



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**Analisis Akurasi Penentuan Lokasi Pengguna Wi-Fi
Melalui Smartphone di Dalam Ruangan (*Indoor
Positioning*) Berdasarkan Metode *Fingerprinting***

SKRIPSI

Jonathan Victorian Wijaya

2207421051

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN
JARINGAN**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**Analisis Akurasi Penentuan Lokasi Pengguna Wi-Fi
Melalui Smartphone di Dalam Ruangan (*Indoor
Positioning*) Berdasarkan Metode *Fingerprinting***

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

**Jonathan Victorian Wijaya
2207421051**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN
JARINGAN**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jonathan Victorian Wijaya

NIM : 2207421051

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / T.Multimedia dan Jaringan

Judul skripsi : Analisis Akurasi Penentuan Lokasi Pengguna Wi-Fi
Melalui Smartphone di Dalam Ruangan (*Indoor
Positioning*) Berdasarkan Metode *Fingerprinting*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung cirri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 06/07/2026

Yang membuat pernyataan



Jonathan Victorian Wijaya

NIM. 2207421051



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Jonathan Victorian Wijaya
NIM : 2207421051
Program Studi : T. Informatika dan Komputer / T. Multimedia dan Jaringan
Judul skripsi : Analisis Akurasi Penentuan Lokasi Pengguna Wi-Fi Melalui Smartphone di Dalam Ruangan (*Indoor Positioning*) Berdasarkan Metode *Fingerprinting*

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang skripsi pada hari Senin, Tanggal 29, Bulan Juni, Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Chandra Wirawan, S.Kom., M.Kom. (.....)

Penguji I : Maria Agustin, S.Kom., M.Kom. (.....)

Penguji II : Susana Dwi Yulianti, M.Kom (.....)

Penguji III : Dwi Ermawati, M.T (.....)

Mengetahui :

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer
Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jonathan Victorian Wijaya

NIM : 2207421051

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia dan Jaringan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan , menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Analisis Akurasi Penentuan Lokasi Pengguna Wi-Fi Melalui Smartphone di Dalam Ruangan (*Indoor Positioning*) Berdasarkan Metode *Fingerprinting***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 06/07/2026

Yang Menyatakan



(Jonathan Victorian Wijaya)

2207421051



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul "Analisis Akurasi Penentuan Lokasi Pengguna Wi-Fi Melalui Smartphone di Dalam Ruangan (Indoor Positioning) Berdasarkan Metode Fingerprinting" dengan baik dan tepat waktu.

Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta. Selama proses penyusunan, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Syamsurizal, S.E., M.M., selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Indra Hermawan, S.Kom., M.Kom , selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Bapak Chandra Wirawan, S.Kom.,M.Kom, selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini
5. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Informatika dan Komputer yang telah memberikan ilmu dan fasilitas selama masa perkuliahan.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

6. Kedua orang tua penulis, Alexander Hidayat Wijaya dan Nita Ivo Dianti serta yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dan dukungan moral maupun material tanpa henti.
7. Kedua saudara kandung penulis, Cinthya Karlina Wijaya dan Evelin Yudith Karlina Wijaya yang juga dengan senantiasa memberikan dukungan moral dan motivasi
8. Oma Tuti Dulmanan serta keluarga besar penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan doa tanpa henti untuk penulis
9. Kofi, Remy, Mocha, dan Bruno selaku hewan peliharaan penulis yang telah memberikan dukungan moral yang imut ketika penulis merasa kelelahan
10. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan selama menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi kecil bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sistem penentuan posisi dalam ruangan.

Depok, Juni 2026

Penulis,

Jonathan Victorian Wijaya



ABSTRAK

Akurasi Penentuan Lokasi Pengguna Wi-Fi Melalui Smartphone di Dalam Ruangan (Indoor Positioning) Berdasarkan Metode Fingerprinting. Skripsi, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta, 2026.

Teknologi Global Positioning System (GPS) tidak dapat bekerja secara optimal di lingkungan dalam ruangan akibat hambatan fisik struktur bangunan. Penelitian ini mengembangkan Indoor Positioning System (IPS) berbasis Wi-Fi Fingerprinting menggunakan algoritma Weighted K-Nearest Neighbor (WKNN) untuk menentukan posisi pengguna di dalam gedung bersekat. Tantangan utama yang diatasi adalah ambiguitas spasial — kondisi di mana dua lokasi berbeda menghasilkan pola Received Signal Strength Indicator (RSSI) yang hampir identik akibat fenomena multipath dan kondisi Non-Line-of-Sight (NLOS). Sistem yang dibangun mencakup aplikasi Android berbasis Capacitor sebagai pemindai sinyal, backend FastAPI dengan mekanisme room-lock dan Exponential Moving Average (EMA) untuk menghaluskan estimasi posisi, basis data PostgreSQL, serta dashboard web React untuk pemantauan posisi secara real-time melalui WebSocket. Radio map dibangun dari 31 titik referensi yang tersebar di empat area pengujian: Ruang Embedded 1, Ruang Embedded 2, Lorong, dan Ruang KPS. Pengujian dilakukan terhadap 30 titik uji dengan membandingkan nilai $K = 5$ dan $K = 7$. Hasil pengujian menunjukkan bahwa $K = 7$ menghasilkan akurasi keseluruhan sebesar 76,7% dibandingkan 73,3% untuk $K = 5$. Pada kondisi Line-of-Sight (LOS) kedua nilai K menghasilkan akurasi yang sama sebesar 80,0%, sedangkan pada kondisi NLOS $K = 7$ lebih unggul dengan 73,3% berbanding 66,7%. Ruang KPS dan Ruang Embedded 1 mencapai akurasi sempurna (100%), sementara Ruang Embedded 2 menjadi ruangan dengan akurasi terendah akibat distorsi sinyal dari material besi dan kedekatan geografis dengan Ruang Embedded 1.

Kata kunci: ambiguitas spasial, dasbor pemantauan, Non-Line-of-Sight, Received Signal Strength Indicator, room-lock, sistem penentuan posisi dalam ruangan, Weighted K-Nearest Neighbor, Wi-Fi Fingerprinting.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Indoor Positioning System (IPS).....	8
2.2.2 Received Signal Strength Indicator (RSSI).....	9
2.2.3 Fenomena Perambatan Sinyal (Multipath dan NLOS).....	9
2.2.4 Ambiguitas Spasial (Spatial Ambiguity).....	10
2.2.5 Metode Wi-Fi Fingerprinting.....	11
2.2.6 Algoritma Weighted K-Nearest Neighbor (WKNN).....	12
2.3 Penelitian Terdahulu.....	14
2.3.1 Research Gap.....	17
BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Rancangan Penelitian.....	20
3.1.1 Arsitektur Sistem.....	23
3.2 Sumber Data.....	25
3.2.1 Populasi.....	25
3.2.2 Sampel.....	25
3.2.3 Instrumen Penelitian.....	26
3.2.4 Perancangan Database.....	27
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	27



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.3.1 Tahap Pra-Pengumpulan (Observasi dan Pemetaan).....	27
3.3.2 Fase Offline (Pembangunan Radio Map).....	28
3.3.3 Fase Online (Pengambilan Data Uji).....	28
3.3.4 Teknik Dokumentasi dan Validasi.....	30
3.4 Teknik Analisis Data.....	30
3.4.1 Pra-pemrosesan Data (Data Pre-processing).....	31
3.4.2 Implementasi Algoritma WKNN.....	31
3.4.3 Analisis Akurasi Penentuan Ruangan.....	31
3.4.4 Metrik Evaluasi.....	32
3.4.5 Prosedur Analisis.....	33
3.4.6 Penarikan Kesimpulan.....	35
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Analisis Kebutuhan Sistem IPS.....	36
4.1.1 Kebutuhan Fungsional.....	36
4.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional.....	37
4.1.3 Kebutuhan Perangkat Keras.....	37
4.2 Perancangan Sistem IPS.....	40
4.2.1 Perancangan Database.....	41
4.2.2 Perancangan Algoritma WKNN.....	50
4.2.2.1 Penentuan Nilai K.....	50
4.2.2.2 Eksponen Bobot pada Room-Lock.....	51
4.2.2.3 Penanganan AP yang Tidak Terdeteksi.....	52
4.2.2.4 Penghalusan Temporal via EMA.....	52
4.2.3 Perancangan Antarmuka Pengguna.....	52
4.2.3.1 Aplikasi Android (IPS Access).....	53
4.2.3.2 Dashboard Web (IPS Command Console).....	55
4.3 Implementasi Sistem.....	58
4.3.1 Implementasi Pembangunan Radio Map.....	59
4.3.1.1 Penentuan Titik Referensi.....	59
4.3.1.2 Alat Pengumpulan Data.....	60
4.3.1.3 Proses Pengumpulan dan Penyimpanan Data.....	60
4.3.2 Implementasi Algoritma WKNN.....	61
4.3.2.1 Modul Implementasi.....	61
4.3.2.2 Pipeline Pemrosesan.....	62
4.3.2.3 Diagram Alur Pipeline.....	64
4.3.3 Implementasi Aplikasi Android.....	66
4.3.3.1 Halaman Login.....	66
4.3.3.2 Halaman Registrasi.....	68
4.3.3.3 Halaman Sesi (Session).....	68



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.3.4 Implementasi Dashboard Web.....	69
4.3.4.1 Halaman Login Administrator.....	70
4.3.4.2 Halaman Dashboard Utama.....	71
4.3.4.3 Halaman Student Directory.....	72
4.3.4.4 Halaman Alert History.....	73
4.3.4.5 Halaman Setting.....	73
4.3.5 Implementasi Keamanan dan Optimasi Performa Sistem.....	74
4.3.6 Implementasi Deployment Server.....	75
4.4 Pengujian.....	75
4.4.1 Deskripsi Pengujian.....	75
4.4.1.1 Tujuan Pengujian.....	76
4.4.1.2 Lokasi dan Cakupan Pengujian.....	76
4.4.1.3 Titik Uji.....	77
4.4.1.4 Parameter Pengujian.....	78
4.4.2 Prosedur Pengujian.....	79
4.4.3 Data Hasil Pengujian.....	80
4.4.3.1 Akurasi Keseluruhan.....	81
4.4.3.2 Akurasi per Ruang.....	81
4.4.3.3 Confusion Matrix.....	82
4.4.3.4 Detail Per Titik.....	83
4.4.4 Analisis Hasil Pengujian.....	87
4.4.4.1 Pengaruh Nilai K Terhadap Akurasi.....	87
4.4.4.2 Pengaruh Kondisi Pengukuran (LOS dan NLOS).....	88
4.4.4.3 Analisis Akurasi per Ruang.....	89
4.4.4.4 Analisis Pola Kesalahan.....	90
4.4.4.5 Perbandingan Akurasi WKNN dan KNN.....	91
4.4.4.6 Kesimpulan Analisis.....	92
4.4.4.7 Kesimpulan Pengujian.....	93

BAB V

PENUTUP.....	95
---------------------	-----------

5.1 Kesimpulan.....	95
---------------------	----

5.2 Saran.....	96
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA.....	98
----------------------------	-----------

Daftar Riwayat Hidup.....	100
----------------------------------	------------

Lampiran.....	101
----------------------	------------



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	14
Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	37
Tabel 4.2 Tabel Perangkat Lunak.....	39
Tabel 4.3 Access Point.....	42
Tabel 4.4 Tabel Reference Points.....	43
Tabel 4.5 Tabel Fingerprints.....	44
Tabel 4.6 Tabel Devices.....	45
Tabel 4.7 Tabel Position Logs.....	46
Tabel 4.8 Tabel Floors.....	47
Tabel 4.9 Tabel admin_users.....	49
Tabel 4.10 Tabel Aplikasi Android.....	53
Tabel 4.11 Tabel Dashboard Web Implementasi Sistem IPS.....	55
Tabel 4.12 Tabel Penentuan Titik Referensi.....	59
Tabel 4.13 Tabel Modul Implementasi.....	61
Tabel 4.14 Tabel Student Directory.....	72
Tabel 4.15 Tabel Keterangan Active Alerts.....	73
Tabel 4.16 Tabel Lokasi dan Cakupan Pengujian.....	76
Tabel 4.17 Tabel Parameter Pengujian.....	78
Tabel 4.18 Tabel Prosedur Pengujian.....	79
Tabel 4.19 Tabel Akurasi Keseluruhan.....	81
Tabel 4.20 Tabel Akurasi per Ruang.....	81
Tabel 4.21 Tabel Detail per Titik.....	83
Tabel 4.22 Tabel Analisis Akurasi per Ruang.....	89
Tabel 4.23 Perbandingan akurasi keseluruhan WKNN dengan KNN.....	91



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart Metodologi.....	20
Gambar 3.2 Diagram Blok Arsitektur Sistem Indoor Positioning System.....	21
Gambar 4.1 Diagram Relasi Database.....	41
Gambar 4.2 Mock Up Sign Up Page Android.....	53
Gambar 4.3 Mock Up Login Page Android.....	54
Gambar 4.4 Mock Up Home Page Android.....	54
Gambar 4.5 Mock Up Halaman Login Admin Web.....	56
Gambar 4.6 Mock Up Halaman Dashboard Utama Web.....	56
Gambar 4.7 Mock Up Halaman Student Directory Web.....	57
Gambar 4.8 Mock Up Halaman Alert History Web.....	57
Gambar 4.9 Mock Up Halaman Settings Web.....	58
Gambar 4.10 Diagram Alur Pipeline.....	64
Gambar 4.11 Halaman Login Android.....	67
Gambar 4.12 Halaman Registrasi Android.....	68
Gambar 4.13 Halaman Sesi Android.....	69
Gambar 4.14 Halaman Login Administrator.....	70
Gambar 4.15 Halaman Dashboard Utama.....	71
Gambar 4.16 Halaman Student Directory.....	72
Gambar 4.17 Halaman Alert History.....	73
Gambar 4.18 Halaman Setting.....	74
Gambar 4.19 Confusion Matrix K-5.....	82
Gambar 4.20 Confusion Matrix K-7.....	82



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem penentuan posisi berbasis GPS telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan modern, mulai dari navigasi kendaraan hingga layanan berbasis lokasi pada smartphone. Namun, teknologi ini memiliki keterbatasan mendasar di lingkungan dalam ruangan (*indoor*): sinyal satelit mengalami atenuasi saat menembus dinding dan struktur bangunan, sehingga GPS tidak lagi mampu memenuhi syarat minimal empat satelit yang dibutuhkan untuk menghitung posisi dan akurasiya menurun drastis di dalam gedung (Wardhana dan Rakhmawati, 2025). Permasalahan ini mendorong berkembangnya riset di bidang *Indoor Positioning System* (IPS) yang memanfaatkan infrastruktur nirkabel yang sudah ada, salah satunya jaringan Wi-Fi.

Pendekatan Wi-Fi Fingerprinting berbasis Received Signal Strength Indicator (RSSI) menjadi salah satu metode yang paling banyak diteliti karena tidak memerlukan perangkat keras tambahan dan dapat diimplementasikan langsung pada smartphone komersial (Haidar et al., 2023; Hayward et al., 2025). Metode ini bekerja dengan membangun *radio map* pada fase *offline*, kemudian mencocokkan data RSSI yang diukur secara langsung dengan *radio map* tersebut pada fase *online* untuk memperkirakan posisi pengguna. Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) lazim digunakan dalam proses pencocokan ini karena sifatnya yang sederhana dan tidak memerlukan asumsi distribusi data.

Meski demikian, penerapan metode ini di lingkungan gedung bersekat menghadapi tantangan yang tidak mudah. Fenomena multipath dan kondisi *Non-Line-of-Sight* (NLOS) akibat penghalang fisik seperti dinding dan furnitur menyebabkan nilai RSSI berfluktuasi secara tidak konsisten (Shang dan Wang, 2022). Akibatnya, akurasi yang dilaporkan pada sistem berbasis RSSI sangat bervariasi — berkisar dari kurang dari satu meter pada lingkungan kecil yang



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

terkontrol hingga sekitar enam meter pada kondisi nyata yang lebih kompleks, bergantung pada algoritma pencocokan dan karakteristik lingkungan (Hayward et al ., 2025). Lebih jauh, dua lokasi yang berbeda secara fisik dapat menghasilkan pola RSSI yang hampir identik — fenomena yang dikenal sebagai ambiguitas spasial — sehingga sistem kerap salah mengklasifikasikan ruangan tempat pengguna berada.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah berupaya mengatasi fluktuasi RSSI melalui berbagai pendekatan, mulai dari penyaringan sinyal hingga penggabungan data sensor tambahan seperti orientasi perangkat (Khan et al ., 2023). Namun, persoalan ambiguitas spasial antar ruangan yang berdekatan — khususnya pada lingkungan dengan distribusi *access point* yang minimal dan tidak ideal — masih belum banyak diatasi secara langsung pada level mekanisme klasifikasi. Selain itu, sebagian besar penelitian fingerprinting berhenti pada tahap estimasi posisi di sisi perangkat dan belum mengintegrasikan sistem pemantauan terpusat yang memungkinkan administrator mengamati posisi pengguna secara real-time. Kesenjangan inilah yang menjadi celah dan motivasi utama penelitian ini.

Penelitian ini mengembangkan sistem *Indoor Positioning System* (IPS) berbasis Wi-Fi Fingerprinting menggunakan algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN) dengan mekanisme room-lock untuk mengatasi ambiguitas spasial antar ruangan yang berdekatan. Sistem yang dibangun tidak hanya terbatas pada estimasi posisi di sisi perangkat, tetapi juga mencakup dashboard monitoring berbasis web yang memungkinkan administrator memantau posisi pengguna indopesecara real-time melalui visualisasi denah sekitar gedung AA Politeknik Negeri Jakarta



1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengimplementasikan metode *Wi-Fi Fingerprinting* berbasis algoritma WKNN pada *smartphone* agar mampu menentukan lokasi pengguna di dalam lingkungan kompleks yang dipenuhi oleh berbagai hambatan fisik dan obstruksi struktural?
2. Bagaimana pengaruh kondisi *Non-Line-of-Sight* (NLOS) dan multipath terhadap akurasi *Indoor Positioning System* dalam menentukan ruangan tempat pengguna berada (akurasi tingkat ruangan)?
3. Seberapa akurat algoritma WKNN (WKNN) dalam membedakan ruangan-ruangan berdekatan yang memiliki karakteristik nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) serupa (ambigu)?
4. Bagaimana merancang mekanisme pengiriman data lokasi dari perangkat *user* ke server agar Admin dapat memonitor posisi pengguna secara *real-time*?
5. Bagaimana membangun antarmuka (*interface*) monitoring yang mampu memetakan koordinat pengguna ke dalam denah digital untuk kebutuhan pengawasan admin?
6. Bagaimana mengintegrasikan hasil perhitungan posisi dari Python Engine ke dalam database agar dapat diakses oleh dashboard monitoring?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap terfokus dan tidak meluas dari cakupan teknis yang direncanakan, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya menggunakan metode *Wi-Fi Fingerprinting* berbasis RSSI.
2. Algoritma yang digunakan hanya *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN)
3. Pengujian dilakukan pada area indoor dengan menghitung nilai LOS dan NLOS.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumuk dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4. Pembangunan *radio map* dan pengujian sistem hanya memanfaatkan sinyal dari 3 access point Wi-Fi yang tersedia di area penelitian, sehingga dimensi vektor RSSI yang digunakan dalam perhitungan jarak dibatasi oleh jumlah AP yang terdeteksi pada setiap titik referensi.
5. Aplikasi pemantauan posisi pengguna secara real-time serta pengujian dijalankan pada smartphone Android, sedangkan pembangunan *radio map* dilakukan menggunakan laptop.
6. Monitoring posisi pengguna dilakukan melalui dashboard web berbasis React.
7. Pengujian difokuskan pada akurasi tingkat ruangan dan tidak mendalami optimasi jaringan Wi-Fi, optimasi performa server serta keamanan sistem.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan *Indoor Positioning System* (IPS) pada perangkat *smartphone* berbasis Android dengan menerapkan algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN) dan mekanisme *room-lock* melalui metode *Wi-Fi Fingerprinting*.
2. Menganalisis dampak ambiguitas spasial yang disebabkan oleh fenomena *multipath* dan kondisi *Non-Line-of-Sight* (NLOS) terhadap akurasi sistem dalam menentukan ruangan tempat pengguna berada.
3. Mengevaluasi dan membandingkan akurasi algoritma WKNN dalam membedakan ruangan-ruangan berdekatan yang memiliki karakteristik pola *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) serupa pada nilai $K=5$ dan $K=7$.
4. Merancang mekanisme pengiriman data hasil estimasi posisi dari perangkat pengguna ke server secara *real-time* serta mengintegrasikannya ke dalam basis data agar dapat diakses oleh sistem monitoring.
5. Membangun antarmuka (*interface*) monitoring berbasis web yang mampu memetakan koordinat posisi pengguna ke dalam denah digital untuk kebutuhan pengawasan administrator secara *real-time*.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan bukti empiris mengenai efektivitas dan keterbatasan algoritma WKNN dalam menangani ambiguitas spasial pada lingkungan bersekat, yang dapat menjadi referensi ilmiah bagi penelitian *indoor positioning* berbasis *Wi-Fi Fingerprinting* selanjutnya.
2. Menghasilkan sistem IPS yang dilengkapi *dashboard* monitoring terpusat berbasis web, yang dapat diadaptasi oleh pengelola sebagai solusi pemantauan posisi pengguna secara *real-time* tanpa memerlukan penambahan infrastruktur jaringan.
3. Menyediakan data *baseline* akurasi WKNN pada kondisi LOS dan NLOS yang dapat digunakan sebagai acuan pengembangan sistem yang lebih kompleks, seperti pendekatan fusi sensor (*sensor fusion*).

