

Analisis Penerapan *Artificial Neural Network* (ANN) pada *Indoor Positioning System* Berbasis RSSI untuk Lokalisasi Perangkat Kerja

Nur Hanifah Yuninda¹, Qonita Rahma Muttaqina Alkhoir^{1,*}, Ridam Dwi Laksono²

¹Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Otomasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia

²Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Madiun, Jl. Jl. setia Budi No.85, Kota Madiun, Jawa Timur 63118, Indonesia

*Corresponding authors email: qonita_1527422030@mhs.unj.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diajukan pada 27 Juli 2025
Direvisi pada 5 Agustus 2025
Disetujui pada 2 September 2025
Tersedia daring pada 30 Desember 2025



ABSTRAK

Manajemen dan audit manual perangkat kerja sering kali menyebabkan ketidaksesuaian inventaris dan pencarian fisik yang memakan waktu. Studi ini menganalisis penerapan Jaringan Saraf Tiruan (JST) dalam Sistem Penentuan Posisi Dalam Ruangan (IPS) berbasis Bluetooth Low Energy (BLE) menggunakan Indikator Kekuatan Sinyal yang Diterima (RSSI) sebagai input utama. Model ini dikembangkan menggunakan arsitektur Multilayer Perceptron (MLP) dengan topologi 3-14-7-3, yang terdiri dari 3 neuron input, 14 neuron di lapisan tersembunyi pertama, 7 neuron di lapisan tersembunyi kedua, dan 3 neuron output. ReLU diterapkan di lapisan tersembunyi, Softmax di lapisan keluaran, dan Adam Optimizer untuk pembaruan parameter. Dataset yang seimbang sebanyak 600 sampel dari tiga ruangan digunakan dengan pembagian 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model ANN mencapai akurasi 90,83%, presisi 90,88%, recall 90,83%, F1-Score 90,85%, dan MAE 0,1083. Temuan ini menunjukkan bahwa ANN dapat secara efektif mempelajari pola RSSI yang berfluktuasi dan non-linear di lingkungan dalam ruangan.

Kata kunci: artificial neural network, bluetooth low energi, indoor positioning system, RSSI, Lokalisasi Perangkat Kerja

ABSTRACT

Manual management and auditing of work devices often lead to inventory mismatches and time-consuming physical searches. This study analyzes the application of an Artificial Neural Network (ANN) in a Bluetooth Low Energy (BLE)-based Indoor Positioning System (IPS) using Received Signal Strength Indicator (RSSI) as the main input. The model was developed using a Multilayer Perceptron (MLP) architecture with a 3-14-7-3 topology, consisting of 3 input neurons, 14 neurons in the first hidden layer, 7 neurons in the second hidden layer, and 3 output neurons. ReLU was applied in the hidden layers, Softmax in the output layer, and Adam Optimizer for parameter updates. A balanced dataset of 600 samples from three rooms was used with an 80% training and 20% testing split. The testing results show that the ANN model achieved 90.83% accuracy, 90.88% precision, 90.83% recall, 90.85% F1-Score, and 0.1083 MAE. These findings indicate that ANN can effectively learn fluctuating and non-linear RSSI patterns in indoor environments.

Keywords: indoor positioning system, bluetooth low energy, RSSI, artificial neural network, work device localization.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era Industri 4.0 mendorong berbagai sektor industri untuk mengadopsi teknologi berbasis data dan kecerdasan buatan guna meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas (Suyanto & Utama, 2021).

