



## **SISTEM MONITORING FISILOGIS BERBASIS IOT PADA PAPARAN VIRTUAL REALITY IMERSIF MENGGUNAKAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE: STUDI PILOT**

**Andria Praghlapati<sup>1\*</sup>, Lisna Anisa Fitriana<sup>1</sup>, Upik Rahmi<sup>1</sup>, Nur Setiawati Dewi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Profesi Ners, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No. 229, Isola, Sukasari, Bandung, Jawa Barat 40154, Indonesia

Program Studi Keperawatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

\*[andria.pragholapati@upi.edu](mailto:andria.pragholapati@upi.edu)

### **ABSTRAK**

Perkembangan teknologi virtual reality (VR) berbasis Artificial Intelligence (AI) dan Internet of Things (IoT) semakin banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan, khususnya untuk monitoring fisiologis secara real-time. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi respons fisiologis pengguna selama penggunaan VR berbasis AI dan IoT melalui pengukuran tekanan darah, denyut jantung, dan saturasi oksigen perifer (SpO<sub>2</sub>). Penelitian ini merupakan pilot study dengan desain deskriptif yang melibatkan 15 responden dewasa sehat menggunakan teknik purposive sampling. Pengumpulan data dilakukan menggunakan perangkat VR imersif yang terintegrasi dengan sensor berbasis IoT untuk monitoring fisiologis secara langsung. Parameter yang diukur meliputi tekanan darah, denyut jantung, dan saturasi oksigen sebelum dan setelah penggunaan VR. Data dianalisis menggunakan analisis deskriptif berupa rerata, standar deviasi, frekuensi, persentase, serta nilai minimum dan maksimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden adalah perempuan (86,7%). Rerata tekanan darah sistolik sebesar 110,3 ± 9,1 mmHg dan diastolik sebesar 80,7 ± 7,2 mmHg. Rerata denyut jantung setelah penggunaan VR adalah 91,9 ± 7,3 kali/menit, sedangkan rerata saturasi oksigen sebesar 97,3 ± 1,1%. Hasil pemeriksaan VR menunjukkan bahwa 86,7% responden berada dalam kategori normal dan 13,3% dalam kategori tidak normal. Tidak ditemukan perubahan fisiologis yang bermakna secara klinis selama penggunaan VR berlangsung. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan VR berbasis AI dan IoT memiliki potensi sebagai sistem monitoring fisiologis digital yang aman dan stabil secara real-time dalam bidang kesehatan.

Kata kunci: artificial intelligence; internet of things; kesehatan digital; monitoring fisiologis; virtual reality

### ***IOT-BASED PHYSIOLOGICAL MONITORING SYSTEM DURING IMMERSIVE VIRTUAL REALITY EXPOSURE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A PILOT STUDY***

#### **ABSTRACT**

*The development of virtual reality (VR) integrated with Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) has increasingly been applied in healthcare, particularly for real-time physiological monitoring. This study aimed to evaluate physiological responses during the use of AI- and IoT-based VR through monitoring of blood pressure, heart rate, and peripheral oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>). This pilot study employed a descriptive design involving 15 healthy adult participants selected using purposive sampling. Data collection was conducted using an immersive VR device integrated with IoT-based physiological sensors for real-time monitoring. Physiological parameters were measured before and after VR exposure, including blood pressure, heart rate, and oxygen saturation. Data were analyzed using descriptive statistics, including mean, standard deviation, frequency, percentage, minimum, and maximum values. The results showed that most participants were female (86.7%). The mean systolic blood pressure was 110.3 ± 9.1 mmHg, while the mean diastolic blood pressure was 80.7 ± 7.2 mmHg. The mean heart rate after VR exposure was 91.9 ± 7.3 beats/minute, and the mean SpO<sub>2</sub> was 97.3 ± 1.1%. VR assessment results indicated that 86.7% of participants were classified as normal, while 13.3% were categorized as abnormal. No clinically significant physiological changes were observed during VR exposure. These findings suggest that AI- and IoT-based VR has potential as a safe and stable real-time physiological monitoring system in digital healthcare applications.*

*Keywords: artificial intelligence; digital health; internet of things; physiological monitoring; virtual reality*

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi virtual reality (VR) telah memberikan kontribusi besar dalam bidang kesehatan, khususnya pada sistem monitoring fisiologis, rehabilitasi, dan manajemen stres. Teknologi VR memungkinkan pengguna merasakan lingkungan virtual secara imersif sehingga dapat memengaruhi respons fisiologis dan psikologis pengguna. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan VR dapat dapat memengaruhi respons fisiologis dan psikologis pengguna serta membantu mengurangi stres melalui pengalaman virtual yang interaktif (Chandio et al., 2023; Gullo et al., 2023).