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun ke dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan kajian penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar menemukan celah penelitian, serta landasan teori yang mencakup konsep *Indoor Positioning System*, *Wi-Fi Fingerprinting*, karakteristik RSSI, fenomena multipath dan NLOS, ambiguitas spasial, serta algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN) dan variannya.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan alur pelaksanaan penelitian secara sistematis, meliputi metode pengumpulan data pada fase *offline*, perancangan arsitektur sistem, prosedur pengujian akurasi pada fase *online*, serta metrik evaluasi yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis kebutuhan sistem, perancangan dan implementasi seluruh komponen sistem, serta hasil pengujian akurasi WKNN dengan analisis mendalam terhadap pengaruh nilai K, kondisi LOS/NLOS, dan pola kesalahan klasifikasi antar ruangan.

BAB V PENUTUP

Bab ini merangkum kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pengujian, serta memberikan saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut pada penelitian berikutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai lokalisasi dalam ruangan (*indoor positioning*) telah berkembang pesat seiring dengan meningkatnya ketergantungan pada perangkat *smartphone*. Dalam tinjauan literatur, Zholamanov et al . (2025) mengidentifikasi bahwa penggunaan sidik jari sinyal (*fingerprinting*) berbasis *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) tetap menjadi solusi paling populer karena tidak memerlukan perangkat tambahan. Namun, mereka menegaskan bahwa tantangan teknis seperti heterogenitas perangkat dan instabilitas sinyal akibat perubahan lingkungan dinamis masih menjadi kendala utama yang menurunkan akurasi pada *smartphone*.

Sejalan dengan hal tersebut, Bonthu et al (2021) dalam studinya menekankan bahwa algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN) murni sering kali mengalami lonjakan tingkat kesalahan (*error*) yang signifikan dalam lingkungan yang kompleks. Penelitian mereka menunjukkan bahwa tanpa adanya optimasi atau fusi sensor, kesalahan posisi bisa mencapai jarak yang sangat jauh akibat pengaruh *drift* sinyal. Hal ini menunjukkan perlunya pemahaman mendalam mengenai karakteristik lingkungan sebelum menerapkan algoritma klasifikasi.

Di sisi lain, pendekatan klasifikasi dengan membagi area menjadi zona-zona tertentu dikenal dapat memitigasi masalah ambiguitas ruang, karena pembagian semacam ini membantu sistem mengenali pola sinyal yang mirip antar lokasi yang berdekatan. Selain itu, fenomena *multipath* dan kondisi *Non-Line-of-Sight* (NLOS) secara umum diketahui menyebabkan fluktuasi nilai sinyal yang cukup besar di dalam ruangan. Kondisi-kondisi inilah yang mendasari penelitian ini untuk berfokus pada analisis ambiguitas spasial pada *smartphone* menggunakan algoritma WKNN guna mengetahui batas efektivitasnya di lingkungan gedung bersekat yang nyata



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.2 Landasan Teori

Landasan teori pada subbab ini disusun mengikuti rantai konseptual yang menghubungkan permasalahan dengan solusi secara bertahap. Pembahasan dimulai dari *Indoor Positioning System* (IPS) sebagai kerangka umum teknologi yang melatarbelakangi penelitian ini, dilanjutkan dengan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) — besaran sinyal yang menjadi masukan utama seluruh tahap pemrosesan dalam sistem. Nilai RSSI di lingkungan dalam ruangan tidak berperilaku ideal karena dua fenomena perambatan sinyal yang dibahas pada Subbab 2.2.3, yakni *multipath* dan *Non-Line-of-Sight* (NLOS), yang secara langsung menyebabkan pola sinyal di suatu titik bergeser dari kondisi teoritis. Akumulasi kedua fenomena ini memunculkan ambiguitas spasial — kondisi ketika dua lokasi yang berbeda secara fisik menghasilkan pola RSSI yang hampir identik — yang menjadi tantangan utama pada konteks klasifikasi ruangan dan diuraikan tersendiri pada Subbab 2.2.4. Untuk mengatasi persoalan tersebut, metode *Wi-Fi Fingerprinting* pada Subbab 2.2.5 menjelaskan pendekatan yang tidak bergantung pada model propagasi sinyal, melainkan pada pencocokan pola RSSI terhadap *radio map* yang telah dibangun pada fase *offline*. Algoritma yang digunakan dalam proses pencocokan tersebut adalah *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN), yang diuraikan pada Subbab 2.2.6 berikut mekanisme *room-lock* dan perata *Exponential Moving Average* (EMA) sebagai lapisan tambahan untuk menangani ambiguitas spasial yang tidak dapat diselesaikan oleh pembobotan jarak semata.

2.2.1 Indoor Positioning System (IPS)

Indoor Positioning System (IPS) merupakan teknologi untuk menentukan posisi objek atau manusia di dalam area tertutup di mana sinyal GPS tidak tersedia atau tidak dapat diandalkan. IPS memanfaatkan infrastruktur nirkabel yang sudah ada, seperti Wi-Fi, untuk memetakan keberadaan pengguna di dalam gedung melalui perangkat smartphone (Wardhana dan Rakhmawati, 2025). Kebutuhan akan IPS muncul karena layanan berbasis lokasi yang andal di luar ruangan tidak dapat diteruskan ke dalam gedung, padahal sebagian besar aktivitas manusia justru berlangsung di lingkungan dalam ruangan (Noprianto et al., 2024).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Berbagai teknologi telah dikembangkan untuk merealisasikan IPS, di antaranya Bluetooth Low Energy (BLE), Ultra-Wideband (UWB), dan Wi-Fi. UWB menawarkan akurasi tertinggi hingga skala sentimeter, namun memerlukan pemasangan perangkat keras khusus yang mahal, sementara BLE membutuhkan penyebaran *beacon* tambahan di seluruh area (Wardhana dan Rakhmawati, 2025) . Wi-Fi menjadi pilihan yang banyak diadopsi karena memanfaatkan *Access Point* (AP) yang umumnya sudah terpasang di gedung modern, sehingga tidak menambah biaya infrastruktur (Liu, 2023). Pertimbangan inilah yang mendasari pemilihan teknologi Wi-Fi pada penelitian ini.

2.2.2 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) adalah parameter yang menunjukkan besarnya daya sinyal Wi-Fi yang diterima oleh smartphone dari *Access Point* (AP), yang umumnya dinyatakan dalam satuan dBm. Secara teoritis, semakin jauh jarak antara perangkat dan AP, maka nilai RSSI akan semakin menurun mengikuti model pelemahan sinyal terhadap jarak, sehingga RSSI dapat dimanfaatkan sebagai indikator tidak langsung dari kedekatan perangkat terhadap suatu AP (Wardhana dan Rakhmawati, 2025) .

Namun, dalam praktiknya hubungan antara jarak dan nilai RSSI sering kali terganggu oleh kondisi lingkungan dalam ruangan. Nilai RSSI bersifat fluktuatif dan dapat berubah-ubah meskipun perangkat berada pada posisi yang tetap, akibat *noise*, interferensi antar perangkat, serta perubahan kondisi lingkungan seperti pergerakan orang di sekitar area pengukuran (Shang dan Wang, 2022). Ketidakstabilan inilah yang menjadi salah satu sumber utama kesalahan pada sistem penentuan posisi berbasis RSSI, dan menjadi alasan mengapa pengambilan sampel sinyal perlu dilakukan secara berulang.

2.2.3 Fenomena Perambatan Sinyal (*Multipath* dan NLOS)

Dalam lingkungan *indoor*, sinyal Wi-Fi jarang merambat melalui jalur lurus tunggal dari pemancar ke penerima. Salah satu fenomena yang dominan adalah *multipath effect*, yaitu kondisi di mana sinyal memantul pada objek seperti



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

dinding, lantai, dan furnitur sehingga sampai ke perangkat penerima melalui banyak jalur dengan waktu tempuh dan fase yang berbeda. Pantulan-pantulan ini dapat saling menguatkan atau melemahkan, sehingga nilai RSSI yang terukur menjadi tidak stabil dan tidak lagi mencerminkan jarak sebenarnya secara akurat (Farahsari et al ., 2022) .

Fenomena kedua adalah kondisi *Non-Line-of-Sight* (NLOS), yaitu keadaan ketika jalur langsung antara AP dan perangkat penerima terhalang oleh sekat bangunan seperti tembok atau pintu. Pada kondisi NLOS, sinyal harus menembus atau mengitari penghalang, yang menyebabkan pelemahan daya secara drastis dibandingkan kondisi *Line-of-Sight* (LOS) di mana jalur langsung tidak terhalang (Shang dan Wang, 2022). Kombinasi *multipath* dan NLOS inilah yang membuat pola RSSI di lingkungan gedung bersekat menjadi kompleks dan sulit diprediksi, sehingga berkontribusi besar terhadap kesalahan estimasi posisi ((Rathnayake et al ., 2023).

2.2.4 Ambiguitas Spasial (Spatial Ambiguity)

Ambiguitas spasial terjadi ketika dua atau lebih lokasi yang berbeda secara fisik menghasilkan pola RSSI yang hampir identik. Kondisi ini umumnya dipicu oleh fenomena NLOS dan pantulan sinyal yang kompleks, sehingga algoritma pencocokan keliru menganggap dua titik berjauhan sebagai lokasi yang berdekatan di ruang sinyal (Farahsari et al . 2022) . Akibatnya, sistem dapat salah mengklasifikasikan ruangan tempat pengguna berada, meskipun secara fisik titik tersebut jelas berada di ruangan yang berbeda.

Persoalan ini menjadi semakin kritis pada gedung dengan ruangan-ruangan berdekatan yang berbagi *Access Point* yang sama, karena perbedaan pola sinyal antar ruangan menjadi sangat tipis (Shang dan Wang, 2022). Pada konteks penentuan posisi tingkat ruangan, ambiguitas spasial berdampak langsung pada kesalahan klasifikasi — sebuah persoalan yang justru menjadi fokus utama yang ingin diatasi dalam penelitian ini melalui mekanisme *room-lock*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.2.5 Metode Wi-Fi Fingerprinting

Metode *Wi-Fi Fingerprinting* adalah teknik penentuan posisi dalam ruangan yang memanfaatkan pola kekuatan sinyal dari beberapa *Access Point* (AP) sebagai penanda unik suatu lokasi. Berbeda dengan metode berbasis model propagasi yang berupaya menghitung jarak dari kekuatan sinyal melalui rumus matematis, fingerprinting tidak memerlukan pengetahuan tentang posisi fisik AP maupun pemodelan perambatan sinyal yang kompleks (He dan Chan, 2016). Pendekatan ini bekerja atas asumsi dasar bahwa setiap titik dalam suatu area memiliki kombinasi nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari AP-AP di sekitarnya yang relatif khas, sehingga pola tersebut dapat diperlakukan layaknya "sidik jari" yang membedakan satu lokasi dari lokasi lainnya (Shang dan Wang, 2022).

Sebuah *fingerprint* didefinisikan sebagai sebuah vektor yang memuat pasangan antara pengenalan AP — umumnya berupa alamat *Basic Service Set Identifier* (BSSID) — dan nilai RSSI yang terukur dari masing-masing AP pada suatu titik. Karena nilai RSSI mudah diakses oleh hampir semua perangkat berkemampuan Wi-Fi tanpa perangkat keras tambahan, metode ini menjadi salah satu pendekatan yang paling banyak diadopsi dalam penelitian *Indoor Positioning System* (Liu, 2023). Secara umum, metode *Wi-Fi Fingerprinting* dilaksanakan dalam dua tahap utama, yaitu fase *offline* dan fase *online*.

1. Fase *Offline* (Pelatihan / Pembangunan *Radio Map*)

Fase *offline* adalah tahap pengumpulan data untuk membangun basis data referensi yang disebut *radio map*. Pada tahap ini, area penelitian dibagi menjadi sejumlah titik referensi (*Reference Point*/RP) yang koordinat fisiknya telah diketahui. Pada setiap RP, perangkat melakukan pemindaian sinyal Wi-Fi secara berulang untuk merekam nilai RSSI dari seluruh AP yang terdeteksi. Karena nilai RSSI berfluktuasi terhadap waktu akibat *noise* dan dinamika lingkungan, pengambilan sampel dilakukan beberapa kali pada tiap titik, lalu dirata-ratakan agar diperoleh *fingerprint* yang lebih stabil dan representatif (Shang dan Wang, 2022). Seluruh pasangan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

antara koordinat RP dan *fingerprint*-nya kemudian disimpan sebagai *radio map*, yang menjadi acuan pada fase berikutnya. Kualitas *radio map* — meliputi kerapatan titik referensi dan jumlah sampel per titik — sangat menentukan akurasi sistem secara keseluruhan (Farahsari et al ., 2022).

2. Fase Online (Penentuan Posisi)

Fase *online* adalah tahap estimasi posisi yang berlangsung saat sistem digunakan. Pada fase ini, pengguna melakukan pemindaian sinyal Wi-Fi secara langsung di lokasinya saat itu, menghasilkan sebuah *fingerprint* baru yang belum diketahui posisinya. Sistem kemudian mencocokkan *fingerprint* tersebut dengan seluruh *fingerprint* yang tersimpan di *radio map* menggunakan algoritma pencocokan tertentu, untuk mencari titik referensi yang pola sinyalnya paling mirip. Posisi pengguna diestimasi berdasarkan koordinat titik-titik referensi yang paling cocok (Farahsari et al ., 2022).

Keunggulan utama metode ini terletak pada kesederhanaan dan kemandiriannya terhadap infrastruktur khusus. Namun, metode *fingerprinting* juga memiliki keterbatasan: *radio map* yang telah dibangun bersifat statis, sehingga ketika kondisi lingkungan berubah — misalnya penataan ulang ruangan, perpindahan AP, atau perubahan jumlah orang di dalam ruangan — pola sinyal dapat bergeser dari data acuan dan menurunkan akurasi (Shang dan Wang, 2022). Hal inilah yang menyebabkan metode *fingerprinting* kerap memerlukan pembaruan *radio map* secara berkala untuk mempertahankan performanya.

2.2.6 Algoritma Weighted K-Nearest Neighbor (WKNN)

Weighted K-Nearest Neighbor (WKNN) adalah algoritma klasifikasi berbasis kemiripan (*similarity-based*) yang menentukan posisi pengguna dengan mencari sejumlah k titik referensi terdekat di *radio map*, lalu memberikan bobot (*weight*) berbeda pada setiap tetangga berdasarkan kedekatan jaraknya di ruang sinyal (Haidar et al ., 2023) . Prinsip utamanya adalah semakin kecil jarak antara pola sinyal pengguna dengan suatu titik referensi, semakin besar bobot dan semakin

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

dominan pengaruh titik tersebut dalam menentukan estimasi posisi — berbeda dengan *K-Nearest Neighbor* (KNN) standar yang memperlakukan seluruh tetangga secara setara tanpa mempertimbangkan perbedaan jarak. Pendekatan berbobot inilah yang membuat WKNN lebih tahan terhadap ambiguitas spasial, karena titik referensi dari ruangan lain yang secara kebetulan masuk ke dalam k tetangga terdekat akan mendapat bobot yang jauh lebih kecil dibanding titik referensi yang benar-benar dekat (Shang dan Wang, 2022).

Pada tahap pencocokan, WKNN mengukur tingkat kemiripan antara vektor RSSI pemindaian *real-time* pengguna dengan setiap *fingerprint* di *radio map* menggunakan *Euclidean Distance*, yang dihitung dengan rumus:

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (r_i - m_i)^2}$$

dengan r_i adalah nilai RSSI AP ke- i dari pemindaian saat ini, m_i adalah nilai RSSI AP ke- i pada titik referensi di *radio map*, dan n adalah jumlah *Access Point* yang digunakan. Sistem kemudian memilih k titik referensi dengan nilai *Euclidean Distance* terkecil sebagai tetangga terdekat yang akan digunakan dalam proses estimasi posisi.

Bobot setiap tetangga ke- i dihitung menggunakan fungsi invers pangkat empat:

$$w_i = \frac{1}{d_i^4}$$

Penggunaan eksponen empat dipilih untuk memberikan penalti yang tajam terhadap tetangga yang lebih jauh, sehingga hanya titik referensi dengan pola sinyal yang benar-benar mirip yang mendominasi hasil klasifikasi. Karakteristik ini menjadi kritis di lingkungan dengan ambiguitas spasial tinggi, di mana perbedaan kecil pada nilai *Euclidean Distance* dapat mencerminkan perbedaan ruangan yang signifikan secara fisik (Bonhu et al ., 2021).

Dengan bobot yang telah dihitung, estimasi koordinat posisi pengguna diperoleh melalui rata-rata terbobot (*weighted average*) dari koordinat k tetangga terdekat:

$$\hat{x} = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^k w_i}, \quad \hat{y} = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^k w_i}$$



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

di mana x_i dan y_i adalah koordinat titik referensi ke- i pada *radio map*, dan w_i adalah bobot yang dihitung berdasarkan rumus di atas.

Selain estimasi koordinat, penelitian ini menerapkan mekanisme *room-lock* berbasis *weighted majority vote* untuk menangani ambiguitas spasial antar ruangan secara lebih eksplisit. Sebelum koordinat akhir dihitung, sistem terlebih dahulu menentukan ruangan pemenang dari k tetangga terdekat: ruangan dengan total bobot Σw_i terbesar dipilih sebagai ruangan tempat pengguna berada. Estimasi koordinat kemudian dihitung hanya dari tetangga-tetangga yang berada di ruangan pemenang tersebut, mengabaikan kontribusi tetangga dari ruangan lain. Mekanisme ini mencegah *marker* posisi "jatuh" di antara dua ruangan akibat rata-rata lintas sekat — sebuah kondisi yang umum terjadi ketika beberapa tetangga terdekat berasal dari ruangan berbeda yang berdekatan secara fisik — sekaligus menjadikan klasifikasi ruangan sebagai *output* utama yang diukur dalam pengujian.

2.3 Penelitian Terdahulu

Kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang dirangkum pada Tabel 2.1 menjadi landasan identifikasi celah penelitian yang diisi oleh penelitian ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Fokus Penelitian	Hasil Penelitian	Kaitan dengan Penelitian Ini
1	Bonthu et al . (2021)	An indoor positioning system using Wi-Fi fingerprinting and WKNN algorithm	Akurasi algoritma KNN pada sinyal Wi-Fi	KNN efektif dalam klasifikasi lokasi di dalam gedung	Menjadi dasar pemilihan algoritma WKNN untuk estimasi posisi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2	Haidar et al . (2023)	Implementasi WKNN dalam Menentukan Posisi Objek Berdasarkan RSSI	Implementasi WKNN pada Android berbasis RSSI di supermarket	Akurasi 85,71% dengan 3 AP; fading dan shadowing menyebabkan error	Menjadi pembanding langsung akurasi WKNN; memvalidasi bahwa fading dan shadowing adalah faktor error dominan
3	Farahsari et al . (2022)	A survey on indoor positioning systems for IoT-based applications	Survei komprehensif teknologi dan algoritma <i>indoor positioning</i> (termasuk Wi-Fi) untuk aplikasi IoT	Metode berbasis Wi-Fi RSSI sangat aplikatif namun rentan terhadap fluktuasi akibat dinamika lingkungan dan redaman sinyal	Memperkuat dasar pemilihan Wi-Fi RSSI karena kemudahan infrastruktur dan menyoroti tantangan fluktuasi sinyal yang diteliti
4	Shang & Wang (2022)	Overview of WiFi fingerprinting-based indoor positioning	Survei teknik fingerprinting berbasis ML	Pendekatan RSSI tetap dominan; pemilihan nilai K jarang dianalisis sistematis	Memperkuat celah optimasi parameter K dan perlunya pengujian di lingkungan bervariasi
5	Khan et al . (2023)	RSSI and device pose fusion for fingerprinting-based indoor smartphone localization systems	Peningkatan akurasi dengan fusi RSSI dan akselerometer	Fusi sensor meningkatkan akurasi 10,7% dibanding RSSI murni	Memvalidasi pentingnya evaluasi sistem berbasis RSSI murni sebagai baseline terukur
6	Liu (2023)	A survey of latest Wi-Fi assisted indoor positioning on different principles	Survei sistem IPS berbasis Wi-Fi terkini	Kurangnya standarisasi metrik evaluasi antar penelitian	Mendukung keputusan penggunaan akurasi tingkat ruangan dan confusion matrix sebagai metrik utama



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

7	Singh et al (2021)	Machine Learning Based Indoor Localization Using Wi-Fi RSSI Fingerprints: An Overview	Tinjauan algoritma <i>Machine Learning</i> untuk lokalisasi dalam ruangan berbasis <i>Wi-Fi Fingerprinting</i>	Algoritma jarak (seperti KNN/WKNN) terbukti efisien, namun akurasinya menurun drastis di lingkungan dengan <i>multipath</i> tinggi atau kondisi NLOS	Menjadi landasan kuat pemilihan WKNN dan mengonfirmasi pentingnya pengujian spesifik terhadap pengaruh kondisi NLOS dan <i>multipath</i>
8	Rathnayake et al (2023)	RSSI and Machine Learning-Based Indoor Localization Systems for Smart Cities	Evaluasi sistem lokalisasi berbasis RSSI dan <i>Machine Learning</i> pada lingkungan <i>smart city</i>	Gangguan hambatan fisik (NLOS) dan ambiguitas spasial merupakan penyumbang kesalahan prediksi terbesar yang memerlukan teknik mitigasi	Mendukung fokus utama skripsi mengenai analisis ambiguitas spasial dan memvalidasi perlunya mekanisme mitigasi tambahan seperti <i>room-lock</i>
9	Wardhana & Rakhmawati (2025)	Design and Implementation of Android-Based IPS Using MGMM with Wi-Fi RSSI Fingerprinting	Perbandingan performa IPS di ruangan berperabot vs kosong	Akurasi 90% (berperabot) dan 100% (kosong) menggunakan MGMM; GPS tidak andal indoor	Memperkuat penelitian ini dalam konteks pengaruh lingkungan fisik terhadap akurasi; sebagai baseline pembandingan metode probabilistik vs WKNN
10	Zholamanov et al (2025)	RSSI Fingerprint-Based Indoor Localization Solutions Using Machine Learning Algorithms: A Comprehensive Review	Perbandingan performa algoritma ML	KNN memiliki tingkat error rendah pada lingkungan statis	Menguatkan alasan penggunaan metode fingerprinting; menyisakan celah pada lingkungan NLOS dinamis

Shang & Wang (2022) serta Liu (2023) dalam survei masing-masing mencatat bahwa teknik fingerprinting berbasis RSSI tetap menjadi pendekatan dominan karena tidak memerlukan modifikasi infrastruktur jaringan yang sudah ada.

