

DETEKSI ALFABET BISINDO MENGGUNAKAN MEDIAPIPE HOLISTIC SECARA REAL-TIME

Dani Pradana Kartaputra¹, Herna Gunawan², Asri Eka Lestari³

^{1,2,3}STMIK BANDUNG

Sekolah Tinggi Manajemen dan Informatika Bandung

JL. Cikutra No.113, Bandung 40124, INDONESIA

Contact address:

¹danipk9@gmail.com

ABSTRAK

Sistem yang akan dihasilkan akan mendeteksi dan mengklasifikasi gestur atau gerakan yang mengandung alfabet bahasa isyarat BISINDO secara langsung menggunakan mediapipe holistic untuk mendeteksi kerangka pada tangan, badan serta wajah dan menggunakan model landmark pose, wajah dan yang masing-masing untuk menghasilkan total 543 landmark (33 landmark pose, 468 landmark wajah, dan 21 landmark pertangan).

Kata kunci : *Mediapipe Holistic, Python, Jupyter notebook, handgesture*

ABSTRACT

The resulting system will detect and classify gestures or movements that speak the B language contained in it directly using a holistic mediapipe to detect the skeleton on the hands, body, and face and use a landmark model of poses, faces and each to generate a total of 543 landmarks. (33 pose landmarks, 468 facial landmarks, and 21 hand landmarks).

Keywords : *Mediapipe Holistic, Python, Jupyter notebook, handgesture*

1. Pendahuluan

Bahasa isyarat Indonesia (BISINDO) adalah salah satu cara berkomunikasi dengan penyandang tuna rungu ataupun tuna wicara. BISINDO muncul secara alami dari interaksi penyandang tuna rungu dengan lingkungannya dan dikenal sebagai budaya tuli di Indonesia. Bahasa Iyarat sangat berperan dalam pembentukan identitas dan kedudukan sosial dalam masyarakat. Saat ini terdapat kendala antara penyandang tuna rungu maupun tuna wicara dalam berkomunikasi dengan masyarakat lain , dikarenakan kurangnya pengetahuan masyarakat dalam berbahasa isyarat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengenalkan alfabet dalam bahasa isyarat Indonesia sebagai bahan dasar pembelajaran bagi masyarakat dalam berkomunikasi dengan tuna rungu ataupun tuna wicara. Sistem ini mengklasifikasi gestur atau gerakan yang mengandung huruf alfabet bahasa isyarat BISINDO secara langsung menggunakan mediapipe holistic untuk mendeteksi kerangka pada tangan, badan serta wajah. Objek yang digunakan pada penelitian ini merupakan 26 huruf alfabet. Berdasarkan uraian diatas dilakukan penelitian yang berjudul “DETEKSI ALFABET BAHASA ISYARAT INDONESIA MENGGUNAKAN MEDIAPIPE HOLISTIC SECARA REALTIME”

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Dalam lingkup masyarakat, penyandang tuna rungu dan tuna wicara kesulitan untuk berkomunikasi secara verbal dengan masyarakat yang belum memahami bahasa isyarat.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Adapun tujuan pada penelitian ini adalah: Masyarakat dapat mempelajari dasar dari bahasa isyarat, mulai dari pengenalan alfabet BISINDO dalam sistem yang telah di bangun.

1.4 Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas tidak melebar ataupun menyimpang dari tujuan, maka perlu di buat batasan masalah, yaitu :

1. Sistem yang di buat hanya dapat membaca gestur bahasa isyarat alfabet a sampai dengan z.
2. Sistem yang di buat dapat di dimanfaatkan oleh masyarakat berbagai kalangan usia.
3. Sistem menampilkan hasil evaluasi gerak atau gestur alfabet dalam bentuk teks box.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan adalah berorientasi objek dengan tools pemodelan yang digunakan yaitu UML (Unified Modeling Language).

1.5.1 Metode Pengumpulan Data

1. **Penelitian Kepustakaan**, adalah penelitan dengan sumber-sumber kepustakaan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan landasan teori yang memadai, dalam hal inin data dan keterangan dikumpulkan dari sumber seperti buku-buku teks, bacaan – bacaan, bahan perkuliahan serta materi lainnya yang berhubungan dengan masalah.
2. **Penelitian Observasi** yaitu teknik pengumpulan data secara langsung. Untuk melakukan metode ini peneliti diharuskan melakukan pengamatan secara ditempat

terhadap objek penelitian untuk diamati menggunakan pancaindra yang kemudian dikumpulkan dalam catatan atau alat rekam.