Penerapan *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *Machine Learning* menjadi salah satu upaya yang banyak digunakan dalam mendukung transformasi digital, khususnya pada pengelolaan data dan aset (Pratama & Handoko, 2022). Dalam konteks industri, pemanfaatan teknologi cerdas juga sejalan dengan kebutuhan pengelolaan sumber daya yang lebih efektif dan berkelanjutan, termasuk pada sistem inventarisasi perangkat kerja (Ramadhan & Setiawan, 2023). Pengelolaan aset teknologi informasi merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga kelancaran operasional perusahaan (Kusuma & Hidayat, 2021). Selain berfungsi sebagai dokumentasi inventaris, pengelolaan aset juga bertujuan memastikan kesesuaian antara data inventaris dengan kondisi aktual di lapangan (Fasya et al., 2023). Berdasarkan observasi pada proses audit perangkat kerja, masih ditemukan perangkat yang tidak berada pada lokasi sesuai data inventaris sehingga pencarian harus dilakukan secara manual dari satu ruangan ke ruangan lain. Kondisi ini membuat proses audit menjadi kurang efisien, terutama ketika jumlah perangkat yang diperiksa cukup banyak atau perangkat berpindah lokasi tanpa pembaruan data inventaris (Kusuma & Hidayat, 2021).

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk membantu identifikasi lokasi perangkat di dalam ruangan adalah *Indoor Positioning System* (IPS) (Nugraha & Sukma, 2024). Berbeda dengan *Global Positioning System* (GPS) yang memiliki keterbatasan pada lingkungan *indoor*, IPS memanfaatkan karakteristik sinyal nirkabel untuk menentukan lokasi suatu objek. Pada sistem ini, parameter yang sering digunakan adalah *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) karena mudah diperoleh tanpa memerlukan perangkat berbiaya tinggi (Farahiyah & Reza, 2021; Siregar & Arisandi, 2023). Namun, nilai RSSI sangat dipengaruhi oleh jarak, penghalang, interferensi sinyal, dan kondisi lingkungan sehingga menghasilkan data yang fluktuatif dan memiliki hubungan yang tidak linear terhadap posisi sebenarnya (Siregar & Arisandi, 2023). Karakteristik data RSSI yang kompleks menyebabkan pendekatan konvensional berbasis ambang batas atau model propagasi sinyal sering kali menghasilkan estimasi lokasi yang kurang stabil (Nugroho & Lestari, 2024). Oleh karena itu, diperlukan metode yang mampu mempelajari pola hubungan antara nilai RSSI dan lokasi perangkat secara adaptif. Salah satu metode yang memiliki kemampuan tersebut adalah *Artificial Neural Network* (ANN) (Al Fadil et al., 2026). ANN mampu mempelajari pola non-linear dari sekumpulan data melalui proses pelatihan sehingga dapat mengenali hubungan antara kombinasi nilai RSSI dengan lokasi perangkat tanpa harus membangun model matematis yang rumit (A. Wibowo & Rahmawati, 2020). Kemampuan ini menjadikan ANN sebagai metode yang potensial untuk meningkatkan performa klasifikasi lokasi pada sistem *Indoor Positioning System* berbasis RSSI (Setiawan & Christian, 2025).

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu, masih terdapat celah penelitian pada analisis penerapan ANN untuk lokalisasi perangkat kerja di lingkungan kantor (Hidayat & Nugroho, 2023). Sebagian penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada pengembangan sistem lokalisasi umum atau membandingkan tingkat akurasi beberapa algoritma klasifikasi, sedangkan objek yang digunakan umumnya adalah pengguna atau *smartphone*. Penelitian ini menempatkan perangkat kerja sebagai objek pelacakan dan memfokuskan analisis pada kemampuan ANN dalam mengenali pola RSSI dari tiga titik referensi untuk mengklasifikasikan lokasi perangkat kerja pada tiga ruangan yang berbeda. Dengan demikian, kebaruan penelitian terletak pada analisis penerapan ANN pada IPS berbasis BLE untuk mendukung audit aset kerja secara lebih tepat, efisien, dan akurat (S. A. Wibowo & Cahyono, 2021). Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik data RSSI yang digunakan sebagai masukan model ANN, menganalisis penerapan konsep matematis ANN pada implementasi model untuk klasifikasi lokasi perangkat kerja, menganalisis kesesuaian antara konsep matematis dan hasil implementasi model, serta menganalisis performa model berdasarkan *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, *Confusion Matrix*, dan kurva *loss* (Haryanto & Setiawan, 2020).

