termasuk ke dalam platform mobile seperti Android, tanpa perlu intervensi besar dalam model pelatihan.

Dengan performa seperti ini, model dianggap sangat layak untuk digunakan dalam implementasi publik dan juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan fitur tambahan seperti adaptasi terhadap berbagai kondisi pencahayaan, latar belakang, atau penggunaan oleh anak-anak dan lansia. Selain itu, hasil evaluasi ini juga memperkuat posisi Gesture Link sebagai solusi teknologi inklusif yang mampu menjembatani komunikasi antara masyarakat umum dan penyandang disabilitas.

```
print(classification_report(y_test, y_pred, target_names=encoder.classes_))
```

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	1.00	1.00	41
1	1.00	1.00	1.00	42
10	1.00	1.00	1.00	37
2	1.00	1.00	1.00	47
3	1.00	1.00	1.00	45
4	1.00	1.00	1.00	36
5	1.00	1.00	1.00	42
6	1.00	1.00	1.00	31
7	1.00	1.00	1.00	36
8	1.00	1.00	1.00	51
9	1.00	1.00	1.00	30
A	1.00	1.00	1.00	44
B	1.00	1.00	1.00	35
C	1.00	1.00	1.00	50
D	1.00	1.00	1.00	40
E	1.00	1.00	1.00	42
F	1.00	1.00	1.00	54
G	1.00	1.00	1.00	38
H	1.00	1.00	1.00	28
I	1.00	1.00	1.00	36
J	1.00	1.00	1.00	46
K	1.00	1.00	1.00	46
L	1.00	1.00	1.00	34
M	1.00	1.00	1.00	39
N	1.00	1.00	1.00	44
O	1.00	1.00	1.00	45
P	1.00	1.00	1.00	42
Q	1.00	1.00	1.00	38
R	1.00	1.00	1.00	39
S	1.00	1.00	1.00	29
T	1.00	1.00	1.00	41
U	1.00	1.00	1.00	35
V	1.00	1.00	1.00	45
W	1.00	1.00	1.00	37
X	1.00	1.00	1.00	31
Y	1.00	1.00	1.00	49
Z	1.00	1.00	1.00	35
accuracy			1.00	1480
macro avg	1.00	1.00	1.00	1480
weighted avg	1.00	1.00	1.00	1480

6. Deployment

Tahap Deployment pada proyek Gesture Link mencakup proses penerapan sistem deteksi gesture Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) ke dalam bentuk aplikasi web interaktif yang dapat digunakan oleh pengguna melalui browser. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan framework Flask dan diintegrasikan dengan MediaPipe untuk pelacakan gesture tangan serta model klasifikasi berbasis TensorFlow.

Model yang telah dilatih dan disimpan dalam file `best_model.h5` di-load kembali dalam aplikasi web dan digunakan secara real-time untuk mengenali gesture tangan dari webcam. Aplikasi ini di-deploy sebagai sistem backend dengan endpoint video streaming (`/video_feed`, `/video_learn`), prediksi (`/get_prediction`, `/get_single_prediction`), serta fitur interaktif seperti kuis dan pembelajaran gesture.

Untuk keperluan pengujian dan demonstrasi, aplikasi dijalankan secara lokal menggunakan Flask server (`app.run(debug=True)`), namun arsitektur aplikasinya telah disiapkan agar dapat di-deploy ke platform hosting seperti Heroku, Render, atau server VPS pribadi jika diinginkan untuk akses publik.

Beberapa komponen penting dalam deployment ini:

- Model klasifikasi gesture: Dimuat dari direktori `model/` dan digunakan untuk inferensi gesture real-time.
- Session management: Digunakan untuk menyimpan data kuis dan progres belajar pengguna.
- Streaming webcam: Menggunakan OpenCV untuk menangkap frame secara terus-menerus dan mengirimkannya ke antarmuka pengguna.
- Antarmuka pengguna (UI): Dibuat dengan template HTML dan di-render melalui Flask (`render_template`).