1.6 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Pada tahap ini metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam pembangunan system ini adalah metode prototype yang memiliki tahapan sebagai berikut :

1. Prototipe keras atau model berbasis computer yang menjelaskan bagaimana interaksi antara pemakai komputer.
2. Prototipe yang mengimplementasikan beberapa bagian fungsi perangkat lunak yang sesungguhnya, Dengan cara ini pemakai akan lebih mendapatkan gambaran tentang program yang akan dihasilkan, sehingga dapat menjabarkan lebih rinci kebutuhannya.
3. Menggunakan perangkat lunak yang sudah ada. Seringkali pembuat software memiliki beberapa program yang sebagian dari program tersebut mirip dengan program yang akan dibuat.

2. Pembahasan

2.1 Mediapipe Holistic

Mediapipe adalah kerangka kerja yang memungkinkan pengembangan untuk membangun node dan ML multi-modal (video, audio, seri waktu apapun) Sebagai kerangka dan tepi atau landmark, mereka melacak titik kunci di berbagai bagian tubuh. Semua titik koordinat dinormalisasi tiga dimensi. Mediapipe Holistic menggunakan model landmark pose, wajah dan tangan masing-masing untuk menghasilkan total 543 landmark (33 landmark pose, 468 landmark wajah, dan 21 landmark tangan pertangan).

Library Holistic menyajikan pelacakan pose tubuh dengan ketelitian tinggi, menyimpan 33 landmark 2D pada tubuh yang dapat dikonfigurasi untuk mengklasifikasikan gerakan kinetik dan non-kinetik pada suatu individu dan menyajikan solusi pelacakan tangan dan jari dengan ketelitian tinggi menyimpan 468 landmark wajah 3D secara akurat dan realtime

Mediapipe Holistic mengintegrasikan model terpisah untuk komponen pose,wajah, dan tangaya yang berbeda, input ke satu komponen, yang masing- masing dioptimalkan untuk domain khusus mereka. Namun,karena spesialisasinya yang berbeda, input ke satu komponen tidak cocok untuk yang lain. Dalam mediapipe holistic terdapat detektor pose Blazepose dan identifikasi ROI untuk masing-masing tangan dan wajah, dan menggunakan model re-crop untuk meningkatkan ROI.

2.2 Machine Learning

Machine Learning merupakan suatu metode analisis yang membantu mengatasi dalam bentuk data besar dengan cara mengembangkan Algoritma pada komputer. Dengan menggunakan data, pembelajaran mesin memungkinkan komputer menemukan wawasan tersembunyi tanpa diprogram secara eksplisit saat mencarinya. [1]

2.3 Deep Learning

Deep learning merupakan cabang dari Machine Learning yang terinspirasi dari kortek manusia dengan menerapkan jaringan syaraf buatan yang memiliki banyak hidden layer. Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu metode dalam Deep learning untuk menutupi kelemahan dari metode sebelumnya. Terdapat beberapa kelemahan pada metode sebelumnya, namun dengan model ini sejumlah parameter bebas dapat dikurangi dan deformasi gambar input seperti transaksi, rotasi dan skala dapat ditangani. Seiring dengan banyaknya pengembangan riset tentang deep learning, banyak library yang bermunculan dengan fokus mempelajari tentang jaringan syaraf tiruan.

2.4 Scikit learn

Scikit learn adalah modul python yang mengintegrasikan berbagai algoritma pembelajaran mesin untuk masalah yang di awasi dan tidak di awasi skala menengah modul ini sangat efisien untuk data mining dan analisis data. [5]

2.5 Tensorflow

Tensorflow merupakan antarmuka untuk mengekspresikan algoritma pembelajaran mesin untuk mengeksekusi perintah dengan menggunakan informasi yang dimiliki tentang objek tersebut atau target yang dikenali serta dapat membedakan objek satu dengan objek lainnya. Tensorflow memiliki fitur untuk menjalankan pelatihan model menggunakan Central Processing Unit (CPU) dan pelatihan model Graphic Processing Unit (GPU). Namun dalam implementasi ini akan menjalankan pelatihan model dengan fitur CPU [6]

2.6 Random Forest

Random forest adalah kombinasi dari metode Bagging dan Random Sub spaces. Metode ini telah membuktikan keberhasilannya dalam regresi dan klasifikasi, dan juga merupakan salah satu algoritma machine learning yang terbaik yang digunakan diberbagai bidang. [9]