METODE

Rancangan Penelitian

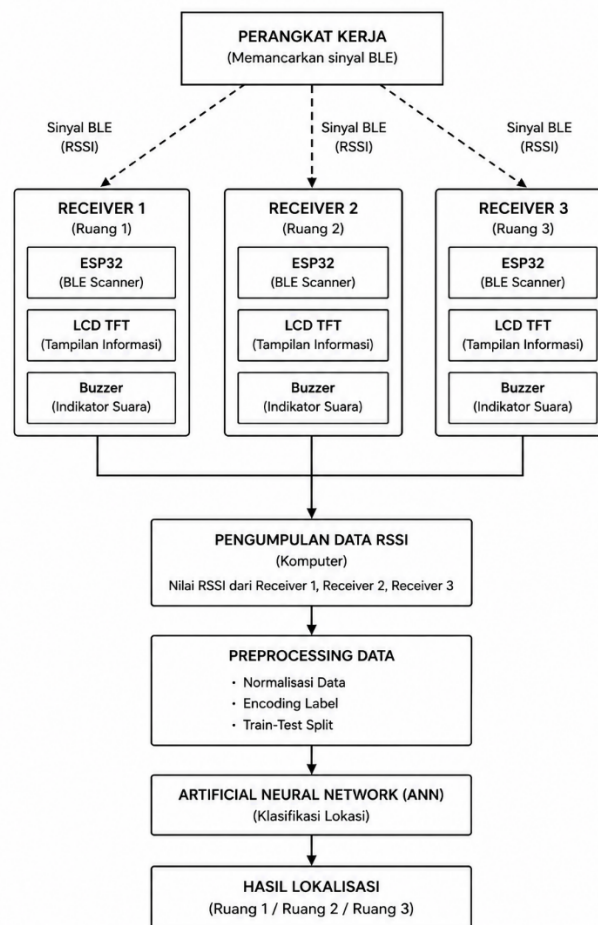
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan menganalisis penerapan *Artificial Neural Network* (ANN) pada *Indoor Positioning System* (IPS) berbasis *Bluetooth Low Energy* (BLE) menggunakan parameter *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) untuk mengklasifikasikan lokasi perangkat kerja. Tahapan penelitian meliputi perancangan sistem, pengumpulan data RSSI, pra-pemrosesan data, pelatihan model ANN, serta evaluasi performa model berdasarkan nilai *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, *Confusion Matrix*, dan *loss*. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Alur penelitian

Arsitektur Sistem

Sistem *Indoor Positioning System* yang dikembangkan terdiri atas satu perangkat kerja yang memancarkan sinyal *Bluetooth Low Energy* (BLE) dan tiga perangkat *receiver* yang ditempatkan pada tiga ruangan berbeda. Setiap *receiver* dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan layar TFT LCD dan buzzer sebagai indikator. Ketiga *receiver* menerima nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari perangkat kerja, kemudian data dikumpulkan dan diproses melalui tahapan *preprocessing* sebelum digunakan sebagai masukan pada model *Artificial Neural Network* (ANN) untuk menentukan lokasi perangkat kerja. Arsitektur sistem yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok sistem *Indoor Positioning System* berbasis BLE dan Artificial Neural Network.

Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan pada tiga ruangan yang menjadi area penelitian. Perangkat kerja yang memancarkan sinyal dari BLE untuk *transmitter*, sedangkan tiga alat yang di lengkapi mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai *receiver* untuk menangkap nilai RSSI . Data dikumpulkan pada berbagai posisi perangkat sehingga diperoleh variasi nilai RSSI yang merepresentasikan kondisi nyata lingkungan *indoor*. Setiap data terdiri atas tiga atribut RSSI yang berasal dari masing-masing ESP32 dan satu label lokasi yang menunjukkan posisi perangkat kerja. Dataset yang diperoleh kemudian digunakan sebagai data pelatihan dan pengujian model ANN.

Tabel 1 menunjukkan spesifikasi proses pengumpulan data.

