

Penggunaan MediaPipe untuk Pengenalan Gesture Tangan *Real-Time* dalam Pengendalian Presentasi

Amelia Dewi Agustiani¹, Salsabila Maharani Putri², Priyanto Hidayatullah³, Muhammad Rizqi Sholahuddin⁴
¹²³⁴Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung
amelia.dewi.tif421@polban.ac.id¹, salsabila.maharani.tif421@polban.ac.id², priyanto@polban.ac.id³,
muhammad.rizqi@polban.ac.id^{4*}

Abstract

This study addresses the issue of presentation control, which is limited to physical devices such as a mouse or keyboard, often reducing user flexibility. To overcome this, the study proposes the implementation of MediaPipe, an image and video processing framework, for real-time hand gesture recognition. This method enables users to control PowerPoint presentations intuitively through hand movements without physical contact with the device. Control is achieved by detecting and interpreting hand gestures using pattern recognition technology based on neural networks. The study aims to enhance the efficiency and comfort of controlling presentations, particularly in situations requiring remote interaction. The results show that this implementation can respond quickly to gesture changes in various usage conditions. The proposed hand gesture recognition model demonstrates excellent performance, with macro average precision, recall, and F1-score values reaching 97%, contributing to the development of more intuitive and efficient user interfaces

Keywords: Hand Gesture, MediaPipe, Presentation Controller, Neural Networks, Gesture Recognition

Abstrak

Penelitian ini membahas masalah pengendalian presentasi yang terbatas pada penggunaan perangkat fisik seperti mouse atau keyboard, yang sering mengurangi fleksibilitas pengguna. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini mengusulkan implementasi MediaPipe, sebuah framework pengolahan citra dan video, untuk pengenalan gestur tangan secara real-time. Metode ini memungkinkan pengguna mengontrol presentasi PowerPoint secara intuitif melalui gerakan tangan tanpa kontak fisik dengan perangkat. Pengendalian dilakukan dengan mendeteksi dan menginterpretasikan gestur tangan menggunakan teknologi pengenalan pola berbasis jaringan saraf tiruan. Studi ini bertujuan meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam mengendalikan presentasi, khususnya dalam situasi yang membutuhkan interaksi jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan implementasi ini mampu memberikan respons cepat terhadap perubahan gestur dalam berbagai kondisi penggunaan. Model pengenalan gestur tangan yang diusulkan menunjukkan performa sangat baik, dengan nilai macro average precision, recall, dan F1-score masing-masing mencapai 97%, yang berkontribusi pada pengembangan antarmuka pengguna yang lebih intuitif dan efisien.

Kata kunci: Hand Gesture, MediaPipe, Presentation Controller, Neural Networks, Gesture Recognition

I. PENDAHULUAN

Pembicara dan audiens berkomunikasi melalui sebuah presentasi, dimana pembicara menyampaikan informasi yang diharapkan dapat membantu audiens untuk mendapatkan pengetahuan baru. Cara penyampaian informasi ini dapat dilakukan dengan berbagai metode maupun memanfaatkan berbagai alat. Salah satunya yaitu PowerPoint, perangkat lunak yang seringkali dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas presentasi dengan memberi ilustrasi visual yang sesuai [1].

Perkembangan teknologi komputer yang pesat membawa perubahan besar dalam cara manusia berinteraksi dengan sistem komputer. Human machine interaction menjadi semakin ramah terhadap manusia, mereka dapat memonitor interaksinya dengan komputer pada monitor melalui mouse, keyboard [2]. Seiring dengan perkembangan ini, meningkatkan User Interface

menjadi salah satu fokus utama [3]. Hand gesture recognition merupakan salah satu bidang di human-computer interaction (HCI) serta computer vision yang memungkinkan komputer untuk memahami pergerakan dan gesture dari manusia [4]. Hand gesture merupakan cara yang efektif, intuitif dan juga touchless untuk berkomunikasi dengan komputer [5].

