

IMPLEMENTASI KOMPUTER VISION PADA GAME EDUKASI BANGUN RUANG UNTUK ANAK USIA DINI

(Studi Kasus: TK Tunas Satria Pondok Pinang)

Istiqomah Sumadikarta^{1*}, Bayu Akbar Nugroho²,
Febriyansyah Ramadhan³, Elnandi Nur⁴

^{1,3,4}Program Studi Sistem Informasi, Universitas Indraprasta, Jakarta

Correspondent author: sumadikarta.istiqomah@gmail.com

Tgl. Diterima	Tgl. Revisi	Tgl. Disetujui	Tgl. Terbit
5 Agustus 2025	10 Agustus 2025	18 Agustus 2025	01 September 2025

Abstract

Learning two-dimensional shapes in early childhood education often faces challenges due to the limitations of conventional learning media, which are static in nature. Teachers typically use physical aids such as wooden puzzle pieces, but these materials are easily damaged and often lose parts. This study proposes the development of an educational game based on computer vision that enables interaction through real-time hand movements, making the learning process more interactive and engaging. The research method uses the System Development Life Cycle (SDLC), which includes needs analysis, system design, implementation using Python, OpenCV, MediaPipe, and Pygame, testing, and evaluation. The system is designed to recognize users' hand movements and allow them to move two-dimensional shape objects to the designated target area (drop zone).

Testing conducted with students at TK Tunas Satria shows that the game improves understanding of two-dimensional shape concepts, achieving an average score of 4.3 out of 5. The engaging interface and gesture-based interaction help students more easily recognize and differentiate geometric shapes. The main challenges lie in the need for good lighting conditions and specific hardware requirements. The findings demonstrate that the game effectively serves as an interactive learning tool, receiving positive reception from both children and educators. The integrated hand tracking technology successfully facilitates intuitive and captivating user interactions..

Keywords : *Computer Vision, Educational Game, Two-Dimensional Shapes, Early Childhood Education, MediaPipe, OpenCV*

Abstrak

Pembelajaran bangun ruang pada anak usia dini sering mengalami kendala karena keterbatasan media pembelajaran konvensional yang bersifat statis. Guru biasanya menggunakan alat bantu fisik berupa balok atau puzzle kayu, namun media tersebut mudah rusak dan sering kehilangan potongan. Penelitian ini mengusulkan pengembangan game edukasi berbasis computer vision yang memungkinkan interaksi melalui gerakan tangan secara real time, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menarik. Metode penelitian menggunakan System Development Life Cycle (SDLC) yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi dengan Python, OpenCV, MediaPipe, dan Pygame, pengujian, serta evaluasi. Sistem dibangun untuk mengenali gerakan tangan pengguna dan memindahkan objek bangun ruang ke area tujuan (drop zone).

Hasil pengujian pada anak TK Tunas Satria menunjukkan bahwa game ini meningkatkan pemahaman terhadap konsep bangun ruang, dengan skor rata-rata 4,3 dari skala 5. Antarmuka yang menarik dan interaksi berbasis gerakan membuat siswa lebih mudah memahami bentuk-bentuk geometris. Kendala utama terdapat pada kebutuhan pencahayaan yang baik dan perangkat keras dengan spesifikasi tertentu. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa permainan ini efektif sebagai media pembelajaran interaktif yang mendapatkan respons positif dari anak-anak dan dinilai bernilai edukatif oleh guru. Teknologi pelacakan tangan yang diintegrasikan berhasil menciptakan interaksi yang intuitif dan menarik bagi pengguna..

Kata Kunci : Visi Komputer, Permainan Edukasi, Bangun 2D, Anak Usia Dini, MediaPipe, OpenCV.

