

Deteksi Kode *Signal For Help* Pada Gestur Tangan Menggunakan *OpenCV*

Ahmad Robet Nailul Author¹, R.Much Ardiansyah Putra², Servina Hoar Seran³,
Julian Sahertian⁴

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹ahmadnailul18@gmail.com, ²project.ardiansyah@gmail.com, ³servinasr02@gmail.com,

⁴juliansahertian@unpkedri.ac.id

Abstrak – Pengenalan gestur tangan manusia merupakan bidang yang banyak diteliti saat ini, karena pendeteksian dan pengenalan gerakan tangan memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai cara berinteraksi kepada komputer dan mengendalikannya dimasa depan. Pergerakan tangan sangatlah berguna untuk saat ini, karena tingginya tingkat kriminalitas yang terjadi pada saat ini. Sehingga dibutuhkan sistem untuk mendeteksi sinyal bantuan dari korban. Penelitian ini menggunakan library dari bahasa pemrograman python yaitu *OpenCV* dan *Mediapipe*. *OpenCV* diperlukan untuk memunculkan visual pada program python, dan *Mediapipe* merupakan sebuah *framework* untuk membangun sebuah multimodal platform video, audio atau data berjalan lainnya. Hasil dari sistem ini adalah pendeteksian kode *signal for help* yang menghasilkan nilai MAPE 94.52% dan nilai MAP 100%.

Kata Kunci — *Hand Gesture Recognition, Kode Signal For Help, Mediapipe, OpenCV.*

1. PENDAHULUAN

Kriminalitas merupakan suatu tindakan negatif yang mengancam keamanan, kenyamanan serta merugikan masyarakat. Pada masa ini masih begitu banyak tindak kriminal yang terjadi bahkan di tempat umum yang sering dijumpai. Kejahatan jalanan ini pada umumnya berbentuk kejahatan secara fisik seperti penembakan, pencurian, perampokan, begal, dan bahkan pembunuhan [1]. Penyebab terjadinya kriminalitas tidak disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Faktor tersebut diantaranya faktor internal yang meliputi faktor kebutuhan ekonomi yang mendesak, faktor ketenagakerjaan (pengangguran atau memiliki pekerjaan), dan faktor taraf kesejahteraan. Faktor eksternal meliputi faktor pendidikan, dan faktor pergaulan atau pengaruh lingkungan [2]. Berdasarkan data registrasi Polri jumlah kejahatan di Indonesia mengalami kenaikan drastis pada tahun 2022 yaitu mencapai 372.965 kejadian, setelah sebelumnya pada tahun 2021 angka kejahatan sejumlah 239.481 kejadian[3].

Kode “*Signal For Help*” diciptakan oleh Canadian Women’s Foundation untuk membantu seseorang yang mengalami kekerasan secara gender [4]. Canadian Womens’s Foundation menciptakan Sinyal Bantuan gerakan satu tangan yang tidak dapat dilacak dan tidak kentara yang dirancang sebagai gerakan tangan berkelanjutan yang dapat dengan mudah terlihat melalui panggilan video. Sinyal ini melibatkan mengangkat tangan anda ke kamera dengan ibu jari diselipkan ke telapak tangan, melipat jari-jari ke bawah dan menjepit ibu jari di antara jari-jari anda. Artinya “jangkau aku dengan aman”[5]. Dalam penelitian ini menggunakan *OpenCV* sebagai media *library*. *OpenCV* digunakan untuk memproses serta menganalisis gambar, *OpenCV* merupakan *library computer vision* yang bersifat *open source* dan sangat populer [6]. *OpenCV* dapat dimanfaatkan pada beberapa aplikasi seperti tracking gerakan, pemrosesan gambar, *mobile robotics*, dan pengenalan gestur [7]. Selain itu juga terdapat *Mediapipe* sebagai *framework* yang berfungsi untuk membangun sebuah aplikasi yang berfokus pada inovasi *computer vision* seperti *image processing* dan kecerdasan buatan [8].