2.3.1 Research Gap

Berdasarkan kajian terhadap delapan penelitian terdahulu pada Tabel 2.1, teridentifikasi empat celah utama yang menjadi landasan penelitian ini.

Pertama, tidak adanya sistem monitoring terpusat. Bonthu et al . (2021) dan Zholamanov et al .(2025) seluruhnya mengembangkan sistem yang menampilkan estimasi posisi hanya di layar smartphone pengguna. Tidak ada mekanisme pengiriman data posisi ke server untuk dipantau secara terpusat oleh pengelola gedung. Wardhana dan Rakhmawati (2025) tidak mengembangkan sistem monitoring terpusat yang meningkatkan nilai guna sistem IPS, namun implementasinya belum direalisasikan dalam penelitian berbasis fingerprinting. Mishra & Kumar (2023) mengkaji monitoring real-time berbasis web tetapi dalam konteks umum, bukan untuk IPS.

Kedua, pengujian di lingkungan yang terlalu ideal. Zholamanov et al.(2025) secara eksplisit menyatakan hasil akurasi berlaku pada lingkungan statis, sementara Noprianto et al ., (2024) mencatat pengaruh fluktuasi RSSI akibat multipath terhadap RSSI namun tidak menguji lingkungan dengan material logam sebagai sumber multipath. Kondisi *Non-Line-of-Sight* (NLOS) yang ditimbulkan oleh perabot berbahan besi — yang umum ditemukan di gedung perkantoran dan laboratorium — belum diuji secara spesifik dalam studi-studi tersebut.

Ketiga, tidak adanya mekanisme penanganan ambiguitas spasial antar ruangan dan analisis nilai K. Bonthu et al . (2021) dan Zholamanov et al . (2025) menggunakan KNN standar tanpa mekanisme khusus untuk mengatasi kondisi di mana dua ruangan yang berdekatan menghasilkan pola RSSI yang serupa. Shang & Wang (2022) juga mencatat bahwa pemilihan nilai K pada KNN jarang dianalisis secara sistematis berdasarkan karakteristik struktural gedung yang diuji.

Keempat, kurangnya standarisasi metrik evaluasi dan tidak adanya evaluasi baseline RSSI murni. Liu (2023) mencatat bahwa perbandingan antar sistem IPS sulit dilakukan karena ketidakseragaman metrik — sebagian menggunakan mean error distance, sebagian lain menggunakan akurasi klasifikasi. Khan et al . (2023) menunjukkan bahwa metode fusi sensor mengungguli RSSI murni, namun

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

evaluasi RSSI murni sebagai baseline yang terukur tetap diperlukan untuk memahami batas kemampuan dasar metode fingerprinting.

Berdasarkan keempat celah tersebut, penelitian ini berkontribusi dengan: (1) mengembangkan sistem monitoring posisi terpusat berbasis dashboard web real-time; (2) melakukan pengujian di lingkungan NLOS nyata dengan perabot berbahan besi; (3) mengimplementasikan mekanisme room-lock pada WKNN beserta analisis komparatif nilai $K=5$ dan $K=7$; serta (4) menggunakan akurasi tingkat ruangan dan confusion matrix sebagai metrik evaluasi utama.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

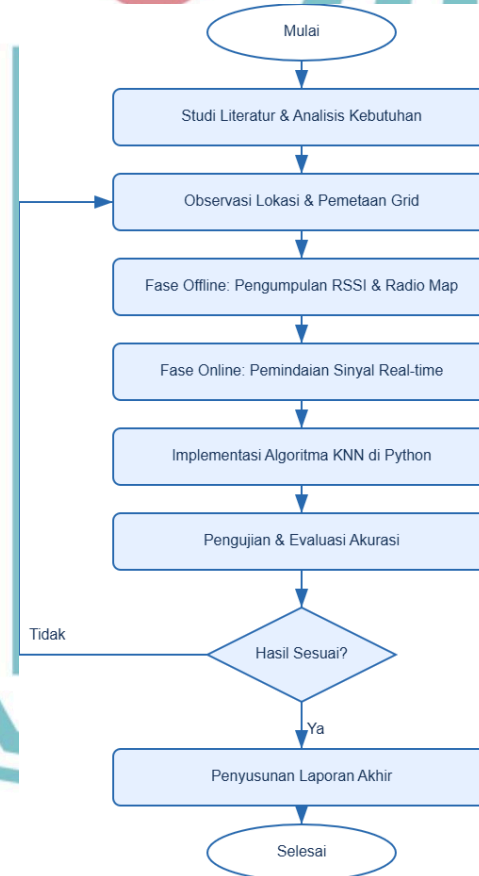
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental untuk mengembangkan dan menguji sistem *Indoor Positioning System* (IPS) pada perangkat *smartphone*.

Alur penelitian dirancang secara sistematis untuk menjawab permasalahan ambiguitas spasial akibat fenomena *multipath* dan *Non-Line-of-Sight* (NLOS). Tahapan penelitian dibagi menjadi empat fase utama seperti Gambar 3.1



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi

1. Tahap Studi Literatur dan Persiapan

Pada tahap awal, dilakukan pengkajian terhadap teori-teori terkait karakteristik sinyal Wi-Fi *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), algoritma

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Weighted K-Nearest Neighbor (WKNN), dan fenomena perambatan gelombang radio. Referensi utama yang digunakan meliputi penelitian Zholamanov et al . (2025) mengenai tantangan heterogenitas perangkat, serta Bonthu et al 2021) terkait limitasi akurasi WKNN. Selain itu, dilakukan persiapan perangkat keras (*smartphone* Android) dan perangkat lunak (*Android Studio*) yang akan digunakan.

2. Tahap Pengumpulan Data (*Offline Phase*)

Tahap ini merupakan proses pembangunan basis data sidik jari (*fingerprinting*). Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

- Pemetaan lokasi penelitian menjadi grid koordinat.
- Penentuan Titik Referensi (*Reference Points/RP*) dengan jarak antar titik sebesar 30 sentimeter –2 meter.
- Pengambilan sampel data *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari seluruh *Access Point* (AP) yang terdeteksi pada setiap titik referensi.
- Penyimpanan data hasil pemindaian ke dalam database (*Radio Map*) yang berisi informasi MAC Address, koordinat (x,y), dan nilai rata-rata *Received Signal Strength Indicator* (RSSI).

3. Tahap Implementasi Sistem (*Online Phase*)

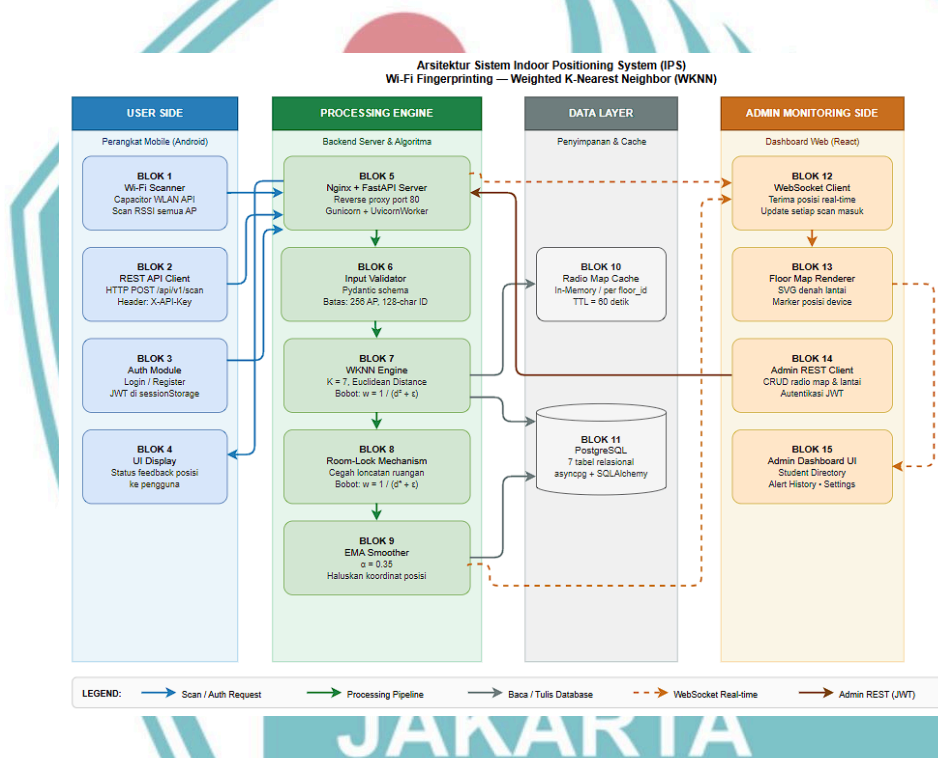
Pada tahap ini, aplikasi Android dikembangkan untuk menjalankan fungsi lokalisasi secara *real-time*. Aplikasi akan melakukan pemindaian sinyal Wi-Fi di lokasi pengguna, kemudian data tersebut diproses menggunakan algoritma WKNN. Algoritma akan menghitung *Euclidean Distance* antara data *real-time* dengan data pada *Radio Map* untuk mengestimasi posisi pengguna.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4. Tahap Pengujian dan Analisis

Tahap terakhir adalah pengujian performa sistem di lingkungan nyata yang memiliki banyak sekat atau penghalang (kondisi NLOS). Fokus utama dari pengujian ini adalah mengukur akurasi tingkat ruangan (%) serta menganalisis seberapa besar pengaruh ambiguitas spasial terhadap akurasi sistem. Untuk mengevaluasi keseluruhan alur kerja tersebut—mulai dari pemindaian sinyal pada perangkat pengguna hingga visualisasi posisi pada dashboard administrator—arsitektur sistem diintegrasikan ke dalam empat domain fungsional yang diilustrasikan secara detail pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Blok Arsitektur Sistem *Indoor Positioning System*

Secara struktural, keempat domain tersebut meliputi sisi pengguna (*User Side*) berupa perangkat mobile Android, mesin pemrosesan (*Processing Engine*) berupa backend server dan algoritma, lapisan data (*Data Layer*) sebagai media penyimpanan dan cache, serta sisi pemantauan administrator (*Admin Monitoring Side*) berupa dashboard web. Komunikasi antar-domain ini difasilitasi oleh lima jenis aliran data yang spesifik, yaitu permintaan pemindaian dan autentikasi, *processing pipeline*, operasi baca/tulis basis data, kanal *WebSocket real-time*, serta permintaan REST administrator yang diamankan dengan autentikasi JWT.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pada sisi pengguna, modul *Wi-Fi Scanner* (Blok 1) memindai nilai RSSI dari seluruh *Access Point* yang terdeteksi menggunakan *Capacitor WLAN API*. Hasil pemindaian dikirim ke server melalui *REST API Client* (Blok 2) dengan metode HTTP POST ke *endpoint /api/v1/scan* yang diamankan menggunakan *header X-API-Key*. Akses pengguna dikelola oleh *Auth Module* (Blok 3) yang menangani proses *login* dan registrasi dengan token JWT yang disimpan pada *sessionStorage*. Hasil estimasi posisi yang dikembalikan server kemudian ditampilkan melalui *UI Display* (Blok 4) sebagai umpan balik status posisi kepada pengguna.

Mesin pemrosesan yang berjalan di *backend* Python menerima permintaan melalui Nginx yang bertindak sebagai *reverse proxy* pada *port* 80, lalu diteruskan ke FastAPI Server yang dijalankan oleh Gunicorn dengan UvicornWorker (Blok 5). Setiap data masuk divalidasi terlebih dahulu oleh *Input Validator* (Blok 6) menggunakan skema Pydantic dengan batasan 256 AP dan panjang *identifier* 128 karakter untuk menolak masukan yang tidak valid. Data yang lolos validasi diproses oleh *WKNN Engine* (Blok 7) dengan parameter $K=7$ dan perhitungan *Euclidean Distance* untuk mengestimasi koordinat posisi. Hasil estimasi kemudian dilewatkan ke *Room-Lock Mechanism* (Blok 8) yang mencegah loncatan antar ruangan melalui pembobotan *weighted majority vote*, dan akhirnya dihaluskan oleh *EMA Smoother* (Blok 9) dengan koefisien $\alpha=0,35$ agar perpindahan *marker* posisi tidak melompat akibat fluktuasi sinyal.

Lapisan data terdiri atas dua komponen. *Radio Map Cache* (Blok 10) menyimpan data *radio map* secara *in-memory* per *floor_id* dengan masa berlaku (*TTL*) 60 detik, sehingga proses pencocokan WKNN tidak perlu mengakses basis data secara berulang. Sementara itu, PostgreSQL (Blok 11) berperan sebagai basis data utama yang menyimpan tujuh tabel relasional dan diakses melalui *asyncpg* serta SQLAlchemy.

Pada sisi pemantauan administrator, *WebSocket Client* (Blok 12) menerima data posisi secara *real-time* yang diperbarui setiap kali pemindaian baru masuk ke sistem. Data posisi tersebut dirender oleh *Floor Map Renderer* (Blok 13) yang menampilkan denah lantai dalam format SVG beserta *marker* posisi perangkat. Administrator juga dapat mengelola data *radio map* dan lantai melalui *Admin*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

REST Client (Blok 14) dengan autentikasi JWT, sementara seluruh fungsi pemantauan seperti *Student Directory*, *Alert History*, dan *Settings* disajikan dalam *Admin Dashboard UI* (Blok 15). Keseluruhan alur inilah yang menjadi objek evaluasi pada tahap pengujian, sehingga performa yang diukur mencerminkan kinerja sistem secara utuh, bukan hanya ketepatan algoritma pada sisi perangkat.

3.1.1 Arsitektur Sistem

Sistem *Indoor Positioning System* (IPS) yang dikembangkan menggunakan pola arsitektur **client-server** yang memisahkan tanggung jawab antara perangkat klien, layanan pemrosesan terpusat, penyimpanan data, dan antarmuka visualisasi. Arsitektur ini terdiri atas empat komponen utama yang saling berkomunikasi: (1) aplikasi Android sebagai *client* pemindai sinyal, (2) *backend* FastAPI sebagai server pemrosesan algoritma, (3) basis data PostgreSQL sebagai media penyimpanan data, dan (4) *dashboard* berbasis React sebagai antarmuka visualisasi posisi secara *real-time*.

Pemilihan arsitektur ini didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pertama, pemrosesan algoritma WKNN dan pengelolaan *radio map* yang berukuran besar ditempatkan di sisi server, sehingga tidak membebani sumber daya komputasi perangkat Android. Kedua, pemisahan antara API pengiriman data (*REST*) dan saluran notifikasi posisi (*WebSocket*) memungkinkan sistem untuk melayani aplikasi Android dan *dashboard* secara bersamaan dengan protokol yang paling sesuai untuk masing-masing kebutuhan.

1. Aplikasi Android (*Client*)

Aplikasi Android dikembangkan menggunakan framework **React** yang dikombinasikan dengan **Capacitor**, sebuah *runtime* yang memungkinkan aplikasi web berbasis JavaScript berjalan sebagai aplikasi Android *native*. Pendekatan *hybrid* ini memungkinkan berbagi kode antara aplikasi Android dan *dashboard* web.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Fungsi utama komponen ini adalah:

1. Memanggil *Wi-Fi Manager* perangkat untuk memindai sinyal WiFi di sekitar pengguna secara periodik
2. Mengumpulkan data RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) dari seluruh *Access Point* yang terdeteksi
3. Mengemas data RSSI beserta identitas perangkat (*device_id*) dan nomor lantai (*floor_id*) ke dalam format JSON
4. Mengirimkan data tersebut ke *backend* melalui protokol **HTTP POST** setiap siklus pemindaian

2. Backend FastAPI (*Server Pemrosesan*)

Backend dibangun menggunakan **FastAPI**, sebuah *framework* Python modern yang mendukung pemrograman asinkron (*async/await*) dan secara otomatis menghasilkan dokumentasi API. Interaksi dengan basis data dikelola menggunakan **SQLAlchemy** sebagai ORM (*Object-Relational Mapper*) dengan driver asinkron *asynpg* untuk PostgreSQL.

Backend menjalankan seluruh pipeline pemrosesan posisi, mulai dari penerimaan data *scan*, *preprocessing* RSSI, eksekusi algoritma WKNN, hingga penyebaran hasil ke *dashboard*. Selain menyediakan *endpoint* REST untuk aplikasi Android, *backend* juga mengelola koneksi **WebSocket** untuk mengirimkan pembaruan posisi secara *real-time* kepada *dashboard*.

3. Basis Data PostgreSQL (*Penyimpanan Data*)

PostgreSQL digunakan sebagai sistem manajemen basis data relasional untuk menyimpan seluruh data yang dibutuhkan sistem, mulai dari konfigurasi lantai dan *Access Point*, data *radio map* (tabel *fingerprints* dan *reference_points*), hingga riwayat hasil estimasi posisi (tabel *position_logs*). Basis data ini berperan sebagai satu-satunya sumber kebenaran (*single source of truth*) bagi seluruh komponen sistem.

4. *Dashboard React (Visualisasi)*

Dashboard adalah antarmuka berbasis browser yang dibangun menggunakan **React**. Komponen ini berlangganan (*subscribe*) ke koneksi **WebSocket** yang dikelola oleh *backend* untuk menerima pembaruan posisi secara *real-time* tanpa perlu melakukan *polling*. Posisi yang diterima kemudian dirender sebagai penanda (*marker*) pada gambar SVG denah lantai, sehingga pengguna dapat memantau pergerakan perangkat Android secara langsung.

5. **WebSocket**

Dashboard React terhubung ke endpoint **WebSocket** saat halaman dimuat dan menerima notifikasi setiap kali *backend* selesai memproses data scan baru. Format pesan yang dikirimkan berisi koordinat posisi, ruangan, dan identitas perangkat, sehingga *dashboard* dapat memperbarui posisi *marker* di atas denah lantai secara langsung tanpa perlu melakukan permintaan **HTTP** berulang.

3.2 **Sumber Data**

3.2.1 **Populasi**

Dalam penelitian ini, populasi yang didefinisikan adalah seluruh data kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh *Access Point* (AP) yang terdeteksi di sekitar area gedung AA Politeknik Negeri Jakarta. Populasi ini mencakup variasi nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang dipengaruhi oleh fluktuasi temporal, interferensi, serta fenomena multipath dan *Non-Line-of-Sight* (NLOS) yang terjadi di lingkungan tersebut. Sinyal RSSI pada dasarnya memang memiliki karakteristik yang fluktuatif di lingkungan dalam ruangan akibat kondisi-kondisi tersebut.

3.2.2 **Sampel**

Mengingat luasnya area dan sifat sinyal yang kontinu, penelitian ini menggunakan teknik sampling sistematis berbasis grid (*grid-based sampling*). Sampel data dibagi menjadi dua kategori utama sesuai dengan metode *fingerprinting*, yaitu:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1. Data Latih (*Training Data / Fase Offline*) : Sampel data *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang diambil pada Titik Referensi (*Reference Points*) yang telah ditentukan koordinatnya secara tetap. Pengambilan sampel dilakukan dengan durasi 10 detik per titik untuk mendapatkan nilai rata-rata RSSI yang stabil dan meminimalisir *noise*, yang kemudian disimpan sebagai *Radio Map*.
2. Data Uji (*Testing Data / Fase Online*) : Sampel data *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang diambil secara *real-time* di titik-titik acak (*Test Points*) di antara titik referensi. Data ini digunakan sebagai input untuk algoritma WKNN guna menguji akurasi sistem dalam memprediksi lokasi pengguna.