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika khususnya bangun ruang pada anak usia dini membutuhkan media yang konkret dan interaktif agar konsep yang diajarkan dapat dipahami dengan baik. Media tradisional seperti puzzle kayu dan buku bergambar memiliki keterbatasan, seperti mudah rusak dan kurang menarik perhatian anak. Seiring perkembangan teknologi, pendekatan digital menjadi alternatif yang potensial dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Computer vision memungkinkan komputer mengenali dan menganalisis objek melalui kamera, termasuk gerakan tangan. Teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk menciptakan game edukasi yang interaktif bagi anak-anak. Interaksi berbasis gestur dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan mengembangkan keterampilan motorik halus.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan game edukasi bangun ruang berbasis computer vision untuk anak TK, yang memanfaatkan deteksi tangan agar peserta didik dapat memindahkan objek secara virtual. Sistem diuji di TK Tunas Satria Pondok Pinang.

Tinjauan Pustaka

Penggunaan game edukasi dalam pembelajaran matematika dan pengenalan konsep pada anak usia dini terus dikembangkan untuk memperkuat pemahaman dan motivasi belajar. Apriyantini, Warpala, & Sudatha (2024) menunjukkan bahwa penerapan game berbasis matematika realistik dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematika siswa, dengan model pembelajaran interaktif serta materi yang disesuaikan tingkat perkembangan peserta didik.

Arwoko & Ariyani (2024) meneliti inovasi pembelajaran melalui pengembangan game edukasi berbasis visi komputer di TK, yang efektif dalam merangsang kreativitas dan daya pikir anak melalui pendekatan teknologi terbaru. Hasil mereka memperkuat relevansi media pembelajaran digital di lingkungan PAUD, khususnya untuk pembelajaran yang bersifat visual serta berbasis interaksi langsung.

Cahyadewi (2023), melalui game “Happy Math War”, menekankan pentingnya game edukasi sebagai media peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa SD, dengan hasil yang menunjukkan peningkatan pemahaman dan keterlibatan anak dalam belajar matematika secara menyenangkan.

Fadhilah (2024) mengembangkan permainan edukatif yang memanfaatkan teknologi computer vision guna melatih motorik serta pengetahuan anak terhadap buah dan sayur, membuktikan bahwa integrasi teknologi vision mampu memperkaya pengalaman belajar sekaligus mendukung aspek kognitif dan sensorik anak.

Ginting & Tumbol (2023) juga membahas pengembangan game edukasi puzzle berbasis computer vision dengan metode hand tracking untuk anak usia dini, yang terbukti meningkatkan kemampuan problem solving serta daya tarik interaktif belajar di PAUD.

Secara keseluruhan, sumber-sumber ini menegaskan bahwa game edukasi—terutama yang berbasis teknologi terkini seperti computer vision—memiliki dampak positif pada motivasi, pemahaman konsep, dan stimulasi menyeluruh bagi tumbuh kembang anak usia dini.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (research and development) yang mengadopsi model System Development Life Cycle (SDLC). Tahapan penelitian meliputi perencanaan, analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian.