Manusia seringkali menggunakan gestur dalam kesehariannya [6]. Dalam konteks presentasi, penggunaan hand gesture recognition untuk mengendalikan PowerPoint menjadi inovasi yang menarik. Gestur, yang merupakan bentuk komunikasi non-verbal melalui gerakan tubuh, terutama tangan, mampu memperjelas informasi dan meningkatkan dampak percakapan atau presentasi [7]. Gestur akan membuat interaksi komputer dengan manusia menjadi lebih menarik dibandingkan dengan text-based [8]. Saat ini, banyak aplikasi telah memanfaatkan hand gesture recognition untuk

mengendalikan perangkat dan sistem secara efektif [9]. Salah satu tren yang menarik perhatian adalah penerapan hand gesture recognition untuk mengendalikan presentasi PowerPoint secara *touchless*.

Penelitian terdahulu telah mengeksplorasi berbagai pendekatan untuk mengintegrasikan teknologi hand gesture recognition dalam presentasi. Sebagian penelitian menggunakan model berbasis sensor perangkat keras atau algoritma tertentu untuk mendukung pengendalian presentasi. Namun, penelitian yang menggunakan MediaPipe sebagai framework utama untuk mendeteksi gestur tangan masih terbatas. Selain itu, meskipun MediaPipe telah diterapkan pada berbagai sistem pengenalan gestur, integrasi teknologi ini dengan aplikasi presentasi seperti PowerPoint belum banyak dijumpai. GAP yang ingin diisi oleh penelitian ini adalah mengembangkan sistem yang memanfaatkan MediaPipe untuk pengenalan gestur tangan sekaligus mengintegrasikannya dengan PowerPoint, sehingga pengguna dapat mengontrol *slide* presentasi secara real-time tanpa menggunakan perangkat input konvensional seperti *mouse* atau *keyboard*.

Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan MediaPipe dalam pengembangan sistem pengenalan gestur tangan secara *real-time*, mengintegrasikannya dengan PowerPoint, serta mengevaluasi performa sistem dalam berbagai kondisi penggunaan untuk memastikan keandalan dan responsivitasnya. Dengan memanfaatkan MediaPipe, penelitian ini diharapkan dapat membantu mengembangkan antarmuka pengguna yang lebih intuitif, dinamis, dan mudah digunakan.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah menawarkan solusi inovatif dengan mengintegrasikan MediaPipe dan PowerPoint untuk menciptakan pengalaman pengguna yang lebih interaktif dan efisien. Pendekatan ini memberikan alternatif yang menarik untuk pengendalian presentasi secara *touchless*, mempermudah pengembang dalam memanfaatkan teknologi MediaPipe, serta membuka peluang pengembangan lebih lanjut di bidang *Human-Computer Interaction*.

II. METODE PENELITIAN

Pengenalan gerakan tangan dengan MediaPipe adalah suatu teknik untuk mengubah input video dengan mempertahankan informasi penting tentang gerakan tangan, sementara gaya atau tekstur visual dari video tersebut diubah [10]. Informasi penting tersebut terkait dengan pengenalan gestur tangan, baik oleh manusia maupun mesin, dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti interaksi manusia dan komputer.

A. Pengumpulan Data

Pemilihan dataset merupakan langkah awal yang penting dalam penelitian ini. Dataset yang digunakan merupakan hasil rekaman gesture tangan dengan menggunakan MediaPipe. MediaPipe menyediakan model untuk mendeteksi *landmark* tangan, dimana model ini mendeteksi posisi tangan dengan 21 *keypoint*. *Keypoint* inilah yang disimpan sebagai dataset untuk melatih model agar bisa mendeteksi *gesture* tangan apa yang sedang dibuat. Ilustrasi *keypoint* dalam mediapipe ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 : *Keypoint Hand Gesture MediaPipe* [11]

Proses pengumpulan data melibatkan beberapa variasi *gesture*. Setiap *gesture* disimpan *keypoint*-nya, masing-masing gestur direkam untuk tangan kanan dan tangan kiri. Gestur yang dipilih ditunjukkan pada Gambar2.