Tabel 1. Spesifikasi Data Pengujian

Parameter	Nilai
Jumlah Ruangan	3
Jumlah <i>receiver</i>	3
Jumlah Perangkat kerja	120

Pra-pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan dilakukan untuk meningkatkan kualitas data sebelum digunakan pada proses pelatihan model. Tahapan yang dilakukan meliputi pemeriksaan data kosong, pemberian label kelas, standarisasi menggunakan metode *Z-score* standarisasi, serta pembagian dataset menjadi data pelatihan dan data pengujian dengan rasio 80:20. Standarisasi dilakukan menggunakan Persamaan (1).

$$Z_{score} = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Dengan Z_{score} adalah Nilai fitur keluaran setelah distandardisasi, x merupakan Nilai fitur mentah daya terima sinyal RSSI (dBm), μ merupakan Nilai rata-rata populasi data (*mean*), serta σ merupakan Nilai simpangan baku populasi data (*standard deviation*).

Perancangan Model *Artificial Neural Network*

Model ANN yang digunakan merupakan *Multilayer Perceptron* (MLP) dengan tiga *neuron* pada lapisan masukan yang merepresentasikan nilai RSSI dari tiga ESP32, dua *hidden layer* masing-masing terdiri atas 14 dan 7 *neuron*, serta tiga *neuron* pada lapisan keluaran yang merepresentasikan tiga kelas lokasi perangkat kerja. Fungsi aktivasi yang digunakan pada *hidden layer* adalah *Rectified Linear Unit* (ReLU), sedangkan lapisan keluaran menggunakan fungsi *Softmax*. Proses pelatihan dilakukan menggunakan *Adam Optimizer* dengan *learning rate* sebesar 0,001 selama 50 *epoch*. Proses *feedforward* dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$Z_j = \sum_{i=1}^n x_i w_{ij} + b_j \quad (2)$$

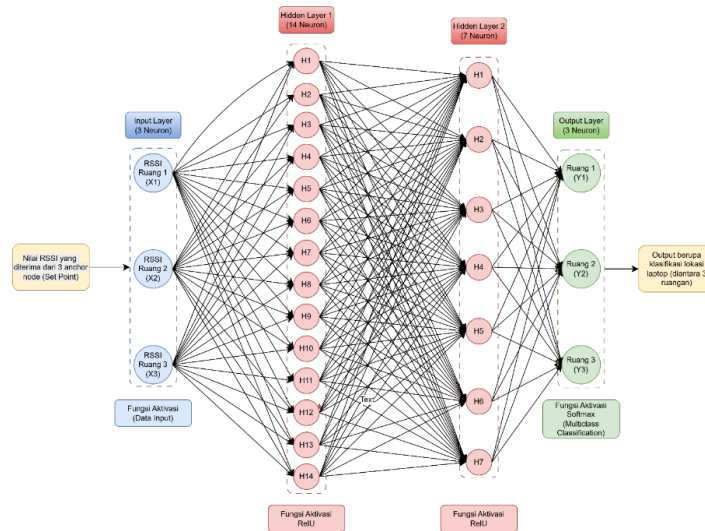
Fungsi aktivasi ReLU dinyatakan pada Persamaan (3)

$$f(x) = \max(0, x) \quad (3)$$

Output Layer menggunakan fungsi *Softmax* sebagaimana Persamaan (4).

$$P(y_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^n e^{z_j}} \quad (4)$$

Arsitektur model ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Neural Network

Evaluasi Model

Performa model dievaluasi menggunakan *Confusion Matrix*, *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*. Selain itu, kurva loss selama proses pelatihan juga dianalisis untuk mengetahui kemampuan konvergensi model.

Nilai akurasi dihitung menggunakan Persamaan (5).

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Total Data}} \times 100 \quad (5)$$

Nilai *precision* dihitung menggunakan Persamaan (6).

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \quad (6)$$

Nilai *recall* dihitung menggunakan Persamaan (7).

