

Indoor Position System Berbasis Internet of Things dan Support Vector Machine

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v10i1.7277>

Riwayat Artikel

Received: 12 Agustus 2023 | Final Revision: 28 April 2024 | Accepted: 28 April 2024

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)



Noprianto^{✉*1}, Thirsya Widya Sulaiman^{#2}, Ahmad Rafif Alaudin^{#3}, Raka Bagas Fitriansyah^{#4}

[#]Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno Hatta No. 9 Malang, 65141, Indonesia

¹noprianto@polinema.ac.id

²thirsya.widya@gmail.com

³rafifayuzakil23@gmail.com

⁴rakabgs2000@gmail.com

[✉]Corresponding author: noprianto@polinema.ac.id

Abstrak — Saat ini, pemanfaatan teknologi pelacakan posisi telah merambah ke berbagai aspek, utamanya dengan memanfaatkan *Global Positioning System* (GPS). Namun, terdapat keterbatasan signifikan dalam ketepatan akurasi GPS saat digunakan dalam lingkungan dalam ruangan. Dalam mengatasi tantangan ini, konsep *Indoor Positioning System* (IPS) telah diperkenalkan dan dikembangkan. IPS memungkinkan pelacakan posisi di dalam bangunan dan menawarkan bukan hanya peningkatan akurasi, tetapi juga keamanan, keselamatan, serta efisiensi yang lebih baik. Penelitian yang dijelaskan dalam konteks ini bertujuan untuk merumuskan solusi untuk pelacakan dan pengenalan lokasi dalam ruangan, dengan fokus pada lantai 7 Gedung Sipil. Pendekatan yang digunakan melibatkan penerapan infrastruktur titik akses yang telah ditempatkan di setiap ruangan. Dataset yang digunakan untuk mendukung analisis terdiri dari 80 titik lokasi yang ada dalam ruangan tersebut, yang secara rinci terbagi menjadi 40 titik untuk ruang LIG2, 40 titik untuk ruang LPY 4, dan area koridor yang menghubungkannya. Dalam upaya untuk mencapai tujuan ini, penelitian ini mengadopsi metode *Support Vector Machine* (SVM). Melalui penggunaan teknik ini, model SVM diinstruksikan dengan memanfaatkan data *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari mikrokontroler. Melalui serangkaian uji coba dan evaluasi, metode SVM yang diterapkan dalam penelitian ini telah membuahkan hasil yang menjanjikan. Tingkat akurasi mencapai 79%, mengindikasikan bahwa sistem yang diusulkan mampu dengan tepat memprediksi lokasi berdasarkan data yang terkumpul.

Kata kunci— *Indoor Position System*; *Ruangan*; *Support Vector Machine*.

Indoor Position System Based on Internet of Things and Support Vector Machine

Abstract — Currently, the utilization of position tracking technology has extended to various aspects, primarily harnessing the *Global Positioning System* (GPS). However, a significant limitation arises in the accuracy of GPS when employed within indoor environments. In response to this challenge, the concept of the *Indoor Positioning System* (IPS) has been introduced and developed. IPS enables the tracking of positions within buildings and offers not only improved accuracy but also enhanced security, safety, and greater efficiency. The research described in this context aims to formulate solutions for tracking and identifying locations within indoor spaces, with a specific focus on the 7th floor of a civil building. The approach employed involves the implementation of access point infrastructure strategically placed within each room. The dataset utilized to support the analysis consists of 80

location points within these indoor spaces, meticulously divided into 40 points for the LIG2 room, 40 points for the LPY4 room, and the connecting corridor area. In the pursuit of achieving this objective, the study adopts the Support Vector Machine (SVM) method. Through the utilization of this technique, the SVM model is instructed to utilize Received Signal Strength Indicator (RSSI) data from microcontrollers. Through a series of trials and evaluations, the SVM method applied in this research has yielded promising outcomes. The accuracy rate reaches 79%, signifying that the proposed system is capable of accurately predicting locations based on the collected data.

Keywords— *Indoor Positioning System; Room; Support Vector Machine.*

I. PENDAHULUAN

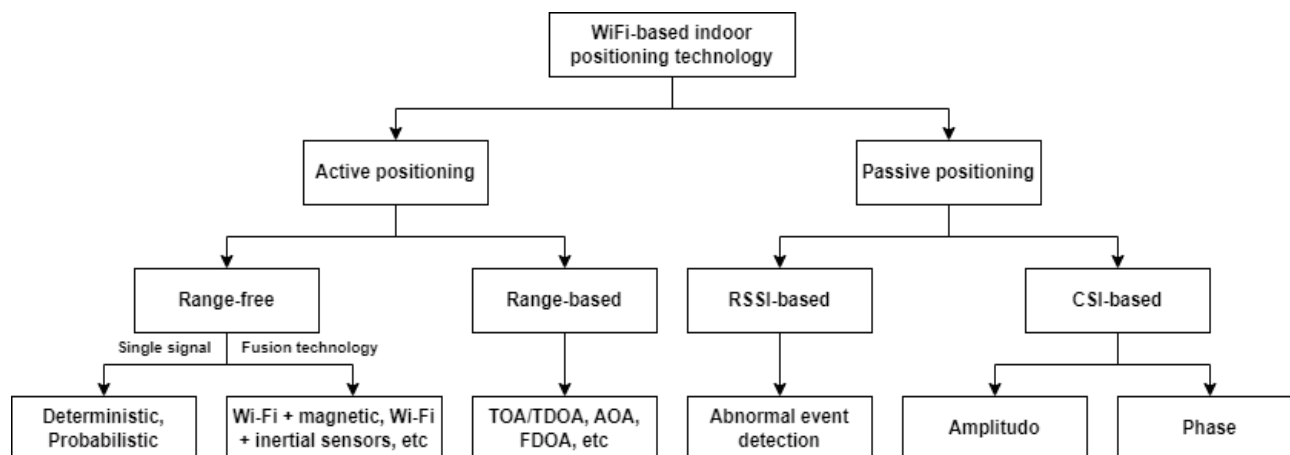
Saat ini, teknologi pelacakan posisi telah mendapatkan penggunaan yang luas dan signifikan dalam berbagai bidang. Dalam hal ini, salah satu teknologi yang dominan adalah *Global Positioning System* (GPS) yang dimiliki oleh Pemerintah Amerika Serikat. GPS telah membuktikan dirinya sebagai alat yang sangat efektif dalam menentukan posisi geografis saat ini, mengidentifikasi alamat lokasi, dan menyediakan petunjuk arah menuju tujuan tertentu. Namun, di sisi lain, GPS juga menghadapi batasan nyata dalam hal akurasi, terutama ketika digunakan dalam lingkungan indoor.