3.2.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk akuisisi data, pengembangan sistem, dan analisis hasil.

A. Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Smartphone Android: Digunakan sebagai perangkat penerima (*receiver*) untuk memindai sinyal Wi-Fi. Spesifikasi perangkat yang digunakan adalah IQOO Z9 dengan sistem operasi Android versi Funtouch OS 15. Penggunaan satu perangkat spesifik bertujuan untuk meminimalisir bias akibat heterogenitas perangkat keras.
2. Access Point (AP): Infrastruktur router Wi-Fi yang sudah terpasang di gedung sebagai pemancar sinyal (*transmitter*). Tidak ada modifikasi yang dilakukan pada AP.
3. Laptop/PC: Digunakan untuk menulis kode program, komputasi data, dan menganalisis data.
4. Alat Ukur Jarak (Meteran/Laser Distance Meter): Digunakan untuk menentukan koordinat titik RP (*reference point*)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Perangkat Lunak (Software)

1. Python : Sebagai bahasa pemrograman utama untuk implementasi algoritma WKNN dan pengolahan dataset *fingerprint*.
2. NumPy : Digunakan untuk fungsi klasifikasi *Weighted K-Nearest Neighbor*.
3. Android Studio: Digunakan untuk membangun aplikasi *client* pemindai sinyal Wi-Fi.

3.2.4 Perancangan Database

Database yang digunakan dalam sistem ini adalah **PostgreSQL**, sebuah sistem manajemen berbasis data relasional (*Relational Database Management System/RDBMS*) bersifat *open-source* yang mendukung tipe data kompleks, transaksi ACID, dan kueri SQL standar. Interaksi antara lapisan aplikasi backend dengan basis data dikelola menggunakan **SQLAlchemy**, sebuah *Object-Relational Mapper* (ORM) untuk bahasa pemrograman Python yang memungkinkan pendefinisian skema tabel sebagai kelas Python dan eksekusi kueri secara asinkron melalui ekstensi *asyncio*.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara langsung di lapangan (*field research*) melalui dua tahapan utama metode *fingerprinting*. Seluruh data *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang dikumpulkan akan diproses menggunakan bahasa pemrograman Python.

3.3.1 Tahap Pra-Pengumpulan (Observasi dan Pemetaan)

Sebelum pengambilan data dilakukan, peneliti melakukan langkah-langkah persiapan sebagai berikut:

1. Survei Lokasi : Mengidentifikasi posisi *Access Point* (AP) yang tersedia dan menentukan area yang memiliki potensi ambiguitas tinggi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2. Pembuatan Grid : Menentukan titik-titik koordinat pada denah lokasi. Peneliti menggunakan meteran digital untuk menentukan jarak antar titik referensi (*Reference Points*)
3. Pemberian Label : Titik referensi yang berjumlah 31 diberi label nama serta koordinat (x, y) yang akan digunakan sebagai label dalam algoritma *Supervised Learning* WKNN.

3.3.2 Fase Offline (Pembangunan Radio Map)

Fase ini bertujuan untuk mengumpulkan database *Fingerprinting* sinyal. Langkah-langkahnya adalah:

1. Peneliti berdiri di setiap Titik Referensi (RP) yang telah diukur.
2. Laptop melakukan *scanning* sinyal Wi-Fi untuk menangkap nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari berbagai MAC Address AP yang terdeteksi.
3. Di setiap titik, dilakukan pengambilan sampel sebanyak 10 untuk mendapatkan nilai rata-rata guna mereduksi *noise* atau fluktuasi sinyal.
4. Data yang terkumpul (MAC Address, koordinat, dan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI)) diekspor ke dalam format file .csv atau .json untuk kemudian diolah.

3.3.3 Fase Online (Pengambilan Data Uji)

Fase ini dilakukan untuk menguji sejauh mana algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN) dapat memprediksi ruangan tempat pengguna berada berdasarkan data *radio map* yang telah dibangun pada fase *offline*. Pengujian difokuskan pada klasifikasi tingkat ruangan tanpa memerlukan pengukuran koordinat manual.

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Titik Uji (Test Points)
 - Peneliti menentukan titik uji yang tersebar di keseluruhan area penelitian sebanyak 30 titik



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- Titik uji ditempatkan di lokasi yang berbeda dari posisi titik referensi (RP), yaitu di antara RP atau di area lain dalam ruangan untuk menghindari bias evaluasi yang terlalu optimis.
 - Untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai ambiguitas spasial, beberapa titik uji sengaja ditempatkan dekat sekat antar-ruangan untuk menguji kapabilitas sistem dalam membedakan ruangan yang berdekatan.
2. Pemberian Label Ground Truth
 - Setiap titik uji diberi label berupa nama ruangan sebenarnya seperti "Ruang Embedded 2", "Ruang Embedded 1", "Lorong", atau "Ruang KPS"
 - Penetapan ruangan dilakukan oleh peneliti secara visual berdasarkan posisi fisik titik uji di lantai.
 3. Pencatatan Kondisi Sinyal (LOS/NLOS)
 - Untuk setiap titik uji, peneliti mencatat apakah kondisi adalah *Line-of-Sight* (LOS) atau *Non-Line-of-Sight* (NLOS).
 - LOS: Tidak ada penghalang fisik signifikan antara perangkat scanning dan router. Sinyal dapat merambat secara langsung.
 - NLOS: Ada penghalang fisik seperti dinding, sekat, atau furnitur besar antara perangkat dan router.
 - Jika kondisi NLOS, peneliti mencatat nama penghalang sebagai informasi kontekstual untuk analisis.
 4. Pengumpulan Data Scan Mentah (Raw Scan Data)
 - Pada setiap titik uji, aplikasi laptop melakukan 10–20 kali pemindaian Wi-Fi secara berturut-turut menggunakan Native WLAN API
 - Setiap pemindaian merekam: BSSID, SSID, RSSI dalam dBm (skala lama, kompatibel dengan *radio map*), link quality, dan frekuensi.
 - Data scan dari setiap pemindaian disimpan dengan jelas terpisah untuk memungkinkan analisis per-sampel.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5. Penyimpanan Data untuk Replay

- Seluruh data scan mentah (pasangan BSSID–RSSI dari setiap sampel) disimpan dalam format JSONL ke file `data/test_points.jsonl`.
- Satu baris per titik uji, berisi:
 - Metadata: `test_point_id`, `room_truth`, `condition` (LOS/NLOS), `note` (catatan halangan)
 - `samples`: array dari semua scan dengan RSSI per AP
 - `summary`: statistik mean dan standar deviasi RSSI per BSSID (untuk quality check)
- Penyimpanan data mentah ini memungkinkan replay — data dapat diproses ulang dengan nilai `k` yang berbeda (`k=5` dan `k=7`) tanpa perlu kembali ke lokasi pengujian.

3.3.4 Teknik Dokumentasi dan Validasi

Untuk memastikan data valid, dilakukan langkah-langkah berikut:

- Pembersihan Data (*Data Cleaning*) : Menghapus data dari AP yang tidak stabil atau memiliki nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) di bawah -90 dBm.
- Logbook Penelitian : Mencatat kondisi lingkungan saat pengambilan data seperti kondisi sekitar gedung AA Politeknik Negeri Jakarta yang sedang ramai atau sepi karena pergerakan manusia mempengaruhi redaman sinyal.

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengolah data *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) menjadi estimasi lokasi. Proses analisis dilakukan melalui beberapa tahapan komputasi menggunakan algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN) dan pengujian tingkat akurasi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.4.1 Pra-pemrosesan Data (*Data Pre-processing*)

Data mentah hasil pemindaian Wi-Fi seringkali mengandung *noise* dan fluktuasi yang ekstrem. Sebelum dimasukkan ke dalam algoritma WKNN, dilakukan tahap pra-pemrosesan menggunakan Python (Library Pandas dan NumPy):

1. Filtering : Menghapus data *Access Point* yang tidak stabil atau memiliki nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang terlalu lemah (di bawah -90 dBm).
2. Averaging : Menghitung nilai rata-rata *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari beberapa sampel di satu titik referensi untuk meminimalisir efek *multipath* sesaat.
3. Normalisasi: Menyesuaikan skala data jika diperlukan agar perhitungan *Euclidean Distance* menjadi lebih konsisten.

3.4.2 Implementasi Algoritma WKNN

Algoritma WKNN digunakan untuk mencari kemiripan antara data uji (*online*) dengan data pada *radio map* (*offline*). Tahapan analisisnya meliputi:

1. Perhitungan Jarak (*Similarity Measurement*) : Menghitung jarak antara vektor RSSI *real-time* (s) dengan setiap vektor RSSI di database (r) menggunakan rumus *Euclidean Distance*
2. Penentuan Tetangga Terdekat (k) : Mengurutkan hasil perhitungan jarak dari yang terkecil hingga terbesar dan memilih k jumlah titik referensi terdekat
3. Estimasi Lokasi : Menghitung posisi koordinat akhir pengguna (x,y) dengan mencari rata-rata koordinat dari sejumlah k titik referensi tersebut

3.4.3 Analisis Akurasi Penentuan Ruang

Untuk mengevaluasi performa sistem dan menjawab pertanyaan penelitian mengenai pengaruh NLOS serta ambiguitas spasial, pengujian akurasi difokuskan pada ketepatan sistem dalam menentukan ruangan tempat pengguna berada (*room-level accuracy*). Pendekatan ini dipilih karena:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1. Algoritma WKNN yang digunakan menerapkan mekanisme room-lock — sistem terlebih dahulu menentukan ruangan pemenang melalui *weighted majority vote* sebelum menghitung koordinat presisi.
2. Metrik akurasi ruangan lebih relevan untuk lingkungan gedung bersekat yang menjadi fokus penelitian, di mana ambiguitas spasial sering terjadi antar-ruangan berdekatan.
3. Pengukuran tidak memerlukan koordinat manual (meter), sehingga menghilangkan bias pengukuran fisik.

3.4.4 Metrik Evaluasi

Pengujian menghasilkan metrik berikut untuk setiap nilai k:

1. Akurasi Deteksi Ruang Keseluruhan (%)
 - Persentase titik uji yang ruangnya berhasil diprediksi dengan benar oleh sistem.
 - Rumus:
$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah prediksi benar}}{\text{Jumlah total titik uji}} \times 100\%$$
2. Akurasi per Ruangan
 - Tingkat akurasi dihitung untuk masing-masing ruangan (Embedded 1, Embedded 2, Lorong, KPS) untuk mengidentifikasi ruangan mana yang paling sulit dikenali sistem.
 - Rumus:
3. Confusion Matrix Antar-Ruangan
 - Matriks yang menunjukkan pola kesalahan klasifikasi — contohnya, seberapa sering Ruang Embedded 1 salah dikenali sebagai Ruang Embedded 2, menandakan bahwa dua ruangan tersebut memiliki karakteristik sinyal yang serupa akibat NLOS atau pantulan sinyal lintas sekat.
 - Baris = ruangan sebenarnya, kolom = ruangan yang diprediksi.
 - Matriks ini menjadi bukti utama dampak ambiguitas spasial dalam sistem dan pengaruh kondisi NLOS.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4. Analisis Pengaruh NLOS (*Line-of-Sight* vs *Non-Line-of-Sight*)

- Membandingkan akurasi deteksi ruangan pada titik uji berkondisi LOS dengan titik berkondisi NLOS untuk mengidentifikasi apakah penghalang fisik menurunkan akurasi secara signifikan.

- Perhitungan:

$$\blacksquare \text{ Akurasi LOS: } \frac{\text{Prediksi benar (LOS)}}{\text{Total titik LOS}} \times 100\%$$

$$\blacksquare \text{ Akurasi NLOS: } \frac{\text{Prediksi benar (NLOS)}}{\text{Total titik NLOS}} \times 100\%$$

- Selisih akurasi ini menjadi metrik kuantitatif untuk mengukur dampak NLOS

5. Perbandingan Nilai k (k=5 vs k=7)

- Pengujian dilakukan dua kali dengan nilai K yang berbeda untuk menganalisis pengaruh jumlah tetangga terhadap akurasi penentuan ruangan, khususnya dalam menangani ambiguitas spasial. Alasan pemilihan kedua nilai K ini dijelaskan pada Subbab 4.2.2.1.
- Perbandingan ini membantu mengidentifikasi nilai K yang lebih sesuai untuk lingkungan dengan banyak ambiguitas spasial, sekaligus mengonfirmasi apakah penambahan tetangga konsisten meningkatkan akurasi atau hanya efektif pada kondisi tertentu (misalnya NLOS).
- Tabel ringkas membandingkan akurasi keseluruhan, akurasi per ruangan, dan performa LOS/NLOS untuk K=5 dan K=7.

3.4.5 Prosedur Analisis

Pengujian dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

A. Prasyarat Pengujian

- *Radio map* lengkap telah dibangun dari 31 titik referensi (Embedded 1 8, Embedded 2 8, Lorong 7, KPS 8).
- Semua data fingerprint telah divalidasi dan disimpan di database.
- Data titik uji mentah telah dikumpulkan dan disimpan dalam format JSON dengan metadata ruangan dan kondisi LOS/NLOS.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

B. Persiapan Data

- Untuk setiap titik uji, semua sampel scan yang dikumpulkan digabungkan → nilai rata-rata RSSI per BSSID dihitung.
- Rata-rata RSSI ini membentuk vektor query yang akan dibandingkan dengan *radio map*.

C. Eksekusi Evaluasi (Replay)

- Jalankan algoritma WKNN pada data test points untuk $k=5$ menggunakan mekanisme room-lock:
 1. Hitung Euclidean Distance antara vektor query dan setiap RP di *radio map*.
 2. Tentukan $k=5$ RP terdekat.
 3. Lakukan *weighted majority vote* untuk menemukan ruangan pemenang (bobot $w = 1/d^4$).
 4. Catat ruangan yang diprediksi.
- Ulangi proses di atas untuk $k=7$.

D. Perhitungan Metrik

- Bandingkan ruangan yang diprediksi dengan ruangan sebenarnya (ground truth).
- Hitung akurasi keseluruhan, akurasi per ruangan, dan buat confusion matrix.
- Kelompokkan titik uji berdasarkan kondisi (LOS/NLOS) dan hitung akurasi untuk masing-masing kelompok.

E. Visualisasi dan Penyajian Hasil

- Hasil disajikan dalam bentuk:
 - Tabel akurasi ringkas perbandingan $k=5$ vs $k=7$
 - Tabel akurasi per ruangan untuk setiap nilai k
 - Confusion matrix untuk menunjukkan pola salah klasifikasi antar-ruangan
 - Perbandingan grafis akurasi LOS vs NLOS
 - Tabel detail per titik uji untuk lampiran (berisi test_point_id, ruangan sebenarnya, ruangan prediksi, kondisi, status benar/salah)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.4.6 Penarikan Kesimpulan

Hasil analisis data kemudian dibandingkan dengan hipotesis awal. Jika hasil pengujian menunjukkan *error* yang rendah pada area terbuka namun tinggi pada area bersekat, maka fenomena ambiguitas spasial akibat NLOS terbukti mempengaruhi performa algoritma WKNN seperti berikut

- Nilai akurasi tinggi pada area LOS dan rendah pada area NLOS mengonfirmasi pengaruh NLOS dan multipath.
- Pola confusion matrix yang menunjukkan tingginya salah klasifikasi antar-ruangan berdekatan (terutama di sekat tipis) mengonfirmasi ambiguitas spasial.
- Perbandingan $k=5$ vs $k=7$ menunjukkan apakah peningkatan jumlah tetangga membantu atau malah menurunkan akurasi di lingkungan dengan banyak ambiguitas.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kebutuhan Sistem IPS

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, serta kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang diperlukan dalam pembangunan sistem *Indoor Positioning System* (IPS) berbasis *Wi-Fi Fingerprinting* dan algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN).

4.1.1 Kebutuhan Fungsional

Sistem yang dikembangkan harus mampu memenuhi kebutuhan fungsional sebagai berikut:

1. Sistem mampu melakukan pemindaian sinyal Wi-Fi melalui perangkat Android.
2. Sistem mampu mengumpulkan nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari Access Point (AP) yang terdeteksi.
3. Sistem mampu mengirimkan data hasil pemindaian RSSI dari perangkat Android ke server melalui REST API.
4. Sistem mampu melakukan proses pencocokan fingerprint menggunakan algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN).
5. Sistem mampu menghitung posisi pengguna berdasarkan hasil klasifikasi WKNN.
6. Sistem mampu menyimpan data fingerprint dan data posisi pengguna ke dalam database PostgreSQL.
7. Sistem mampu menampilkan posisi pengguna secara real-time pada dashboard monitoring.
8. Sistem mampu melakukan komunikasi real-time menggunakan WebSocket antara backend dan dashboard.
9. Sistem mampu menampilkan denah digital gedung sebagai media visualisasi lokasi pengguna

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

10. Sistem mampu menampilkan daftar perangkat yang sedang aktif pada dashboard monitoring.

4.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional sistem meliputi:

1. Sistem harus mampu berjalan pada perangkat Android sebagai client scanner dan pada sistem operasi Windows sebagai server pengembangan.
2. Sistem harus mampu memproses dan mengembalikan hasil estimasi posisi secara real-time dengan latensi yang dapat diterima untuk kebutuhan monitoring.
3. Sistem harus mampu mengklasifikasikan ruangan tempat pengguna berada (room-level accuracy) sebagai metrik performa utama yang diukur dalam pengujian.
4. Sistem harus mampu menyimpan data secara konsisten menggunakan database relasional.
5. Sistem harus memiliki antarmuka yang mudah digunakan oleh administrator.
6. Sistem harus memiliki antarmuka dashboard yang dapat diakses melalui browser tanpa instalasi tambahan
7. Sistem harus mampu mendeteksi perangkat yang kehilangan sinyal lebih dari 15 detik dan mencatatnya sebagai peringatan (alert)..

4.1.3 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat
1	Smartphone Android (IQOO Z9)
2	Laptop/PC
3	Router



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4	Meteran Digital
5	VPS

1. *Smartphone* Android (IQOO Z9) digunakan sebagai perangkat utama pengambilan data pada fase *offline* maupun pengujian pada fase *online*. Perangkat ini menjalankan aplikasi IPS Access untuk memindai sinyal Wi-Fi di sekitar lokasi pengguna dan mengumpulkan nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari seluruh *Access Point* yang terdeteksi, yang kemudian dikirimkan ke server melalui REST API.
2. Laptop/PC digunakan sebagai lingkungan pengembangan sistem secara menyeluruh, mencakup penulisan kode aplikasi Android, *backend* FastAPI, dan *dashboard* web. Selain itu, laptop juga difungsikan sebagai server lokal selama proses pengembangan berlangsung sebelum sistem dipindahkan ke VPS.
3. *Router* berperan sebagai pemancar sinyal Wi-Fi yang menjadi sumber data RSSI dalam penelitian ini. Tiga unit *router* yang tersedia di area penelitian dimanfaatkan sebagai *Access Point* tanpa modifikasi infrastruktur, sesuai dengan prinsip dasar metode *Wi-Fi Fingerprinting* yang tidak memerlukan penambahan perangkat keras khusus.
4. Meteran digunakan pada fase *offline* untuk mengukur dan mencatat koordinat fisik setiap titik referensi (*Reference Point*) secara akurat di atas denah area penelitian. Ketepatan pengukuran ini menentukan kualitas koordinat yang tersimpan di radio map dan secara langsung memengaruhi presisi estimasi posisi sistem.
5. *Virtual Private Server* (VPS) difungsikan sebagai server publik untuk menjalankan *backend* FastAPI dan *dashboard* web secara bersamaan setelah sistem memasuki tahap *deployment*. VPS memungkinkan *dashboard* monitoring dapat diakses oleh administrator melalui *browser* dari mana saja secara *real-time*.