1. Pengembangan Sistem

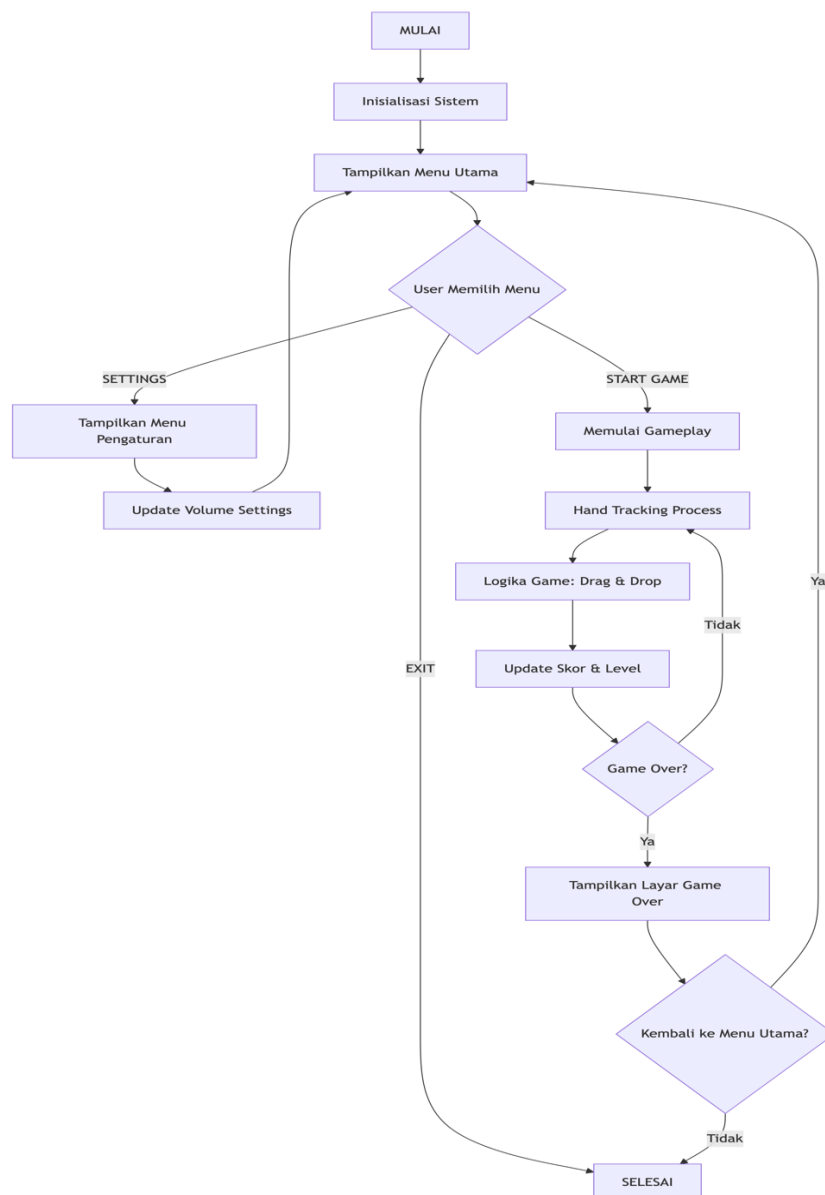
Game dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python. Adapun library dan teknologi yang digunakan adalah:

- MediaPipe: Digunakan untuk mendeteksi dan melacak 21 titik landmark pada tangan pengguna secara real-time (hand tracking).

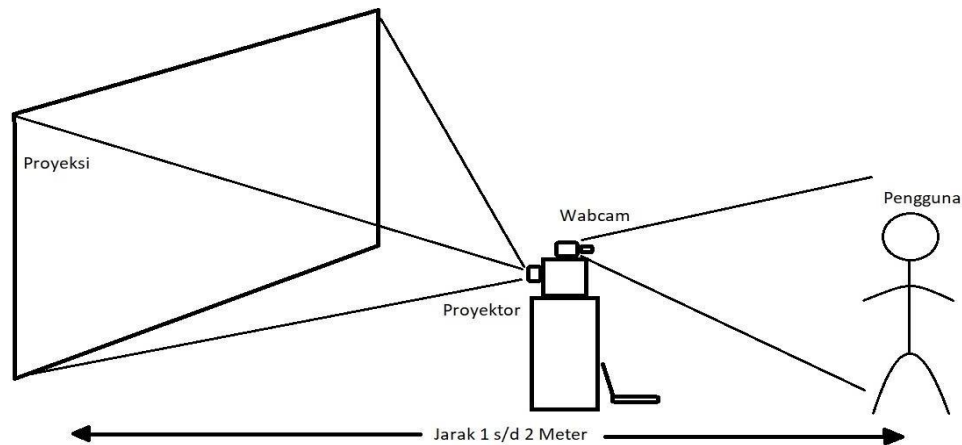
- OpenCV: Digunakan untuk menangkap umpan video dari webcam dan melakukan pemrosesan citra awal.
- Pygame: Digunakan untuk membangun antarmuka pengguna, logika permainan, menangani suara, dan merender semua elemen grafis.