Keterbatasan tersebut telah memicu pengembangan teknologi yang lebih canggih untuk melacak posisi di dalam ruangan, menggagas konsep yang dikenal sebagai *Indoor Positioning System* (IPS). IPS telah muncul sebagai solusi yang menarik untuk mengatasi tantangan dalam pelacakan posisi di dalam bangunan. Konsep ini berfokus pada penggunaan infrastruktur dalam ruangan, seperti titik akses atau sensor, untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam memetakan posisi pengguna dengan akurasi yang lebih tinggi di dalam lingkungan tertutup.

Dalam upaya untuk mengatasi kendala akurasi GPS yang umumnya rendah dalam lingkungan indoor, IPS mengandalkan berbagai metode dan teknologi, termasuk pemrosesan data yang canggih, analisis sinyal, dan model matematika. Dengan demikian, penelitian dan pengembangan dalam bidang IPS terus berkembang, dengan tujuan untuk menyediakan solusi yang lebih presisi dan andal dalam pelacakan posisi di lingkungan yang penuh tantangan seperti dalam ruangan. Seiring berjalannya waktu, teknologi ini diharapkan akan menjadi semakin matang dan memberikan manfaat signifikan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pelacakan posisi yang akurat di dalam bangunan.

Indoor Positioning System (IPS) adalah sebuah inovasi dalam ranah teknologi informasi yang bertujuan untuk mengidentifikasi letak suatu entitas di dalam struktur bangunan. Mengandalkan teknologi nirkabel yang kini hampir merata terpasang di berbagai jenis gedung seperti lembaga pendidikan, perkantoran, dan pusat perbelanjaan, sistem IPS ini memiliki kapabilitas untuk menglokalisasi posisi objek secara tepat dalam ruangan. Jenis objek yang dapat terdeteksi oleh sistem ini mencakup manusia, barang, serta elemen-elemen lainnya. Merancang *Indoor Positioning System* (IPS) memiliki banyak kegunaan berbagai bidang. Menerapkan sistem penentuan posisi di dalam ruangan tidak hanya memberikan keuntungan tambahan dalam hal keamanan dan keselamatan, melainkan juga memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi di lingkungan kerja [1],[2], [3]. *Indoor Positioning System* (IPS) beroperasi dengan mempergunakan sinyal-sinyal WiFi yang dipancarkan oleh sejumlah access point (pemancar). Sinyal yang dilepaskan oleh pemancar selanjutnya diterima oleh penerima, dimana di dalamnya telah diimplementasikan sebuah aplikasi pengukur intensitas sinyal WiFi yang dihantar dari pemancar. Sistem menerima input dari penerima dalam bentuk kekuatan sinyal Wi-Fi yang selanjutnya diubah menjadi output yang berwujud koordinat posisi penerima. IPS adalah sebuah layanan informasi yang memanfaatkan teknologi nirkabel untuk mengidentifikasi objek atau individu dalam suatu bangunan dengan memakai teknologi visual, infra merah, WiFi, *ultra-wideband*, *bluetooth*, navigasi inersia, magnetik, atau sensor lain yang mampu mentransfer informasi melalui perangkat [4], [5], [6], [7], [8]. *Indoor Positioning System* adalah contoh dari sistem yang mengadopsi prinsip *Context-Aware*. Teknologi ini mampu mendeteksi lokasi objek di dalam ruangan, termasuk individu, barang, dan elemen lainnya [9]. *Indoor Positioning System* (IPS) memiliki komponen utama yang terbagi menjadi tiga modul, yakni: (1) Modul pemosisian di dalam ruangan, (2) Modul navigasi, dan (3) Modul interaksi manusia-mesin. Modul pemosisian di dalam ruangan berfungsi untuk mengestimasi posisi pengguna, sedangkan modul navigasi bertanggung jawab dalam menghitung rute terpendek menuju tujuan dari posisi pengguna saat ini. Sementara itu, modul *Human Machine Interface* (HMI) dirancang untuk memfasilitasi interaksi antara pengguna dan sistem, juga memberikan instruksi serta panduan kepada pengguna [10].