4.1.4 Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak
1	React + Vite
2	Tailwind CSS
3	Capacitor
4	FastAPI
5	Python
6	NumPy
7	PostgreSQL
8	SQLAlchemy
9	Docker
10	Android Studio
11	Visual Studio Code
12	Nginx
13	Gunicorn dan UvicornWorker

1. Lapisan Antarmuka (*Frontend*) dibangun menggunakan React dan Vite sebagai kerangka kerja utama untuk membangun *dashboard* monitoring berbasis web sekaligus aplikasi Android. Tailwind CSS digunakan untuk merancang tampilan antarmuka secara konsisten dan responsif. Agar aplikasi web berbasis React tersebut dapat berjalan sebagai aplikasi Android *native*, digunakan Capacitor sebagai *runtime* yang menjembatani kode JavaScript dengan sistem operasi Android tanpa perlu menulis ulang kode secara terpisah.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2. Lapisan *Backend* dibangun menggunakan FastAPI sebagai *framework* API yang melayani permintaan dari aplikasi Android maupun *dashboard* web. Logika inti sistem, termasuk implementasi algoritma WKNN, mekanisme *room-lock*, dan pemrosesan data *fingerprint*, ditulis menggunakan Python. Komputasi vektor RSSI dan perhitungan *Euclidean Distance* antar vektor dilakukan menggunakan NumPy untuk efisiensi pemrosesan numerik.
3. Lapisan Basis Data menggunakan PostgreSQL sebagai sistem manajemen basis data relasional untuk menyimpan seluruh data *radio map*, hasil estimasi posisi, dan informasi perangkat. Interaksi antara *backend* FastAPI dan PostgreSQL dikelola melalui SQLAlchemy sebagai *Object-Relational Mapper* (ORM), sehingga operasi basis data dapat dilakukan tanpa penulisan *query* SQL secara langsung. Selama pengembangan lokal, layanan PostgreSQL dijalankan di dalam *container* menggunakan Docker untuk memudahkan pengelolaan dependensi dan konsistensi lingkungan.
4. Perkakas Pengembangan yang digunakan meliputi Android Studio untuk proses *build* dan pengujian aplikasi Android, serta Visual Studio Code sebagai *editor* utama dalam penulisan kode *backend*, *frontend*, dan konfigurasi sistem secara keseluruhan.
5. Lapisan *Deployment* (Produksi) menggunakan Nginx sebagai *reverse proxy* yang meneruskan permintaan dari internet ke *backend* FastAPI, sekaligus berfungsi sebagai penyaji (*server*) file statis *dashboard* web. Proses *backend* FastAPI di lingkungan produksi dijalankan dan dikelola menggunakan Gunicorn dengan UvicornWorker sebagai *process manager*, yang memungkinkan *backend* melayani beberapa permintaan secara bersamaan dengan performa yang stabil.

4.2 Perancangan Sistem IPS

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan arsitektur, alur komunikasi data, struktur database, serta proses penentuan lokasi yang digunakan dalam penelitian ini.

4.2.1 Perancangan Database

Database sistem IPS dirancang menggunakan tujuh tabel relasional yang saling terhubung melalui *foreign key*, dengan tabel floors sebagai entitas induk (*parent entity*) yang menjadi acuan bagi sebagian besar tabel lainnya. Struktur dan relasi antartabel secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Relasi Database

Tabel *access_points* dan *reference_points* keduanya merujuk ke tabel *floors* melalui kolom *floor_id*, yang memastikan seluruh titik akses dan titik referensi terikat pada konteks lantai yang sama. Tabel *fingerprints* berfungsi sebagai tabel asosiatif (*junction table*) yang menghubungkan *reference_points* dan *access_points* — setiap barisnya merepresentasikan satu pasangan titik referensi dan *access point*, menyimpan nilai rata-rata serta standar deviasi RSSI hasil pengukuran fase *offline*. Kombinasi seluruh baris pada tabel *fingerprints* inilah yang membentuk *radio map* sistem.

Pada fase *online*, tabel *devices* mencatat setiap perangkat Android yang pernah mengirimkan data pemindaian ke sistem, sementara tabel *position_logs* menyimpan seluruh riwayat hasil estimasi posisi dengan referensi ganda ke tabel



devices melalui kolom *device_id* dan ke tabel *floors* melalui kolom *floor_id*. Dengan demikian, setiap entri *log* posisi selalu dapat ditelusuri kembali ke perangkat yang memicunya dan rantai tempat estimasi dilakukan. Satu-satunya tabel yang berdiri sendiri tanpa relasi ke tabel lain adalah *admin_users*, yang menyimpan kredensial akun administrator *dashboard* web secara terpisah dari data operasional sistem.

1. Tabel *Access_Point*

Tabel *Access_Points* pada Tabel 4.3 menyimpan informasi mengenai setiap *Access Point* (AP) WiFi yang terdaftar dalam sistem.

Tabel 4.3 Access Point

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INTEGER (PK)	Identitas unik AP, <i>auto-increment</i>
bssid	VARCHAR(17) UNIQUE	Alamat MAC AP dalam format XX:XX:XX:XX:XX:XX
ssid	VARCHAR(100)	Nama jaringan WiFi (SSID), dapat kosong
description	VARCHAR(255)	Keterangan tambahan AP, dapat kosong
x_coord	FLOAT	Koordinat X posisi fisik AP pada denah (meter), dapat kosong
y_coord	FLOAT	Koordinat Y posisi fisik AP pada denah (meter), dapat kosong

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

is_active	BOOLEAN	Status aktif; hanya AP aktif yang disertakan dalam perhitungan
created_at	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu data dibuat
floor_id	INTEGER (FK → floors.id)	Referensi lantai tempat AP berada

Setiap AP diidentifikasi secara unik melalui alamat MAC-nya (*Basic Service Set Identifier/BSSID*). Tabel ini berelasi dengan tabel *floors* melalui *foreign key floor_id*, yang menandakan lantai tempat AP tersebut terpasang. Daftar BSSID pada tabel ini digunakan oleh backend untuk membangun vektor RSSI dengan urutan yang konsisten saat memproses data *fingerprint*.

2. Tabel *reference_points*

Tabel *reference_points* dapat dilihat di Tabel 4.4 menyimpan data titik referensi (*Reference Point/RP*) yang digunakan dalam fase *offline* pengumpulan *fingerprint*.

Tabel 4.4 Tabel Reference Points

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INTEGER (PK)	Identitas unik RP, <i>auto-increment</i>
label	VARCHAR(50)	Label deskriptif RP (mis. Embedded1_01, lorong_03)
x_coord	FLOAT	Koordinat X titik referensi pada denah (meter)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

y_coord	FLOAT	Koordinat Y titik referensi pada denah (meter)
created_at	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu data dibuat
floor_id	INTEGER (FK → floors.id)	Referensi lantai tempat RP berada

Setiap RP merepresentasikan satu titik fisik di dalam gedung yang koordinatnya diketahui secara pasti. Label RP digunakan sebagai pengenal ruangan — prefix label (mis. embedded1, embedded2, lorong) menunjukkan ruangan tempat RP berada, yang dimanfaatkan oleh sistem untuk logika penentuan ruang (*room detection*) pada tahap estimasi posisi.

3. Tabel fingerprints

Tabel fingerprints ditunjukkan pada Tabel 4.5 merupakan tabel inti dari *radio map* sistem.

Tabel 4.5 Tabel Fingerprints

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INTEGER (PK)	Identitas unik <i>fingerprint</i> , <i>auto-increment</i>
rss_i_mean	FLOAT	Rata-rata nilai RSSI dari seluruh sampel pengukuran (dBm)
rss_i_std	FLOAT	Standar deviasi nilai RSSI; menggambarkan variansi sinyal
samples	INTEGER	Jumlah sampel pengukuran yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

		digunakan untuk menghitung mean dan std
created_at	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu data dibuat
rp_id	INTEGER (FK → reference_points.id)	Referensi titik referensi tempat pengukuran dilakukan
ap_id	INTEGER (FK → access_points.id)	Referensi <i>access point</i> yang diukur sinyalnya

Setiap baris pada tabel ini merepresentasikan satu pasangan (*Reference Point*, *Access Point*) dan menyimpan statistik nilai RSSI yang diukur pada titik referensi tersebut terhadap AP yang bersangkutan. Struktur ini mengadopsi model relasional, di mana satu RP dengan n AP aktif akan menghasilkan n baris pada tabel fingerprints. Nilai rssi_mean adalah nilai yang digunakan sebagai elemen vektor RSSI dalam perhitungan algoritma WKNN

4. Tabel devices

Tabel devices dapat dilihat pada Tabel 4.6 menyimpan informasi mengenai setiap perangkat Android yang pernah mengirimkan data *scan* ke sistem.

Tabel 4.6 Tabel Devices

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INTEGER (PK)	Identitas unik perangkat, <i>auto-increment</i>
device_id	VARCHAR(100) UNIQUE	ID unik perangkat yang dikirim dari aplikasi Android



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

name	VARCHAR(100)	Nama perangkat, dapat kosong
platform	VARCHAR(20)	Platform perangkat (nilai <i>default</i> : android)
is_active	BOOLEAN	Status aktif perangkat
last_seen	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu terakhir perangkat mengirimkan data <i>scan</i> , dapat kosong
created_at	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu perangkat pertama kali terdaftar

Perangkat diidentifikasi menggunakan *device_id*, yaitu string unik yang di-generate oleh aplikasi *mobile* dan dikirimkan pada setiap permintaan *scan*. Tabel ini memungkinkan sistem untuk membedakan posisi dari beberapa pengguna secara bersamaan dan melacak aktivitas terakhir setiap perangkat.

5. Tabel position_logs

Tabel *position_logs* ditunjukkan pada Tabel 4.7, menyimpan riwayat seluruh hasil estimasi posisi yang dihasilkan oleh sistem selama fase *online*.

Tabel 4.7 Tabel Position Logs

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INTEGER (PK)	Identitas unik log, <i>auto-increment</i>
x_coord	FLOAT	Koordinat X hasil estimasi posisi (meter)
y_coord	FLOAT	Koordinat Y hasil estimasi posisi (meter)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

accuracy	FLOAT	Estimasi tingkat kesalahan posisi (meter), dapat kosong
k_value	INTEGER	Nilai K yang digunakan pada iterasi WKNN
algorithm	VARCHAR(20)	Nama algoritma yang digunakan (nilai <i>default</i> : WKNN)
created_at	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu estimasi posisi dilakukan
device_id	INTEGER (FK → devices.id)	Referensi perangkat yang mengirimkan data <i>scan</i>
floor_id	INTEGER (FK → floors.id)	Referensi lantai tempat estimasi dilakukan

Setiap baris merepresentasikan satu siklus estimasi: satu pengiriman data *scan* dari perangkat menghasilkan satu baris *log*. Selain koordinat hasil estimasi, tabel ini juga mencatat metadata algoritma yang digunakan (nilai K dan nama algoritma), sehingga memungkinkan analisis performa sistem secara retrospektif

6. Tabel floors

Tabel floors dapat dilihat pada Tabel 4.8 menyimpan informasi mengenai setiap lantai gedung yang dipetakan dalam sistem.

Tabel 4.8 Tabel Floors

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INTEGER (PK)	Identitas unik lantai, <i>auto-increment</i>
name	VARCHAR(100)	Nama lantai (mis. "Lantai 1")



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

image_url	TEXT	URL gambar denah lantai, dapat kosong
width_m	FLOAT	Lebar lantai dalam satuan meter
height_m	FLOAT	Tinggi lantai dalam satuan meter
width_px	INTEGER	Lebar gambar denah dalam satuan piksel
height_px	INTEGER	Tinggi gambar denah dalam satuan piksel
is_active	BOOLEAN	Status aktif lantai; hanya lantai aktif yang diproses
created_at	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu data dibuat
updated_at	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu data terakhir diperbarui

Tabel ini berfungsi sebagai entitas induk (*parent entity*) yang menjadi referensi bagi tabel *access_points*, *reference_points*, dan *position_logs*. Selain metadata lantai, tabel ini juga menyimpan dimensi fisik lantai dalam satuan meter dan dimensi gambar denah dalam satuan piksel, yang diperlukan untuk proses konversi koordinat meter ke koordinat piksel pada visualisasi peta.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

7. Tabel admin_users

Tabel admin_users ditunjukkan pada Tabel 4.9 menyimpan data akun administrator yang berhak mengakses dashboard web.

Tabel 4.9 Tabel admin_users

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INTEGER (PK)	Identitas unik akun, <i>auto-increment</i>
username	VARCHAR(50) UNIQUE	Nama pengguna untuk <i>login</i> , wajib diisi
email	VARCHAR(255) UNIQUE	Alamat surel akun, wajib diisi
password_hash	VARCHAR(255)	Hash bcrypt dari kata sandi administrator
full_name	VARCHAR(100)	Nama lengkap administrator, dapat kosong
role	VARCHAR(20)	Peran akun: admin, superadmin, atau student
is_active	BOOLEAN	Status aktif akun; akun nonaktif tidak dapat <i>login</i>
created_at	TIMESTAMP WITH TIME ZONE	Waktu akun dibuat

Setiap akun diidentifikasi secara unik melalui kolom username dan email. Kata sandi tidak disimpan dalam bentuk teks asli, melainkan dalam bentuk hash menggunakan algoritma bcrypt melalui kolom password_hash, sehingga data kredensial tetap aman meskipun basis data dapat diakses oleh pihak yang tidak berwenang. Kolom role memungkinkan pembedaan tingkat akses antar akun administrator di masa mendatang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2 Perancangan Algoritma WKNN

Berdasarkan landasan teori pada Subbab 2.2.6, algoritma WKNN dengan mekanisme *room-lock* dipilih sebagai inti sistem penentuan posisi. Subbab ini membahas keputusan perancangan spesifik yang diterapkan pada sistem ini — parameter yang dipilih, alasan pemilihannya, dan adaptasi tambahan yang tidak tercakup dalam teori umum.

4.2.2.1 Penentuan Nilai K

Penelitian ini menguji dua nilai K, yaitu $K = 5$ dan $K = 7$. Kedua nilai ini dipilih karena:

- Keduanya merupakan bilangan ganjil sehingga menghindari seri (tie) pada tahap majority vote penentuan ruangan.
- Nilai K yang terlalu kecil rentan terhadap noise — satu reference point dengan profil sinyal anomali dapat mendominasi prediksi.
- Nilai K yang terlalu besar berisiko menarik tetangga dari ruangan lain ke dalam perhitungan, memperlemah efektivitas *room-lock*.
- Rentang $K = 5$ hingga $K = 7$ lazim digunakan pada lingkungan indoor bersekat berdasarkan literatur terkait, dan sesuai dengan jumlah reference point per ruangan pada *radio map* yang dibangun (7–8 RP per ruangan).

Pembatasan nilai K hingga maksimal 7 bukan sekadar pertimbangan praktis, melainkan konsekuensi langsung dari struktur *radio map* yang dibangun. Dengan rata-rata 7–8 *reference point* (RP) per ruangan, nilai K yang melebihi jumlah tersebut — misalnya $K=9$, $K=11$, atau $K=13$ — secara matematis **memastikan** bahwa setidaknya satu atau beberapa tetangga terdekat berasal dari ruangan lain, bukan sekadar berisiko demikian. Pada $K=5$ atau $K=7$, sistem masih memiliki peluang menemukan seluruh tetangga terdekat dalam satu ruangan yang sama apabila estimasi posisi cukup akurat secara spasial; pada $K=9$ ke atas, peluang tersebut hilang sepenuhnya. Konsekuensi ini berdampak langsung pada efektivitas *room-lock* — meskipun eksponen bobot $w = 1/d^4$ dirancang untuk menekan kontribusi tetangga yang jauh, penekanan ini hanya efektif apabila perbedaan jarak antar tetangga cukup signifikan. Pada titik uji di area ambiguitas spasial

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

tinggi, RP dari ruangan tetangga dapat memiliki *Euclidean Distance* yang hampir setara dengan RP dari ruangan sebenarnya, sehingga bobotnya tidak cukup kecil untuk diabaikan dalam *weighted majority vote*.

Selain itu, dari sudut pandang *bias-variance tradeoff* yang umum dalam algoritma KNN, peningkatan nilai K cenderung menghaluskan batas keputusan klasifikasi (*decision boundary*). Dalam konteks penelitian ini, batas keputusan tersebut adalah batas antar ruangan, sehingga menghaluskannya berarti mengaburkan perbedaan antar ruangan yang berdekatan — bertentangan langsung dengan tujuan penelitian yang justru berupaya mempertajam perbedaan ruangan pada kondisi ambiguitas spasial. Dengan demikian, nilai K yang terlalu besar tidak hanya tidak membantu, tetapi berpotensi meniadakan manfaat dari mekanisme *room-lock* itu sendiri, sehingga rentang $K=5-7$ dipertahankan sebagai batas atas yang masih selaras dengan kapasitas *radio map* dan tujuan penelitian.

Pengujian dengan dua nilai K memungkinkan perbandingan langsung terhadap akurasi klasifikasi ruangan, sehingga nilai optimal dapat diidentifikasi dari hasil empiris.

4.2.2.2 Eksponen Bobot pada Room-Lock

Pada tahap *room-lock* (penentuan ruangan dan estimasi koordinat dalam ruangan pemenang), bobot yang digunakan adalah:

$$w_i = \frac{1}{d_i^4 + \varepsilon}$$

Eksponen 4 dipilih — lebih besar dari eksponen 2 yang digunakan pada WKNN dasar — karena pada tahap *majority vote* antar ruangan, diperlukan dominasi yang lebih kuat dari tetangga terdekat. Apabila hanya menggunakan eksponen 2, perbedaan bobot antar tetangga dari ruangan berbeda tidak cukup tajam untuk menekan "suara" *reference point* dari ruangan yang bersebelahan, terutama pada kondisi ambiguitas spasial tinggi di area dekat sekat. Eksponen 4 memperbesar rasio bobot antara tetangga terdekat dan tetangga yang lebih jauh, sehingga keputusan ruangan lebih tegas.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2.3 Penanganan AP yang Tidak Terdeteksi

Radio map menyimpan data RSSI untuk seluruh AP yang pernah terdeteksi di area penelitian. Pada kondisi real-time, tidak semua AP tersebut selalu terdeteksi dalam satu scan — terutama pada kondisi NLOS di mana sinyal AP tertentu tidak mencapai perangkat. AP yang tidak terdeteksi diberi nilai penalti -100 dBm.

Nilai ini dipilih karena berada 10 dBm di bawah ambang batas sinyal yang masih dianggap relevan (-90 dBm), sehingga reference point yang bergantung kuat pada AP tersebut terdorong jauh ke bawah dalam urutan *Euclidean Distance*— tanpa menghapus AP tersebut dari perhitungan sepenuhnya.

4.2.2.4 Penghalusan Temporal via EMA

Fluktuasi RSSI akibat multipath menyebabkan estimasi posisi bergerak tidak stabil antar scan meskipun pengguna diam. Untuk menghasilkan tampilan marker yang halus pada dashboard, diterapkan Exponential Moving Average (EMA):

$$x_{smooth} = \alpha \cdot \hat{x}_{baru} + (1 - \alpha) \cdot \hat{x}_{sebelumnya}$$

Koefisien $\alpha = 0,35$ dipilih untuk mengutamakan stabilitas: posisi terbaru hanya berkontribusi 35% terhadap posisi tampil, sementara 65% berasal dari riwayat posisi sebelumnya. Nilai ini mencegah marker melompat akibat satu scan yang anomali, sekaligus tetap responsif terhadap pergerakan nyata pengguna.

EMA hanya berlaku pada sistem live. Pada tahap evaluasi (Subbab 4.4), pengujian menggunakan replay data statis sehingga EMA tidak diterapkan dan setiap prediksi bersifat independen.

4.2.3 Perancangan Antarmuka Pengguna

Sistem IPS memiliki dua antarmuka yang dirancang untuk melayani dua peran berbeda secara terpisah: aplikasi Android untuk mahasiswa sebagai perangkat pemindai, dan dashboard web untuk administrator sebagai pusat pemantauan. Pemisahan ini disengaja agar mahasiswa tidak dapat mengakses fitur monitoring, dan administrator tidak perlu terlibat dalam proses pemindaian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.2.3.1 Aplikasi Android (IPS Access)

Aplikasi Android IPS Access dirancang dengan antarmuka seminimal mungkin karena dua fungsi utama perangkat hanya mencakup autentikasi pengguna dan pemindaian sinyal Wi-Fi secara otomatis di latar belakang. Aplikasi terdiri dari tiga halaman — *Login*, *Registrasi*, dan *Session* — yang ringkasan fungsinya ditampilkan pada Tabel 4.10, sedangkan rancangan antarmuka masing-masing halaman ditunjukkan pada Gambar 4.2 (halaman *Login*), Gambar 4.3 (halaman *Registrasi*), dan Gambar 4.4 (halaman *Session*).

Tabel 4.10 Tabel Aplikasi Android

Halaman	Fungsi
Login	Autentikasi mahasiswa menggunakan NIM dan password
Registrasi	Pendaftaran akun baru dengan NIM, nama, email, dan password
Session	Menampilkan status sesi aktif, koneksi Wi-Fi, dan aktivitas sinkronisasi terakhir

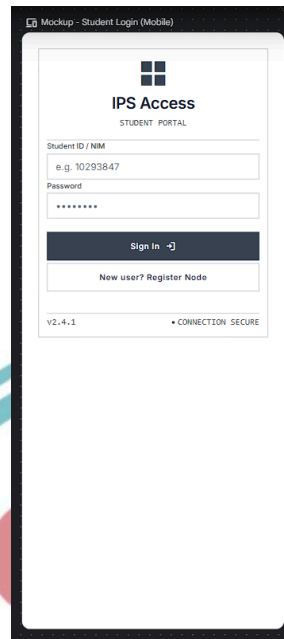
Gambar 4.2 Mock Up Sign Up Page Android



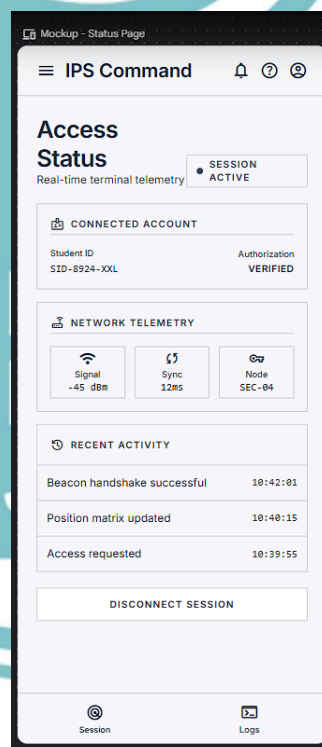
© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.3 Mock Up Login Page Android



Gambar 4.4 Mock Up Session Page Android

Halaman *Login* dan *Registrasi* menangani manajemen akun mahasiswa menggunakan NIM sebagai pengenal unik, sehingga setiap sesi pemindaian yang dikirim ke server selalu terikat pada identitas pengguna yang terautentikasi. Halaman *Session* merupakan halaman utama yang aktif selama proses

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

penggunaan berlangsung — halaman ini menampilkan status sesi aktif, kondisi koneksi Wi-Fi saat ini, serta waktu sinkronisasi terakhir ke server, sehingga pengguna dapat memantau bahwa proses pemindaian RSSI di latar belakang berjalan sebagaimana mestinya tanpa perlu berinteraksi dengan aplikasi secara terus-menerus.