2. Perancangan Permainan

Game dirancang dengan mekanisme drag and drop objek bangun ruang virtual menggunakan gerakan tangan. Pemain harus menyeret bentuk geometri (seperti kubus, balok, limas) yang muncul di sisi layar dan memasukkannya ke dalam area drop yang sesuai. Game terdiri dari beberapa level dengan variasi bentuk bangun ruang yang semakin kompleks. Sistem poin diberikan sebagai umpan balik positif ketika pemain berhasil menyelesaikan tantangan. Diagram alir permainan dan rancangan permainan dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Diagram alir permainan



Gambar 2. Rancangan Permainan

3. Lokasi dan Subjek Pengujian

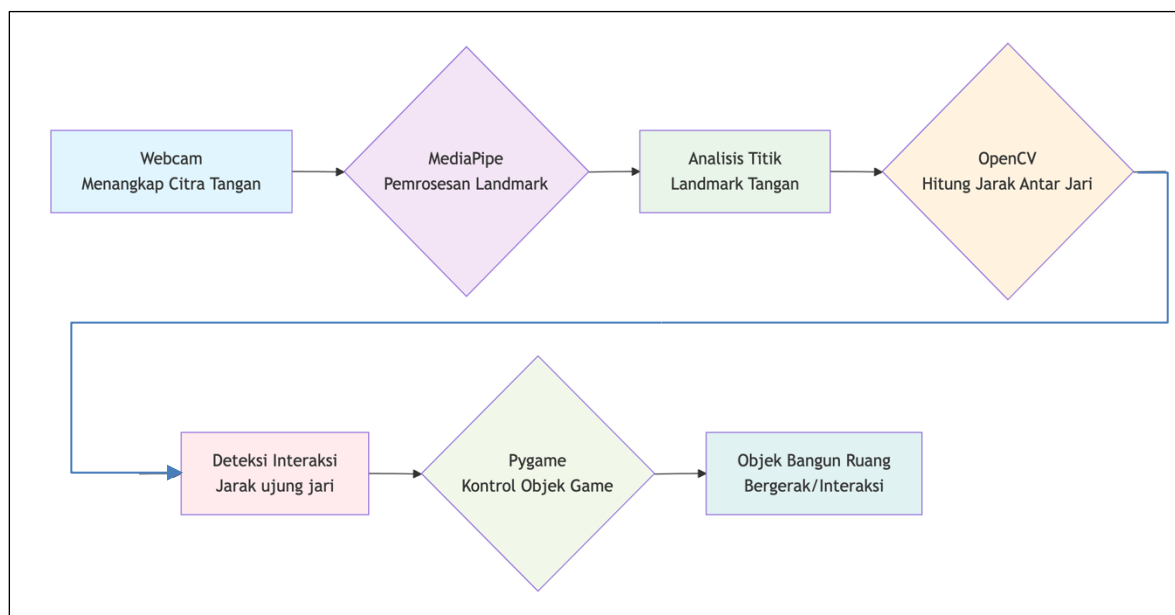
Pengujian game dilakukan di TK Tunas Satria, Jakarta Selatan. Subjek pengujian melibatkan guru dan siswa TK untuk mengevaluasi pengalaman penggunaan game. Data dikumpulkan melalui kuesioner yang berisi 10 pertanyaan dengan skala Likert 1-5 (1=Sangat Kurang; 5=Sangat Baik). Aspek yang dinilai meliputi kesesuaian usia, kemudahan antarmuka, kestabilan teknologi, kelengkapan fitur, dan nilai edukasi.

4. Perangkat yang digunakan

- Hardware: Laptop Intel i7, RAM 12 GB, webcam 1080p, proyektor HD.
- Software: Python, PyCharm, OpenCV, MediaPipe, Pygame.