Saat ini *smartphone* dan teknologi Wifi merupakan yang paling populer dalam membuat *Indoor Positioning System* (IPS) dalam keselamatan publik, industri, perawatan medis, dan bidang lainnya. *Indoor Positioning System* dengan teknologi WiFi populer karena teknologi WiFi memiliki tiga keuntungan yaitu (i) *Hotspot* yang tersebar luas, (ii) Kondisi akses yang rendah, dan (iii) Memiliki fleksibilitas tinggi. *Indoor Positioning System* (IPS) dengan teknologi WiFi dibagi menjadi dua teknik yaitu *active positioning* dan *passive positioning*. *Active positioning* berarti pengguna perlu membawa perangkat seluler untuk secara aktif mencari dan mengumpulkan sinyal AP terdekat. Sedangkan *passive positioning* berarti pengguna tidak perlu membawa perangkat apapun, tetapi dengan menggunakan pemancar sinyal dan menerima sinyal [4]. *Hierarki* terkait dengan penggunaan teknologi WiFi untuk menentukan lokasi di dalam ruangan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hierarki Wifi-based Indoor Positioning System

Received Signal Strength Indicator (RSSI) mewakili teknologi yang digunakan untuk secara *real-time* memantau individu di dalam gedung dan mengukur parameter kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat nirkabel. Walaupun demikian, penggunaan langsung dari *Link Quality Indicator* (LQI) sebagai representasi RSSI berbasis jarak menghadapi sejumlah keterbatasan, karena prinsip dasar RSSI yang peka terhadap gangguan seperti *noise*, *multipath fading*, dan interferensi lainnya, menghasilkan fluktuasi yang substansial dalam tingkat kekuatan sinyal yang diterima. Teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) umumnya mengandalkan nilai RSSI sebagai metrik untuk mengestimasi jarak antara pemancar dan penerima sinyal.

Beberapa ilmuwan dan peneliti telah mengelaborasi konsep *Indoor Positioning System* tersebut dengan berbagai pendekatan dan metode yang beragam guna mencapai tingkat akurasi yang optimal. Beberapa di antaranya melibatkan penerapan algoritma *Support Vector Machine* (SVM), pendekatan triangulasi, metode trilaterasi, dan berbagai strategi lainnya [11], [12], [13]. Berdasarkan analisis studi yang telah dilakukan, penggunaan metode SVM telah terbukti mampu menghasilkan tingkat akurasi yang paling optimal dalam mengatasi permasalahan deteksi lokasi. Namun, dalam beberapa kasus, hasil yang diperoleh belum selalu konsisten. Metode *Support Vector Machine* (SVM) merupakan salah satu algoritma yang sangat terkenal dalam ranah pembelajaran mesin, terutama dalam konteks klasifikasi. Dalam kurun waktu dekade terakhir, SVM telah mengukuhkan dirinya sebagai sebuah metode yang tangguh dalam menghadapi tugas pengelompokan pola, dan prestasinya telah terbukti sangat memuaskan ketika diaplikasikan pada beragam bidang aplikasi [14].

Oleh sebab itu, banyak anggota dari kalangan komunitas *machine learning* tertarik untuk memperdalam pengetahuan dan mengembangkan metode *Support Vector Machine* (SVM) karena keunggulannya yang sangat mencolok dalam berbagai permasalahan pembelajaran. SVM mewakili suatu pendekatan dalam *machine learning* yang bertujuan untuk mengidentifikasi *hyperplane* optimal yang dapat secara tepat memisahkan dua kelas yang ada dalam ruang input (*input space*). Algoritma klasifikasi SVM mengambil keuntungan dari data latihan (*training data*) untuk membentuk suatu model klasifikasi. Model yang terbentuk ini kemudian dapat diterapkan dalam memprediksi kelas dari data baru yang belum pernah dihadapi sebelumnya, yang biasa dikenal sebagai data pengujian (*testing data*).

Dalam rangkaian penelitian ini, dalam upaya untuk mengatasi masalah ketidakmampuan GPS dalam menjangkau lokasi di dalam ruangan, kemudian infrastruktur komunikasi yang sudah terpasang pada setiap ruangan atau lokasi penelitian sehingga digunakan *Indoor Positioning System* yang berbasis pada jaringan Wi-Fi untuk mengidentifikasi posisi seseorang dengan memanfaatkan intensitas sinyal Wifi yang ada dalam ruangan di kampus. Setiap ruang yang terletak di Lantai 7 Gedung Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang telah dilengkapi dengan titik akses (*Access Point*) yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal Wi-Fi berdasarkan lokasi ruangan. Data yang dihasilkan dari penangkapan sinyal akan diolah menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM), dan dari hasil analisis tersebut, akan diperoleh informasi tentang lokasi masing-masing ruangan yang ada di Lantai 7 Gedung Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang. Penggunaan *machine learning* menggunakan SVM karena model dapat secara langsung ditanam pada sebuah *microcontroller*, sehingga tidak perlu melakukan *request* ke server. Hal ini penting ketika perangkat jumlahnya sudah ratusan, bahkan ribuan yang setiap detik melakukan *request* server tidak membuat server sibuk. Lokasi tidak dapat langsung diketahui karena perangkat (*microcontroller*) tidak langsung terhubung ke *access point* karena hanya mendeteksi kekuatan sinyal dari *access point* sekitar. Selain itu, perangkat (*microcontroller*) selalu bergerak sehingga lokasi juga selalu berubah.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Gedung Sipil lantai 7 Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia pada rentang bulan Maret hingga Juni 2023. Penelitian dilakukan di Gedung Sipil lantai 7 guna memanfaatkan infrastruktur *access point* yang sudah terpasang di setiap ruangnya. Harapannya hasil dari penelitian nantinya dapat dimanfaatkan untuk mengenali tiap ruang yang ada pada Gedung Sipil lantai 7.

B. Metode Pengembangan

Penelitian rancang bangun sistem *Indoor Positioning System* dikembangkan menggunakan pendekatan *System Development Life Cycle* (SDLC) yakni dengan Model Waterfall. Model yang bersifat linear ini memiliki lima tahap pengembangan, yakni *requirements analysis, design, development, testing, dan maintenance*.