4.2.3.2 Dashboard Web (IPS Command Console)

Dashboard web IPS Command Console dirancang untuk keperluan pemantauan terpusat oleh administrator dengan tata letak navigasi tetap di sisi kiri dan area konten dinamis di sisi kanan. *Dashboard* terdiri dari lima halaman dengan fungsi yang berbeda-beda sebagaimana dirangkum pada Tabel 4.11, sedangkan rancangan antarmuka masing-masing halaman ditunjukkan pada Gambar 4.5 (halaman *Login Administrator*), Gambar 4.6 (*Dashboard Utama*), Gambar 4.7 (*Student Directory*), Gambar 4.8 (*Alert History*), dan Gambar 4.9 (halaman *Settings*).

Tabel 4.11 Tabel Dashboard Web Implementasi Sistem IPS

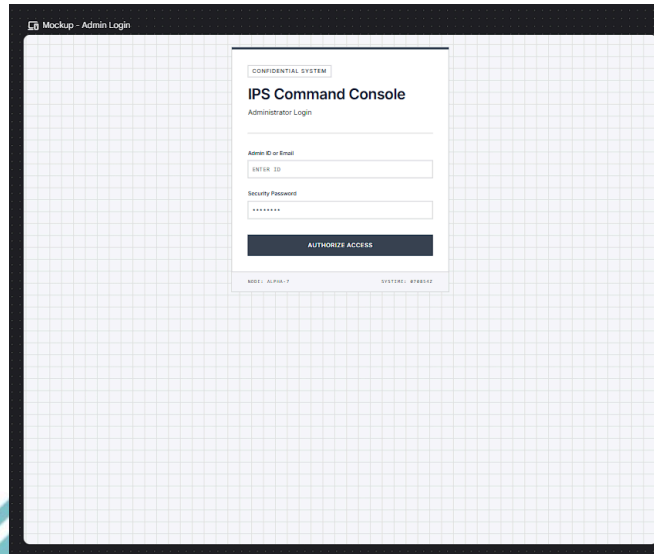
Halaman	Fungsi
Login Admin	Autentikasi administrator sebelum masuk ke sistem
Dashboard	Visualisasi denah lantai <i>real-time</i> , jumlah perangkat aktif, dan ringkasan <i>room occupancy</i>
Student Directory	Daftar seluruh perangkat mahasiswa beserta lokasi terakhir dan status koneksi
Alert History	Riwayat perangkat yang kehilangan sinyal lebih dari 15 detik
Settings	Pengaturan akun dan utilitas ekspor data bagi administrator



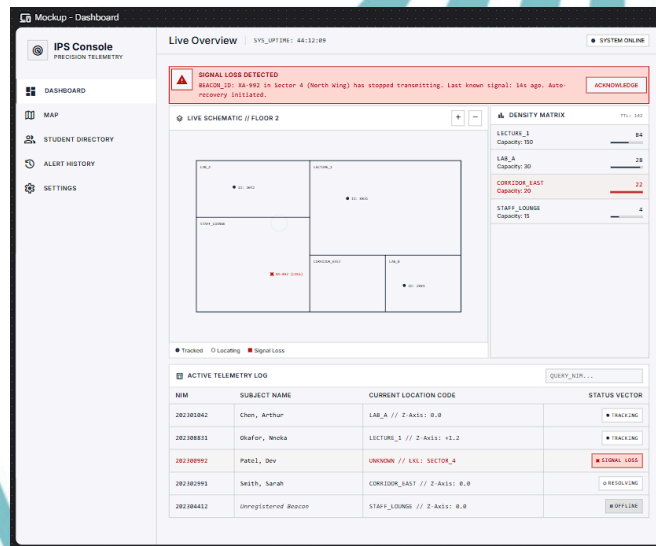
© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.5 Mock Up Halaman Login Admin Web



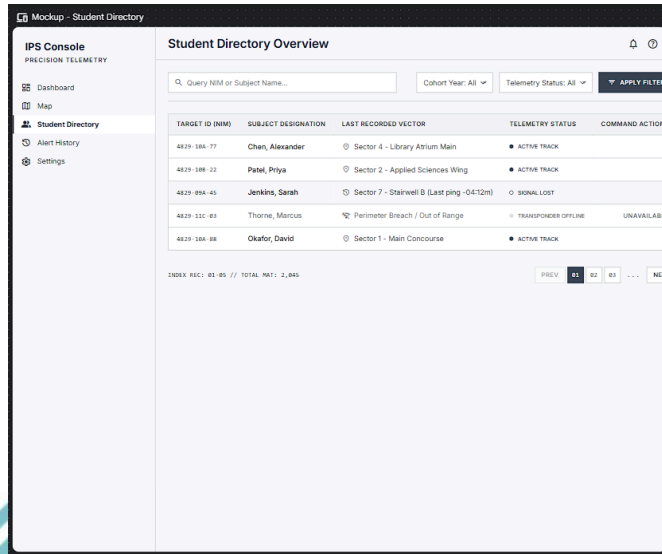
Gambar 4.6 Mock Up Halaman Dashboard Utama Web



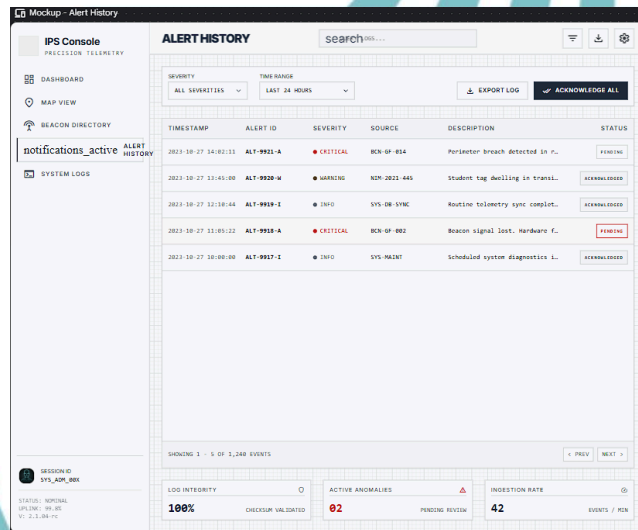
© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.7 Mock Up Halaman Student Directory Web

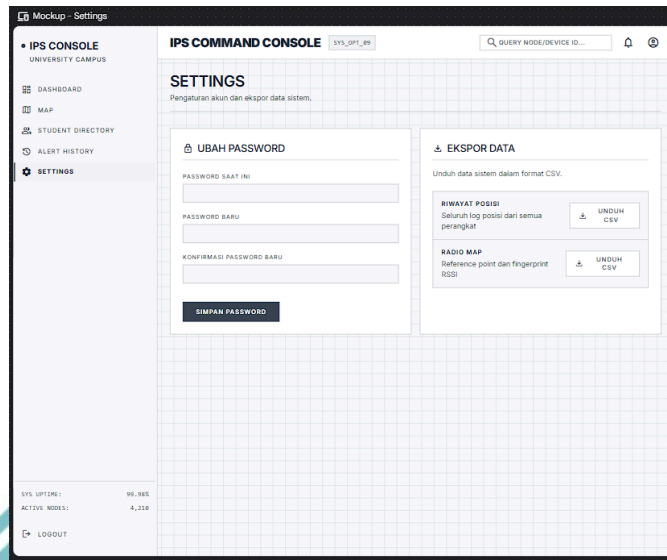


Gambar 4.8 Mock Up Halaman Alert History Web



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.9 Mock Up Halaman Settings Web

Setelah administrator terautentikasi melalui halaman *Login*, halaman *Dashboard* Utama menjadi pusat pemantauan yang menampilkan visualisasi denah lantai secara *real-time* beserta jumlah perangkat aktif dan ringkasan *room occupancy* seluruh ruangan. *Student Directory* menyediakan daftar seluruh perangkat mahasiswa yang terdaftar beserta lokasi terakhir dan status koneksinya, sementara *Alert History* mencatat riwayat perangkat yang kehilangan sinyal lebih dari 15 detik sebagai acuan administrator dalam menindaklanjuti anomali sistem. Halaman *Settings* melengkapi keempat halaman sebelumnya dengan menyediakan pengaturan akun administrator dan utilitas ekspor data untuk keperluan analisis lebih lanjut di luar sistem.

4.3 Implementasi Sistem

Subbab ini menjelaskan proses implementasi sistem *Indoor Positioning System* (IPS) berdasarkan rancangan yang telah diuraikan pada Subbab 4.2. Implementasi mencakup empat tahap utama: pembangunan *radio map* sebagai basis data sidik jari sinyal, penerapan algoritma WKNN pada backend, serta pengembangan antarmuka aplikasi Android dan dashboard web sebagai komponen visualisasi.

4.3.1 Implementasi Pembangunan Radio Map

Radio map merupakan komponen inti dari metode *Wi-Fi Fingerprinting* yang digunakan pada penelitian ini. Pembangunan *radio map* dilakukan melalui fase *offline*, yaitu proses pengumpulan data sidik jari sinyal (*fingerprint*) di setiap titik referensi (Reference Point/RP) yang telah ditentukan koordinatnya secara fisik menggunakan meteran.

4.3.1.1 Penentuan Titik Referensi

Titik referensi didistribusikan di seluruh area penelitian yang mencakup empat ruangan. Total terdapat 31 titik referensi dengan distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Tabel Penentuan Titik Referensi

Ruangan	Jumlah RP
Ruang Embedded 1	8
Ruang Embedded 2	8
Lorong	7
Ruang KPS	8
Total	31

Jumlah 31 titik referensi ditentukan berdasarkan keseimbangan antara kepadatan *fingerprint* dan kelayakan pelaksanaan di lapangan. Dengan jarak antar titik berkisar 30 sentimeter hingga 2 meter sebagaimana disebutkan sebelumnya, jumlah ini merupakan hasil maksimal yang dapat dicapai mengingat luas fisik keempat ruangan penelitian — penambahan titik lebih lanjut pada jarak yang lebih rapat berisiko menghasilkan *fingerprint* yang hampir identik antar titik berdekatan, mengingat karakteristik RSSI relatif stabil dalam rentang jarak yang sangat pendek sehingga tidak memberikan informasi diskriminatif tambahan yang signifikan bagi algoritma WKNN. Di sisi lain, pengumpulan data pada setiap RP memerlukan waktu pengukuran fisik menggunakan meteran serta durasi pemindaian sinyal selama 10 detik per titik, sehingga penambahan jumlah RP

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

secara substansial akan meningkatkan beban waktu pengumpulan data tanpa jaminan peningkatan akurasi yang sepadan. Distribusi RP juga diupayakan proporsional terhadap luas masing-masing ruangan — Ruang Embedded 1, Embedded 2, dan KPS masing-masing memperoleh 8 RP, sementara Lorong yang berbentuk memanjang memperoleh 7 RP mengikuti jumlah titik unik yang dapat ditempatkan tanpa tumpang tindih jarak minimum. Proporsi ini memastikan setiap ruangan memiliki representasi *radio map* yang memadai untuk perhitungan *Euclidean Distance* pada tahap WKNN, tanpa menjadikan salah satu ruangan secara tidak adil lebih terwakili dibandingkan ruangan lain dalam *radio map* keseluruhan.

4.3.1.2 Alat Pengumpulan Data

Pengumpulan data fingerprint dilakukan menggunakan laptop yang menjalankan skrip `wifi_scanner_interactive.py`. Skrip ini menyediakan antarmuka interaktif berbasis teks (command line) yang memandu peneliti memasukkan data setiap RP secara berurutan tanpa perlu mengetik perintah panjang berulang kali.

Pada setiap RP, peneliti memasukkan:

- Point ID — identitas unik titik referensi contoh : RP_KPS_01
- Room ID — nama ruangan contoh : RUANG_KPS
- Koordinat X dan Y dalam meter (lokal terhadap asal ruangan)
- Offset global — untuk mengkonversi koordinat lokal ke koordinat global denah
- Jumlah sampel (default: 10 sampel per titik) dan delay antar scan (default: 1 detik)

Pemindaian sinyal disaring hanya untuk AP dengan SSID N1, N2, dan N3 — tiga access point yang menjadi infrastruktur Wi-Fi pada area penelitian.

4.3.1.3 Proses Pengumpulan dan Penyimpanan Data

Proses pengumpulan data pada setiap RP berjalan melalui tiga tahap:

1. Scanning — skrip melakukan pemindaian sebanyak 10 kali secara berurutan. Setiap pemindaian menangkap nilai RSSI dari seluruh AP yang terdeteksi dalam satuan dBm.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2. Ekspor CSV — hasil 10 sampel dirata-ratakan per BSSID, kemudian disimpan sebagai file .csv individual per RP di folder data/.
3. Penggabungan — setelah seluruh RP selesai, file-file CSV individual digabungkan menjadi satu file master (radio_map_master.csv) menggunakan skrip combine_csv_to_radio_map.py.

File master kemudian diimpor ke basis data PostgreSQL menggunakan skrip import_radio_map.py, yang secara otomatis membuat entri pada tabel reference_points, access_points, dan fingerprints sesuai skema basis data yang telah dirancang.

4.3.1.4 Hasil Pembangunan *Radio Map*

Setelah proses impor selesai, *radio map* tersimpan dalam basis data dan siap digunakan oleh algoritma WKNN. Setiap entri fingerprint menyimpan nilai rssi_mean dan rssi_std dari 10 sampel untuk setiap kombinasi RP-AP, sehingga algoritma dapat membandingkan profil sinyal secara langsung terhadap data real-time yang diterima dari perangkat Android.

4.3.2 Implementasi Algoritma WKNN

Algoritma WKNN diimplementasikan pada sisi backend menggunakan bahasa pemrograman Python, terdistribusi ke dalam beberapa modul layanan (service) yang masing-masing menangani satu tahap dalam pipeline pemrosesan posisi. Pipeline ini dieksekusi secara penuh setiap kali backend menerima data scan dari aplikasi Android melalui endpoint POST /api/v1/scan.

4.3.2.1 Modul Implementasi

Implementasi algoritma WKNN pada sistem ini tidak dituangkan dalam satu file tunggal, melainkan dipisahkan ke dalam empat modul dengan tanggung jawab yang berbeda-beda.

Tabel 4.13 Tabel Modul Implementasi

Modul	File	Tanggung Jawab
Preprocessing	app/services/preprocessing.py	Standarisasi vektor RSSI, penanganan AP tidak terdeteksi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

WKNN Engine	app/services/WKNN_engine.py	Perhitungan jarak Euclidean, seleksi K tetangga terdekat
Room-Lock	app/services/display_position.py	<i>Weighted majority vote</i> , estimasi koordinat dalam ruangan pemenang
Orchestrator	app/services/positioning.py	Mengkoordinasikan seluruh pipeline, EMA <i>smoothing</i> , penyimpanan log

Pemisahan ini bertujuan agar setiap tahap pemrosesan dapat diuji dan dimodifikasi secara independen tanpa memengaruhi komponen lainnya. Keempat modul tersebut beserta file dan tanggung jawab masing-masing ditunjukkan pada Tabel 4.13.

4.3.2.2 Pipeline Pemrosesan

1. Penerimaan Data Scan

Backend menerima permintaan HTTP POST dari aplikasi Android yang memuat `device_id`, `floor_id`, dan `scan_data` berupa daftar pasangan BSSID–RSSI dari seluruh AP yang terdeteksi. Data ini menjadi vektor kueri yang akan diproses pada tahap berikutnya.

2. Preprocessing Vektor RSSI

Modul `preprocessing.py` menstandarisasi vektor kueri agar berdimensi dan berurutan sama dengan vektor pada *radio map*. Dua operasi dilakukan:

- Pemetaan urutan BSSID — vektor disusun mengikuti urutan tetap seluruh AP aktif pada lantai yang bersangkutan berdasarkan id di tabel `access_points`.
- Penalti AP tidak terdeteksi — AP yang terdaftar di *radio map* namun tidak muncul dalam scan diisi nilai -100 dBm.

Hasil tahap ini adalah vektor kueri $q = [q_1, q_2, \dots, q_n]$ berdimensi n (jumlah AP aktif).

3. Perhitungan Jarak Euclidean

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul WKNN_engine.py membandingkan vektor kueri q terhadap setiap entri *radio map*. Setiap reference point r memiliki vektor berisi nilai *rss_i_mean* per AP. Jarak dihitung menggunakan jarak Euclidean:

$$d(q, r) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - r_i)^2}$$

Perhitungan ini memanfaatkan operasi vektor NumPy untuk efisiensi komputasi terhadap seluruh 31 titik referensi secara serentak.

4. Seleksi K Tetangga Terdekat

Seluruh reference point diurutkan berdasarkan jarak dari terkecil ke terbesar. Dipilih K reference point pertama sebagai tetangga terdekat. Nilai K dapat dikonfigurasi melalui config.py (WKNN_DEFAULT_K), dengan nilai yang diuji pada penelitian ini adalah $K = 5$ dan $K = 7$.

5. Room-Lock via Weighted Majority Vote

Modul display_position.py menentukan ruangan pemenang dari K tetangga terpilih. Setiap tetangga memberikan "suara" berbobot untuk ruangnya:

$$w_i = \frac{1}{d_i^4 + \varepsilon}, \quad \varepsilon = 10^{-6}$$

Ruangan dengan total bobot $\sum w_i$ tertinggi ditetapkan sebagai ruangan pemenang. Mekanisme ini mencegah estimasi koordinat "menembus" sekat fisik antar ruangan.

6. Estimasi Koordinat dalam Ruangan Pemenang

Koordinat akhir dihitung hanya dari tetangga-tetangga yang berasal dari ruangan pemenang, menggunakan rata-rata berbobot dengan bobot yang sama:

$$\hat{x} = \frac{\sum_i w_i \cdot x_i}{\sum_i w_i}, \quad \hat{y} = \frac{\sum_i w_i \cdot y_i}{\sum_i w_i}$$

7. EMA Smoothing dan Penyebaran Posisi

Modul positioning.py menerapkan Exponential Moving Average (EMA) pada hasil koordinat untuk menstabilkan tampilan marker pada dashboard:



Hak Cipta :

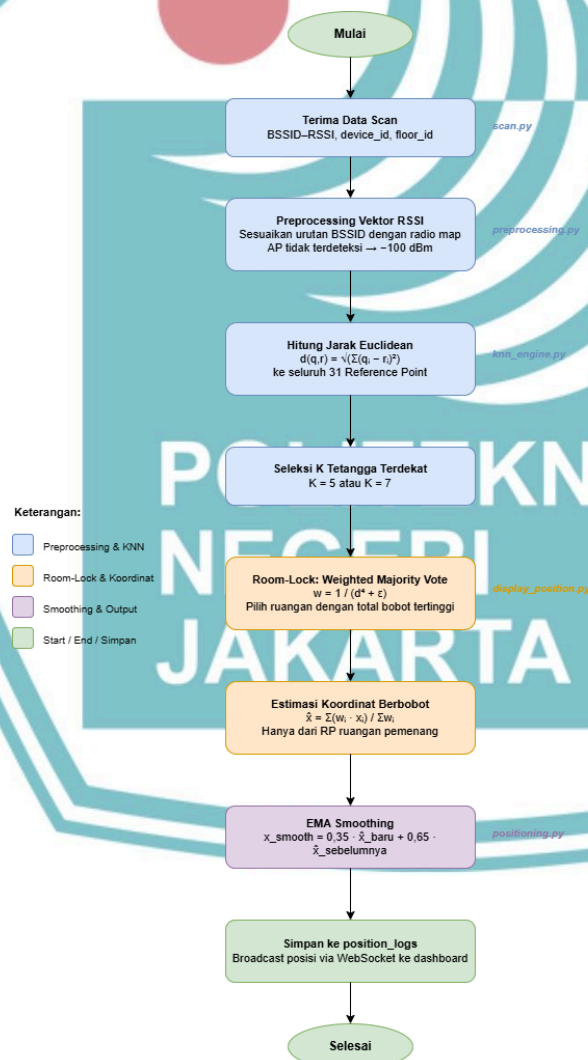
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

$$x_{smooth} = 0,35 \cdot \hat{x}_{baru} + 0,65 \cdot \hat{x}_{sebelumnya}$$

State EMA disimpan dalam memori backend per perangkat (device_id). Setelah koordinat final diperoleh, hasil estimasi disimpan ke tabel position_logs di PostgreSQL dan disebarkan ke seluruh klien dashboard yang terhubung melalui WebSocket.