Selain itu, integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) dalam sistem VR semakin berkembang dalam mendukung *real-time physiological monitoring* (Chandio et al., 2023). Teknologi AI memungkinkan analisis data fisiologis secara otomatis untuk mendeteksi perubahan respons pengguna secara cepat dan adaptif (Barnett & Coldiron, 2023), sedangkan IoT mendukung transmisi data secara kontinu dan jarak jauh melalui sensor wearable yang terhubung dengan sistem digital kesehatan (Gullo et al., 2023). Pendekatan ini berpotensi meningkatkan efisiensi *digital health* dan *smart healthcare* dalam pemantauan kondisi fisiologis pengguna secara lebih akurat dan responsif.

Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa penggunaan VR imersif pada individu sehat dapat memengaruhi parameter fisiologis seperti denyut jantung dan tekanan darah, namun sebagian besar masih berada dalam batas fisiologis normal (Rodríguez-Fuentes et al., 2024). Meskipun demikian, penelitian mengenai integrasi VR berbasis AI dan IoT untuk monitoring fisiologis secara real-time masih terbatas, khususnya pada populasi dewasa sehat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi respons fisiologis pengguna selama penggunaan VR berbasis AI dan IoT melalui monitoring denyut jantung, tekanan darah, dan saturasi oksigen perifer (SpO<sub>2</sub>) secara real-time. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi VR dalam sistem monitoring kesehatan digital berbasis kecerdasan buatan.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan pilot study dengan desain deskriptif untuk mengevaluasi respons fisiologis selama penggunaan virtual reality (VR) berbasis Artificial Intelligence (AI) dan Internet of Things (IoT). Penelitian melibatkan 15 responden dewasa sehat yang terdiri dari 13 perempuan dan 2 laki-laki. Responden dipilih menggunakan teknik purposive sampling sesuai kriteria penelitian. Pengumpulan data dilakukan menggunakan perangkat immersive virtual reality yang terintegrasi dengan sensor IoT untuk monitoring fisiologis secara real-time. Parameter yang diukur meliputi tekanan darah, denyut jantung (heart rate), saturasi oksigen perifer (SpO<sub>2</sub>), dan hasil klasifikasi sistem VR berbasis AI. Pengukuran dilakukan sebelum dan setelah penggunaan VR. Responden menggunakan perangkat VR selama ±10 menit dalam lingkungan virtual imersif. Selama penggunaan VR, sensor IoT merekam perubahan fisiologis secara langsung dan hasil monitoring dianalisis menggunakan sistem berbasis AI untuk menentukan kategori normal dan tidak normal. Data dianalisis menggunakan analisis deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk menampilkan rerata (mean), standar deviasi, frekuensi, persentase, serta nilai minimum dan maksimum dari setiap variabel penelitian.

## **HASIL**

### **Karakteristik Responden**

Penelitian ini melibatkan 15 responden yang terdiri dari 13 perempuan (86,7%) dan 2 laki-laki (13,3%). Sebagian besar responden memiliki tekanan darah dalam rentang normal dengan rerata denyut jantung awal sebesar 91,9 kali/menit dan rerata saturasi oksigen (SpO<sub>2</sub>) sebesar 97,2%.

### Hasil Fisiologis Responden

Tabel 1 menunjukkan karakteristik fisiologis responden setelah penggunaan virtual reality (VR). Rerata tekanan darah sistolik responden adalah  $110,3 \pm 9,1$  mmHg dengan rentang nilai 90–125 mmHg, sedangkan rerata tekanan darah diastolik sebesar  $80,7 \pm 7,2$  mmHg dengan rentang 70–90 mmHg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada dalam kondisi tekanan darah normal selama penelitian berlangsung. Rerata denyut jantung setelah penggunaan VR adalah  $91,9 \pm 7,3$  kali/menit dengan nilai minimum 80 kali/menit dan maksimum 108 kali/menit. Temuan ini menunjukkan adanya variasi respons denyut jantung antarresponden selama penggunaan VR, namun secara umum masih berada dalam batas fisiologis normal pada dewasa sehat. Peningkatan denyut jantung kemungkinan dipengaruhi oleh stimulasi visual dan tingkat imersi dari lingkungan virtual yang dapat mengaktifasi sistem saraf simpatis. Selain itu, rerata saturasi oksigen perifer ( $SpO_2$ ) sebesar  $97,3 \pm 1,1\%$  dengan rentang nilai 92–99% menunjukkan bahwa fungsi oksigenasi responden tetap stabil selama penggunaan VR. Tidak ditemukan penurunan saturasi oksigen yang bermakna secara klinis, sehingga penggunaan VR berbasis Artificial Intelligence (AI) dan Internet of Things (IoT) dalam penelitian ini relatif aman terhadap fungsi fisiologis responden.