2.7 Bisindo

Penyandang tunarungu dan tunawicara di Indonesia memiliki 2 jenis bahasa isyarat yang digunakan, yaitu BISINDO (Bahasa Isyarat Indonesia) dan SIBI (Sistem Bahasa Isyarat Indonesia) BISINDO lebih umum di kalangan pengguna bahasa isyarat daripada SIBI. BISINDO muncul secara alami ditengah pengguna bahasa isyarat yang membuat bahasanya terasa lebih fleksibel. BISINDO disebut bahasa ibu bagi penyandang tunarungu dan tunawicara dalam

komunikasinya. Bahasa isyarat mampu menunjukkan identitas penyandang tunarungu sedangkan orang normal yang tidak pernah belajar mengenai sistem isyarat tentu mengalami kesulitan, namun di era sekarang manusia dipermudah yang berbeda gesture yang berbeda. [10]

3. Analisis Sistem

3.1.1 Deskripsi Sistem

Sistem yang di hasilkan akan mengklasifikasikan dan mendeteksi gestur dari kumpulan dataset alfabet bahasa isyarat BISINDO secara langsung, yang di konversi menjadi sebuah teks yang akan ditampilkan di monitor. Sistem ini bertujuan untuk membantu mempelajari bahasa isyarat Indonesia dan menjadi penghubung bagi penyandang tuna rungu & tuna wicara untuk berkomunikasi dengan masyarakat normal.



Gambar 3. 1 Arsitektur Sistem

Adapun penjelasan pada arsitektur sistem di atas sebagai berikut :

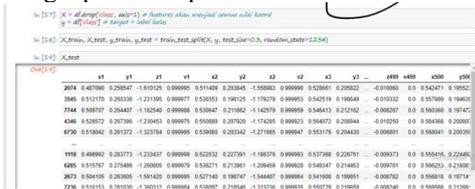
3.1.2 Pengumpulan dan Pembuatan Dataset

Pada proses pembuatan dan pengumpulan data, peneliti mengumpulkan data dalam wujud primer dan data sekunder. Data di konversi dari tipe BGR ke RGB. Gestur alfabet BISINDO dikumpulkan sebanyak 2000 data perkelas. Dataset alfabet bahasa isyarat Indonesia (BISINDO) atau data- data koordinat yang sudah terekam mulai huruf alfabet A sampai dengan Z di kumpulkan ke dalam beberapa folder.

3.1.3 Pengolahan Dataset

Pengolahan data pada penelitian ini melalui beberapa proses yaitu :

1. Peneliti terlebih dahulu membuat variabel X Y Z V untuk menampung titik koordinat yang tertangkap kamera pada saat realtime.



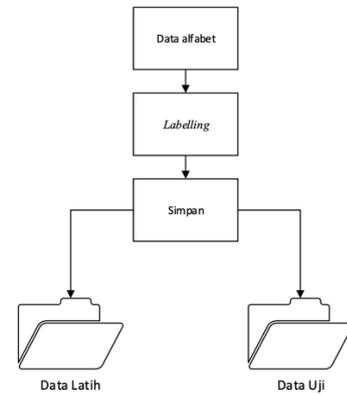
Gambar 3.2 Menampung Variabel

2. Variable di simpan dalam file.csv. Selain itu peneliti membuat variable baru untuk menampung seluruh data yang akan dilakukan klasifikasi. Setelah itu file akan di isi dataset.
3. Mendeteksi landmarks tangan, wajah, dan badan.
4. Kamera webcam akan merekam tangan, wajah, dan badan. Menggunakan opencv dan mediapipe holistic untuk mendapatkan model landmark dan menempatkan 21 keypoints pada tangan, 468 keypoints pada wajah dan 33 keypoints pada badan.

5. Keypoints yang telah diperoleh sebelumnya akan diekstraksi dengan menggabungkan nilai keypoints tersebut kedalam array numpy.
6. Pembuatan folder berguna sebagai tempat menyimpan data alfabet yang telah direkam oleh webcam dan telah dideteksi menggunakan keypoints mediapipe holistic.
7. Mengumpulkan keypoints pada gestur alfabet BISINDO dilakukan menggunakan webcam dan merekam keypoints dari setiap gerakan alfabet BISINDO. Setiap Alfabet memiliki 2000 dataset dan keypoints yang telah terekam akan tersimpan otomatis kedalam folder yang sudah dibuat.