4.3.2.3 Diagram Alur Pipeline

Diagram alur pipeline pemrosesan posisi secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 4.10. Alur ini menggambarkan urutan eksekusi dari saat data scan diterima hingga hasil estimasi posisi disiarkan ke dashboard.



Gambar 4.10 Diagram Alur Pipeline

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Proses diawali dengan penerimaan data scan dari perangkat Android yang memuat pasangan BSSID–RSSI beserta identitas perangkat (*device_id*) dan nomor lantai (*floor_id*). Data ini kemudian masuk ke tahap preprocessing, di mana vektor RSSI disesuaikan urutannya agar selaras dengan urutan BSSID yang terdaftar pada *radio map*. Access Point yang tidak terdeteksi pada siklus scan tersebut diberi nilai pengganti sebesar -100 dBm agar dimensi vektor tetap konsisten.

Selanjutnya, *Euclidean Distance* dihitung antara vektor query dan seluruh 31 titik referensi menggunakan formula $d(q, r) = \sqrt{\sum (q_i - r_i)^2}$. Dari hasil perhitungan tersebut, dipilih K tetangga terdekat dengan nilai $K = 5$ dan $K = 7$ sesuai parameter pengujian. Pada tahap Room-Lock, mekanisme *weighted majority vote*

diterapkan menggunakan bobot $w = \frac{1}{d^4 + \varepsilon}$ untuk memilih ruangan dengan akumulasi bobot tertinggi sebagai ruangan pemenang. Setelah ruangan ditentukan, koordinat akhir diestimasi secara terbobot hanya dari titik-titik referensi yang berada di dalam ruangan pemenang dengan rumus $\hat{x} = \sum (w_i \cdot x_i) / \sum w_i$.

Koordinat hasil estimasi kemudian diperhalus menggunakan Exponential Moving Average (EMA) dengan formula $x_{smooth} = 0,35 \cdot x_{baru} + 0,65 \cdot x_{sebelumnya}$ untuk meredam fluktuasi antar siklus scan. Pada tahap akhir, posisi yang telah diperhalus disimpan ke tabel *position_logs* di database dan disiarkan secara real-time ke dashboard melalui koneksi WebSocket.

Pipeline WKNN menghasilkan dua output setelah setiap siklus pemrosesan: koordinat estimasi posisi (x, y) dan nama ruangan pemenang (*winning room*) dari mekanisme room-lock. Kedua output tersebut dirangkum dalam skema respons API *PositionResponse* yang dikirimkan backend ke seluruh klien yang terhubung.

Field *winning_room* pada *PositionResponse* berisi nama ruangan hasil *weighted majority vote* sebagaimana dijelaskan pada Tahap 5 pipeline di Subbab 4.3.2.2. Field ini disertakan secara eksplisit dalam payload JSON agar frontend tidak perlu menghitung ulang penentuan ruangan secara independen berdasarkan kedekatan koordinat. Pendekatan ini penting karena penghitungan ruangan di sisi klien menggunakan *Euclidean Distance* terhadap koordinat titik referensi dari *radio map*, yang berpotensi menghasilkan hasil berbeda dari keputusan room-lock



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

backend apabila terdapat tumpang tindih koordinat antar ruangan yang berdekatan.

Di sisi frontend, hook `usePositionStream.js` mengekstrak field `winning_room` dari setiap payload WebSocket dan menyimpannya bersama data posisi perangkat dalam state aplikasi. Seluruh halaman monitoring — Dashboard, Student Directory, dan Alert History — menggunakan nilai `winning_room` ini sebagai prioritas utama untuk label ruangan yang ditampilkan kepada pengguna. Dengan demikian, ruangan yang terlihat di antarmuka selalu konsisten dengan hasil room-lock yang dihitung oleh backend, bukan hasil estimasi ulang di sisi klien.

4.3.3 Implementasi Aplikasi Android

Aplikasi Android dikembangkan menggunakan framework React yang dikombinasikan dengan Capacitor sebagai runtime agar aplikasi berbasis web dapat berjalan sebagai aplikasi Android native. Aplikasi ini berfungsi sebagai perangkat pemindai sinyal Wi-Fi sekaligus client yang mengirimkan data RSSI ke backend secara periodik. Terdapat empat halaman utama yang diakses melalui alur autentikasi dan navigasi tab bawah layar.

4.3.3.1 Halaman Login

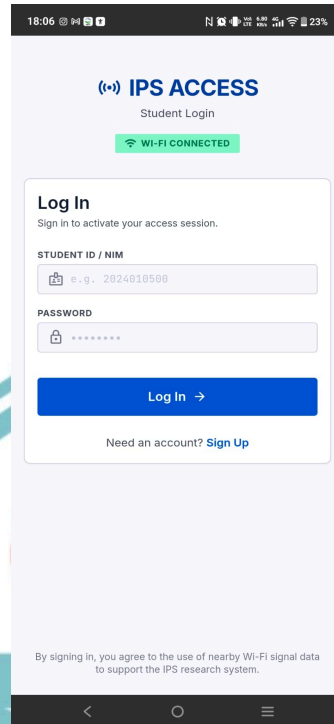
Halaman login merupakan titik masuk aplikasi yang ditampilkan saat pengguna belum memiliki sesi aktif. Tampilan halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.11



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.11 Halaman Login Android

Halaman tersebut terdiri atas tiga elemen utama:

- Indikator status Wi-Fi — ditampilkan di bawah nama aplikasi sebagai badge hijau bertuliskan Wi-Fi CONNECTED. Indikator ini memberikan umpan balik langsung kepada pengguna mengenai ketersediaan koneksi Wi-Fi sebelum melanjutkan, karena pemindaian sinyal hanya dapat berjalan jika perangkat terhubung ke jaringan Wi-Fi.
- Formulir masuk — memuat dua kolom input: Student ID / NIM dan Password. NIM yang digunakan untuk masuk akan menjadi device_id yang dikirimkan ke backend pada setiap siklus pemindaian, sehingga administrator dapat mengidentifikasi pemilik setiap data posisi.
- Tautan registrasi — link menuju halaman registrasi tersedia di bawah tombol masuk bagi pengguna yang belum memiliki akun.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.3.3.2 Halaman Registrasi

Halaman registrasi memungkinkan mahasiswa membuat akun baru sebelum dapat menggunakan sistem. Tampilan halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.12

The screenshot shows a mobile application interface for 'IPS ACCESS Student Registration'. The form is titled 'Create Account' and includes the following fields: 'STUDENT ID / NIM' (with a hint 'e.g., 2024010500'), 'FULL NAME' (with a hint 'Enter your full name'), 'EMAIL ADDRESS' (with a hint 'student@campus.edu'), and 'PASSWORD' (with a hint '*****'). Below the fields is a blue 'Sign Up →' button. At the bottom of the form, there is a link 'Already have an account? Log In'. The background of the app shows a stylized logo of Politeknik Negeri Jakarta.

Gambar 4.12 Halaman Registrasi Android

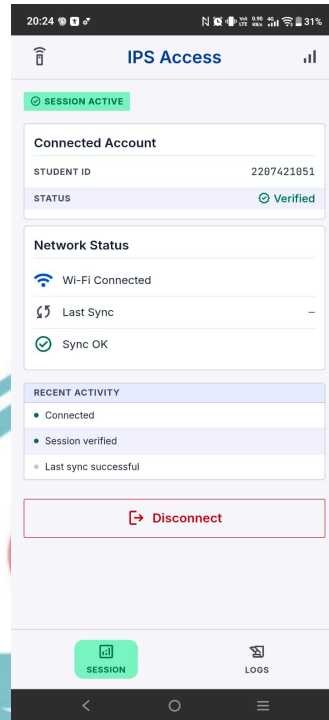
Formulir registrasi memuat empat kolom input: Student ID / NIM, Full Name, Email Address, dan Password. NIM yang didaftarkan pada tahap ini disimpan sebagai device_id di tabel devices pada basis data, dan secara logis dihubungkan dengan akun di tabel admin_users melalui pencocokan nilai NIM. Tautan kembali ke halaman login tersedia di bagian bawah formulir.

4.3.3.3 Halaman Sesi (Session)

Halaman sesi merupakan tampilan utama setelah mahasiswa berhasil masuk dan menjadi indikator bahwa sistem pemindaian sedang aktif berjalan di latar belakang. Tampilan halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.13

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.13 Halaman Sesi Android

Halaman ini memuat tiga bagian informasi:

- Connected Account — menampilkan NIM mahasiswa yang sedang aktif dan status verifikasi akun (Verified).
- Network Status — menampilkan tiga indikator: status koneksi Wi-Fi perangkat, waktu sinkronisasi terakhir (Last Sync), dan hasil sinkronisasi (Sync OK / gagal). Ketiga indikator ini memungkinkan pengguna memantau apakah data pemindaian berhasil dikirim ke backend.
- Recent Activity — menampilkan log singkat aktivitas sesi terbaru seperti Connected dan Session verified

Tombol Disconnect berwarna merah tersedia di bagian bawah untuk mengakhiri sesi aktif dan menghentikan pengiriman data.

4.3.4 Implementasi Dashboard Web

Dashboard web dikembangkan menggunakan framework React dengan Vite sebagai build tool dan Tailwind CSS untuk desain antarmuka. Dashboard ini dirancang khusus untuk administrator dan diakses melalui browser tanpa memerlukan instalasi tambahan. Koneksi ke backend menggunakan dua protokol:



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

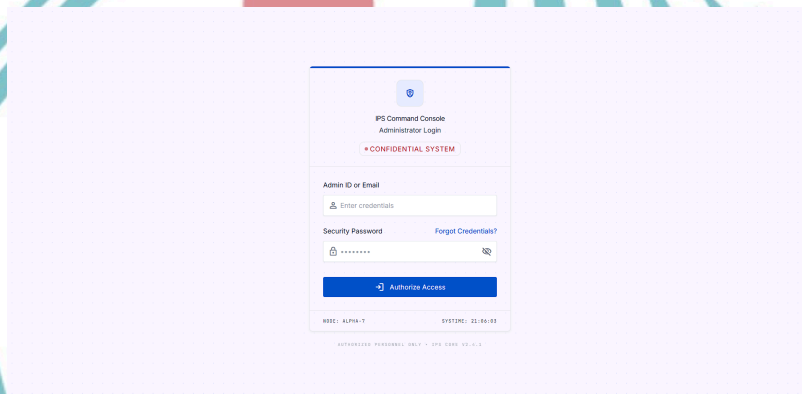
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

REST API untuk pengambilan data awal dan WebSocket untuk pembaruan posisi real-time. Terdapat empat halaman utama yang dapat diakses melalui panel navigasi di sisi kiri layar.

Pengembangan dashboard berbasis React mengacu pada praktik yang dijabarkan oleh Mishra & Kumar (2023) mengenai arsitektur sistem monitoring real-time berbasis web.

4.3.4.1 Halaman Login Administrator

Halaman login administrator merupakan gerbang akses ke seluruh fitur dashboard. Tampilan halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.14.

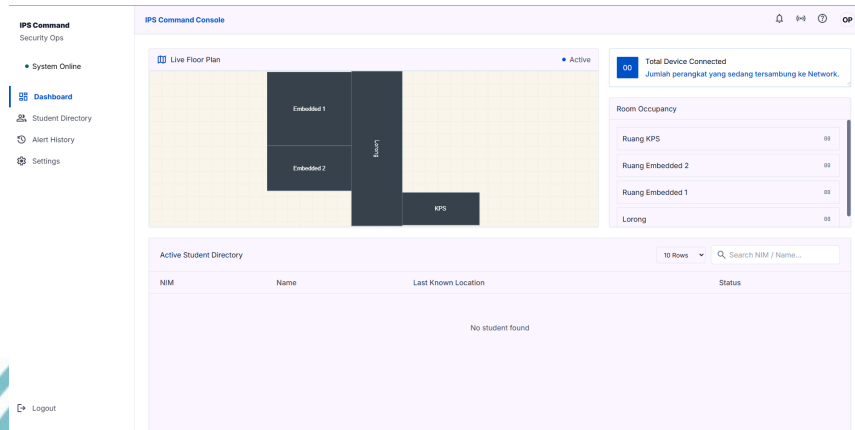


Gambar 4.14 Halaman Login Administrator

Halaman ini dirancang dengan penekanan visual pada sifat sistem yang terbatas aksesnya, ditandai dengan label CONFIDENTIAL SYSTEM dan keterangan AUTHORIZED PERSONNEL ONLY di bagian bawah. Formulir memuat dua kolom input: Admin ID or Email dan Security Password dengan opsi tampilkan/sembunyikan kata sandi. Tombol Authorize Access mengirimkan kredensial ke endpoint POST /api/v1/auth/login/json dan menyimpan token JWT yang digunakan untuk mengautentikasi seluruh permintaan API berikutnya. Bagian bawah halaman menampilkan informasi node server dan waktu sistem secara real-time sebagai indikator bahwa server sedang aktif berjalan.

4.3.4.2 Halaman Dashboard Utama

Halaman dashboard utama merupakan pusat pemantauan yang memuat seluruh informasi penting dalam satu tampilan. Tampilan halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.15



Gambar 4.15 Halaman Dashboard Utama

Halaman ini terbagi menjadi tiga area:

- Live Floor Plan — visualisasi denah lantai dalam format SVG yang menampilkan seluruh ruangan yang dipetakan: Ruang Embedded 1, Ruang Embedded 2, Lorong, dan Ruang KPS. Marker posisi perangkat diperbarui secara real-time setiap kali backend mengirimkan data posisi baru melalui WebSocket. Indikator Active di pojok kanan panel menandakan koneksi WebSocket sedang aktif.
- Panel Ringkasan (sisi kanan) — menampilkan dua widget:
 - Total Device Connected — jumlah perangkat Android yang sedang aktif mengirim data scan.
 - Room Occupancy — tabel yang mencatat jumlah perangkat yang terdeteksi di masing-masing ruangan secara real-time (Ruang KPS, Ruang Embedded 1, Ruang Embedded 2, Lorong).
- Active Student Directory (bawah) — tabel ringkas yang menampilkan daftar mahasiswa aktif beserta lokasi terakhir yang terdeteksi sistem. Tabel dilengkapi fitur pencarian berdasarkan NIM atau nama dan pengaturan jumlah baris yang ditampilkan.



4.3.4.3 Halaman Student Directory

Halaman Student Directory menampilkan daftar lengkap seluruh perangkat mahasiswa yang terdaftar dalam sistem beserta status koneksi terakhirnya.

Tampilan halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.16

NIM	Name	Last Known Location	Status	Action
2287421855	Evelin Yudith	Ruang KPS	OFFLINE	
2287421854	Evan Fong	Ruang KPS	OFFLINE	
2287421851	Jonathan Victorian Wijaya	Ruang Embedded 2	OFFLINE	
2287421853	Dafa	Lorong	OFFLINE	
2287421852	Alexander	Ruang KPS	OFFLINE	

Gambar 4.16 Halaman Student Directory

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa halaman ini memuat lima kolom:

Tabel 4.14 Tabel Student Directory

Kolom	Keterangan
NIM	Identitas mahasiswa sekaligus device_id perangkat
Name	Nama lengkap mahasiswa
Last Known Location	Ruangan terakhir yang terdeteksi sistem
Status	Status koneksi perangkat: <i>ACTIVE</i> atau <i>OFFLINE</i>
Action	Tombol mengelola data mahasiswa

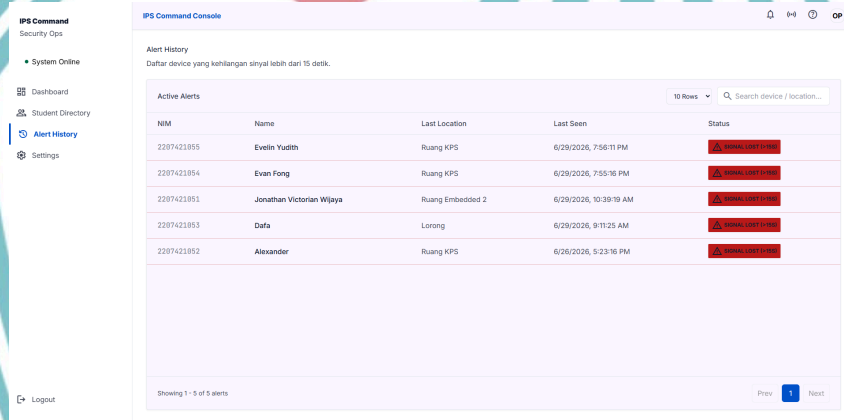
Halaman ini mendukung paginasi untuk menangani daftar mahasiswa dalam jumlah besar, disertai fitur pencarian berdasarkan NIM atau nama mahasiswa untuk memudahkan administrator menemukan perangkat tertentu secara cepat. Informasi jumlah total mahasiswa yang terdaftar ditampilkan di bagian bawah tabel

4.3.4.4 Halaman Alert History

Halaman Alert History mencatat seluruh perangkat yang terdeteksi kehilangan sinyal lebih dari 15 detik. Tampilan halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.17. Tabel 4.15 menunjukkan bahwa halaman Active Alerts memuat lima kolom:

Tabel 4.15 Tabel Keterangan Active Alerts

Kolom	Keterangan
NIM	Identitas perangkat yang kehilangan sinyal
Name	Nama mahasiswa pemilik perangkat
Last Location	Ruangan terakhir sebelum sinyal hilang
Last Seen	Waktu terakhir data scan diterima dari perangkat
Status	Badge merah bertuliskan SIGNAL LOST (>15S)



NIM	Name	Last Location	Last Seen	Status
2207421855	Evelin Yudith	Ruang KPS	6/29/2026, 7:56:11 PM	SIGNAL LOST
2207421854	Evan Fong	Ruang KPS	6/29/2026, 7:55:16 PM	SIGNAL LOST
2207421851	Jonathan Victorian Wijaya	Ruang Embedded 2	6/29/2026, 10:39:19 AM	SIGNAL LOST
2207421853	Dafa	Lorong	6/29/2026, 9:11:25 AM	SIGNAL LOST
2207421852	Alexander	Ruang KPS	6/26/2026, 5:23:16 PM	SIGNAL LOST

Gambar 4.17 Halaman Alert History

Signal lost merupakan kondisi yang mengindikasikan perangkat mungkin telah meninggalkan area yang dipetakan atau koneksi terputus. Halaman mendukung paginasi untuk menampilkan data dalam jumlah besar dan dilengkapi fitur pencarian berdasarkan nama perangkat atau lokasi. Informasi jumlah total peringatan ditampilkan di bagian bawah tabel.

4.3.4.5 Halaman Setting

Halaman Settings menyediakan pengaturan akun dan utilitas ekspor data bagi administrator. Tampilan halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.18



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.18 Halaman Setting

Halaman ini terdiri dari dua bagian utama:

Ubah Password — Formulir yang memuat tiga kolom input: Password Saat Ini, Password Baru, dan Konfirmasi Password Baru. Sebelum dikirim ke server, sistem memvalidasi bahwa password baru dan konfirmasi cocok serta memiliki panjang minimal delapan karakter.

Ekspor Data — Menyediakan dua tombol unduh data dalam format CSV: Riwayat Posisi yang memuat seluruh log posisi dari semua perangkat, dan *Radio Map* yang memuat data reference point beserta fingerprint RSSI.

4.3.5 Implementasi Keamanan dan Optimasi Performa Sistem

Sebelum sistem dioperasikan di lingkungan server publik, dilakukan penguatan keamanan dan optimasi performa. Dari sisi keamanan, seluruh endpoint administratif dilindungi dengan autentikasi JWT, sedangkan endpoint /scan dilindungi secara terpisah menggunakan API key melalui header X-API-Key karena diakses oleh aplikasi Android, bukan administrator. Seluruh komunikasi antara klien dan server dienkripsi menggunakan HTTPS, termasuk koneksi WebSocket yang berjalan melalui protokol wss://. Pada mode produksi, sistem secara otomatis menolak start-up apabila konfigurasi kritis seperti SECRET_KEY atau SCAN_API_KEY belum diatur dengan benar.

Dari sisi performa, diterapkan cache data *radio map* berbasis memori dengan Time-To-Live 60 detik per rantai, sehingga query ke database tidak diulang pada setiap permintaan scan. Cache divalidasi secara otomatis setiap kali data *radio*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

map diubah oleh administrator. Selain itu, ditambahkan index pada kolom foreign key tabel position_logs dan fingerprints untuk mempercepat query historis, serta pembatasan ukuran payload input untuk mencegah penggunaan memori yang berlebihan.