Meskipun model menunjukkan hasil akurasi sempurna (100%) pada data uji, hasil inferensi saat deployment dalam aplikasi web menunjukkan adanya tantangan dalam kondisi penggunaan nyata (real-world scenario), yang umum terjadi dalam sistem berbasis kamera dan gesture. Beberapa temuan selama pengujian aplikasi web secara real-time adalah sebagai berikut:

Gesture A: Sering kali tidak dikenali secara akurat. Dalam berbagai percobaan, gesture huruf A terdeteksi sebagai huruf S, D, atau bahkan M, yang mengindikasikan bahwa model kesulitan membedakan bentuk tangan tertutup dari gesture lain yang mirip.

Gesture 2 vs V: Terjadi ambiguitas antara angka 2 dan huruf V, yang secara visual memang memiliki representasi bentuk jari yang hampir identik. Dalam pengujian, gesture V cenderung lebih sering dikenali sebagai 2.

Secara keseluruhan, tahap deployment berhasil mewujudkan sistem yang memungkinkan pengguna untuk:

- Belajar mengenali dan menirukan gesture alfabet dan angka BISINDO melalui interaksi langsung dengan kamera.
- Mencoba fitur deteksi kalimat dari gesture berurutan melalui streaming kamera.
- Mengikuti kuis interaktif untuk menguji kemampuan dan memberikan umpan balik langsung terhadap hasil prediksi gesture.

Masukan dari hasil inferensi saat deployment ini memberikan peluang untuk pengembangan sistem lebih lanjut, seperti: augmentasi data gesture yang sulit dikenali, penyesuaian preprocessing kamera, atau penerapan teknik calibration untuk mempersonalisasi deteksi gesture per pengguna.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Penelitian terkait pengenalan bahasa isyarat terus berkembang seiring meningkatnya perhatian terhadap teknologi inklusif. Setiawan et al. (2024) mengembangkan sistem pengenalan gestur BISINDO menggunakan kombinasi arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dan Recurrent Neural Network (RNN), yang berhasil mencapai akurasi tinggi dalam mengenali gestur berbasis video. Sistem ini efektif namun membutuhkan sumber daya komputasi yang relatif besar serta pengolahan data video yang kompleks.

Sementara itu, Dewi et al. (2018) mengusulkan pendekatan berbeda dengan mengembangkan aplikasi pembelajaran BISINDO berbasis Augmented Reality (AR). Aplikasi ini menampilkan animasi 3D bahasa isyarat dalam lingkungan nyata melalui kamera perangkat, memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, terutama untuk anak-anak dan pengguna umum.

Suharjito et al. (2021) memanfaatkan MediaPipe, sebuah framework dari Google, untuk mendeteksi titik landmark tangan secara real-time. Dengan teknologi ini, sistem pengenalan gestur tidak lagi membutuhkan perangkat sensor khusus seperti Leap Motion, dan cukup menggunakan kamera standar laptop atau smartphone.

B. Aplikasi Serupa yang Telah Ada

Beberapa aplikasi pembelajaran BISINDO telah tersedia, terutama di platform Android. Berikut beberapa di antaranya:

Nama Aplikasi	Pengembang	Bahasa Isyarat	Platform	Fitur Utama
Hear Me	Universitas Brawijaya	BISINDO	Android	Terjemahan suara ke BISINDO melalui animasi avatar 3D

Belajar BISINDO	EduCode Studio	BISINDO	Android	Pembelajaran huruf, angka, dan kosakata isyarat secara visual
BISINDO Dictionary	Proyek mahasiswa	BISINDO	Android	Kamus isyarat BISINDO bergambar
Sign Language Indonesia (BISINDO)	AR Learning	BISINDO	Android	Pengenalan isyarat dengan tampilan 3D interaktif

Kelebihan utama dari aplikasi-aplikasi ini adalah pendekatan visual dan interaktif, memudahkan pengguna awam untuk memahami bahasa isyarat dasar. Namun, sebagian besar bersifat statis, yakni hanya menampilkan gambar atau animasi isyarat tanpa interaksi dua arah secara langsung.