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (7)$$

Nilai *F1-Score* dihitung menggunakan Persamaan (8).

$$F1 - Score = 2x \frac{Recall \times Precision}{Recall + Precision} \quad (8)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Perangkat *receiver* berhasil diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan layar TFT LCD dan buzzer sebagai indikator. *Receiver* mampu melakukan pemindaian sinyal *Bluetooth Low Energy* (BLE) yang dipancarkan oleh perangkat kerja dan menampilkan informasi hasil pemindaian pada layar TFT LCD secara real-time. Selain itu, buzzer berfungsi sebagai indikator ketika proses pemindaian berhasil dilakukan.

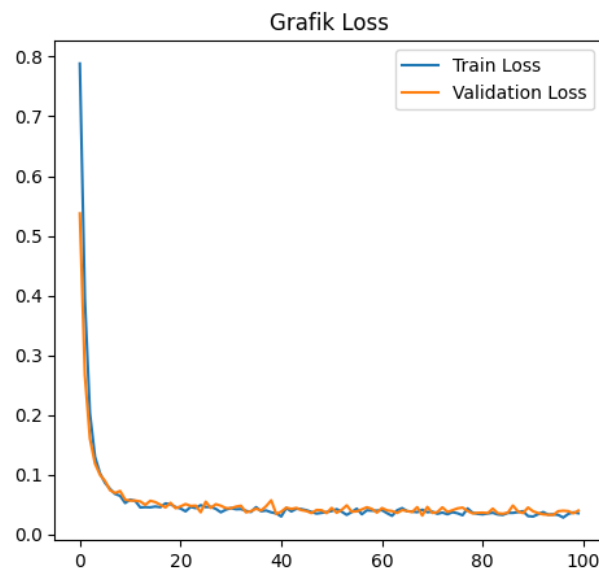
Hasil implementasi perangkat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perangkat *Receiver*

Hasil Pelatihan Model ANN

Model Artificial Neural Network yang digunakan memiliki arsitektur 3-14-7-3 yang terdiri atas tiga *neuron* pada lapisan masukan, dua *hidden layer* dengan 14 dan 7 *neuron*, serta tiga *neuron* pada lapisan keluaran. Proses pelatihan dilakukan menggunakan optimizer Adam dan fungsi aktivasi ReLU. Berdasarkan hasil pelatihan, nilai *loss* mengalami penurunan secara bertahap hingga mencapai kondisi konvergen sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. Hal tersebut menunjukkan bahwa model mampu mempelajari hubungan antara nilai RSSI dan kelas lokasi perangkat kerja secara efektif.