Tabel 1.  
 Karakteristik Fisiologis Responden

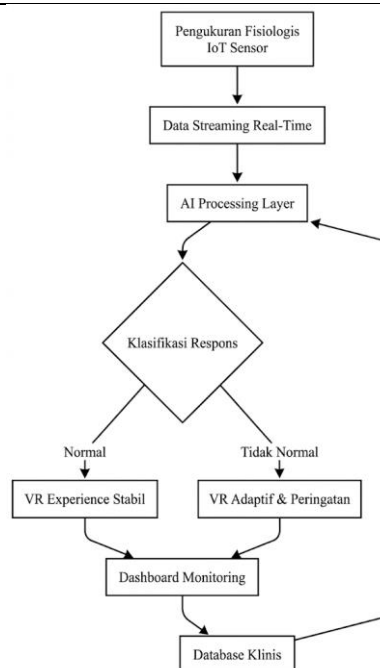
Variabel	Mean $\pm$ SD	Minimum–Maksimal
TD sistolik (mmHg)	$110,3 \pm 9,1$	90–125
TD diastolik (mmHg)	$80,7 \pm 7,2$	70–90
Denyut Jantung Setelah VR (kali/menit)	$91,9 \pm 7,3$	80–108
Saturasi Oksigen ( $SpO_2$ ) (%)	$97,3 \pm 1,1$	92–99

### Hasil Pemeriksaan Virtual Reality

Hasil pemeriksaan menggunakan sistem virtual reality berbasis kecerdasan buatan menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada dalam kategori normal. Sebanyak 12 responden (80%) memperoleh hasil VR normal, sedangkan 3 responden (20%) menunjukkan hasil tidak normal.

Tabel 2.  
 Distribusi Hasil VR

Kategori	f	%
Normal	13	86,7
Tidak normal	2	13,3



Gambar 1 Diagram alir integrasi sensor IoT, AI, dan VR

Diagram alir menunjukkan integrasi sensor IoT, AI, dan VR untuk pemantauan respons fisiologis secara real-time. Data fisiologis dikumpulkan, diproses, diklasifikasikan, dan digunakan untuk menyesuaikan stimulus VR serta menampilkan hasil pada dashboard monitoring.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan virtual reality (VR) berbasis Artificial Intelligence (AI) menghasilkan respons fisiologis yang relatif stabil pada sebagian besar responden. Rerata tekanan darah sistolik sebesar 110,3 mmHg dan tekanan darah diastolik sebesar 80,7 mmHg menunjukkan bahwa mayoritas responden berada dalam kondisi hemodinamik normal selama penelitian berlangsung. Selain itu, rerata denyut jantung setelah penggunaan VR sebesar 91,9 kali/menit masih berada dalam rentang fisiologis normal pada dewasa sehat. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan VR imersif dalam durasi singkat tidak menimbulkan perubahan fisiologis akut yang membahayakan. Stabilitas fisiologis yang ditemukan dalam penelitian ini sejalan dengan teori aktivasi sistem saraf otonom pada penggunaan VR. Paparan lingkungan virtual imersif diketahui dapat meningkatkan aktivitas sistem saraf simpatis yang ditandai dengan perubahan denyut jantung dan respons fisiologis lainnya (Rodríguez-Fuentes et al., 2024; Wiederhold et al., 1998). Selain itu, tingkat imersi dan intensitas konten VR menjadi faktor utama yang memengaruhi respons fisiologis pengguna (Chen et al., 2021). Pada penelitian ini, respons fisiologis responden tetap berada dalam batas normal sehingga menunjukkan bahwa penggunaan VR masih dapat ditoleransi dengan baik oleh responden sehat.