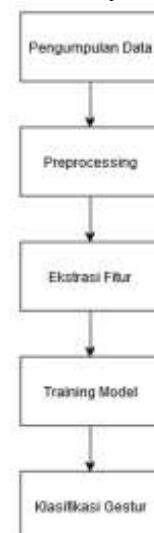


Gambar 2 : Sampel *Gesture* yang Digunakan

Saat pengumpulan data, setiap gestur diberi label dari 0 sampai 3 sebagai index untuk kemudian diberi label nama gesturnya yaitu *Open*, *Close*, *Pointer*, dan *Peace*. Total dataset yang dikumpulkan dan digunakan untuk klasifikasi gestur ini sebanyak 6226 baris data.

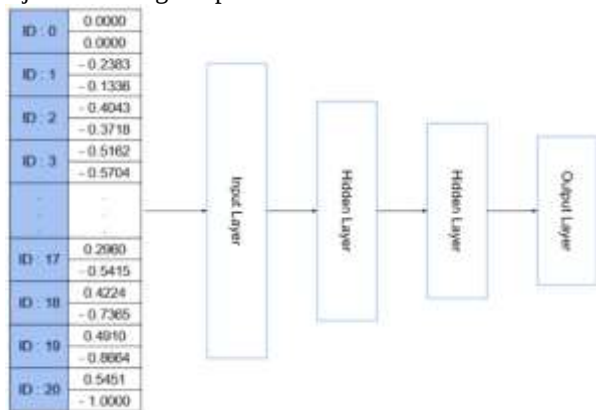
B. Model

Dalam penelitian ini diperlukan model untuk mengenali *gesture* dengan label yang sesuai dengan yang sudah didefinisikan. Diagram blok pada Gambar 3 menjelaskan proses keseluruhan pengenalan gestur tangan dalam penelitian ini. Proses dimulai dari pengambilan data gerakan tangan menggunakan MediaPipe, diikuti oleh ekstraksi fitur berupa koordinat *keypoint*, pelatihan model neural network, hingga klasifikasi gestur berdasarkan probabilitas output.



Gambar 3 : Proses *Pattern Recognition*

Model untuk mengenali gestur dan labelnya dibuat dengan *neural network* yang ditunjukkan pada Gambar 4. Ketika pengumpulan data, satu *gesture* data yang disimpan itu merupakan koordinat dari semua *keypoint* dari *keypoint* 0 hingga 20. Data dari *keypoint* ini yang dijadikan sebagai input untuk train model.



Gambar 4 : Struktur Model [12]

Dataset yang digunakan untuk *training* dan menguji model merupakan data *keypoint* dari gestur yang didapatkan dari MediaPipe yang disimpan dalam csv saat pengumpulan data. Data *train* yang digunakan sebanyak 75% dan data test sebanyak 25% dari dataset yang ada.

Proses pelatihan model dimulai dengan membangun arsitektur jaringan saraf menggunakan TensorFlow Keras. Model dibuat dalam bentuk sekuensial dengan beberapa lapisan untuk memproses input data. Lapisan pertama menerima vektor dengan dimensi 21×2 , yang merupakan data koordinat x dan y dari 21 *keypoint* tangan. Untuk mencegah *overfitting*, dua lapisan *dropout* diterapkan dengan probabilitas masing-masing 0,2 dan 0,4. Model juga memiliki dua lapisan *dense* (*fully connected*) dengan masing-masing 20 dan 10 *neuron*, menggunakan fungsi aktivasi ReLU untuk menangkap pola *non-linear*. Lapisan keluaran menggunakan fungsi aktivasi *softmax* dengan jumlah *neuron* yang sesuai dengan jumlah kelas yaitu 4, untuk mengklasifikasikan gestur tangan berdasarkan probabilitas.