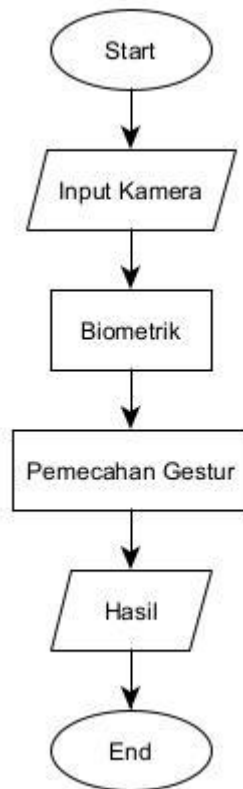
Dari salah satu penelitian tentang *OpenCV* dan *Mediapipe* yang berjudul “Pengenalan Gestur Gerakan Jari Untuk Mengontrol Volume di Komputer Menggunakan *OpenCV* dan *Mediapipe*” yang diteliti oleh Saiful Nur Budiman dkk. pada tahun 2022. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa *OpenCV* dan *Mediapipe* dapat melakukan *mapping landmark keypoint localization* jari tangan yang cukup akurat dan *real-time*. Hasil dari pengujian akurasi tersebut memperoleh nilai 88,98% [9]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ria Amelia Shinta Putricia Hendra dkk. pada tahun 2024 yang berjudul “*Full-Body Tracking Berbasis OpenCV dan Mediapipe Untuk Interaksi Objek Virtual*”. Setelah dilakukan pengujian, sistem ini dapat mendeteksi 31,2 dari 33 *landmark* dengan skor kepercayaan hingga 92% pada perangkat yang memiliki spesifikasi menengah [10].

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan peneliti tertarik untuk merancang sistem deteksi kode “*Signal For Help*” pada Gestur Tangan menggunakan *OpenCV*. Dengan begitu penelitian ini bertujuan untuk membantu

meningkatkan keamanan dan kenyamanan di lingkungan masyarakat dengan gerakan tangan berkelanjutan yang dapat dengan mudah terlihat di kamera panggilan pada *smartphone*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dijelaskan pada sturuktur bagan *flowchart* yang menunjukkan alur tentang kode *signal for help* hingga proses penentuan hasil deteksi sinyal. Gambar 1 terdapat data *real-time* dimana pengambilan datanya secara *real-time*, kemudian untuk biometrik, data yang sudah dimasukkan kedalam tahap training diuji coba dengan menggunakan *hand gestrure recognition*, untuk menentukan *keypoint* pada tangan dibutuhkan proses *landmark library* ini untuk menentukan *keypoint* [11]. *Library* yang digunakan pada proses analisa ini adalah *Mediapipe* dan *OpenCV*.



Gambar 1. Flowchart Hand Gesture Recognition

2.1 Input Gambar

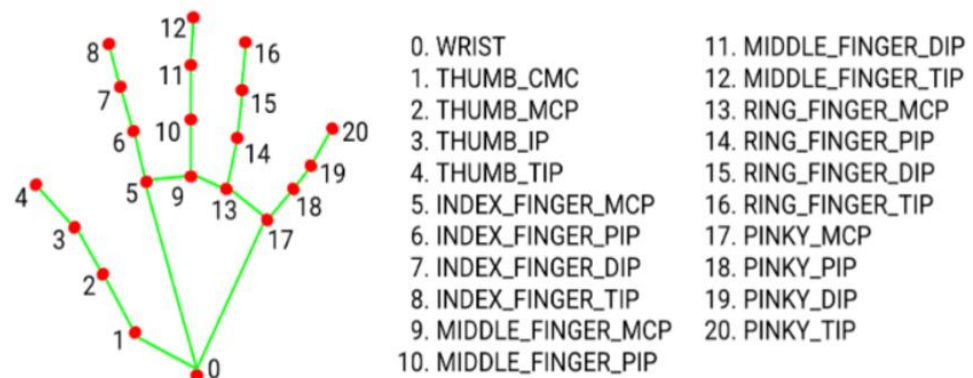
Pada bagian ini *input* gambar digunakan untuk mengenali objek yang dideteksi pada webcam laptop. Kemudian tahap pemindaian telapak tangan dilakukan secara *real-time* dan akan menghasilkan *landmark point* beserta hasil kode *signal for help*. Setelah pendeteksian kode sinyal dihentikan pada *OpenCV* maka akan keluar hasil akurasi MAPE dan MAP dari deteksi tersebut.

2.2 Biometrik

Pada gambar 2 menunjukkan representasi struktur tangan manusia yang digunakan dalam pendeteksian gerakan tangan. Ada 21 titik yang diidentifikasi dari nomor 0 hingga 20 titik. Setiap titik memiliki label yang menjelaskan bagian telapak tangan.