3.1.4 Prepare Data

Pada tahap ini setiap alfabet tahap kepada dua bagian yaitu data latih dan data uji menggunakan scikit-learn.



Gambar 3. 3 Diagram Blok

3. Train Custom Model Using Scikit Learn

3.1 Read in Collected Data and Process

```
In [3]: import mediapipe as mp
import cv2
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split

In [4]: df = pd.read_csv('D:\Local CV\Alfa\SKRIPSI\SKRIPSI\dataset.csv')

In [5]: dept_lenv_num = df.groupby('class')['count'].
print(dept_lenv_num)
df.shape

class
A    2000
B    2000
C    2000
D    2000
E     656
Name: class, dtype: int64

Out[5]: (8656, 2008)
```

Gambar 3. 4 Preprocess Data

3.1.5 Pemodelan Pelatihan (Training)

Pada tahap training, dataset yang kita pilih untuk membuat prediksi atau menjalankan fungsi masing-masing. Setelah itu data akan di evaluasi untuk menampilkan akurasi dari data yang sudah dikumpulkan.

Data latih melewati tahap training dengan menggunakan klasifikasi random forest. Klasifikasi *Random Forest* bekerja dengan membangun beberapa *decision tree* dan menggabungkannya demi mendapatkan prediksi yang lebih stabil dan akurat.

```
In [20]: from sklearn.pipeline import make_pipeline
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier

In [21]: pipelines = {
    'rf': make_pipeline(StandardScaler(), RandomForestClassifier()),
}

In [22]: fit_models = {}
for algo, pipeline in pipelines.items():
    model = pipeline.fit(X_train, y_train)
    fit_models[algo] = model

In [23]: fit_models

Out[23]: {'rf': Pipeline(steps=[('standardscaler', StandardScaler()),
                                ('randomforestclassifier', RandomForestClassifier())])}

In [24]: fit_models['rf'].predict(X_test)

Out[24]: array(['B', 'B', 'D', ..., 'B', 'D', 'C'], dtype=object)
```

Gambar 3.5 Proses Training

3.1.6 Testing

Tujuan pada tahap testing adalah menguji keakuratan model yang sudah dibangun dengan data yang di peroleh pada saat merekam data secara real time.

3.1.7 Evaluasi

Evaluasi data menggunakan data uji, pada proses ini akan menampilkan nilai akurasi model yang dibuat. Terdapat nilai akurasi dan class pada status box yang telah dibuat.

```
3.3 Evaluate and Serialize Model

In [25]: from sklearn.metrics import accuracy_score, classification_report, confusion_matrix # Accuracy metrics
import pickle

In [26]: for algo, model in fit_models.items():
    y_predict = model.predict(X_test) # prediksi y_predict
    print(algo, classification_report(y_test, y_predict))

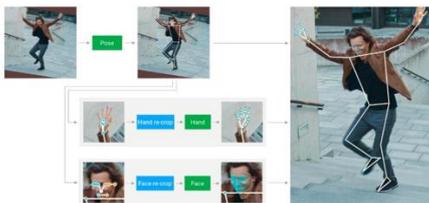
rf
precision recall f1-score support
A 1.00 1.00 1.00 899
B 1.00 1.00 1.00 606
C 1.00 1.00 1.00 592
D 1.00 1.00 1.00 658
E 1.00 0.94 1.00 384

accuracy 1.00 1.00 2.585
macro avg 1.00 1.00 1.00 2.585
weighted avg 1.00 1.00 1.00 2.585
```

Gambar 3. 6 Hasil Evaluasi

3.2 Analisis Teori

Cara kerja yang memungkinkan pengembang membangun saluran ML multi-modal (video, audio, seri waktu apapun. Sebagai kerangka mode dan tepi atau landmark, mereka melacak titik-titik kunci di berbagai tubuh. Semua titik koordinat dinormalisasi tiga dimensi. Mediapipe Holistic menggunakan model landmark pose, wajah dan tangan masing-masing untuk menghasilkan total 543 landmark (33 landmark pose, 468 landmark wajah, dan 21 landmark pertangan).