C. Analisis Perbandingan

Aspek	Gesture Link (Proyek)	Aplikasi Serupa (Hear Me, Belajar BISINDO, dll.)
Bahasa Isyarat	BISINDO	BISINDO
Platform	Website berbasis kamera real-time	Umumnya Android Mobile
Interaksi	Interaktif 2 arah (kamera → klasifikasi)	Sebagian besar satu arah (gambar/animasi → pengguna)
Teknologi	MediaPipe, real-time landmark	Gambar, animasi 3D, kamus
Deteksi Gestur	Ya, secara langsung dari kamera	Tidak, hanya tampilan isyarat

Fokus	Pelatihan dan klasifikasi gestur	Pembelajaran dasar & visualisasi
Kelebihan Unik	Bisa mendeteksi gestur pengguna dan mengenali huruf/angka secara langsung	Mudah digunakan oleh pemula, cocok untuk pengenalan awal

D. Persentase Kesamaan dan Nilai Unik

Dari sisi tujuan edukatif dan penggunaan BISINDO, *Gesture Link* memiliki kemiripan sekitar 60–70% dengan aplikasi seperti *Hear Me* atau *Belajar BISINDO*. Namun terdapat nilai unik pada proyek ini, yaitu:

- Real-time gesture recognition: pengguna melakukan gestur, sistem langsung mengenali dan mengklasifikasikannya.
- Berbasis web, dapat diakses lintas perangkat tanpa perlu mengunduh aplikasi.
- Fokus pada klasifikasi input dari pengguna, bukan sekadar tampilan materi visual.
- Menggunakan dataset hasil pengumpulan lokal, memperkuat relevansi dengan pengguna Indonesia.

Dengan pendekatan ini, *Gesture Link* tidak hanya menjadi media pembelajaran, tetapi juga langkah awal menuju komunikasi dua arah otomatis antara pengguna umum dan penyandang tuna rungu/wicara.

BAB III

TAHAP PELAKSANAAN

A. Value Proposition Design (VPD)

Dalam merancang *Gesture Link*, pendekatan Value Proposition Design (VPD) digunakan untuk memastikan bahwa produk benar-benar menjawab kebutuhan dan keinginan target pengguna. Fokus utama proyek ini adalah menyelesaikan permasalahan komunikasi antara penyandang tuna rungu/wicara dan masyarakat umum, dengan menyediakan platform pembelajaran bahasa isyarat (BISINDO) yang mudah diakses, interaktif, dan responsif. Customer Segment dari *Gesture Link* meliputi:

- Penyandang disabilitas tuna rungu dan tuna wicara.
- Keluarga, teman, dan lingkungan sekitar mereka.
- Tenaga pendidik atau relawan bahasa isyarat.
- Masyarakat umum yang ingin belajar BISINDO.

Adapun value utama yang ditawarkan *Gesture Link* adalah:

- Pembelajaran bahasa isyarat BISINDO berbasis *real-time* melalui kamera.
- Sistem pengenalan gestur tangan berbasis AI yang ringan dan mudah diakses melalui website.
- Bebas diakses tanpa perlu menginstal aplikasi tambahan.
- Memperluas inklusi sosial dan kesadaran masyarakat terhadap penyandang disabilitas.
- Dataset gestur alfabet dan angka 0–10 yang bersifat terbuka dan dapat dikembangkan oleh pengguna sendiri, memberikan fleksibilitas dalam memperkaya kosakata bahasa isyarat yang dikenali aplikasi.

Tabel berikut merangkum elemen-elemen utama VPD:

Unsur	Isi
Customer Jobs	Belajar bahasa isyarat, berkomunikasi dengan penyandang disabilitas

Pains	Akses pembelajaran terbatas, media belajar statis dan tidak interaktif
Gains	Belajar isyarat secara langsung & praktis melalui kamera tanpa sensor tambahan
Pain Relievers	Sistem deteksi gestur otomatis, tidak butuh perangkat mahal
Gain Creators	Platform web yang ringan, berbasis AI, mendukung pembelajaran inklusif
Products & Services	Website pengenalan gestur BISINDO berbasis kamera dan klasifikasi AI

B. Business Model Canvas (BMC)

Untuk menggambarkan model bisnis Gesture Link, digunakan kerangka Business Model Canvas (BMC). Model ini memberikan pandangan strategis mengenai bagaimana proyek Gesture Link memberikan nilai, menghasilkan pendapatan (bila dikembangkan lebih lanjut), dan mempertahankan keberlangsungan layanan.