Mencapai lokalisasi titik kunci yang tepat dari 21 titik kunci dengan koordinat buku jari tangan 3D yang dilakukan di dalam wilayah tangan yang terdeteksi melalui regresi yang akan menghasilkan prediksi koordinat secara langsung yang merupakan model dari *landmark* tangan di *Mediapipe* [12].

Setiap buku jari tangan dari *landmark* memiliki koordinat yang terdiri dari x, y, dan z di mana x dan y dinormalisasi ke [0,0, 1,0] dengan lebar dan tinggi gambar, sedangkan z merepresentasikan kedalaman *landmark*. Kedalaman *landmark* yang dapat ditemukan di pergelangan tangan menjadi patokan. Semakin dekat *landmark* ke kamera, nilainya semakin kecil [12].



Gambar 2. Struktur Keypoint Hand *Landmark* [12]

2.3 Kode *Signal For Help*



Gambar 3. Kode *Signal For Help* [13]

Pada tanggal 14 April 2020 Canadian Women's Foundation memperkenalkan kode “*Signal For Help*” di Kanada, serta tanggal 28 April 2020 oleh Women's Funding Network (WFN) di Amerika Serikat [14]. Dalam penggunaan kode “*Signal For Help*”, seseorang harus melakukan angkat tangan dengan ibu jari diselipkan ke telapak tangan, lalu melipat jari-jari kebawah. Sinyal ini sengaja dirancang sebagai gerakan tangan tunggal yang berkesinambungan, bukan sebagai tanda yang dipegang dalam satu posisi, yang dapat dibuat mudah terlihat [15]. Kode “*Signal For Help*” ini penting karena efektif, mudah diingat dan dipelajari untuk membantu individu mencari bantuan jika sewaktu-waktu mengalami masalah kekerasan [16].

2.4 *OpenCV*

OpenCV (Open Source Computer Vision Library), adalah sebuah library open source yang dikembangkan oleh intel yang fokus untuk menyederhanakan programing terkait citra digital [17]. Library ini digunakan sebagian besar untuk pengolahan citra atau gambar secara real-time. *OpenCV* pertama kali dibuat oleh Intel pada tahun 1999 oleh Gary Bradsky dan mulai dirilis keluar pada tahun 2000. Saat ini, *OpenCV* telah mendukung banyak algoritma yang terkait dengan Computer Vision dan Machine Learning. Bahasa yang biasa digunakan untuk membuat program *OpenCV* adalah Python, hal ini dikarenakan Bahasa Python memiliki *syntax* yang sangat lengkap namun simpel dan mudah dipahami [18].

OpenCV juga menggunakan numpy. Numpy merupakan salah satu library python yang digunakan untuk mengimplementasi array dan matriks multidimensi bersama dengan operasi matematika tingkat tinggi. *OpenCV* terutama digunakan untuk menangkap data dari video langsung karena *OpenCV* berfokus pada pemrosesan gambar dan video yang ditangkap. Pada penelitian ini *OpenCV* difokuskan terutama dalam menangkap objek berupa video. *OpenCV* mencakup struktur data dasar seperti skalar, point dan lain-lain yang digunakan untuk membangun aplikasi *OpenCV*. Library *OpenCV* di import ke bahasa pemrograman python menggunakan kode ‘import cv2’ [8].

2.5 *Mediapipe*

Mediapipe merupakan sebuah framework yang dirancang dengan cara mengimplementasikan kecerdasan buatan kedalam aplikasi yang akan dibangun [9]. *Mediapipe* memiliki koleksi besar model

deteksi dan pelacakan tubuh manusia yang dilatih pada dataset Google yang sangat besar dan paling beragam. Sebagai kerangka simpul dan tepi atau *landmarks*, mereka melacak titik kunci di berbagai bagian tubuh. Semua titik koordinat dinormalisasi dalam tiga dimensi [19]. 21 titik kunci 3D yang mewakili tangan dapat diubah menjadi koordinat relatif dengan memilih pusat telapak tangan (atau pergelangan tangan) sebagai titik referensi. Kemudian untuk setiap titik kunci, kurangi koordinat pusat telapak tangan dari koordinat titik kunci dengan menggunakan persamaan. Normalisasi koordinat relatif dengan mengikuti langkah-langkah yang dijelaskan pada paragraf berikutnya, kemudian ratakan koordinat yang dinormalisasi menjadi vektor 2D [20]. Dengan menggunakan koordinat relatif, maka dapat membuat *hand gesture recognition* lebih adaptif terhadap perubahan ukuran dan orientasi tangan [21].