Gambar 3. 7 Mediapipe Holistic

Sumber: <https://google.github.io/mediapipe/>

3.3 Analisis Dokumen

Analisis dokumen dilakukan untuk mengetahui dokumen apa saja yang terkait dalam sistem pengolahan data dan hal-hal yang berkaitan dengan dokumen tersebut. Dokumen yang digunakan berupa data dalam bentuk simpanan (database), maupun dokumen dalam bentuk fisik yang mengalir antar entitas atau berupa laporan. Berikut adalah dokumen yang mengalir dalam pengolahan data yang ada.

4. Perancangan Sistem

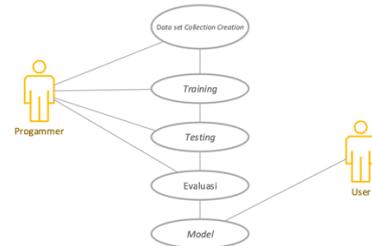
Setelah melakukan tahap analisis, tahap selanjutnya adalah tahap perancangan sistem. Perancangan sistem merupakan suatu proses atau perencanaan sebuah sistem yang akan dibangun selain itu tahap ini merupakan tahap lanjutan dari analisis sistem, dimana pada perancangan sistem digambarkan rancangan sistem yang akan dibangun sebelum dilakukan pengkodean suatu bahasa pemrograman. Metode perancangan yang digunakan dalam Pembuatan Deteksi Pengenalan Alfabet Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Mediapipe Holistic Secara Realtime, ini menggunakan UML (Unified Modelling Language).

4.1 Perancangan Sistem Prosedural

Perancangan ini akan memberikan gambaran mengenai proses dan aliran data apa saja yang akan dibuat dalam sistem yang akan dibangun.

4.2 Usecase diagram yang dirancang

Pada tahap ini peneliti menggambarkan atau merepresentasi interaksi yang terjadi antara sistem dan aktor. Atau mendeskripsikan tipe interaksi dengan pengguna sistem.



Gambar 4. 1 Use Case Yang Dirancang

Berikut penjelasan Usecase Diagram :

Tabel 4. 1 Usecase Dataset Collection & Creation

Use Case 1 : Dataset Collection & Creation	
Aktor	Programmer
Deskripsi	Programmer membuat & mengumpulkan dataset
Pre-condition	Membuat variable untuk menampung dataset
Post-Condition	Record dataset
Normal flow	Dataset terkumpul di file csv
Alternatif Flow	
Expectation Flow	Sistem tidak dapat menampilkan data yang belum di inputkan.

Tabel 4. 2 Training

Use case 2 : Training	
Aktor	Programmer
Deskripsi	Membuat prediksi atau menjalankan fungsi masing-masing
Pre-condition	Data training
Post-Condition	Aktor dapat melihat proses akurasi
Normal flow	Sistem dapat menganalisis gerak tubuh user
Alternatif Flow	
Expectation Flow	Model tidak dapat dilakukan training

Tabel 4. 3 Testing

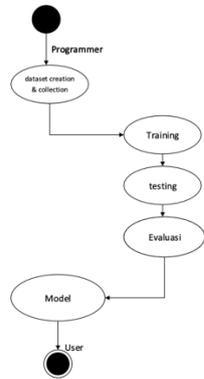
Use case 3 : Testing	
Aktor	Programmer
Deskripsi	Menguji ke akuratan model
Pre-condition	Proses training
Post-Condition	Aktor dapat melihat proses akurasi
Normal flow	Model menampilkan hasil testing data
Alternatif Flow	
Expectation Flow	Sistem tidak dapat menampilkan hasil deteksi gerak tubuh user

Tabel 4. 4 Model

Use case 4 : Model	
Aktor	User
Deskripsi	Deteksi alfabet BISINDO
Pre-condition	Sistem mendeteksi gerak user
Post-Condition	Aktor dapat melihat proses deteksi dan akurasi
Normal flow	Model menampilkan hasil deteksi alfabet
Alternatif Flow	
Expectation Flow	Sistem tidak dapat menampilkan hasil deteksi gerak tubuh user

4.3 Activity Diagram yang dirancang

Activity Diagram menggambarkan berbagai alur aktivitas dalam sistem yang dirancang , bagaimana masing-masing alir berawal, decision yang mungkin terjadi dan bagaimana mereka berakhir. Penggambaran activity diagram memiliki kemiripan dengan flowchart diagram. Activity diagram memodelkan event-event yang terjadi pada Use Case dan digunakan untuk pemodelan aspek dinamis dari sistem.