Elemen	Isi
Customer Segments	Penyandang tuna rungu/wicara, keluarga, pendidik, masyarakat umum
Value Propositions	Platform pembelajaran BISINDO yang adaptif, real-time, dan berbasis web

Channels	Website resmi, media sosial, komunitas disabilitas
Customer Relationships	User-friendly support, fitur gratis, kemungkinan komunitas pengguna
Revenue Streams	Donasi, sponsor NGO, lisensi untuk institusi pendidikan (opsional di masa depan)
Key Resources	Dataset gestur terbuka dan dapat dikembangkan, model klasifikasi AI, framework MediaPipe, tim pengembang
Key Activities	Pengembangan dan pemeliharaan website, pelatihan model, penyebaran edukasi bahasa isyarat, pengelolaan dan perluasan database gestur oleh pengguna
Key Partnerships	Komunitas disabilitas, organisasi sosial, institusi pendidikan
Cost Structure	Biaya pengembangan sistem, server hosting, pelatihan model, promosi sosial

Melalui pendekatan ini, *Gesture Link* tidak hanya menjadi solusi teknologi, tetapi juga berpotensi sebagai alat pemberdayaan sosial yang mendukung masyarakat inklusif.

C. Analisis Pasar

1. Pasar Target

Target pengguna aplikasi *Gesture Link* mencakup individu dari berbagai rentang usia, profesi, dan latar belakang minat, yang memiliki kebutuhan atau ketertarikan dalam belajar bahasa isyarat BISINDO, di antaranya:

- Pelajar dan mahasiswa yang ingin meningkatkan keterampilan komunikasi inklusif.
- Guru, pendidik, dan tenaga kependidikan, khususnya yang bekerja di SLB atau sekolah inklusi.
- Keluarga dan kerabat penyandang disabilitas yang ingin memahami dan berkomunikasi lebih baik.

- Relawan, tenaga medis, atau pekerja sosial yang sering berinteraksi dengan komunitas disabilitas.
- Masyarakat umum dan profesional (misalnya di bidang customer service atau layanan publik) yang ingin mendukung komunikasi tanpa hambatan.
- Peminat teknologi dan bahasa yang ingin mengeksplorasi kombinasi AI dan bahasa isyarat.

2. Alasan Kebutuhan Solusi

- **Didorong oleh tujuan:** Meningkatkan inklusi sosial dan aksesibilitas komunikasi antara masyarakat umum dan penyandang tuna rungu/tuna wicara. Bahasa isyarat adalah jembatan penting yang selama ini kurang difasilitasi secara teknologi.
- **Didorong oleh data:** Menurut data dari Kementerian Sosial Republik Indonesia, terdapat lebih dari 2 juta penyandang disabilitas rungu wicara di Indonesia. Namun, hingga kini masih sangat terbatas media pembelajaran bahasa isyarat yang interaktif dan mudah diakses. Mayoritas penyandang tuna rungu lebih memilih menggunakan BISINDO dalam komunikasi sehari-hari, namun pemahaman terhadap BISINDO di kalangan masyarakat umum masih rendah, sehingga menciptakan kesenjangan komunikasi yang signifikan.
- **Alasan Kebijakan Pemerintah:** Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Pemerintah No. 13 Tahun 2020 mendorong penguatan pendidikan dan layanan bagi penyandang disabilitas, termasuk penyediaan media pembelajaran inklusif berbasis teknologi.

3. Stakeholder yang Terlibat

- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Sekolah dan lembaga pendidikan inklusi
- Organisasi disabilitas (misalnya Gerkatin, Pusbisindo)
- Developer dan inovator teknologi edukasi
- Masyarakat umum sebagai bagian dari komunitas inklusif

D. Strengths, Weaknesses, Opportunities, dan Threats (SWOT)

Analisis SWOT digunakan untuk mengevaluasi kekuatan (Strengths), kelemahan (Weaknesses), peluang (Opportunities), dan ancaman (Threats) yang terkait dengan pengembangan dan implementasi proyek *Gesture Link*. Analisis ini penting untuk merancang strategi pengembangan yang tepat dan berkelanjutan.