Model dikompilasi menggunakan *Adam optimizer*, yang merupakan algoritma pembaruan bobot yang efisien, serta fungsi *loss sparse categorical crossentropy*, karena data label diberikan dalam format *integer*. Metrik *accuracy* dipilih untuk memantau performa model selama pelatihan. Proses pelatihan dilakukan hingga maksimal 1000 *epoch*, dengan dua *callback* yang digunakan dalam proses ini adalah *ModelCheckpoint* untuk menyimpan bobot model terbaik secara otomatis setelah setiap *epoch*, dan *EarlyStopping* dengan toleransi 20 *epoch* untuk menghentikan pelatihan jika performa validasi tidak meningkat, sehingga menghindari *overfitting*. Dengan konfigurasi ini, model dapat dilatih secara optimal untuk mengenali gestur tangan berdasarkan dataset yang tersedia.

III. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi penggunaan metode pengenalan gestur tangan dengan memanfaatkan teknologi MediaPipe. MediaPipe merupakan *framework open source* yang disediakan oleh Google [13]. MediaPipe akan mempermudah *developer*

untuk menciptakan aplikasi *real time* seperti *Hand Tracking* dan *Pose Estimation* [3]. Dalam penelitian ini MediaPipe digunakan untuk *Hand Tracking Landmark* untuk *gesture recognition*, sementara pengambilan gambar dari *webcam* dilakukan menggunakan OpenCV [14] [15] [16]. Dengan menggunakan metode *hand gesture recognition*, penelitian ini berfokus pada pengembangan sebuah sistem yang memungkinkan pengguna untuk mengendalikan fungsi PowerPoint dengan gerakan tangan.

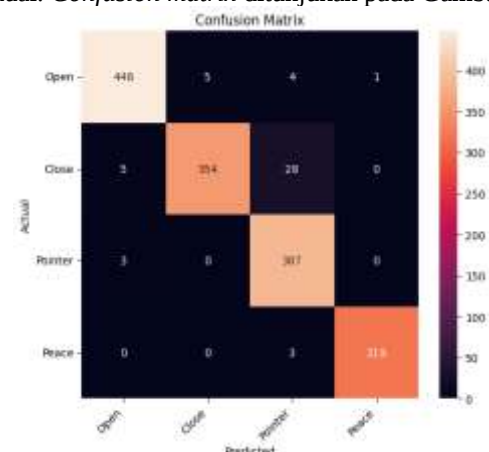
A. Hasil

1. Pengenalan Gestur Tangan dengan MediaPipe

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan MediaPipe dalam mengenali gestur tangan secara *real-time*. Hasil menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi dan menginterpretasikan gestur tangan yang beragam. Setiap gestur dapat diidentifikasi dengan tepat, seiring dengan kecepatan respons yang memadai terhadap perubahan gestur. Hal ini mengindikasikan bahwa MediaPipe berhasil diimplementasikan secara efektif untuk pengenalan gestur tangan pada aplikasi Power Point.

2. Visualisasi Data Pengenalan

Dalam menganalisis hasil pengenalan gestur tangan dengan MediaPipe, *confusion matrix* diatas memperlihatkan tingkat akurasi untuk masing-masing *gesture*. *Confusion matrix* ini mengilustrasikan sejauh mana MediaPipe berhasil mengenali setiap gestur secara individual. *Confusion matrix* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 : Confusion Matrix

Berdasarkan visualisasi *Confusion matrix* di atas, terlihat bahwa masing-masing kelas gestur berhasil diklasifikasi sesuai dengan yang diharapkan dengan nilai yang ada di bagian diagonalnya yang paling besar. Kesesuaian tersebut juga dapat dilihat dari detail evaluasi klasifikasi tiap kelas pada Tabel 1.