2.6 Analisis Kebutuhan

Berikut ini merupakan beberapa kebutuhan yang diperlukan pada penelitian, yaitu:

a. Analisis Kebutuhan Sistem

Tabel 1. Analisa kebutuhan sistem

No	Aktor	Nama Proses	Deskripsi Proses
1	Korban	Kode <i>signal for help</i>	Mengirim kode sinyal bantuan menggunakan gestur tangan.
2	Penyelamat	Mendeteksi kode <i>signal for help</i>	Menerima kode sinyal bantuan dari korban
3	Pelaku	Tindak kriminal	Melakukan tindakan kriminal kepada korban

b. Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut ini merupakan spesifikasi kebutuhan yang diperlukan untuk menjalankan sistem deteksi kode *signal for help*, diantaranya :

- 1) Laptop/ Komputer, Acer Nitro ANV15-51
- 2) Processor, 13th Gen Intel® core™ i5-13420H (12CPUs), ~2.1GHz
- 3) Memory, 8GB

c. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Berikut ini adalah beberapa *software* yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya:

- 1) Visual Studio Code adalah *tool* yang digunakan untuk menulis dan mengerjakan pada kode bahasa pemrograman.
- 2) Bahasa pemrograman *Python*.
- 3) *Library* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *OpenCV* dan *mediapipe*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Input Gambar

Pada gambar 4 adalah kode untuk menampilkan webcam laptop pada kode *signal for help* secara *real-time*. Tujuannya agar webcam laptop dapat menangkap *keypoint hand landmark* pada gestur telapak tangan. Kemudian pada gambar 5 adalah hasil dari *output* kode *input* gambar.

```
import cv2
import mediapipe as mp
import numpy as np
from sklearn.metrics import confusion_matrix, ConfusionMatrixDisplay
from sklearn.metrics import average_precision_score, mean_absolute_percentage_error

# Inisialisasi MediaPipe Hands dan Drawing utils
mp_hands = mp.solutions.hands
mp_drawing = mp.solutions.drawing_utils
hands = mp_hands.Hands(min_detection_confidence=0.7, min_tracking_confidence=0.5)

# Variabel untuk menyimpan prediksi dan label asli
true_labels = []
predicted_labels = []

def detect_sos_gesture(landmarks):
    finger_tips = [landmarks[8][1], landmarks[12][1], landmarks[16][1], landmarks[20][1]]
    thumb_tip = landmarks[4][1]
    index_base = landmarks[5][1]
    thumb_folded = thumb_tip > index_base
    closed_fingers = [finger_tips[i] > landmarks[6 + 4 * i][1] for i in range(4)]

    if thumb_folded and all(closed_fingers):
        return "Sinyal Terdeteksi"
    return "Tidak Terdeteksi"

cap = cv2.VideoCapture(0)
cv2.namedWindow("Hand Gesture Recognition", cv2.WINDOW_NORMAL)
cv2.resizeWindow("Hand Gesture Recognition", 1280, 720) # Mengatur ukuran window
```

Gambar 4. Kode *Input* Gambar



Gambar 5. Output Kode *Input* Gambar

3.2 Biometrik

Pada gambar 5 terdapat 16 data biometrik telapak tangan dengan pola yang berbeda-beda dengan hasil *output* kode sinyal tidak terdeteksi. Kemudian pada gambar 6 terdapat 1 data biometrik yang menunjukkan gestur tangan menggenggam dimana ibu jari dijepit oleh 4 jari lainnya.



Gambar 6. Kode Biometrik Sinyal Tidak Terdeteksi



Gambar 7. Kode Biometrik Sinyal Terdeteksi

3.3 Kode *Signal For Help*

Pada gambar 8 dan 9 dibawah ini adalah hasil dari deteksi kode *signal for help* yang telah dijalankan secara *real-time*. Pada gambar 8 menunjukkan beberapa gestur telapak tangan yang menyatakan sinyal tidak terdeteksi. Sedangkan pada gambar 9 menunjukkan jika gestur tangan dengan ibu jari digenggam oleh empat jari lainnya maka menyatakan sinyal terdeteksi yang berarti terdapat tanda yang membutuhkan bantuan.