Nilai rerata saturasi oksigen perifer ( $SpO_2$ ) sebesar 97,3% juga menunjukkan bahwa fungsi oksigenasi tetap stabil selama penggunaan VR. Tidak ditemukan penurunan saturasi oksigen yang bermakna secara klinis, meskipun terdapat variasi nilai minimum hingga 92%. Hasil ini mendukung penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penggunaan VR umumnya tidak memengaruhi oksigenasi perifer secara signifikan dan relatif aman digunakan baik pada populasi sehat maupun klinis (Condon et al., 2020; Lou et al., 2025). Stabilitas  $SpO_2$  pada penelitian ini memperkuat potensi penggunaan VR sebagai media intervensi yang aman dalam rehabilitasi, manajemen stres, dan edukasi kesehatan. Sebagian besar responden memperoleh hasil pemeriksaan VR dalam kategori normal (86,7%), sedangkan hanya 13,3% yang termasuk kategori tidak normal. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis AI mampu melakukan identifikasi kondisi fisiologis responden secara real-time selama penggunaan VR berlangsung. Integrasi teknologi AI dalam sistem VR memungkinkan proses analisis fisiologis dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan, sehingga berpotensi digunakan dalam pengembangan sistem digital health monitoring berbasis IoT. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa integrasi biofeedback dan monitoring fisiologis pada VR dapat mendukung pengembangan terapi adaptif dan sistem rehabilitasi yang lebih personal (Gao et al., 2023; Santoriello et al., 2025).

Respons fisiologis yang ditemukan dalam penelitian ini kemungkinan berkaitan dengan aktivasi sistem saraf simpatis akibat stimulasi visual dan sensorik dari lingkungan virtual imersif. Lingkungan VR diketahui dapat meningkatkan keterlibatan emosional pengguna sehingga memengaruhi aktivitas sistem saraf otonom, terutama denyut jantung dan respons stres fisiologis (Kim & Kang, 2019). Selain itu, VR dengan tingkat imersi tinggi dapat menghasilkan respons autonomik yang lebih besar dibandingkan lingkungan non-VR atau semi-imersif (Kuhne et al., 2023; Parvez et al., 2023). Namun demikian, tidak adanya perubahan fisiologis ekstrem dalam penelitian ini menunjukkan bahwa paparan VR masih berada pada tingkat toleransi fisiologis yang aman. Penggunaan VR berbasis AI dalam penelitian ini juga memiliki implikasi penting dalam pengembangan smart healthcare systems. Teknologi monitoring fisiologis secara real-time memungkinkan evaluasi kondisi pengguna secara lebih cepat dan adaptif. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa VR dapat digunakan untuk rehabilitasi jantung, pengurangan kecemasan, terapi relaksasi, serta peningkatan keterlibatan pengguna dalam intervensi kesehatan digital (Gao et al.,

2023; Wang et al., 2025). Dengan adanya integrasi AI dan IoT, sistem monitoring berbasis VR berpotensi dikembangkan menjadi platform pemantauan kesehatan jarak jauh yang lebih efisien dan personal.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah sampel yang relatif kecil menyebabkan generalisasi hasil penelitian masih terbatas. Selain itu, mayoritas responden merupakan perempuan sehingga distribusi jenis kelamin belum seimbang. Penelitian ini juga hanya mengevaluasi parameter fisiologis dasar tanpa mengukur indikator autonomik yang lebih sensitif seperti heart rate variability (HRV), tingkat kecemasan, maupun cybersickness. Keterbatasan lain adalah durasi penggunaan VR yang relatif singkat sehingga belum mampu menggambarkan efek fisiologis jangka panjang dari penggunaan VR berbasis AI. Namun demikian, penelitian ini memiliki nilai kebaruan melalui integrasi teknologi VR, AI, dan monitoring fisiologis secara real-time. Pendekatan ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan digital health dan smart healthcare systems, khususnya dalam pemanfaatan VR untuk monitoring fisiologis, rehabilitasi, dan manajemen stres. Penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar, desain longitudinal, serta penggunaan parameter fisiologis yang lebih komprehensif sangat diperlukan untuk memperkuat validitas dan implementasi klinis teknologi VR berbasis AI di masa mendatang.