Gambar 4. 2 Activity Diagram Yang Dirancang

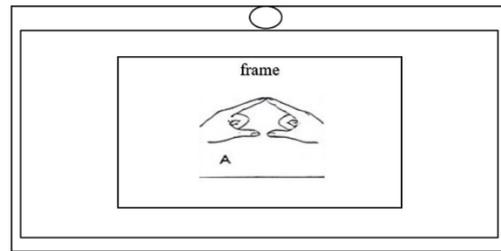
5. Perancangan Antarmuka

Pada rancangan ini terdapat tahapan yang rancangan form, didalam membangun “Deteksi Alfabet Bahasa Isyarat Indonesia menggunakan Mediapipe Holistic Secara Realtime.

5.1 Perancangan Frame Kamera

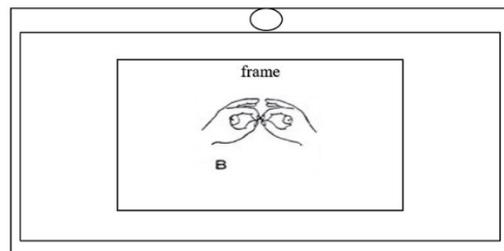
Perancangan frame kamera digunakan untuk mempermudah pengguna untuk berinteraksi dengan sistem yang telah dibuat. Diantaranya sebagai berikut.

- a. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf A



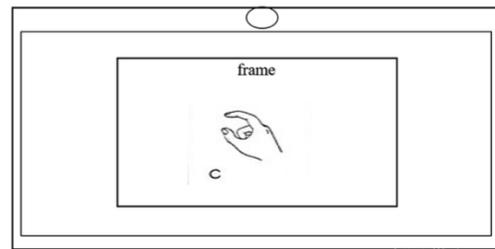
Gambar 4. 5 Deteksi Bahasa Isyarat A

- b. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf B



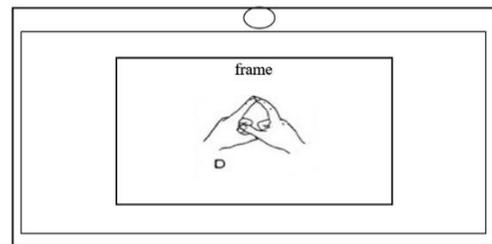
Gambar 4. 6 Deteksi Bahasa Isyarat Huruf B

- c. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf C



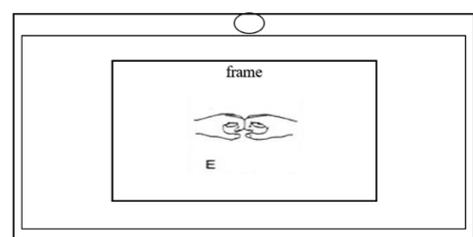
Gambar 4. 7 Deteksi Bahasa Isyarat Huruf C

- d. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf D



Gambar 4. 8 Deteksi Bahasa Isyarat Huruf D

- e. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf E



Gambar 4. 9 Deteksi Bahasa Isyarat Huruf E

6. Kebutuhan Fungsional

6.1 Kebutuhan Perangkat Lunak

Untuk mendukung kebutuhan sistem yang diusulkan agar berjalan dengan optimal, dibutuhkan software pengolahan data, adapun perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung pembuatan sistem adalah sebagai berikut :

1. Sistem Operasi : Windows
2. Pemrograman : Python
3. Web Server

6.2 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras digunakan sebagai media untuk menjalankan perangkat lunak (software) dan peralatan ini berfungsi untuk menjalankan perintah atau intruksi yang diberikan dan menghasilkan output dalam bentuk informasi untuk dimanfaatkan oleh pengguna sebagai laporan.

Adapun perangkat keras yang digunakan untuk mendukung pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan Minimal

Kebutuhan minimal perangkat keras yang dapat digunakan untuk mendukung pembuatan sistem ini sebagai berikut :

1. Processor : Intel(R) Celeron (R) CPU N3050 @ 1.60GHz (2CPU's)
2. Memory : RAM 4 GB DDR3
3. Keyboard dan Monitor
4. Webcam Havit

b. Kebutuhan yang disarankan.