1) Requirement Analysis

Tahap analisis kebutuhan merupakan langkah yang digunakan untuk menetapkan persyaratan yang esensial bagi pengembangan sistem. Dalam konteks penelitian ini, informasi mengenai persyaratan pengembangan sistem diperoleh melalui telaah literatur dari berbagai sumber yang berkaitan, yang kemudian akan diaplikasikan pada lantai 7 Gedung Sipil Politeknik Negeri Malang.

2) Design

Informasi mengenai kebutuhan pada tahap sebelumnya selanjutnya akan dianalisa, untuk kemudian diimplementasikan pada desain pengembangan sistem. Pada pengembangan *Indoor Positioning System* (IPS) ini nantinya perlu melakukan desain sistem serta perancangan antarmuka aplikasi.

3) Development

Dalam tahap pengembangan, desain yang telah direncanakan sebelumnya akan diimplementasikan sebagai serangkaian program atau unit program. Proses ini melibatkan transformasi desain konseptual menjadi bentuk yang dapat dieksekusi dalam bentuk kode komputer. Setiap langkah implementasi didasarkan pada spesifikasi desain yang telah ditetapkan sebelumnya, yang mencakup struktur, fungsi, dan interaksi antarmuka yang akan dibangun.

4) Testing

Pengujian dalam rangka pengembangan sistem memiliki peran krusial dalam memastikan keandalan dan kinerja sistem yang sedang dikembangkan. Tahapan pengujian ini dirancang untuk mengidentifikasi potensi kesalahan (*error*) yang mungkin muncul selama operasi sistem. Dengan tujuan akhir mencapai sistem yang optimal dan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya, proses pengujian menjadi langkah penting dalam memvalidasi setiap aspek dan fitur yang telah diimplementasikan.

5) Maintenance

Tahap terakhir pada Metode Waterfall adalah *maintenance*. *Maintenance* merupakan tahap pemeliharaan sistem. Pemeliharaan sistem dapat meliputi pembetulan bug yang mungkin terjadi maupun memperbaiki bagian pada sistem. Pada pengembangan *Indoor Positioning System* (IPS) ini memungkinkan untuk memperbaiki dataset RSSI ketika terdapat tambahan *access point*.

C. Perancangan Alur Sistem

Dalam melakukan penelitian dilakukan beberapa tahapan dari proses pengumpulan data sampai dengan implementasi metode, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



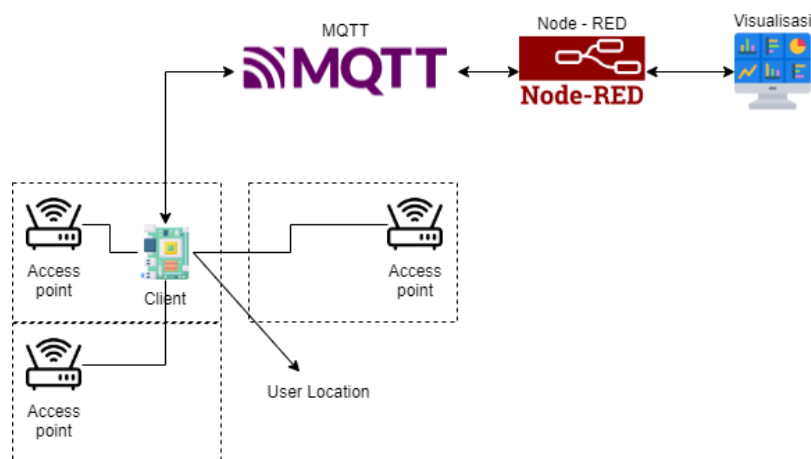
Gambar 2. Perencanaan Alur Sistem

Proses pengumpulan data *Receiver Signal Strength Indicator* (RSSI) pada Gedung Sipil Politeknik Negeri Malang lantai 7 yang nantinya akan dijadikan sebagai data *training model*. Sebelum melakukan *training*, terlebih dulu data yang sudah dikumpulkan dilakukan *preprocessing* data untuk menyiapkan data yang hanya diperlukan untuk dilakukan *training* terhadap model *Support Vector Machine* (SVM). Sesudah dilakukan pelatihan, model SVM selanjutnya diimplementasikan pada sistem untuk kemudian menerima *input* RSSI dari *smartphone* yang kemudian memberikan *output* lokasi orang itu berada.

D. Rancangan Sistem

1) Arsitektur Sistem

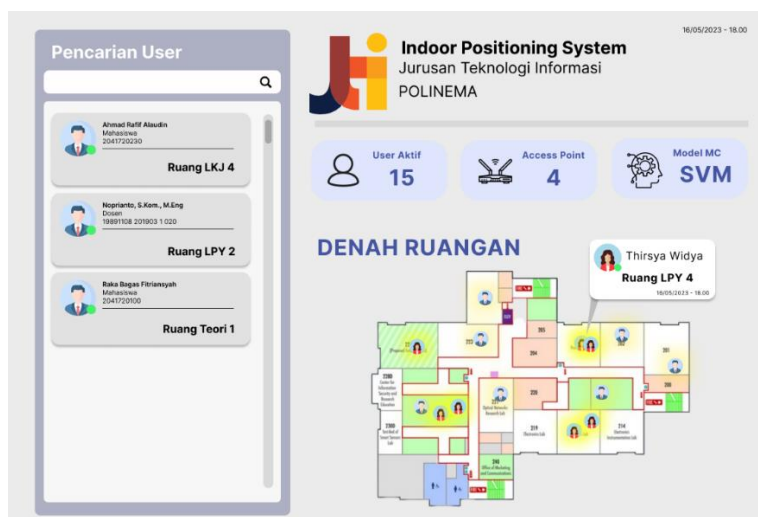
Pendesainan seperti pada Gambar 3. Arsitektur Sistem untuk pengembangan *Indoor Positioning System* (IPS). NodeMCU digunakan sebagai perangkat pengumpul data di dalam gedung. NodeMCU akan mengukur dan mengumpulkan data RSSI dari *Access Point* (AP) WiFi di sekitarnya. NodeMCU akan terhubung ke jaringan WiFi yang ada di gedung untuk mengirimkan data yang dikumpulkan ke server MQTT. MQTT digunakan sebagai protokol komunikasi yang efisien dan ringan untuk mentransfer data antara Node MCU dan server MQTT. Server MQTT bertindak sebagai broker yang menerima data dari Node MCU dan menyimpannya dalam topik tertentu. Node-RED adalah platform pengembangan visual yang digunakan untuk menghubungkan, mengolah, dan mengatur aliran data. Node-RED digunakan untuk menerima data dari server MQTT dan melakukan *preprocessing* data RSSI, seperti membersihkan data dan memperbaiki nilai yang kurang akurat. Selain itu, Node-RED juga bertanggung jawab untuk mengelompokkan data RSSI menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM). Gambar 3 menggambarkan arsitektur sistem yang akan dikembangkan.



