



Klasifikasi Arah Pengendali Karakter Permainan Berbasis Gestur Badan Menggunakan Hybrid Convolutional Neural Network dan Long Short-Term Memory

Arsyapradana Fadlanabil Bahri^{1*}, Oddy Virgantara Putra², Dihin Muriyatmoko³

^{1,2,3} Universitas Darussalam Gontor, Indonesia

Email: arsyapradanafadlanabilbahri85@student.cs.unida.gontor.ac.id¹, oddy@unida.gontor.ac.id², dihin@unida.gontor.ac.id³

Alamat: Jl. Raya Siman, Dusun I, Demangan, Kec. Siman, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur 63471

Korespondensi penulis: arsyapradanafadlanabilbahri85@student.cs.unida.gontor.ac.id

Abstract. *The increasing sedentary lifestyle in the digital era has the potential to cause various health problems due to lack of physical activity. One approach that can be taken to encourage physical activity is through the use of digital games with body movement-based control mechanisms. This study aims to develop a body gesture-based game character control system using a hybrid Convolutional Neural Network (CNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) model. CNN is used to extract spatial features from each video frame, while LSTM serves to model the temporal relationship between frames so that movement patterns can be recognized sequentially. The research method used refers to the Machine Learning Lifecycle stages, starting from data collection, preprocessing, model development, to implementation in the endless runner game genre. Testing results show that the CNN-LSTM model is capable of classifying body gestures and generating outputs that can be used as commands to control game characters. The implementation of this system enables more natural and interactive game interactions without conventional input devices, and has the potential to encourage players to lead a more active lifestyle.*

Keywords: *Gesture recognition, hybrid CNN-LSTM, deep learning, real-time interaction, game character control*

Abstrak. Gaya hidup sedentari yang semakin meningkat di era digital berpotensi menyebabkan berbagai masalah kesehatan akibat kurangnya aktivitas fisik. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mendorong aktivitas fisik adalah melalui penggunaan permainan digital dengan mekanisme kontrol berbasis gerakan tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol karakter permainan berbasis gerakan tubuh menggunakan model hybrid Convolutional Neural Network (CNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM). CNN digunakan untuk mengekstrak fitur spasial dari setiap frame video, sementara LSTM berfungsi untuk memodelkan hubungan temporal antara frame sehingga pola gerakan dapat dikenali secara berurutan. Metode penelitian yang digunakan merujuk pada tahap-tahap Siklus Hidup Pembelajaran Mesin (Machine Learning Lifecycle), mulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan, pengembangan model, hingga implementasi dalam genre permainan endless runner. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model CNN-LSTM mampu mengklasifikasikan gerakan tubuh dan menghasilkan output yang dapat digunakan sebagai perintah untuk mengontrol karakter game. Implementasi sistem ini memungkinkan interaksi game yang lebih alami dan interaktif tanpa perangkat input konvensional, serta berpotensi mendorong pemain untuk menjalani gaya hidup yang lebih aktif.

Kata kunci: Pengenalan gerakan, jaringan saraf tiruan konvolusional-rekurens (CNN-LSTM), pembelajaran mendalam, interaksi waktu nyata, pengendalian karakter game

1. LATAR BELAKANG

Gaya hidup **sedentari** tanpa disadari telah menjadi kebiasaan yang dilakukan oleh orang-orang di era digital ini. Gaya hidup ini merupakan salah satu faktor terjadinya berbagai masalah kesehatan, seperti obesitas, diabetes hingga masalah jantung bahkan kanker. Perubahan pola aktivitas masyarakat modern yang didominasi oleh aktivitas diam di suatu tempat, seperti duduk maupun rebahan dalam waktu lama mempertkuat kecenderungan tersebut.

Gaya hidup yang aktif diperlukan untuk mengatasi fenomena yang terjadi ini. Oleh karena itu diperlukan pendekatan melalui pemanfaatan kemajuan teknologi yang ada. Pendekatan melalui teknologi permainan digital, khususnya *genre Endless Runner* yang mana mengharuskan pemain untuk terus bergerak dan menghindari berbagai rintangan yang ada untuk mencapai tujuan. Salah satu faktor penting dalam pengembangan *game* ini adalah klasifikasi arah pengendalian karakter permainan berbasis gestur badan yang menggunakan **hybrid convolutional neural network (CNN)** dan **long-short term memory (LSTM)**.