Aspek	Penjabaran
Strengths	Proyek <i>Gesture Link</i> unggul karena menawarkan solusi inovatif untuk kesenjangan komunikasi penyandang tuna rungu/wicara menggunakan teknologi MediaPipe Google yang mampu mendeteksi gestur secara real-time secara akurat. arena berbasis web, proyek ini memiliki tingkat aksesibilitas yang tinggi dan hanya membutuhkan kamera bawaan perangkat pengguna. Performa ringan dan responsif juga menjadi nilai tambah.
Weaknesses	Kelemahan utama dari proyek ini adalah adanya kesalahan klasifikasi pada salah satu label, yaitu huruf A, yang kemungkinan disebabkan oleh kemiripan visual dengan gestur lain. Selain itu, sistem saat ini masih terbatas pada pengenalan alfabet dan angka 0–10, sehingga cakupan penggunaan belum mencakup kosakata atau kalimat yang lebih kompleks. Statusnya sebagai versi awal juga menunjukkan bahwa fitur dan pengujian masih terbatas. Implementasi yang hanya tersedia dalam bentuk website turut membatasi jangkauan dan dampak langsung dari solusi ini saat ini.
Opportunities	Peluang besar bagi <i>Gesture Link</i> terletak pada tingginya kebutuhan masyarakat akan media pembelajaran bahasa isyarat yang interaktif dan terjangkau, sejalan dengan meningkatnya kesadaran akan inklusivitas. Potensi kolaborasi dengan berbagai pihak, pengembangan fitur lanjutan (kosakata lebih banyak, gamifikasi), dan pemanfaatan kemajuan teknologi AI/ML dapat mendorong pertumbuhan signifikan.
Threats	Persaingan dengan aplikasi serupa seperti <i>Hear Me</i> atau <i>Belajar BISINDO</i> di Play Store. Ketergantungan terhadap MediaPipe sebagai teknologi utama dapat menjadi risiko jika terjadi perubahan lisensi atau pembaruan sistem. Variasi bahasa isyarat di berbagai daerah, keterbatasan perangkat pengguna, dan isu privasi penggunaan kamera juga menjadi tantangan.

Analisis korelasi SWOT dilakukan untuk memahami bagaimana faktor internal (Strengths dan Weaknesses) berinteraksi dengan faktor eksternal (Opportunities dan Threats). Hasilnya dapat digunakan untuk menyusun strategi pengembangan produk yang efektif.

Korelasi SWOT	Analisis
S - O (Strengths - Opportunities)	Teknologi deteksi gesture real-time berbasis web yang responsif menjadi kekuatan utama yang bisa dimanfaatkan untuk memenuhi tingginya permintaan terhadap media pembelajaran BISINDO. Kombinasi ini bisa memperluas jangkauan dan meningkatkan adopsi di kalangan masyarakat umum, lembaga pendidikan, maupun komunitas disabilitas.
S - T (Strengths - Threats)	Meskipun proyek memiliki keunggulan dari sisi teknologi dan aksesibilitas, tetap perlu strategi untuk menghadapi persaingan dari aplikasi serupa dan risiko ketergantungan pada MediaPipe. Penguatan identitas brand, inovasi unik (seperti gamifikasi atau pengenalan wajah untuk konteks), serta edukasi publik dapat menjadi senjata untuk menghadapi ancaman ini.
W - O (Weaknesses - Opportunities)	Kelemahan seperti kesalahan klasifikasi dan keterbatasan pengujian bisa diatasi dengan memanfaatkan peluang kolaborasi. Misalnya, bekerja sama dengan lembaga pendidikan inklusif atau komunitas tunarungu untuk melakukan uji coba masif, sekaligus memperbaiki akurasi sistem dengan dataset yang lebih bervariasi.
W - T (Weaknesses - Threats)	Kombinasi kelemahan dan ancaman seperti sistem yang belum stabil dan potensi isu privasi bisa menjadi risiko besar jika tidak ditangani. Untuk itu, perlu penguatan pada sisi teknis dan manajemen risiko, seperti fitur privasi yang jelas, sistem feedback pengguna, serta perencanaan roadmap pengembangan yang matang.