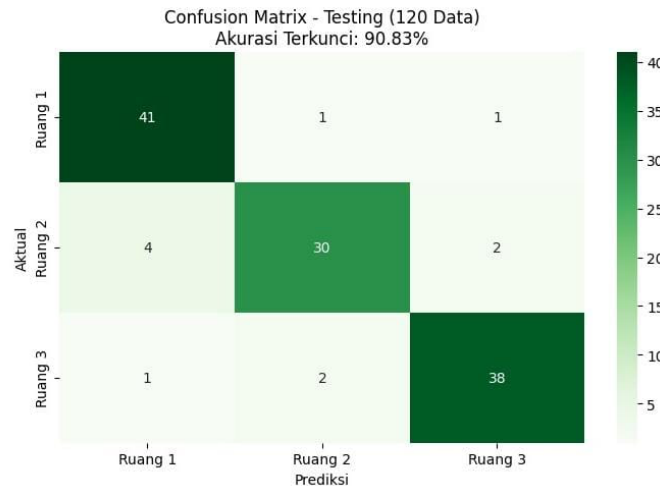
Gambar 5. Grafik Kurva *Loss*

Hasil Pelatihan Model ANN

Tabel 2. Hasil evaluasi model ANN

Parameter	Nilai
Accuracy	90,83%
Precision	90,88%
Recall	90,83%
F1-Score	90,85%

Berikut adalah *confusion matrix* data *testing*



Gambar 6. *Confusion Matrix*

Penelitian ini berhasil menganalisis penerapan *Artificial Neural Network* (ANN) pada *Indoor Positioning System* (IPS) berbasis *Bluetooth Low Energy* (BLE) untuk lokalisasi perangkat kerja menggunakan nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Model ANN yang dikembangkan menunjukkan performa klasifikasi yang baik dengan tingkat akurasi sebesar **90,83%**, sehingga mampu mempelajari pola RSSI yang bersifat fluktuatif pada lingkungan *indoor*. Kontribusi utama penelitian ini adalah menunjukkan bahwa ANN dapat diterapkan sebagai metode yang efektif dalam mendukung proses lokalisasi perangkat kerja, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi pengelolaan dan audit aset pada lingkungan perkantoran. Secara analitis, kemampuan ANN dalam membedakan lokasi perangkat menunjukkan bahwa nilai RSSI tidak harus memiliki pola yang sepenuhnya stabil untuk dapat digunakan sebagai informasi posisi. Pada lingkungan dalam ruangan, kekuatan sinyal yang diterima dapat berubah meskipun perangkat berada pada lokasi yang sama. Perubahan tersebut dapat dipengaruhi oleh jarak terhadap pemancar, keberadaan dinding atau furnitur, pergerakan manusia, serta kondisi propagasi sinyal seperti *multipath* dan *shadowing*. Oleh karena itu, hubungan antara RSSI dan lokasi tidak selalu dapat direpresentasikan melalui aturan linier atau batas nilai tertentu. ANN dapat mengakomodasi kondisi tersebut dengan mempelajari kombinasi dan kecenderungan pola RSSI selama proses pelatihan, sehingga proses lokalisasi tidak hanya bergantung pada satu nilai sinyal pada suatu waktu.

Penerapan algoritma *backpropagation* juga berperan penting dalam membentuk kemampuan model untuk mengenali karakteristik sinyal pada setiap lokasi. Selama proses pelatihan, perbedaan antara keluaran prediksi dan lokasi aktual digunakan untuk memperbarui bobot jaringan secara bertahap. Proses tersebut memungkinkan ANN mengidentifikasi karakteristik RSSI yang lebih dominan dalam membedakan satu ruangan dengan ruangan lainnya. Dengan demikian, fluktuasi RSSI tidak selalu menyebabkan kesalahan lokalisasi selama pola sinyal yang diperoleh masih memiliki karakteristik yang dapat dibedakan oleh jaringan. Namun, tingkat keberhasilan model tetap dipengaruhi oleh kualitas dan keragaman data pelatihan. Data yang hanya dikumpulkan pada kondisi lingkungan tertentu berpotensi membuat model kurang mampu mempertahankan performanya ketika terjadi perubahan tata ruang, posisi perangkat, kepadatan pengguna, maupun kondisi interferensi yang berbeda.

Dari sisi implementasi, hasil tersebut menunjukkan bahwa ANN memiliki potensi untuk digunakan sebagai pendekatan lokalisasi perangkat kerja pada *Indoor Positioning System* berbasis RSSI tanpa harus sepenuhnya bergantung pada penentuan *threshold* secara manual. Pendekatan berbasis *threshold* cenderung menetapkan batas RSSI tertentu untuk menentukan suatu lokasi, sehingga perubahan kekuatan sinyal di sekitar nilai batas dapat menyebabkan perpindahan hasil klasifikasi meskipun posisi perangkat sebenarnya tidak berubah. Sebaliknya, ANN menggunakan pola yang dipelajari dari data untuk menentukan