Penelitian ini mengusulkan pengembangan pengendalian karakter permainan dengan teknologi **hybrid CNN-LSTM**. CNN berfungsi untuk mengekstraksi fitur spasial dari setiap *frame* citra video, sedangkan LSTM bertugas memodelkan urutan gerakan tubuh dalam dimensi waktu. Kombinasi tersebut memungkinkan pemain untuk mengendalikan karakter permainan secara langsung sehingga membiasakan pemain untuk meninggalkan gaya hidup sedentari. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada rumusan masalah cara pengembangan *hybrid CNN-LSTM* untuk pengendalian karakter permainan yang interaktif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan kombinasi CNN dan LSTM untuk pengendalian karakter permainan yang interaktif sehingga dapat bermanfaat secara fisik dan dapat membiasakan gaya hidup lebih aktif dan sehat.

2. KAJIAN TEORITIS

1) *Deep Learning*

Deep learning adalah cabang dari machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan (*neural networks*) dengan banyak lapisan (*deep neural networks*) untuk mempelajari representasi data dalam berbagai tingkat abstraksi. *Deep learning* sangat efektif dalam tugas-tugas seperti pengenalan gambar, suara, dan teks, sehingga menjadi dasar bagi pengembangan sistem pengenalan gestur berbasis visual.

2) ***Convolutional Neural Network (CNN)***

Convolutional Neural Network (CNN) adalah arsitektur deep learning yang dirancang khusus untuk memproses data dalam bentuk grid, seperti citra. CNN terdiri dari beberapa lapisan utama, seperti *convolution layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*. CNN efektif dalam mengekstraksi fitur visual dari citra, seperti pola, bentuk, dan tekstur, yang sangat penting untuk mengenali bagian tubuh dan gerakannya dalam video.

3) ***Long-short Term Memory (LSTM)***

Long Short-Term Memory (LSTM) adalah salah satu jenis *Recurrent Neural Network (RNN)* yang dirancang untuk mengatasi masalah vanishing gradient pada jaringan neural yang menangani data sekuensial atau berurutan, seperti teks, suara, dan video. LSTM memiliki kemampuan untuk mengingat informasi dalam jangka waktu yang panjang melalui penggunaan struktur khusus yang disebut *memory cell*. Memory cell ini dilengkapi dengan tiga gerbang utama: *input gate*, *forget gate*, dan *output gate*, yang bertugas untuk mengatur aliran informasi yang masuk, dilupakan, dan keluar dari sel memori.

4) ***Gesture Recognition***

Gesture recognition adalah proses mengidentifikasi dan menginterpretasikan gerakan tubuh manusia untuk berinteraksi dengan sistem komputer. Penggunaan *gesture recognition* memungkinkan sistem untuk memahami perintah pengguna tanpa alat bantu seperti *mouse* atau *keyboard*. Pengenalan gestur tubuh mencakup pendeteksian posisi tubuh, analisis perubahan gerakan, dan klasifikasi jenis gerakan berdasarkan data visual.

5) ***Hybrid CNN-LSTM***

Hybrid model: CNN-LSTM merupakan gabungan antara *Convolutional Neural Network (CNN)* dan *Long Short-Term Memory (LSTM)*, yang bertujuan untuk memanfaatkan keunggulan masing-masing arsitektur dalam menangani data visual dan data sekuensial. CNN sangat efektif dalam mengekstraksi fitur spasial dari citra, sedangkan LSTM unggul dalam memodelkan dependensi temporal atau urutan waktu dari fitur-fitur tersebut. Dalam konteks pengolahan video atau deteksi gesture, CNN dapat digunakan untuk mengekstraksi fitur dari frame video secara individual, kemudian LSTM digunakan untuk menganalisis urutan fitur tersebut untuk mengenali pola gerakan.

6) *Endless Runner*

Endless Runner adalah sebuah *game* edukasi dimana karakter utama bergerak maju secara otomatis dalam lintasan *horizontal*, dan pemain harus menggerakkan karakter menggunakan *keyboard* dan *mouse*, mengeluarkan suara melalui mulut, atau melakukan gestur tubuh tertentu untuk menghindari rintangan, mengambil objek, atau mengubah arah gerakan. Game ini biasanya memiliki empat jenis aksi dasar: bergerak ke kiri, ke kanan, melompat, dan menunduk, yang masing-masing dikendalikan oleh *keyboard* dan *mouse*, atau suara yang keluar dari mulut dan gestur tubuh pengguna yang ditangkap melalui kamera dan *microphone* secara *real-time*. Kontrol permainan dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya: menggunakan *keyboard* dan *Mouse*, menggunakan suara, dan terakhir menggunakan gestur badan.

3. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini direncanakan dilaksanakan mulai Mei 2025 hingga Agustus 2025. Waktu dan tempat penelitian akan disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan dan pengujian di lingkungan Program Studi Teknik Informatika, Universitas Darussalam Gontor.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) **Perangkat Keras (*Hardware*):** Aspire A515-45, RAM 16GB, AMD Ryzen 3 5300U with Radeon *Graphics*, SSD 475GB, kamera.
- 2) **Perangkat Lunak (*Software*):** OS Windows 11, Kaggle.

C. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan *Machine Learning Lifecycle* (ML *Lifecycle*) yang terdiri dari 8 tahapan:

- 1) ***Problem Definition & Requirement Analysis*:** Tahapan ini bertujuan untuk mendefinisikan permasalahan penelitian secara jelas serta menentukan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.
- 2) ***Data Collection*:** Tahapan yang dilakukan dengan menentukan dan memperoleh *dataset* dengan cara merekam beberapa video.

- 3) **Data Preprocessing:** Pada tahapan ini, data yang mentah yang telah diperoleh kemudian diproses seperti diubah ukuran dan di-cut video-nya untuk disortir kedalam file yang sesuai dengan kebutuhan.
- 4) **Model Development (CNN-LSTM):** Tahap pengembangan model dilakukan dengan merancang arsitektur CNN-LSTM yang digunakan untuk klasifikasi gestur badan.
- 5) **Model Training & Validation:** Pada tahap ini, model CNN dan LSTM dilatih menggunakan *dataset* yang telah diproses sebelumnya.
- 6) **Testing & Evaluation:** Tahapan pengujian dan evaluasi bertujuan untuk mengukur kinerja model yang telah menggunakan data uji. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, *confusion matrix* serta diagram kurva.
- 7) **Deployment / Implementation:** Tahapan ini mengimplementasikan data yang telah diuji dan dievaluasi ke dalam sistem permainan sebagai pengendali karakter berbasis gestur badan.
- 8) **Analysis & Reporting:** Tahapan akhir berupa analisis keseluruhan penelitian dan sistem yang telah dikembangkan. Analisis mencakup pembahasan hasil evaluasi model, kelebihan dan keterbatasan sistem, serta kemungkinan pengembangan di masa mendatang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan Model CNN-LSTM

Pengembangan model *machine learning* meliputi CNN dan juga LSTM yang berfokus pada sistem pengendalian karakter permainan *endless runner*. Pengembangan model dilakukan di sebuah *platform* bernama *Kaggle*, dengan melakukan beberapa kali *training* untuk model CNN-LSTM menggunakan beberapa *dataset* yang telah dipersiapkan sebelumnya.

Dalam melakukan pengembangan model, dilakukan dalam beberapa tahapan yang tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 1. Tahapan Pengembangan Model CNN-LSTM

No	Kegiatan	Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur dan Kajian Teori																
2	Perancangan Sistem dan Pemilihan <i>Dataset</i>																
3	Pengumpulan dan Persiapan Data (<i>Preprocessing</i>)																
4	Pengembangan Model CNN-LSTM																
5	Pengujian dan Evaluasi Model																
6	Implementasi Sistem Pengendalian Karakter dalam Permainan																
7	Analisis, Penyempurnaan, dan Penulisan																

B. Implementasi Model CNN-LSTM ke dalam Permainan

Implementasi sistem pengendali karakter dalam permainan dilakukan dengan mengintegrasikan model CNN-LSTM yang telah dilatih ke dalam lingkungan permainan sebagai modul pengenalan gestur. Model ini berfungsi sebagai penghubung antara input gestur permainan dengan aksi karakter permainan.

Model CNN-LSTM diintegrasikan ke dalam permainan sebagai gestur. Input berupa *video* atau rangkaian *frame* dari pemain diproses oleh model untuk mengenali pola gerakan dan menghasilkan label kelas gestur.

Hasil prediksi gestur kemudian dipetakan ke aksi karakter di dalam permainan. Dengan mekanisme ini, karakter dapat dikendalikan secara langsung melalui gerakan tubuh pemain tanpa menggunakan perangkat input konvensional, sehingga tercipta interaksi permainan yang lebih alami.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model *hybrid* CNN–LSTM untuk mengklasifikasikan gestur badan sebagai pengendali karakter permainan. Model CNN digunakan untuk mengekstraksi fitur spasial dari setiap *frame video*, sedangkan LSTM memodelkan hubungan temporal antar *frame* sehingga pola gerakan dapat dikenali dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model mampu mengenali gestur dan menghasilkan keluaran yang dapat digunakan sebagai perintah pengendalian karakter permainan.