Tabel 1 : Evaluasi Setiap Kelas Gestur

Label	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)
Open	98	98	98
Close	99	91	95
Pointer	92	99	95
Peace	100	99	99
Macro Average	97	97	97

Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa model klasifikasi berhasil mengklasifikasi kelas gestur tangan dengan baik. Secara khusus, analisis berikut dapat dijelaskan dari tabel:

- Kelas "*Peace*" memiliki performa terbaik dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* hampir sempurna, masing-masing mencapai 100%, 99%, dan 99%. Hal ini menunjukkan bahwa gestur ini mudah dikenali oleh model dan memiliki karakteristik yang paling konsisten dibandingkan kelas lainnya.
- Kelas "*Close*" menunjukkan perbedaan terbesar antara *precision* dan *recall*, di mana *precision* mencapai 99%, tetapi *recall* hanya 91%. Fenomena ini menunjukkan bahwa model sangat baik dalam mengenali "*Close*" ketika benar-benar terjadi (*minim false positive*), tetapi sering kali gagal mengenali gestur ini ketika memang ada (*false negative* lebih tinggi). Ini dapat disebabkan oleh kemiripan gestur "*Close*" dengan kelas lainnya yang mengganggu model.
- Kelas "*Pointer*" memiliki *precision* yang lebih rendah (92%) dibandingkan *recall* (99%), menunjukkan bahwa meskipun model dapat mendeteksi hampir semua gestur "*Pointer*" dengan baik, model kadang salah mengklasifikasikan gestur lainnya sebagai "*Pointer*" (*false positive* lebih tinggi).
- Kelas "*Open*" memiliki performa yang konsisten, dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* semuanya sebesar 98%. Hal ini menandakan bahwa gestur ini memiliki tingkat kesalahan yang rendah baik dalam mendeteksi maupun dalam mengklasifikasi.

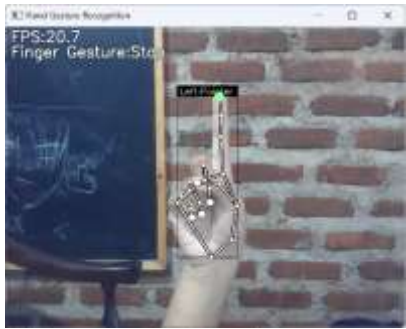
Secara keseluruhan, nilai *macro average precision*, *recall*, dan *F1-score* masing-masing sebesar 97% menunjukkan bahwa model secara umum memiliki performa yang sangat baik dalam mengenali gestur tangan. Variasi antar kelas memberikan wawasan penting terkait tantangan spesifik dalam pengenalan gestur tertentu, seperti kemiripan antara gestur atau variasi yang mungkin terjadi dalam gerakan pengguna. Analisis ini mengindikasikan bahwa sistem ini memiliki potensi yang kuat untuk mendukung pengembangan antarmuka berbasis gestur tangan dengan akurasi yang tinggi dan pengalaman pengguna yang intuitif.

3. Sampel Tangkapan Layar Pengenalan *Gesture*

Dalam menjelajahi hasil pengenalan gestur tangan oleh MediaPipe, beberapa sampel tangkapan layar menggambarkan secara langsung kemampuan sistem dalam mengartikan gerakan tangan pengguna. Berikut ini merupakan hasil pengenalan gestur yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 : Sample Tangkapan Layar Pengenalan *Gesture*

No.	Nama Gestur	Hasil Pengenalan
1.	<i>Open</i>	
		Tangan Kanan
		
		Tangan Kiri
2.	<i>Close</i>	
		Tangan Kanan
		
		Tangan Kiri
3.	<i>Pointer</i>	
		Tangan Kanan

No.	Nama Gestur	Hasil Pengenalan
		 Tangan Kiri
4.	Peace	 Tangan Kanan  Tangan Kiri

B. Integrasi MediaPipe dalam Aplikasi PowerPoint

Dalam langkah integrasi MediaPipe ke dalam Aplikasi PowerPoint, *framework* MediaPipe diimplementasikan sebagai bagian integral dari sistem kontrol PowerPoint. Melalui pengembangan antarmuka yang responsif, pengguna dapat menggunakan gestur tangan untuk mengendalikan fungsi-fungsi aplikasi. MediaPipe memainkan peran kunci dalam proses pengenalan gestur secara *real-time*, memfasilitasi pengalaman pengguna yang intuitif. Tabel 3 berisikan fitur yang dapat digunakan pada setiap gestur.