lokasi, sehingga keputusan dapat mempertimbangkan hubungan yang lebih kompleks antaran input RSSI. Meskipun demikian, keunggulan tersebut perlu diimbangi dengan proses pengumpulan data dan pelatihan ulang apabila karakteristik lingkungan mengalami perubahan yang signifikan. Oleh karena itu, penerapan ANN pada sistem ini dapat dipandang sebagai pendekatan yang lebih adaptif untuk menghadapi karakteristik RSSI yang dinamis, dengan performa yang tetap bergantung pada representativitas data pelatihan dan kondisi lingkungan saat sistem digunakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ANN mampu mempelajari hubungan nonlinier antara nilai RSSI dan lokasi perangkat kerja. Walaupun nilai RSSI mengalami fluktuasi akibat hambatan fisik dan interferensi sinyal, proses pembelajaran melalui algoritma *backpropagation* memungkinkan model menyesuaikan bobot sehingga pola dari masing-masing ruangan dapat dikenali dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa ANN lebih adaptif dibandingkan metode berbasis ambang batas (*threshold*) yang sangat sensitif terhadap perubahan nilai RSSI.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis penerapan *Artificial Neural Network* (ANN) pada *Indoor Positioning System* (IPS) berbasis *Bluetooth Low Energy* (BLE) untuk lokalisasi perangkat kerja menggunakan nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Model ANN yang dikembangkan menunjukkan performa klasifikasi yang baik dengan tingkat akurasi sebesar 90,83%, sehingga mampu mempelajari pola RSSI yang bersifat fluktuatif pada lingkungan *indoor*. Kontribusi utama penelitian ini adalah menunjukkan bahwa ANN dapat diterapkan sebagai metode yang efektif dalam mendukung proses lokalisasi perangkat kerja, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi pengelolaan dan audit aset pada lingkungan perkantoran.

STATEMENT DAN DECLARATION

Competing Interests. Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian, analisis hasil, maupun publikasi artikel ini.

Author Contributions. NHY berkontribusi dalam konseptualisasi penelitian, perancangan sistem *Indoor Positioning System* (IPS), penentuan pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN), analisis karakteristik RSSI, serta supervisi penelitian. QRMA berkontribusi dalam perancangan metodologi, pengumpulan dan pengolahan data RSSI, pengembangan dan pelatihan model ANN menggunakan algoritma *backpropagation*, pengujian sistem lokalisasi, analisis hasil, serta penyusunan manuskrip awal. RDL berkontribusi dalam perancangan dan implementasi sistem, pengujian kinerja model ANN, analisis dan interpretasi hasil lokalisasi, validasi hasil penelitian, serta penelaahan dan penyempurnaan manuskrip. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir manuskrip.

Ethics Approval. Penelitian ini merupakan penelitian di bidang sistem komputasi dan komunikasi yang berfokus pada penerapan *Artificial Neural Network* (ANN) dalam *Indoor Positioning System* berbasis *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) untuk menentukan lokasi perangkat kerja. Penelitian dilakukan melalui pengumpulan dan analisis data kekuatan sinyal serta pengujian sistem lokalisasi dan tidak melibatkan intervensi terhadap manusia atau hewan maupun pengumpulan data pribadi untuk tujuan eksperimen. Oleh karena itu, persetujuan etik tidak diperlukan.

Informed Consent to Participate. Tidak berlaku. Penelitian ini berfokus pada pengumpulan data RSSI, pengembangan dan pengujian model ANN, serta evaluasi sistem lokalisasi perangkat dan tidak melibatkan manusia sebagai partisipan atau subjek penelitian.

Consent for Publication. Tidak berlaku. Manuskrip ini tidak memuat informasi pribadi, data sensitif, gambar individu, atau informasi lain yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi seseorang.

Data Availability. Data RSSI, data hasil pelatihan dan pengujian model ANN, serta hasil pengujian sistem lokalisasi yang mendukung temuan penelitian ini tersedia dari penulis korespondensi berdasarkan permintaan yang wajar.