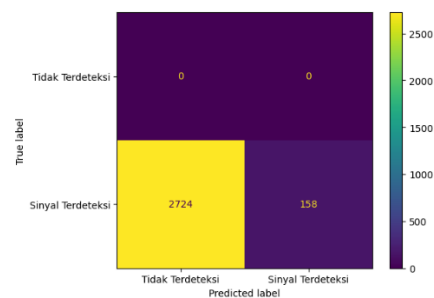
Gambar 8. Sinyal Tidak Terdeteksi



Gambar 9. Sinyal Terdeteksi

3.4 *Confusion Matrix*

Gambar 7 ialah *confusion matrix* dari set uji model deteksi kode *sign for help* yang menggunakan *mediapipe*. *Confusion matrix* adalah matriks yang menggambarkan performa model klasifikasi dengan membandingkan prediksi model terhadap label sebenarnya [20]. Dari matriks dibawah ini disimpulkan jika model memiliki kemampuan klasifikasi yang sangat baik ketika pengujian data.



Gambar 10. Confusion matrix

4. SIMPULAN

Penelitian ini memiliki tujuan untuk membantu individu yang sedang mengalami kekerasan secara fisik dengan memanfaatkan *OpenCV* dan *Mediapipe*. Pengambilan gambar ditangkap secara *real-time* dengan hasil *output* yang ditentukan oleh webcam laptop. Dalam pengujian data ini ada sebanyak 16 dataset training yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 94,52% dan nilai MAP sebesar 100% yang berarti memiliki nilai akurasi yang sangat baik. Sehingga dapat diartikan penggunaan sistem deteksi kode *signal for help* ini memudahkan korban yang sedang terancam untuk meminta pertolongan kepada penerima pesan sinyal dengan jangkauan yang aman. Selain itu juga mengurangi resiko terjadinya hal yang tidak diinginkan serta membantu mengurangi angka tindakan kriminalitas dilingkungan masyarakat.

5. SARAN

Penelitian ini masih memiliki cukup banyak kekurangan, yang mana diharapkan dapat diperbaiki serta ditingkatkan lagi pada masa depan. Peneliti berharap agar penelitian selanjutnya dapat menambahkan metode seperti metode SVM (*Support Vector Machine*) atau metode YOLO (*You Only Look Once*) agar dapat meningkatkan nilai akurasi pada deteksi gerakan tangan. Selain itu peneliti juga mengharapkan adanya inovasi baru agar dapat meningkatkan fungsi dan kemampuan sistem. Inovasi yang dimaksud ialah seperti penambahan fitur alarm, telepon darurat, dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Listiawati, “Memahami Berbagai Macam Bahaya Kejahatan Jalanan (Street Crime) Pada Saat Masa Pandemi Covid-19 di Indonesia,” Roy Dwi Oktaviandi. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://pid.kepri.polri.go.id/memahami-berbagai-macam-bahaya-kejahatan-jalanan-street-crime-pada-saat-masa-pandemi-covid-19-di-indonesia/>
- [2] A. D. Putra, G. Stevi Martha, M. Fikram, R. J. Yuhan, and P. S. Stis, “Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tingkat Kriminalitas di Indonesia Tahun 2018,” *Indones. J. Appl. Stat.*, vol. 3, no. 2, pp. 123–131, 2020.
- [3] Dithansos, “Statistik Kriminal 2023,” Jakarta, 2023. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/12/5edba2b0fe5429a0f232c736/statistik-kriminal-2023.html>
- [4] CWF, “Signal For Help | Use Signal to Ask for Help | Canadian Women’s Foundation,” Canadian Women’s Foundation. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://canadianwomen.org/signal-for-help/>
- [5] TBWA, “Signal for Help - TBWA Worldwide Site,” The Disruption Company. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://tbwa.com/work/signal-for-help/>
- [6] N. Boyko, O. Basystiuk, and N. Shakhovska, “Performance Evaluation and Comparison of Software for Face Recognition, Based on Dlib and Opencv Library,” in *Proceedings of the 2018 IEEE 2nd International Conference on Data Stream Mining and Processing, DSMP 2018*, Lviv: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018, pp. 478–482. doi: 10.1109/DSMP.2018.8478556.
- [7] B. Santoso and R. P. Kristianto, “IMPLEMENTASI PENGGUNAAN OPENCV PADA FACE RECOGNITION UNTUK SISTEM PRESENSI PERKULIAHAN MAHASISWA,” *Sist. J. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 352–361, May 2020, doi: 10.32520/stmsi.v9i2.822.
- [8] A. M. Chalik, A. Qowiy, F. Hanafi, and A. Nuraminah, “Mouse Tracking Tangan dengan Klasifikasi Gestur Menggunakan OpenCV dan Mediapipe,” *J. Ilm. Tek. Inform. dan Komun.*, vol. 1, no. 2, pp. 10–18, 2021,