Gambar 3. Arsitektur Sistem

2) Mockup

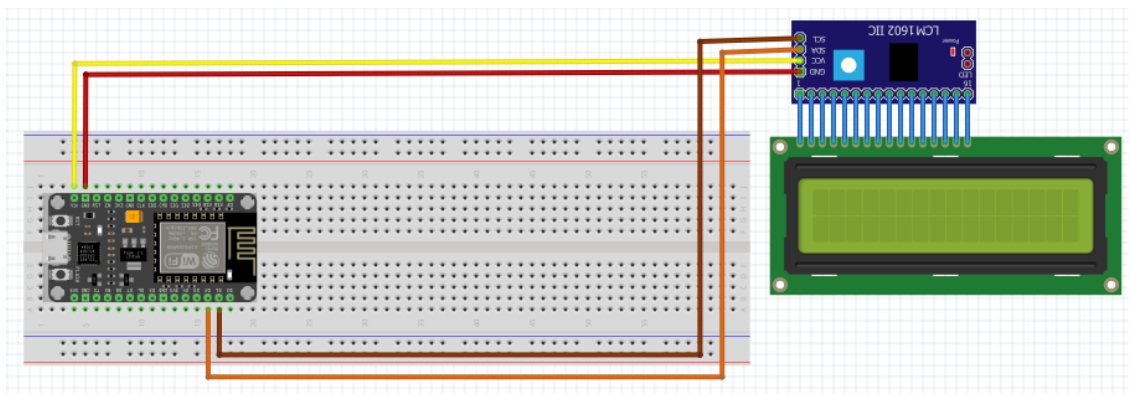
Data yang telah dikirimkan oleh klien atau mikrokontroler merupakan elemen kunci dalam proses visualisasi yang diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam terhadap hasil dan performa suatu sistem. Melalui integrasi data tersebut ke dalam mockup yang digambarkan pada Gambar 4, kita dapat menghasilkan representasi visual yang jelas dan informatif tentang informasi yang terkandung di dalamnya



Gambar 4. Mockup Sistem

Gambar 4 merupakan tampilan dari sistem yang dikembangkan. Sistem diatas memiliki beberapa fitur. Fitur pertama adalah fitur pencarian *user*, *output* dari fitur ini adalah berupa *list user* hasil pencarian yang cocok dengan namanya. *List* berupa kumpulan *card* yang berisi informasi nama user, jabatan, nim jika mahasiswa, nip jika dosen, nama ruang, serta waktu ketika user berada di ruangan tersebut. Fitur kedua adalah fitur untuk memberikan informasi umum mengenai jumlah *user* yang aktif, jumlah *access point* yang terpasang, serta algoritma *machine learning* yang digunakan. Fitur ketiga adalah tampilan denah yang akan berisikan icon-icon dimana *user* berada, kemudian dari setiap *icon* dapat diklik sehingga menampilkan detail informasi *user*, berupa nama, ruang *user* berada, dan waktu ketika *user* berada di ruangan. Detail informasi *user* didapatkan sebelumnya karena perangkat (*mac address*) yang dibawa oleh *user* telah didaftarkan di database yang digabungkan dengan data *user*.

3) Rangkaian Sistem



Gambar 5. Rangkaian Sistem

Gambar 5 menunjukkan sistem pengembangan *Indoor Positioning System* (IPS) yang akan dibuat sumber visualisasi dengan menggunakan aplikasi Fritzing untuk mendesain rangkaian sistem dengan menggunakan Amica NodeMCU, LCD, dan I2C.

Sistem IoT (Internet of Things) yang menggunakan Amica NodeMCU, LCD, dan I2C dapat digunakan untuk mengontrol dan memantau perangkat atau sensor. Berikut adalah penjelasan mengenai rangkaian sistem tersebut

- Amica NodeMCU: NodeMCU adalah platform pengembangan berbasis ESP8266 yang memiliki kemampuan WiFi. NodeMCU ini digunakan sebagai otak utama dalam sistem IoT. Ia dapat berkomunikasi dengan berbagai perangkat dan mengirimkan atau menerima data melalui koneksi WiFi
- Liquid Crystal Display* (LCD) berfungsi sebagai antarmuka visual yang memainkan peran vital dalam menyajikan informasi kepada pengguna. Dalam rangkaian kerja yang lebih khusus, LCD memiliki tanggung jawab penting dalam menampilkan berbagai jenis data yang mencakup waktu dan lokasi, serta informasi terkait lainnya yang memiliki relevansi signifikan dengan operasi sistem Internet of Things (IoT) yang sedang berjalan
- Protokol komunikasi *Inter-Integrated Circuit* (I2C) merupakan sebuah metode yang luas digunakan dalam pengiriman dan penerimaan data dalam berbagai konteks aplikasi. Sistem I2C ini terdiri dari dua saluran penting, yaitu saluran *Serial Clock* (SCL) dan *Serial Data* (SDA), yang berfungsi sebagai jalur komunikasi untuk membawa informasi data antara perangkat I2C dan pengontrolnya. Secara esensial, SCL bertanggung jawab atas pengaturan kecepatan pengiriman data, sedangkan SDA mengirim dan menerima data itu sendiri.