5. Arsitektur Sistem

Webcam menangkap citra tangan → diproses dengan MediaPipe → titik landmark tangan dianalisis → OpenCV menghitung jarak antar jari → interaksi diteruskan ke Pygame untuk menggerakkan objek bangun ruang.



Gambar 3. Arsitektur system dalam permainan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem

Sistem berhasil diimplementasikan dengan fungsi utama sebagai berikut:

- Hand Tracking: Sistem dapat mendeteksi gerakan "mencubit" (jarak antara ujung jari telunjuk dan ibu jari < 60 piksel) sebagai trigger untuk mengambil dan melepaskan objek.
- Gameplay: Objek bangun ruang dapat diseret secara real-time mengikuti pergerakan kursor yang dikendalikan oleh ujung jari telunjuk.
- Antarmuka Pengguna: Dibat beberapa halaman, yaitu Menu Utama, Gameplay, Pengaturan (untuk mengatur volume suara), dan Game Over.

Hasil Pengujian

Berdasarkan kuesioner yang disebarkan, diperoleh hasil sebagai berikut:

- Kesesuaian untuk Anak-anak: Mendapat skor sempurna 5. Hal ini menunjukkan desain visual dan mekanisme game yang sederhana dan menarik sangat sesuai dengan target audiens.
- Kemudahan Antarmuka (UI/UX): Mendapat skor 5. Menu dan navigasi yang intuitif memudahkan anak untuk memahami cara bermain tanpa bimbingan rumit.
- Kualitas Teknologi Computer Vision: Mendapat skor 4. Sistem hand tracking bekerja dengan baik, namun memiliki ketergantungan pada faktor eksternal seperti pencahayaan yang cukup dan jarak optimal (≈ 1 meter) antara pengguna dan kamera.
- Nilai Edukasi: Mendapat skor 4.6. Guru menyimpulkan bahwa game ini efektif dalam membantu anak mengenal dan memahami berbagai bentuk bangun ruang melalui praktik langsung.
- Kelebihan dan Kekurangan: Kelebihan utama game terletak pada konsep inovasi dan interaktivitasnya. Kekurangan utamanya adalah kebutuhan akan perangkat keras (webcam, proyektor, laptop dengan spesifikasi memadai) dan lingkungan dengan pencahayaan optimal.

Tabel 1. Kuisisioner Penilaian Permainan Oleh Guru

No	Pertanyaan	1	2	3	4	5	Rata-rata
1.	Apakah <i>game</i> edukasi ini cocok dimainkan untuk anak-anak					6	5
2.	Apakah teknologi pada <i>game</i> ini sudah cukup baik				6		4
3.	Apakah antarmuka <i>game</i> mudah digunakan					6	5
4	Apakah fitur-fitur <i>game</i> ini cukup				3	3	4.5
5	Apakah <i>game</i> ini dapat mengedukasi anak				1	5	4.6

6	Apakah <i>game</i> edukasi berbasis teknologi dapat membantu anak memahami konsep bangun ruang dengan lebih baik?			2		4	4.3
7	Apakah pengenalan bangun ruang melalui <i>game</i> edukasi berbasis <i>computer vision</i> lebih menarik dibandingkan metode tradisional			4	2		3.3
8	Seberapa besar ketertarikan anak-anak TK terhadap pembelajaran yang bersifat interaktif dan berbasis permainan					6	5
9	Seberapa penting integrasi teknologi seperti <i>game</i> edukasi dalam mendukung pembelajaran berbasis kurikulum TK			1	3	2	4.1
10	Apakah keseluruhan <i>game</i> ini sudah cukup baik			1	3	2	4.1

Pembahasan Pengujian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi computer vision dalam game edukasi berhasil menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam (*immersive*) dibandingkan metode tradisional. Interaksi langsung dengan gerakan tangan tidak hanya meningkatkan motivasi belajar anak tetapi juga melatih koordinasi motorik halus dan keterampilan spasial. Temuan ini sejalan dengan penelitian Fadhilah (dalam tinjauan pustaka) yang menyoroti manfaat computer vision untuk kreativitas anak.