Kebutuhan perangkat keras yang disarankan untuk digunakan sebagai pendukung pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Processor : Intel Core I7 – 8700K
2. Memory : RAM 8GB DDR 4
3. Mouse, Keyboard dan Monitor

6.3 Antarmuka (interface)

Hasil antarmuka yang di bangun oleh penulis dalam pendeteksian bahasa isyarat Indonesia menggunakan mediapipe holistic secara realtime, Studi Kasus : Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO).

a. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf A



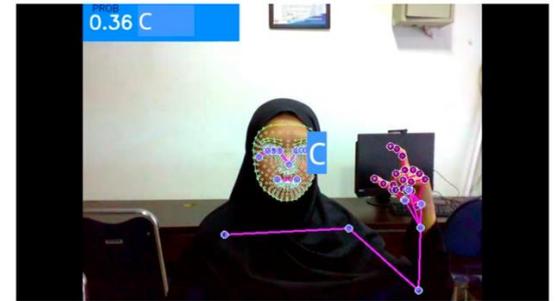
Gambar 5. 1 Deteksi BISINDO Huruf A

b. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf B



Gambar 5. 2 Deteksi BISINDO Huruf B

c. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf C



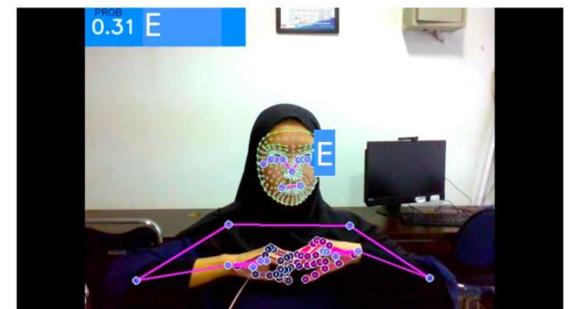
Gambar 5. 3 Deteksi BISINDO Huruf C

d. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf D



Gambar 5. 4 Deteksi BISINDO Huruf D

e. Tampilan Gambar Pendeteksian Bahasa Isyarat Huruf E



Gambar 5. 5 Deteksi BISINDO Huruf E

6.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini menggunakan metode black box berfokus pada pesyaratan fungsional perangkat lunak yang dibuat. Berikut ini tabel yang menggambarkan metode pengujian black box pada beberapa form.

Tabel 5. 1 Pengujian

Tes Gambar	Alfabet	Deteksi Bahasa Isyarat
	N	Berhasil mendeteksi alfabet N dengan nilai akurasi 0.29
	Z	Berhasil mendeteksi alfabet Z Dengan nilai akurasi 0.56
	W	Berhasil mendeteksi alfabet W Dengan nilai akurasi 0.37

[4] Widya Apriliah, I. k. (2021). Prediksi Kemungkinan Diabetes pada Tahap Awal menggunakan algoritma klasifikasi random forest. *Jurnal sistem informasi* , 10, 4.

[5] Rahayu, M. I., Jayusman, Y., & Erdiyana, A. (2015). DETEKSI JARI TANGAN BERBASIS KAMERA UNTUK PENGENDALIAN ALAT MUSIK ANGKLUNG. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 4(2), 17–22.

7. Kesimpulan

Dari berbagai penjelasan yang di paparkan dalam laporan ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem deteksi pengenalan alfabet BISINDO dapat dijadikan sebagai media pembelajaran untuk masyarakat dalam mengenal bahasa isyarat.

8. Saran

Pendeteksian bahasa isyarat Indonesia menggunakan mediapipe holistic secara realtime, telah selesai di bangun, tentunya masih terdapat banyak kekurangan. Berikut saran pengembangan sistem yang akan meningkatkan kinerja sistem deteksi bahasa isyarat :

1. Mengembangkan sistem agar dapat menjadi dua arah antara penyandang tuna rungu atau tuna wicara dengan masyarakat.
2. Dapat di tambahkan dataset ataupun kosa kata yang lebih banyak untuk mengoptimalkan penggunaan sistem.
3. Dapat menambahkan fitur yang lebih menarik dan dibutuhkan.

Daftar Pustaka

Husna Moetia Putri, F. ., (2020.). Pendeteksi bahasa isyarat indonesia secara real-time menggunakan long shot-term memory(LTSM). 3.

[2] Arham Rahim, K. E. (2020). CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI Teknik Informatika, 10, 11.

[3] Royani Darma Nurfita, G. A. (2020). IMPLEMENTASI DEEPLARNING BERBASIS TENSORFLOWUNTUK PENGENALAN SIDIK JARI. *Jurnal Teknik Elektro*, 18, 23.