Sehingga sistem yang diusulkan dapat mengontrol dan memantau perangkat atau sensor melalui koneksi WiFi. Rangkaian ini memberikan kemampuan untuk mengatur tugas berdasarkan waktu dan menampilkan informasi penting pada LCD.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Transformasi Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari memindai *Set Service Identifier* (SSID), sehingga mendapatkan data RSSI tiap SSID yang merupakan data setiap sudut pada suatu ruangan dengan jumlah sebanyak 40 titik di setiap ruang dan terdiri dari variabel. Pengambilan dataset dilakukan dengan berjalan di setiap ruangan, pindah ke titik pengambilan dengan melangkah setelah perangkat dipastikan mengirimkan data ke server dalam ruangan yang sama. Ketika dalam ruangan yang sama titik diambil data RSSI, selanjutnya pindah ke ruangan yang lain. Pengambilan data ini dilakukan selama 1 hari. Terdapat dua *class-label* pada atribut ruang yang diketahui titiknya yaitu LIG2 dan LPY4.

TABEL 1 merupakan dataset yang digunakan, dimana dalam laporan ini hanya menampilkan 5 data teratas pada ruang LIG2 dan 5 data teratas pada ruang LPY4. Kolom Araspot, jti, auditorium, dan pos3 adalah nama *access point* yang terdeteksi di ruangan LIG 2 dan LPY 4. Nilai-nilai pada setiap *access point* yang mendekati 0 akan semakin baik sinyalnya atau semakin dekat dengan perangkat (*microcontroller*).

TABEL 1
DATASET RSSI

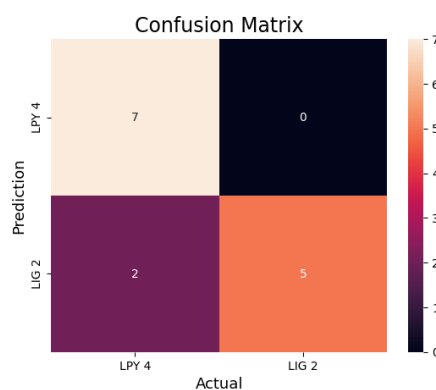
| Araspot | jti | gudang | auditorium | pos3 | ruang |
|---------|-----|--------|------------|------|-------|
| -61 | -79 | -74 | -81 | 0 | LIG 2 |
| -64 | -90 | -74 | 0 | 0 | LIG 2 |
| -56 | -85 | -79 | -84 | -80 | LIG 2 |
| -63 | -82 | -78 | 0 | -81 | LIG 2 |
| -65 | -70 | -77 | -75 | -86 | LIG 2 |
| -75 | -62 | 0 | 0 | 0 | LPY 4 |
| -79 | -71 | 0 | -79 | 0 | LPY 4 |
| -83 | -64 | 0 | 0 | 0 | LPY 4 |
| -75 | -61 | 0 | -74 | 0 | LPY 4 |
| -81 | -58 | 0 | 0 | 0 | LPY 4 |

2) Pengujian Data

Pengujian data dilakukan menggunakan alat bantu Google Collabs dengan menggunakan Bahasa Python, proses ini dilakukan untuk mengetahui hasil akurasi dari dataset yang telah didapatkan. Gambar 6 menunjukkan hasil akurasi model pengujian dengan menggunakan python.

| | precision | recall | f1-score | support |
|--------------|-----------|--------|----------|---------|
| 1 | 0.75 | 1.00 | 0.86 | 15 |
| 2 | 0.82 | 0.75 | 0.78 | 12 |
| 3 | 0.83 | 0.62 | 0.71 | 16 |
| accuracy | | | 0.79 | 43 |
| macro avg | 0.80 | 0.79 | 0.78 | 43 |
| weighted avg | 0.80 | 0.79 | 0.78 | 43 |