Berdasarkan analisis SWOT dan korelasi antar aspeknya, berikut adalah beberapa strategi pengembangan konkret yang disarankan untuk Gesture Link:

1. **Peningkatan Akurasi Sistem (W-O)**

Untuk mengatasi tantangan kesalahan klasifikasi gestur, perlu dilakukan uji coba massal (beta testing) bersama komunitas tuna rungu dan tenaga pengajar BISINDO guna memperoleh data umpan balik dan memperkaya variasi data pelatihan.

2. **Diversifikasi Teknologi (S-T)**

Untuk mengurangi risiko ketergantungan pada MediaPipe, tim dapat mulai menjajaki integrasi framework alternatif (seperti OpenPose atau TensorFlow Handpose) sebagai cadangan teknologi jangka panjang.

3. **Kolaborasi Strategis (S-O)**

Memanfaatkan keunggulan akses web real-time dengan menjalin kemitraan bersama SLB, NGO, atau komunitas disabilitas untuk memperluas adopsi platform serta mengumpulkan insight dari pengguna langsung.

4. **Mitigasi Risiko Privasi (W-T)**

Mengantisipasi isu privasi kamera dengan menambahkan disclaimer dan opsi off/on kamera, serta merancang fitur keamanan seperti auto-delete cache gambar pengguna setelah klasifikasi.

5. **Inovasi Fitur Tambahan (S-O dan S-T)**

Menambahkan elemen gamifikasi (misal: kuis gestur, skor, badge) untuk meningkatkan keterlibatan pengguna dan membedakan Gesture Link dari aplikasi sejenis yang lebih pasif.

BAB IV

RENCANA PENGEMBANGAN PROYEK

A. Timeline Pengembangan Proyek

Rencana pengembangan proyek *Gesture Link* dilakukan dalam kurun waktu 6 bulan, dengan tahapan yang terstruktur sebagai berikut:

Bulan	Tahapan Kegiatan
Bulan 1	<ul style="list-style-type: none">- Finalisasi model klasifikasi gestur- Pengujian awal terhadap akurasi dan stabilitas model
Bulan 2	<ul style="list-style-type: none">- Penambahan database gestur BISINDO- Proses labeling lanjutan untuk memperkaya data pelatihan
Bulan 3	<ul style="list-style-type: none">- Penyempurnaan desain antarmuka (UI/UX)- Optimasi performa deteksi gestur secara real-time
Bulan 4	<ul style="list-style-type: none">- Integrasi fitur edukatif seperti kuis dan pembelajaran interaktif ke dalam platform website
Bulan 5	<ul style="list-style-type: none">- Uji coba lapangan (<i>beta testing</i>) bersama komunitas tuna rungu/wicara dan pengguna terkait
Bulan 6	<ul style="list-style-type: none">- Evaluasi dan penyempurnaan akhir- Dokumentasi proyek dan peluncuran versi publik platform

B. Sumber Daya, Alat, dan Anggaran

1. Sumber Daya Manusia

Untuk mendukung pengembangan proyek *Gesture Link* secara optimal, dibutuhkan sejumlah personel dengan keahlian yang spesifik, yaitu:

- 1 orang Project Manager yang bertanggung jawab terhadap koordinasi proyek secara keseluruhan, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi.
- 2 orang Frontend Developer yang berfokus pada pembuatan antarmuka pengguna (UI) yang responsif dan ramah pengguna.
- 1 orang Backend Developer yang menangani logika server, pengelolaan basis data, dan integrasi sistem.
- 2 orang Machine Learning Engineer yang bertugas dalam pembangunan, pelatihan, dan evaluasi model klasifikasi gestur berbasis BISINDO.
- 1 orang UI/UX Designer yang bertanggung jawab terhadap desain antarmuka dan pengalaman pengguna yang intuitif dan menarik.
- 1 orang Quality Assurance & Tester yang melakukan pengujian sistem untuk memastikan semua fungsi berjalan dengan baik dan tanpa bug.