Tabel 3 : List Fitur

No.	Nama Gesture	Nama Fitur
1	Open	Slideshow

No.	Nama Gesture	Nama Fitur
		
2	Close	Mengakhiri slideshow 
3	Pointer	Kembali ke slide sebelumnya Sebelum:  Sesudah: 
4	Peace	Slide selanjutnya Sebelum:  Sesudah: 

IV. PEMBAHASAN

Penggunaan MediaPipe memberikan kontribusi baik bagi pengguna dalam mengontrol presentasi, diantaranya:

1. Responsivitas Antarmuka

Implementasi gestur meningkatkan responsivitas komputer, dengan membuat *control* dengan *touchless*. Sehingga membuat pengontrolan bisa lebih cepat.

2. Interaktivitas Intuitif

Gestur yang digunakan dibuat agar lebih mudah dipahami, sehingga membuat pengontrolan presentasi terasa lebih natural.

3. Peningkatan Pengalaman Pengguna

Penggunaan gestur tangan membuat pengalaman pengguna yang lebih menarik, karena pengguna bisa mengontrol presentasi secara lebih dinamis.

4. Dukungan untuk Fitur Tambahan

Penggunaan *framework* MediaPipe juga memungkinkan adanya penambahan fitur di masa depan seperti menggambar, *screenshot slide*.

Namun, terdapat beberapa kelemahan yang teridentifikasi dalam sistem ini. Salah satu kelemahannya adalah sistem hanya mampu mengenali gestur statis untuk mengontrol *slide*. Hal ini membatasi variasi kontrol yang dapat digunakan dan mengurangi fleksibilitas dalam pengoperasian presentasi. Selain itu, akurasi sistem dapat menurun dalam kondisi pencahayaan yang buruk atau ketika tangan pengguna tidak terdeteksi dengan jelas.

Untuk meningkatkan sistem, beberapa usulan perbaikan dapat diterapkan. Pertama, pengenalan gestur dapat dikembangkan dari gestur statis menjadi gestur dinamis, seperti mengontrol *next slide* dan *prev slide* menggunakan pergerakan tangan yang bergerak ke arah tertentu. Kedua, penambahan fitur seperti menggambar pada slide menggunakan gestur *pointer*, atau mengambil tangkapan layar dari *slide* tertentu, dapat meningkatkan fungsionalitas sistem. Ketiga, sistem juga dapat dibuat lebih dinamis dan kustomizable, sehingga pengguna dapat mendefinisikan gestur sesuai dengan aksi yang diinginkan. Dengan implementasi perbaikan ini, sistem diharapkan dapat memberikan pengalaman yang lebih optimal dan menarik bagi pengguna.

V. KESIMPULAN

Penerapan MediaPipe dalam pengenalan gestur tangan untuk mengendalikan presentasi PowerPoint secara real-time berhasil menunjukkan potensi teknologi ini sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan interaksi pengguna dengan presentasi. Penelitian ini membuktikan bahwa gestur tangan dapat digunakan secara efektif untuk mengontrol slide presentasi dengan akurasi yang cukup tinggi, memberikan alternatif yang lebih intuitif dibandingkan metode konvensional. Hasil ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi pengenalan gestur, khususnya dalam menciptakan antarmuka pengguna yang lebih responsif dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna.