Gambar 6 Hasil dan Akurasi

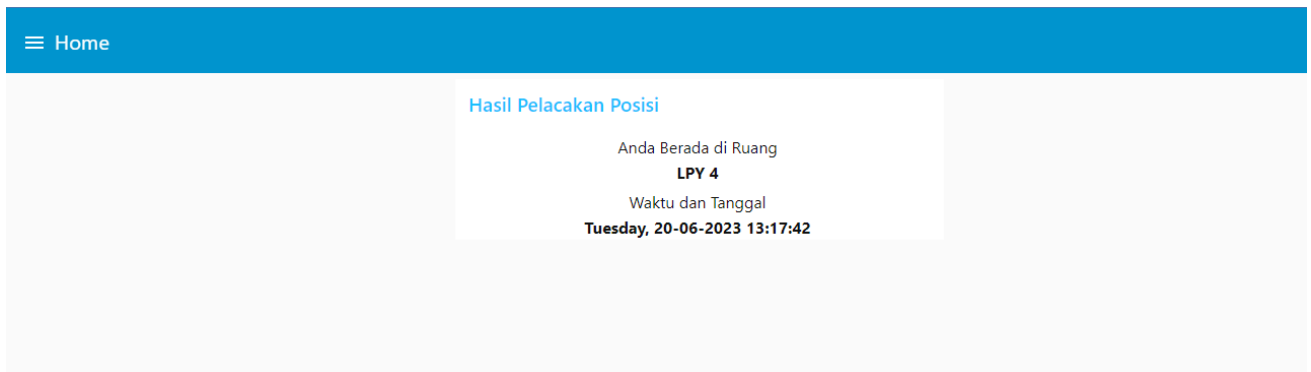


Gambar 7 Confusion Matrix

Hasil pengujian dapat diketahui bahwa performa model dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) memiliki nilai akurasi sebesar 79% yang berarti dapat memprediksi lokasi secara akurat berdasarkan data yang ada. Jika dilihat pada Gambar 7 dibuktikan bahwa hanya ada 2 data yang salah dikenali, yang seharusnya LPY 4 tetapi dikenali sebagai LIG 2. Sedangkan 12 data tepat atau akurat dalam mendeteksi, 7 data LPY 4 berhasil dikenali sebagai LPY 4 dan 5 data LIG 2 dapat dikenali sebagai LIG 2. Hyperparameter yang digunakan adalah *radial basis function* dengan nilai gamma 0.001, serta untuk nilai C adalah 1. Model tersebut didapatkan dari total data 144 titik RSSI yang dibagi ke dalam ruang LIG 2, LPY 4, dan area koridor dengan pembagian data 70% untuk *training* dan 30% untuk *testing*.

3) Hasil Pengujian Validasi

Gambar 8 memperlihatkan sebuah perangkat yang diujicobakan implementasi metode *Support Vector Machine* (SVM) dalam *Indoor Positioning System* ruang LIG2 dan LPY4 yang terletak di Gedung Sipil lantai 7 Politeknik Negeri Malang. Untuk pengujian hanya menggunakan sebuah perangkat karena difokuskan pada keberhasilan bagaimana model yang ditanamkan pada perangkat *microcontroller* dapat mendeteksi lokasi berdasarkan parameter RSSI dan ditampilkan pada platform Node Red.



Gambar 8. Dashboard Home

Pada halaman Dashboard Home, seperti ditunjukkan pada Gambar 8 menampilkan lokasi ruang seseorang berada yang dapat berubah ketika berpindah. Selain itu juga menampilkan hari, tanggal serta waktu secara *real-time*. Kemudian pada Dashboard About hanya menampilkan identitas dari anggota kelompok yang ditunjukkan pada Gambar 9.



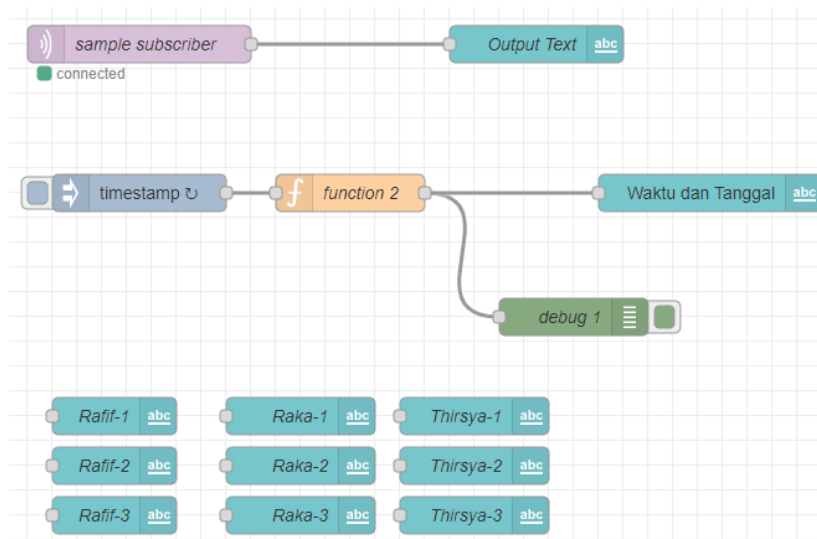
Gambar 9. Dashboard About

Gambar 8 didapatkan dari data RSSI pada SSID lokasi perangkat serta dilakukan prediksi dengan model, kemudian data hasil prediksi di publish dengan *message broker* dan Node-Red menerima data sehingga ditampilkan pada Dashboard. Berikut ini merupakan flow pada Node-Red. Kemudian untuk hasil akhir dari perangkat yang telah dirangkai dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Hasil rangkaian

Perangkat lunak Node-RED beroperasi dengan memanfaatkan prinsip dasar pengaturan aliran data (*flow-based programming*). Setiap alur kerja terdiri dari serangkaian node yang mewakili fungsi atau tugas tertentu. Node-node ini kemudian dihubungkan satu sama lain untuk membentuk jalur logika yang diinginkan. Gambaran visual dari alur kerja ini memudahkan pengguna dalam memahami dan mengelola proses secara keseluruhan yang ditunjukkan dalam Gambar 11.