Use of Artificial Intelligence Tools. Tidak ada alat OpenAI atau alat kecerdasan buatan generatif lainnya yang digunakan dalam pengumpulan data RSSI, pengembangan dan pelatihan model ANN, pengujian sistem lokalisasi, maupun analisis data penelitian. Penggunaan *Artificial Neural Network* (ANN) dalam penelitian ini merupakan bagian dari metode komputasi yang dikembangkan dan diuji sebagai objek penelitian, bukan penggunaan alat kecerdasan buatan generatif untuk menghasilkan data atau hasil penelitian. Jika perangkat lunak pemeriksaan bahasa digunakan selama proses penyusunan manuskrip,

penggunaannya terbatas pada pemeriksaan tata bahasa dan kebahasaan. Seluruh saran perbaikan bahasa ditinjau oleh para penulis, yang bertanggung jawab penuh atas keakuratan, integritas, dan isi akhir manuskrip.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Fadil, H., Rouza, E., Suhenra, D., Andriansyah, A., & Mutaqqin, Z. (2026). Implementasi Artificial Neural Network (ANN) Untuk Memprediksi Cuaca Harian Berdasarkan Data Suhu Dan Kelembapan. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)*, 4(4), 12364–12371.
- Farahiyah, D., & Reza, A. F. (2021). Improved RSSI-based path-loss model for *indoor* positioning and navigation in LabVIEW using trilateration. *Jurnal INFOTEL*, 13(3), 151–159.
- FASYA, I., HAMBALI, A., & PAMUKTI, B. (2023). Penentuan *Indoor* Positioning System (IPS) menggunakan Metode Received Signal Strength (RSS) untuk Visible Light Communication (VLC). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(2), 325. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i2.325>
- Haryanto, D., & Setiawan, A. (2020). Analisis performa algoritma backpropagation dalam pembelajaran jaringan saraf tiruan. *Jurnal Techno.COM*, 19(3), 245–254.
- Hidayat, T., & Nugroho, S. (2023). Pemodelan Proses Forward Propagation pada Artificial Neural Network untuk Estimasi Data Sensor. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 7(2), 340–347.
- Kusuma, H., & Hidayat, M. (2021). Dampak Ketidaksesuaian Lokasi Aset Fisik terhadap Efisiensi Proses Audit Inventaris Perusahaan. *Jurnal Manajemen Aset Dan Logistik*, 5(2), 95–104.
- Nugraha, P. A., & Sukma, D. (2024). Integrasi Arsitektur Internet of Things (IoT) pada Node Sensor Sistem Lokalisasi *Indoor*. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 12(1), 45–53.
- Nugroho, W. A., & Lestari, D. P. (2024). Penerapan Metode Machine Learning untuk Analisis Karakteristik Sinyal Nirkabel pada Sistem Lokalisasi *Indoor*. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 13(1), 45–53.
- Pratama, R. A., & Handoko, T. (2022). Akselerasi Transformasi Digital dan Efisiensi Operasional Industri dalam Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 8(2), 142–151.
- Ramadhan, M. F., & Setiawan, B. (2023). Audit Teknologi Informasi dan Pengelolaan Inventaris Perangkat Kerja Menggunakan Enterprise Resource Planning (ERP) Odoo. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 7(4), 820–828.
- Setiawan, A. B., & Christian, R. (2025). Pemanfaatan Teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) untuk Aplikasi IoT Berdaya Rendah. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 14(1), 18–26.
- Siregar, A. M., & Arisandi, D. (2023). Analisis Performa Artificial Neural Network (ANN) untuk Pemetaan Posisi dalam Ruangan Berbasis Received Signal Strength Indicator (RSSI). *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 12(3), 204–212.
- Suyanto, S., & Utama, R. B. (2021). Perkembangan Artificial Intelligence (AI) dan Tantangan Transformasi Digital di Berbagai Sektor Klasik hingga Modern. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 8(3), 455–464.
- Wibowo, A., & Rahmawati, D. (2020). Analisis Arsitektur Hidden Layer Jaringan Saraf Tiruan dalam Mengenali Pola Non-Linear Sinyal Nirkabel. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 11(2), 85–94.
- Wibowo, S. A., & Cahyono, B. (2021). Tantangan dan Implementasi *Indoor* Positioning System (IPS) Sebagai Alternatif GNSS. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 13(1), 33–42.