2. Tools & Teknologi yang Digunakan

Untuk merealisasikan proyek ini, berbagai perangkat lunak dan platform teknologi digunakan, meliputi:

- **Library dan Framework:** MediaPipe untuk deteksi landmark tangan secara real-time, TensorFlow dan Scikit-learn untuk pembuatan dan pelatihan model klasifikasi, serta OpenCV untuk pemrosesan citra dari kamera.
- **Tools Pengembangan:** Visual Studio Code sebagai editor kode utama, GitHub untuk kontrol versi dan kolaborasi tim, serta Google Colab untuk eksperimen dan pelatihan model berbasis cloud.
- **Hosting dan Domain:** Vercel atau Netlify digunakan untuk hosting aplikasi web, sedangkan domain berbayar beralamat .id akan digunakan selama satu tahun sebagai identitas resmi proyek.
- **Manajemen Proyek (*opsional*):** Trello atau Notion digunakan untuk mengatur tugas, dokumentasi, dan pelacakan progres pengembangan secara kolaboratif antaranggota tim.

3. Estimasi Anggaran Proyek

Untuk merealisasikan proyek Gesture Link secara menyeluruh, diperlukan alokasi anggaran yang mencakup kebutuhan teknis maupun operasional. Estimasi anggaran ini mencakup biaya infrastruktur teknologi, langganan layanan pendukung, kompensasi tenaga kerja berbasis freelance, hingga biaya pelaksanaan uji lapangan dan penyebaran aplikasi kepada pengguna. Rincian estimasi biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek ini adalah sebagai berikut:

Kategori	Perkiraan Biaya
Server & Hosting	± Rp2.000.000
Langganan API / Tools Tambahan	± Rp1.000.000
Kompensasi Tenaga Kerja (Freelance)	± Rp15.000.000 – Rp20.000.000
Biaya Uji Lapangan & Penyebaran	± Rp2.500.000
Total Estimasi Biaya	± Rp20.500.000 – Rp25.500.000

C. Penutup

Rencana pembangunan proyek *Gesture Link* ini telah disusun dengan mempertimbangkan aspek teknis, sumber daya manusia, serta kebutuhan pengguna secara langsung. Diharapkan dalam waktu 6 bulan, sistem ini dapat digunakan secara publik dan memberikan kontribusi nyata terhadap inklusivitas dalam komunikasi, khususnya bagi penyandang disabilitas tuna rungu/wicara di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Lugaresi, C., Tang, J., Nash, H., McGuire, M., Lee, J., Chang, C. L., ... & Kothari, R. (2019). MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines. *arXiv preprint, arXiv:1906.08172*. <https://arxiv.org/abs/1906.08172>
- Rakhmania, I., & Putra, B. D. (2022). Implementasi MediaPipe dan CNN untuk Klasifikasi Bahasa Isyarat pada Aplikasi Pembelajaran Interaktif. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 15(2), 75–82. <https://doi.org/10.24036/tip.v15i2.2022>
- Saputra, R. A., Hasanah, N., & Maulana, A. (2020). Aplikasi Pembelajaran Bahasa Isyarat Indonesia Berbasis Android untuk Penyandang Tunarungu. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(3), 222–228. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.8.3.2020.222-228>
- Sari, R. P., Nugroho, A., & Wibowo, S. A. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif untuk Penyandang Disabilitas dengan Pendekatan Inklusif Berbasis Teknologi Digital. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 16(2), 112–120.
- Wijaya, D., & Prasetyo, R. (2021). Perancangan Sistem Pembelajaran Bahasa Isyarat Berbasis Web untuk Meningkatkan Literasi Inklusif. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*, 3(1), 55–61.
- Wulandari, D., & Hidayat, R. (2022). Penerapan MediaPipe dan Machine Learning untuk Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(3), 435–442.