Gambar 11. Flow Node-Red

Pada Gambar 11 menggambarkan *flow* atau aliran dari Node-RED, node yang pertama yaitu Mqtt In(*sample subscriber*) yang sudah dikonfigurasi untuk menerima *message broker* yang sudah dibuat dalam bentuk kode program, dimana hasilnya akan ditampilkan pada node text untuk menampilkan hasil pelacakan posisi. Kemudian terdapat *node inject* yang diberi nama *timestamp* yang berisikan *msg.payload* yang merupakan Timestamp(*timestamp*) dan selanjutnya *msg.payload* yang didapatkan dialihkan dalam komponen Function (*function 2*) untuk perubahan format pengambilan hari, tanggal, dan waktu yang ditampilkan oleh Node Text (*Waktu dan Tanggal*) pada halaman *dashboard*. Sedangkan Node Debug(*debug 1*) untuk menampilkan hasil *function* yang ditampilkan di dalam *workspace* sebagai pengecekan hasil sebelum ditampilkan ke halaman *dashboard*. Selanjutnya, terdapat beberapa *text dashboard* untuk menampilkan di *tab about* yang berisi nama mahasiswa.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan pada kumpulan data yang telah diambil, ditemukan bahwa pengujian menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) pada sampel data sejumlah 144 mencapai tingkat akurasi yang mencolok, yakni 79%. Tingginya tingkat akurasi ini mengindikasikan bahwa model SVM secara efektif mampu mengklasifikasikan data lokasi nama ruangan berdasarkan parameter nilai RSSI yang dihasilkan oleh WiFi *microcontroller* dalam konteks penelitian ini. Hal tersebut dibuktikan ketika diuji coba menggunakan perangkat *microcontroller*, pada layar LCD dapat menampilkan informasi ruangan yang sesuai sehingga ketika akan dikembangkan ke aplikasi pemantauan lokasi atau ketersediaan sebuah objek dapat dilakukan.

Meskipun hasil yang dicapai sangat menggembirakan dengan tingkat akurasi mencapai 79%, penting untuk mencatat bahwa penelitian ini dilaksanakan dengan memanfaatkan dataset yang memiliki batasan. Selain itu penggunaan perangkat *microcontroller* hanya satu, sehingga menggunakan perangkat lebih dari satu tidak dapat ditampilkan semua perangkat pada halaman website Node Red setiap lokasi yang terdeteksi oleh semua *microcontroller*. Untuk penelitian mendatang, disarankan agar melakukan perluasan dalam pengumpulan data dengan cakupan yang lebih luas dan variasi yang lebih beragam. Tindakan ini bertujuan agar hasil yang diperoleh lebih mewakili realitas dan dapat diaplikasikan secara lebih umum. Selain itu, direkomendasikan untuk menjajaki alternatif metode selain SVM sebagai bagian dari eksplorasi lebih lanjut. Tindakan ini akan memungkinkan perbandingan yang lebih komprehensif terhadap kemampuan metode dalam mengklasifikasikan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sadowski and P. Spachos, "RSSI-Based Indoor Localization with the Internet of Things," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 30149–30161, 2018.
- [2] T. Blazek, J. Karoliny, F. Ademaj, and H. P. Bernhard, "RSSI-Based Location Classification Using a Particle Filter to Fuse Sensor Estimates," *IEEE Int. Work. Fact. Commun. Syst. - Proceedings, WFCS*, pp. 27–32, 2021.
- [3] A. Madhav and K. M. Akhil, "RSSI based Localization and Evaluation using Support Vector Machine," *4th Int. Conf. Inven. Res. Comput. Appl. ICIRCA 2022 - Proc.*, pp. 509–515, 2022.
- [4] F. Liu *et al.*, "Survey on WiFi-based indoor positioning techniques," *IET Commun.*, vol. 14, no. 9, pp. 1372–1383, 2020.
- [5] F. A. S. Irsan, N. S. Aminah, and M. Djamal, "RSSI - WIFI Based Indoor Position Tracking System Using Support Vector Machine (SVM)," *Int. Conf. Electr. Comput. Commun. Mechatronics Eng. ICECCME 2022*, 2022.

- [6] R. Kan, M. Wang, Z. Zhou, P. Zhang, and H. Qiu, "Acoustic Signal NLOS Identification Method Based on Swarm Intelligence Optimization SVM for Indoor Acoustic Localization," *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, 2022.
- [7] H. A. Al-Jamimi and A. Al-Roubaiey, "Hybrid Modelling Based on SVM and GA for Intelligent Wi-Fi-based Indoor Localization System," *Proc. 11th Int. Conf. Electron. Comput. Artif. Intell. ECAI 2019*, 2019.
- [8] X. Wang, X. Deng, H. Zhang, K. Liu, and P. Dai, "LCSW: A Novel Indoor Localization System Based on CNN-SVM Model with WKNN in Wi-Fi Environments," *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 1638 CCIS, pp. 162–176, 2022.
- [9] F. H. Perdana and H. Ginardi, "Implementasi Indoor Positioning System Berbasis Smartphone dengan Penambahan Access Point untuk Studi Kasus Gedung Teknik Informatika ITS," *J. Tek. ITS (SINTA 4, IF 1.1815)*, vol. 5, no. 2, pp. A336–A341, 2016.
- [10] J. Kunhoth, A. G. Karkar, S. Al-Maadeed, and A. Al-Ali, "Indoor positioning and wayfinding systems: a survey," *Human-centric Comput. Inf. Sci. 2020 101*, vol. 10, no. 1, pp. 1–41, 2020.
- [11] S. Zhang, J. Guo, W. Wang, and J. Hu, "Floor recognition based on SVM for WiFi indoor positioning," *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 499, pp. 725–735, 2018.
- [12] H. A. Abbas, N. W. Boskany, K. Z. Ghafoor, and D. B. Rawat, "Wi-Fi Based Accurate Indoor Localization System using SVM and LSTM Algorithms," *Proc. - 2021 IEEE 22nd Int. Conf. Inf. Reuse Integr. Data Sci. IRI 2021*, pp. 416–422, 2021.
- [13] Y. Wang, Y. Shang, W. Tao, and Y. Yu, "Target Positioning Algorithm Based on RSS Fingerprints of SVM of Fuzzy Kernel Clustering," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 119, no. 4, pp. 2893–2911, 2021.
- [14] Y. T. Pratama, F. A. Bachtiar, and N. Y. Setiawan, "Analisis Sentimen Opini Pelanggan Terhadap Aspek Pariwisata Pantai Malang Selatan Menggunakan TF-IDF dan Support Vector Machine," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 12, pp. 6244–6252, 2018.