## **SIMPULAN**

Penggunaan immersive virtual reality berbasis Artificial Intelligence (AI) dan Internet of Things (IoT) menunjukkan respons fisiologis yang relatif stabil pada sebagian besar responden. Tekanan darah, denyut jantung, dan saturasi oksigen tetap berada dalam rentang fisiologis normal selama penggunaan VR. Selain itu, sebagian besar responden menunjukkan hasil monitoring dalam kategori normal. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem monitoring fisiologis berbasis AI dan IoT pada paparan VR imersif berpotensi digunakan sebagai teknologi real-time digital health monitoring yang aman dan aplikatif dalam bidang kesehatan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui program Riset Afirmasi Dosen dengan Nomor Kontrak 1000/UN40.F7/PT.01.01/2026. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh responden yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini serta semua pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian hingga selesai.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Barnett, M. D., & Coldiron, A. (2023). Development of the Virtual Kitchen Protocol for Prospective Memory: a virtual reality-based measure of everyday prospective memory abilities. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*.
- Chandio, Y., Bashir, N., Interrante, V., & Anwar, F. M. (2023). Investigating the Correlation Between Presence and Reaction Time in Mixed Reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*.
- Chen, C., Yao, L., Li, G., Wang, L., Liu, K., Wang, G., & Chen, X. (2021). Research on the relationship between virtual reality content and physiological response. *Journal of Physics: Conference Series*, 2026(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2026/1/012014>
- Condon, C., Lam, W. T., Mosley, C., & Gough, S. (2020). A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of virtual reality as an exercise intervention for individuals with a respiratory condition. *Advances in Simulation*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s41077-020-00151-z>
- Gao, Y., Wang, N., & Liu, N. (2023). Effectiveness of virtual reality in reducing preoperative anxiety in adults: A systematic review and meta-analysis. In *Journal of Advanced Nursing* (Vol. 79, Number 10). <https://doi.org/10.1111/jan.15743>

- Gullo, G., Rotzinger, D. C., Colin, A., Frossard, P., Gudmundsson, L., Jouannic, A.-M., & Qanadli, S. D. (2023). Virtually Augmented Self-Hypnosis in Peripheral Vascular Intervention: A Randomized Controlled Trial. *Cardiovascular and Interventional Radiology*.
- Kim, I. B., & Kang, J. H. (2019). The effects of full immersion and semi-immersion games on autonomic nervous system of healthy adult. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(3C).
- Kuhne, C., Kecelioglu, E. D., Maltby, S., Hood, R. J., Knott, B., Ditton, E., Walker, F. R., & Kluge, M. G. (2023). Direct comparison of virtual reality and 2D delivery on sense of presence, emotional and physiological outcome measures. *Frontiers in Virtual Reality*, 4. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1211001>
- Lou, J., Xiang, Z., Li, J., Cui, S., Huang, N., Jin, G., Le, X., Fan, Y., & Sun, Q. (2025). The beneficial impact of virtual reality in the burn wound care of pediatric patients: An updated systematic review and meta-analysis. In *Burns* (Vol. 51, Number 8). <https://doi.org/10.1016/j.burns.2025.107623>
- Parvez, A., Rao, S., & Khan, A. (2023). Physiological Responsiveness to VR and non-VR Environments. *Proceedings - 2023 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI 2023*, 533–539. <https://doi.org/10.1109/CSCI62032.2023.00095>
- Rodríguez-Fuentes, G., Campo-Prieto, P., Souto, X. C., & Carral, J. M. C. (2024). Immersive virtual reality and its influence on physiological parameters in healthy people. *Retos*, 51. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V51.101164>
- Santoriello, V., Granata, R., Ponsiglione, A. M., D'Antò, M., D'Agostino, G., Cuomo, A., Cascella, M., Romano, M., & Amato, F. (2025). Effects of Virtual Reality and Respiratory Biofeedback on Heart Rate Variability and Skin Conductance. *Convegno Nazionale Di Bioingegneria*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105033056004&partnerID=40&md5=e5a209f97413838ce1364c47422ed723>
- Wang, S., Jiang, J., Zhang, C., Lv, M., Xu, H., Meng, H., & Guo, L. (2025). Effect of Virtual Reality-Based Cardiac Rehabilitation on Mental Health and Cardiopulmonary Function of Individuals With Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. In *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (Vol. 106, Number 6). <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2024.11.005>
- Wiederhold, B. K., Davis, R., & Wiederhold, M. D. (1998). The effects of immersiveness on physiology. *Studies in Health Technology and Informatics*, 58. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-902-8-52>.