- [Online]. Available: <http://journal.sinov.id/index.php/juitik/indexHalamanUTAMAJurnal:https://journal.sinov.id/index.php>
- [9] S. Nur Budiman, S. Lestanti, S. Marselius Evvandri, and R. Kartika Putri, “PENGENALAN GESTUR GERAKAN JARI UNTUK MENGONTROL VOLUME DI KOMPUTER MENGGUNAKAN LIBRARY OPENCV DAN MEDIAPIPE,” *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 16, no. 2, pp. 223–232, Nov. 2022, doi: 10.35457/antivirus.v16i2.2508.
- [10] R. A. S. P. Hendra, V. Prapatoni, B. A. Arryanto, and A. P. Sari, “Full-Body Tracking Berbasis OpenCV dan MediaPipe untuk Interaksi Objek Virtual,” *J. Multidiscip. Inq. Sci. Technol. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 2120–2034, 2024, doi: 10.32672/mister.v1i4.2212.
- [11] A. Hasyim Nur’azizan, A. Riqza Ardiansyah, and R. Fernandis, “Implementasi Deteksi Bahasa Isyarat Tangan Menggunakan OpenCV dan MediaPipe,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. DAN SAINS TAHUN*, vol. 3, no. 1, pp. 331–337, 2024, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/4337/3039>
- [12] Indriani, M. Harris, and A. S. Agoes, “Applying Hand Gesture Recognition for User Guide Application Using MediaPipe,” in *Proceedings of the 2nd International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2021)*, Bandung: Atlantis Press, 2021, pp. 101–108. [Online]. Available: <https://www.atlantispress.com/proceedings/issat-21/125963795>
- [13] K. Bilal, “Hand Signal for Help Guide for Kids and Adults,” find my kids. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://findmykids.org/blog/en/help-signs>
- [14] R. Oktari, “Kamu Dalam Situasi Darurat? Bisa Berikan Signal for Help (Sinyal Pertolongan),” indonesia baik.id. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://indonesiabaik.id/infografis/kamu-dalam-situasi-darurat-bisa-berikan-signal-for-help-sinyal-pertolongan>
- [15] WBG, “Signal for Help / Violence at Home Signal for Help,” World Bank Group. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: https://www.worldbank.org/en/work-with-us/hsd/home/signal_for_help
- [16] I. N. Kamalasari, “Signal for Help: Isyarat Diam-diam Minta Tolong,” Radio Republik Indonesia. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.rri.co.id/lain-lain/1008023/signal-for-help-isyarat-diam-diam-minta-tolong>
- [17] H. A. Sidharta, “Introduction to Open CV,” Binus University. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://binus.ac.id/malang/2017/10/introduction-to-open-cv/>
- [18] Crocodic, “Implementasi OpenCV Pada Industri dan Kehidupan Sehari-hari,” Crocodic. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://crocodic.com/implementasi-opencv-pada-industri-dan-kehidupan-sehari-hari/>
- [19] A. Halder and A. Tayade, “Real-time Vernacular Sign Language Recognition using MediaPipe and Machine Learning,” *Int. J. Res. Publ. Rev.*, vol. 2, no. 5, pp. 9–17, 2021, [Online]. Available: www.ijrpr.com
- [20] R. W. L. Therry, A. Junaidi, and A. N. Sihananto, “PROGRAM PENERJEMAH BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO) SECARA REAL TIME MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DAN MEDIAPIPE,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 6, pp. 11642–11649, 2024, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i6.11582>.
- [21] V. Shinde, T. Bacchav, J. Pawar, and M. Sanap, “Hand Gesture Recognition System Using Camera,” *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1628–1633, 2014, [Online]. Available: www.ijert.org