Kendala teknis yang ditemukan, seperti ketergantungan pada pencahayaan, merupakan tantangan umum dalam sistem vision-based dan dapat menjadi fokus pengembangan di masa depan, misalnya dengan mengintegrasikan algoritma yang lebih robust terhadap perubahan cahaya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Game edukasi bangun ruang berbasis computer vision telah berhasil dikembangkan menggunakan Python, MediaPipe, OpenCV, dan Pygame.
2. Game ini terbukti efektif sebagai media pembelajaran interaktif yang disukai oleh anak-anak dan dianggap edukatif oleh para guru. Teknologi hand tracking yang diimplementasikan mampu menciptakan interaksi yang cukup dan menarik.

Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan:

1. Mengoptimalkan algoritma hand tracking agar lebih akurat dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang.
2. Menambahkan lebih banyak variasi level, tantangan, dan jenis bangun ruang untuk menjaga ketertarikan jangka panjang.
3. Melakukan penelitian lanjutan dengan metode eksperimen untuk mengukur dampak game secara kuantitatif terhadap peningkatan pemahaman konsep bangun ruang anak dibandingkan metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriyanti, N. P. D., Warpala, I. W. S., & Sudatha, I. G. W. (2024). Game Edukasi Berbasis Matematika Realistik untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep pada Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, 14(1), 40-45.
- [2] Arwoko, H., & Ariyani, S. (2024). Inovasi Pembelajaran melalui Game Edukasi berbasis Visi Komputer di TK Puri Cendekia Surabaya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ipteks*, 10(1), 9-18.
- [3] Cahyadewi, N. (2023). Happy Math War: Game Edukasi sebagai Media Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa. *Jurnal Matematika dan Pembelajaran Matematika (JMPM)*, 5(1), 23-35.
- [4] Fadhilah, F. (2024). Rancang Bangun Permainan untuk Melatih Motorik dan Pengetahuan Anak terhadap Buah dan Sayur Berbasis Computer Vision. [Unpublished manuscript].
- [5] Ginting, R. F. A., & Tumbol, P. S. (2023). Pengembangan Game Edukasi Puzzle Berbasis Computer Vision dengan Hand Tracking untuk Anak Usia Dini. *HOAQ: Journal of Education*, 1(2), 15-25.
- [6] Hermawan, D. P., Herumurti, D., & Kuswardayan, I. (2017). Efektivitas Penggunaan Game Edukasi Berjenis Puzzle RPG sebagai Sarana Belajar Matematika. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 15(12).
- [7] Hendrisa, A., Mariani, S., Prabowo, A., Zaenuri, W. (2023). Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Matematika untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Peserta Didik: Systematic Literature Review. *Jurnal Riset dan Inovasi Pembelajaran*, ISSN 2776-8872.
- [8] Iffah, L., & Nisvina, N. (2022). Rancang Bangun Game Edukasi Math Whizzer untuk Siswa SD
- [9] Jafar Adrian, Q., & Apriyanti. (2019). Game Edukasi Pembelajaran Matematika untuk Anak SD Kelas 1 dan 2 Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 13(1), 51-54.
- [10] Khafifah, M. (2023). Implementasi Computer Vision untuk Media Pembelajaran Pengenalan Angka Metode Jarimatika pada Anak Usia Dini. *Politeknik Negeri Ujung Pandang*.
- [11] Sommerville, I. (2011). *Software Engineering* (9th ed.). Boston: Pearson.
- [12] Dokumentasi PyGame <https://www.pygame.org/docs/>
- [13] Dokumentasi Media Pipe <https://pypi.org/project/mediapipe/>
- [14] Dokumentasi OpenCV https://docs.opencv.org/4.x/d9/df8/tutorial_root.html