VI. REFERENSI

- [1] M. Idrees, A. Ahmad, M. A. Butt ja H. Danish, "Controlling PowerPoint Using Hand Gestures in Python," *Webology*, pp. 1372-1388, 2021.
- [2] L. Guo, Z. Lu ja L. Yao, "Human-Machine Interaction Sensing Technology Based on Hand Gesture Recognition: A Review," *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, osa/vuosik. 51, pp. 300-309, 2021.
- [3] D. SIRISHA, G. S. REDDY, R. U. SRI, R. HEMANTH ja P. M. KALYAN, "GESTURE DRIVEN PRESENTATION CONTROL," *International Journal of Engineering Science and Advanced Technology*, osa/vuosik. 24, nro 05, pp. 313-321, 2024.
- [4] M. I. Mary, M. Anand, A. Manikandan ja M. Senthamiluthu, "Hand Gesture Recognition Using MediaPipe and OpenCV," *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, osa/vuosik. 12, nro 2, 2024.
- [5] S. S. K ja N. Sinha, "Gestop: Customizable Gesture Control of Computer Systems," osa/vuosik. 1, p. 5, 2020.
- [6] T. T. Htoo ja O. Win, "Hand Gesture Recognition System for Power Point Presentation," *International Journal of Scientific Engineering and Technology Research*, osa/vuosik. 7, nro 2, pp. 0235-0239, 2018.
- [7] B. Rutika, C. Shweta, D. Shraddha ja P. A. M. A., "Power Point Presentation Control Using Hand Gestures Recognition," *International Journal of Research Publication and Reviews*, osa/vuosik. 4, nro 5, pp. 5865-5869, 2023.
- [8] H. Khanum ja D. P. H. B., "Smart Presentation Control by Hand Gestures Using Computer Vision and Google's Mediapipe," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, osa/vuosik. 9, nro 7, 2022.
- [9] Indriani, M. Harris ja A. S. Agoes, "Applying Hand Gesture Recognition," tekijä: *Proceedings of the 2nd International Seminar of Science and Applied Technology*, Bandung, 2021.
- [10] C. Lugaresi, J. Tang, H. Nash, C. McClanahan, E. Uboweja, M. Hays, F. Zhang, C.-L. Chang, M. G. Yong, J. Lee, W.-T. Chang, W. Hua, M. Georg ja M. Grundmann, "MediaPipe: A Framework for Perceiving and Processing Reality (arXiv:1906.08172v1)," 2019.
- [11] "Hand landmarks detection guide | Google AI Edge | Google for Developers," 21 May 2024. [Online]. Available: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker. [Haettu 29 June 2024].
- [12] K. Takahashi, "kinivi/hand-gesture-recognition-mediapipe: This is a sample program that recognizes hand signs and finger gestures with a simple MLP using the detected key points. Handpose is estimated using MediaPipe.," 2021. [Online]. Available: <https://github.com/kinivi/hand-gesture-recognition-mediapipe>. [Haettu 29 June 2024].

[1] M. Idrees, A. Ahmad, M. A. Butt ja H. Danish, "Controlling PowerPoint Using Hand

- [13] F. Zhang, V. Bazarevsky, A. Vakunov, A. Tkachenka, G. Sung, C. L. Chang ja M. G. , "MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking," 18 June 2020.
- [14] S. S ja S. S, "Hand Gesture Controlled Presentation using OpenCV and MediaPipe," *International Journal of Engineering Technology and Management Sciences*, pp. 338-342, 2023.
- [15] S. Dhamodaran, P. P. Phukan, M. Singh ja S. Nandakumar, "Implementation of Hand Gesture Recognition using OpenCV," *International Journal of Research Publication and Reviews*, osa/vuosik. 5, nro 5, pp. 8039-8050, 2024.
- [16] P. Singh, K. Khandelwal, J. Singh ja D. A. Kumar, "Hand Gestures PPT presenter using ML," *International Journal of Advance Research and Innovate Ideas in Education*, osa/vuosik. 10, nro 2, 2024.