Implementasi model ke dalam permainan membuktikan bahwa sistem pengendalian karakter berbasis gestur dapat diterapkan secara fungsional dan interaktif tanpa menggunakan perangkat input konvensional. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada kondisi pencahayaan dan variasi gerakan pengguna. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan *dataset* yang lebih beragam serta mengembangkan sistem agar lebih akurat secara *real-time*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puja dan puji syukur atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat sehat sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah penelitian tepat waktu. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pelaksanaan dan penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak Program Studi dan Fakultas yang telah memberikan dukungan akademik. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan selama proses penelitian hingga pembuatan naskah ini.

DAFTAR REFERENSI

- Baloch, Zartasha, Faisal Karim Shaikh, and Mukhtiar Ali Unar. "CNN-LSTM-Based Late Sensor Fusion for Human Activity Recognition in Big Data Networks." *Wireless Communications and Mobile Computing* 2022, no. MI (2022). <https://doi.org/10.1155/2022/3434100>.
- Barona López, Lorena Isabel, Francis M. Ferri, Jonathan Zea, Ángel Leonardo Valdivieso Caraguay, and Marco E. Benalcázar. "CNN-LSTM and Post-Processing for EMG-

- Based Hand Gesture Recognition.” *Intelligent Systems with Applications* 22, no. February (2024): 200352. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2024.200352>.
- Blas, Héctor Sánchez San, André Sales Mendes, Daniel H.de la Iglesia, Luís Augusto Silva, and Gabriel Villarrubia González. “A Multiagent Platform for Promoting Physical Activity and Learning through Interactive Educational Games Using the Depth Camera Recognition System.” *Entertainment Computing* 49, no. December 2023 (2024): 100629. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100629>.
- Bourke, Emily, Jonathan Rawstorn, Ralph Maddison, and Tony Blakely. “The Effects of Physical Inactivity on Other Risk Factors for Chronic Disease: A Systematic Review of Reviews.” *Preventive Medicine Reports* 46, no. August (2024): 102866. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2024.102866>.
- Dang, Tuan Linh, Sy Dat Tran, Thuy Hang Nguyen, Suntae Kim, and Nicolas Monet. “An Improved Hand Gesture Recognition System Using Keypoints and Hand Bounding Boxes.” *Array* 16, no. February (2022): 100251. <https://doi.org/10.1016/j.array.2022.100251>.
- Liu, Ying, Jiahao Xue, Daxiang Li, Weidong Zhang, Tuan Kiang Chiew, and Zhijie Xu. “Image Recognition Based on Lightweight Convolutional Neural Network: Recent Advances.” *Image and Vision Computing* 146, no. January (2024): 105037. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2024.105037>.
- Prananta, Gidion B, Hagi A Azzikri, and Chaerur Rozikin. “Deteksi Dan Pengenalan Gesture Tangan Secara Real-Time Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Konvolusional.” *Methodika* 9, no. 2 (2023): 30–34. <https://ejurnal.methodist.ac.id/index.php/methodika/article/view/1911/1578>.
- Sabzipour, Behmard, Richard Arsenault, Magali Troin, Jean-luc Martel, and Juliane Mai. “Comparing a Long Short-Term Memory (LSTM) Neural Network with a Physically-Based Hydrological Model for Streamflow Forecasting over a Canadian Catchment” 627, no. February (2023). <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130380>.
- Silveira, Erika Aparecida, Carolina Rodrigues Mendonça, Felipe Mendes Delpino, Guilherme Vinícius Elias Souza, Lorena Pereira de Souza Rosa, Cesar de Oliveira, and Matias Noll. “Sedentary Behavior, Physical Inactivity, Abdominal Obesity and Obesity in Adults and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Clinical Nutrition ESPEN* 50 (2022): 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.06.001>.
- Wang, Xiaojuan, Yun Zhong, Lei Jin, and Yabo Xiao. “Scale Adaptive Graph Convolutional Network for Skeleton-Based Action Recognition.” *Tianjin Daxue Xuebao (Ziran Kexue Yu Gongcheng Jishu Ban)/Journal of Tianjin University Science and Technology* 55, no. 3 (2022): 306–12. <https://doi.org/10.11784/tdxbz202012073>.
- Yadav, Anita, C. K. Jha, and Aditi Sharan. “Optimizing LSTM for Time Series Prediction in Indian Stock Market.” *Procedia Computer Science* 167, no. 2019 (2020): 2091–2100. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.257>.