4.3.6 Implementasi Deployment Server

Sistem IPS di-deploy ke sebuah Virtual Private Server (VPS) dengan spesifikasi 4 GB RAM, 2 virtual CPU, dan penyimpanan 30 GB SSD yang menjalankan sistem operasi Ubuntu 22.04 LTS. VPS dipilih sebagai infrastruktur deployment karena memberikan akses penuh ke sistem operasi sehingga seluruh komponen — database, backend, dan dashboard — dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan.

Nginx dikonfigurasi sebagai reverse proxy yang menerima seluruh permintaan masuk pada port 80 dan meneruskannya ke backend FastAPI yang berjalan secara lokal pada port 8000. File statis hasil build dashboard React disajikan langsung oleh Nginx dari direktori /var/www/ips-dashboard. Backend dijalankan menggunakan Gunicorn dengan satu worker UvicornWorker dan didaftarkan sebagai service systemd agar otomatis berjalan saat server dinyalakan kembali.

4.4 Pengujian

Bab ini memaparkan proses pengujian sistem *Indoor Positioning System* (IPS) yang telah diimplementasikan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi algoritma WKNN terhadap ground truth ruangan yang diketahui secara fisik.

4.4.1 Deskripsi Pengujian

Subbab ini memaparkan kerangka pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi performa sistem, mencakup tujuan pengujian, lokasi dan cakupan area yang diuji, penentuan titik uji, serta parameter yang ditetapkan untuk memastikan konsistensi dan keterbandingan hasil.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.4.1.1 Tujuan Pengujian

Pengujian bertujuan untuk mengukur sejauh mana sistem dapat mengklasifikasikan ruangan tempat pengguna berada secara akurat pada berbagai kondisi sinyal. Secara spesifik, pengujian dirancang untuk:

1. Mengukur akurasi deteksi ruangan secara keseluruhan pada nilai $K = 5$ dan $K = 7$.
2. Menganalisis pengaruh kondisi NLOS terhadap akurasi dengan membandingkan hasil pada titik uji berkondisi Line-of-Sight (LOS) dan Non-Line-of-Sight (NLOS).
3. Mengidentifikasi pasangan ruangan yang paling sering tertukar oleh sistem melalui confusion matrix, sebagai bukti empiris adanya ambiguitas spasial.
4. Menentukan nilai K optimal untuk lingkungan penelitian ini berdasarkan perbandingan akurasi $K = 5$ vs $K = 7$.

4.4.1.2 Lokasi dan Cakupan Pengujian

Pengujian dilakukan di area yang sama dengan lokasi pembangunan *radio map*, mencakup empat ruangan dapat dilihat pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Tabel Lokasi dan Cakupan Pengujian

Ruangan	Jumlah RP (<i>radio map</i>)	Karakteristik
Ruang Embedded 1	8	Berbatasan langsung dengan Ruang Embedded 2 dan lorong
Ruang Embedded 2	8	Berbatasan dengan Ruang Embedded 1 dan Lorong, banyak perabot besi
Lorong	7	Area transisi sempit, sinyal dari beberapa ruangan
Ruang KPS	8	Terpisah, sinyal relatif lebih terisolasi

Keempat ruangan tersebut dipilih karena mewakili tingkat kesulitan klasifikasi yang berbeda-beda. Ruang Embedded 1 dan Ruang Embedded 2 berbatasan langsung satu sama lain sehingga membentuk pasangan ruangan paling ambigu

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

dalam penelitian ini — pola sinyal di dekat sekat pemisahannya cenderung serupa dan rentan tertukar oleh sistem. Lorong merupakan area transisi sempit yang menerima sinyal dari beberapa ruangan sekaligus, menjadikannya area dengan tingkat NLOS tertinggi. Sebaliknya, Ruang KPS memiliki posisi yang lebih terisolasi secara fisik sehingga diharapkan menghasilkan akurasi klasifikasi yang lebih tinggi dibandingkan ketiga ruangan lainnya. Kombinasi keempat ruangan ini memberikan cakupan pengujian yang representatif terhadap berbagai kondisi sinyal yang mungkin ditemui di lingkungan gedung bersekat.

4.4.1.3 Titik Uji

Titik uji (*test points*) ditempatkan di lokasi yang berbeda dari posisi titik referensi pada *radio map* untuk menghindari bias evaluasi. Total titik uji yang dikumpulkan berjumlah 30 titik yang tersebar di seluruh ruangan, dengan beberapa titik sengaja ditempatkan di dekat sekat antar-ruangan untuk menguji kapabilitas sistem dalam kondisi ambiguitas spasial tinggi.

Jumlah 30 titik uji ditetapkan dengan mempertimbangkan rasio yang proporsional terhadap 31 titik referensi yang membangun *radio map*, sehingga setiap ruangan memperoleh cakupan pengujian yang sebanding dengan kepadatan *fingerprint*-nya tanpa menjadikan proses pengujian di lapangan terlalu panjang untuk dilakukan oleh satu peneliti. Jumlah ini juga sengaja dirancang agar terbagi rata antara kondisi LOS dan NLOS — masing-masing 15 titik sebagaimana tercantum pada Tabel 4.18 — supaya perbandingan akurasi antara kedua kondisi tersebut tidak bias akibat salah satu kondisi memiliki jumlah sampel yang jauh lebih sedikit. Pertimbangan lain adalah keterbatasan waktu pelaksanaan pengujian lapangan, mengingat setiap titik uji memerlukan kunjungan fisik, pemindaian sinyal selama beberapa detik, serta pencatatan *ground truth* secara manual, sehingga penambahan jumlah titik uji yang signifikan akan meningkatkan risiko inkonsistensi kondisi lingkungan antar sesi pengujian yang dilakukan pada waktu berbeda.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Setiap titik uji diklasifikasikan ke dalam salah satu kondisi:

- LOS (Line-of-Sight): tidak ada penghalang fisik signifikan antara perangkat dan router.
- NLOS (Non-Line-of-Sight): terdapat penghalang fisik seperti dinding, sekat, atau furnitur besar. Jenis penghalang dicatat sebagai metadata untuk keperluan analisis.

4.4.1.4 Parameter Pengujian

Parameter yang digunakan dalam pengujian ini ditetapkan untuk memastikan konsistensi dan keterbandingan hasil antara kedua nilai K yang diuji. Seluruh parameter pengujian dirangkum pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Tabel Parameter Pengujian

Parameter	Nilai
Nilai K yang diuji	5 dan 7
Jumlah sampel scan per titik uji	10 sampel
AP yang dipindai	N1, N2, N3
Metrik utama	Akurasi deteksi ruangan (%)
Metrik pendukung	Akurasi per ruangan, <i>confusion matrix</i> , akurasi LOS vs NLOS

Nilai K yang diuji adalah 5 dan 7, dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa nilai tersebut cukup representatif untuk membandingkan performa WKNN pada lingkungan dengan tingkat ambiguitas spasial yang tinggi. Setiap titik uji dikumpulkan sebanyak 10 sampel scan untuk kemudian dirata-ratakan menjadi satu vektor query yang stabil. Access Point yang dipindai terdiri atas tiga router yang telah dipasang di area pengujian, yaitu N1, N2, dan N3. Metrik utama yang digunakan untuk mengukur performa sistem adalah akurasi deteksi ruangan dalam satuan persentase, sedangkan metrik pendukung meliputi akurasi per ruangan, *confusion matrix*, serta perbandingan akurasi pada kondisi LOS dan NLOS.

4.4.2 Prosedur Pengujian

Pengujian dilaksanakan secara langsung di lapangan dengan mengunjungi setiap titik uji yang telah ditentukan terhadap 30 titik uji yang tersebar di empat ruangan dengan distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Tabel Prosedur Pengujian

Ruangan	Jumlah Titik Uji	LOS	NLOS
Ruang Embedded 1	8	7	1
Ruang Embedded 2	7	4	3
Lorong	7	0	7
Ruang KPS	8	4	4
Total	30	15	15

Prosedur pada setiap titik uji adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Titik Uji

Peneliti menentukan posisi titik uji di dalam ruangan, memastikan lokasinya berbeda dari posisi titik referensi yang digunakan saat pembangunan *radio map*. Beberapa titik uji sengaja ditempatkan di dekat sekat antar-ruangan untuk menguji kemampuan sistem dalam kondisi ambiguitas spasial tinggi.

2. Pencatatan Ground Truth dan Kondisi

Sebelum memulai pemindaian, peneliti mencatat:

- Ruangan sebenarnya (ground truth) — berdasarkan posisi fisik peneliti
- Kondisi sinyal — apakah titik uji berada dalam kondisi LOS atau NLOS. Jika NLOS, peneliti mencatat jenis penghalang yang ada (contoh: "terhalang dinding beton", "terhalang lemari").

3. Pemindaian Sinyal Wi-Fi

Peneliti menjalankan aplikasi scanner di titik uji. Aplikasi melakukan 10 kali pemindaian secara berturut-turut.

Setiap pemindaian merekam nilai RSSI dari seluruh AP yang terdeteksi (SSID N1, N2, N3).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4. Verifikasi Kualitas Data

Setelah pemindaian selesai, aplikasi menampilkan ringkasan nilai mean dan standar deviasi RSSI per AP. Peneliti memverifikasi bahwa data yang terkumpul menunjukkan variasi yang wajar antar sampel sebagai indikasi bahwa pemindaian berjalan dengan benar.

5. Evaluasi Algoritma

Setelah seluruh data titik uji terkumpul, algoritma WKNN dijalankan terhadap data tersebut untuk nilai $K = 5$ dan $K = 7$. Untuk setiap titik uji, sistem menghasilkan prediksi ruangan yang kemudian dibandingkan dengan ground truth yang telah dicatat.

6. Pencatatan Hasil

Hasil prediksi untuk setiap titik uji dicatat meliputi: ID titik uji, ruangan sebenarnya, ruangan yang diprediksi (untuk $K = 5$ dan $K = 7$), kondisi (LOS/NLOS), dan status prediksi (benar/salah). Data ini menjadi dasar perhitungan metrik akurasi pada Subbab 4.4.3 Data Hasil Pengujian.

4.4.3 Data Hasil Pengujian

Subbab ini menyajikan seluruh data kuantitatif yang diperoleh dari proses pengujian terhadap 30 titik uji yang tersebar di empat ruangan. Data disajikan dalam empat bagian: akurasi keseluruhan sistem untuk $K = 5$ dan $K = 7$, akurasi per ruangan, confusion matrix antar-ruangan, serta tabel detail hasil prediksi per titik uji. Seluruh data ini menjadi dasar analisis yang dibahas pada Subbab 4.4.4.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.4.3.1 Akurasi Keseluruhan

Tabel 4.19 berikut merangkum hasil akurasi sistem untuk kedua nilai K yang diuji:

Tabel 4.19 Tabel Akurasi Keseluruhan

Nilai K	Prediksi Benar	Total Titik Uji	Akurasi Keseluruhan	Akurasi LOS	Akurasi NLOS
K = 5	22	30	73,3%	80,0%	66,7%
K = 7	23	30	76,7%	80,0%	73,3%

Secara keseluruhan, K=7 menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan K=5, yaitu 76,7% berbanding 73,3% — selisih satu titik uji dari total 30. Pada kondisi LOS, kedua nilai K menghasilkan akurasi yang identik sebesar 80,0%. Perbedaan yang lebih terlihat terjadi pada kondisi NLOS, di mana K=7 mencapai 73,3% sementara K=5 hanya mencapai 66,7%. Analisis terhadap pola perbedaan ini dibahas lebih lanjut pada Subbab 4.4.4.

4.4.3.2 Akurasi per Ruangan

Tabel 4.20 berikut merangkum hasil akurasi sistem untuk kedua nilai K yang diuji:

Tabel 4.20 Tabel Akurasi per Ruangan

Ruangan	Benar K=5	Total	Akurasi K=5	Benar K=7	Akurasi K=7
Ruang Embedded 1	8	8	100%	8	100%
Ruang Embedded 2	2	7	28,6%	2	28,6%
Lorong	4	7	57,1%	5	71,4%
Ruang KPS	8	8	100%	8	100%

Terdapat variasi akurasi yang signifikan antar ruangan. Ruang Embedded 1 dan Ruang KPS mencapai akurasi sempurna 100% pada kedua nilai K, sementara Ruang Embedded 2 mencatat akurasi terendah sebesar 28,6% pada K=5 maupun



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

K=7. Lorong menunjukkan perbedaan akurasi antar nilai K yang paling menonjol, yaitu 57,1% pada K=5 dan 71,4% pada K=7. Pola variasi ini dianalisis secara mendalam pada Subbab 4.4.4.

4.4.3.3 Confusion Matrix

Confusion matrix untuk K = 5 dan K = 7 ditunjukkan masing-masing pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20. Matriks ini menyajikan pola kesalahan klasifikasi secara lebih rinci dibandingkan angka akurasi keseluruhan, karena memperlihatkan pasangan ruangan mana yang paling sering tertukar oleh sistem.

Confusion Matrix — K = 5

▼ Ruangan yang Diprediksi

Aktual \ Prediksi	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded 1	Lorong	Ruang KPS
Ruang Embedded 2	2	5	0	0
Ruang Embedded 1	0	8	0	0
Lorong	1	2	4	0
Ruang KPS	0	0	0	8

Keterangan:

 Prediksi benar (nilai tinggi)	 Prediksi salah (error tinggi)	 Tidak ada (0)
 Prediksi benar (nilai rendah)	 Prediksi salah (error rendah)	

Gambar 4.19 Confusion Matrix K-5

Confusion Matrix — K = 7

▼ Ruangan yang Diprediksi

Aktual \ Prediksi	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded 1	Lorong	Ruang KPS
Ruang Embedded 2	2	5	0	0
Ruang Embedded 1	0	8	0	0
Lorong	1	1	5	0
Ruang KPS	0	0	0	8

Keterangan:

 Prediksi benar (nilai tinggi)	 Prediksi salah (error tinggi)	 Tidak ada (0)
 Prediksi benar (nilai rendah)	 Prediksi salah (error rendah)	

Gambar 4.20 Confusion Matrix K-7

Pada K = 5 (Gambar 4.24), Ruang KPS dan Ruang Embedded 1 mencapai klasifikasi sempurna dengan seluruh 8 titik uji terprediksi benar. Ruang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Embedded 2 hanya berhasil diklasifikasikan dengan benar sebanyak 2 dari 7 titik, sementara 5 titik sisanya salah diprediksi sebagai Ruang Embedded 1. Lorong menunjukkan performa yang lebih beragam: 4 dari 7 titik benar, sedangkan 1 titik salah ke Ruang Embedded 2 dan 2 titik salah ke Ruang Embedded 1

Pada $K = 7$ (Gambar 4.25), pola kesalahan di Ruang Embedded 2 tidak mengalami perubahan, tetap 2 benar dan 5 salah ke Ruang Embedded 1. Perbedaan signifikan terjadi pada Lorong: dengan $K = 7$, jumlah prediksi benar meningkat dari 4 menjadi 5, karena satu titik yang sebelumnya salah ke Ruang Embedded 1 kini berhasil diklasifikasikan dengan benar. Kesalahan ke Ruang Embedded 2 tetap terjadi pada 1 titik. Ruang Embedded 1 dan Ruang KPS tetap sempurna pada kedua nilai K .

Pola yang paling menonjol dari kedua matriks adalah tidak adanya kesalahan yang melibatkan Ruang KPS sebagai prediksi maupun sebagai ruangan asal yang salah diklasifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa pola RSSI Ruang KPS memiliki karakteristik yang paling unik dan paling jauh dari ruangan lain, sehingga sistem tidak pernah mengalami ambiguitas spasial untuk ruangan tersebut. Sebaliknya, pasangan Ruang Embedded 2 dan Ruang Embedded 1 menjadi sumber kesalahan terbesar pada kedua nilai K , yang mengindikasikan adanya tumpang tindih fingerprint yang signifikan antara kedua ruangan berdekatan tersebut.

4.4.3.4 Detail Per Titik

Data hasil prediksi untuk setiap titik uji secara individual disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Tabel Detail per Titik

ID Titik Uji	Ruangan Sebenarnya	Prediksi K=5	Prediksi K=7	Kondisi	Catatan	K=5	K=7
test_embedded2_01	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded 2	NLOS	Terhalang lemari besi	✓	✓



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

					tengah + buku		
test_embedde d2_02	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded 2	LOS	—	✓	✓
test_embedde d2_03	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded	Ruang Embedded	NLOS	Dekat pintu, terhalang lemari besi	✗	✗
test_embedde d2_04	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded	Ruang Embedded	LOS	—	✗	✗
test_embedde d2_05	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded	Ruang Embedded	NLOS	Di bawah meja dekat router	✗	✗
test_embedde d2_06	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded	Ruang Embedded	LOS	—	✗	✗
test_embedde d2_07	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded	Ruang Embedded	LOS	—	✗	✗
test_embedde d1_01	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	LOS	—	✓	✓
test_embedde d_02	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	LOS	—	✓	✓

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

test_embedded_03	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	LOS	—	✓	✓
test_embedded_04	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	NLOS	Di bawah meja	✓	✓
test_embedded_05	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	LOS	—	✓	✓
test_embedded_06	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	LOS	—	✓	✓
test_embedded_07	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	LOS	—	✓	✓
test_embedded_08	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	LOS	—	✓	✓
test_kps_01	Ruang KPS	Ruang KPS	Ruang KPS	LOS	—	✓	✓
test_kps_02	Ruang KPS	Ruang KPS	Ruang KPS	LOS	—	✓	✓
test_kps_03	Ruang KPS	Ruang KPS	Ruang KPS	NLOS	Di bawah meja tengah	✓	✓
test_kps_04	Ruang KPS	Ruang KPS	Ruang KPS	LOS	—	✓	✓



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

test_kps_05	Ruang KPS	Ruang KPS	Ruang KPS	NLOS	Di bawah meja ujung dekat kaca	✓	✓
test_kps_06	Ruang KPS	Ruang KPS	Ruang KPS	NLOS	Dekat pintu di bawah meja	✓	✓
test_kps_07	Ruang KPS	Ruang KPS	Ruang KPS	LOS	—	✓	✓
test_kps_08	Ruang KPS	Ruang KPS	Ruang KPS	NLOS	Terhalang bangku tengah + lemari kecil	✓	✓
test_lorong_01	Lorong	Lorong	Lorong	NLOS	Terhalang tembok	✓	✓
test_lorong_02	Lorong	Lorong	Lorong	NLOS	Terhalang tembok	✓	✓
test_lorong_03	Lorong	Ruang Embedded 2	Ruang Embedded 2	NLOS	Terhalang tembok	✗	✗
test_lorong_04	Lorong	Ruang Embedded 1	Ruang Embedded 1	NLOS	Terhalang tembok	✗	✗
test_lorong_05	Lorong	Ruang Embedded 1	Lorong	NLOS	Terhalang tembok	✗	✓

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

test_lorong_0 6	Lorong	Lorong	Lorong	NLOS	Terhalang tembok + wastafel besi	✓	✓
test_lorong_0 7	Lorong	Lorong	Lorong	NLOS	Terhalang tembok	✓	✓

Tabel ini memuat ID titik uji, ruangan sebenarnya (ground truth), hasil prediksi untuk $K = 5$ dan $K = 7$, kondisi pengukuran (LOS/NLOS), catatan kondisi fisik lapangan, serta status prediksi benar (✓) atau salah (✗) untuk masing-masing nilai K . Data ini menjadi dasar perhitungan seluruh metrik akurasi yang telah disajikan pada subbab-subbab sebelumnya.

4.4.4 Analisis Hasil Pengujian

Bagian ini membahas interpretasi terhadap data hasil pengujian yang telah disajikan pada subbab 4.4.3, mencakup pengaruh nilai K , pengaruh kondisi pengukuran, analisis akurasi per ruangan, serta pola kesalahan prediksi yang teramati.

4.4.4.1 Pengaruh Nilai K Terhadap Akurasi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa $K=7$ menghasilkan akurasi keseluruhan yang lebih tinggi dibandingkan $K=5$, yaitu 76,7% berbanding 73,3% (selisih satu titik uji). Perbedaan yang lebih signifikan terlihat pada kondisi NLOS: $K=5$ mencapai 66,7% sementara $K=7$ mencapai 73,3%, sedangkan pada kondisi LOS keduanya menghasilkan akurasi yang sama, yaitu 80,0%.

Pola ini konsisten dengan karakteristik WKNN. Pada lingkungan NLOS, nilai RSSI yang diterima bervariasi akibat pelemahan sinyal oleh penghalang fisik, sehingga *Euclidean Distance* ke tetangga-tetangga terdekat menjadi kurang stabil. Dengan K yang lebih besar, mekanisme *weighted majority* vote pada room-lock memiliki lebih banyak suara untuk dirata-ratakan, sehingga keputusan ruangan lebih tahan terhadap fluktuasi RSSI satu sampel yang outlier. Sebaliknya, pada kondisi LOS di mana sinyal lebih stabil, penambahan K dari 5 ke 7 tidak memberi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

manfaat yang signifikan karena tetangga kelima dan keenam yang diikutsertakan memiliki karakteristik serupa.

Akurasi tingkat ruangan sebesar 76,7% yang dicapai sistem ini pada $K=7$ sejalan dengan Haidar et al . (2023) yang mencapai akurasi 85,71% menggunakan WKNN dengan 3 AP pada lingkungan indoor, meski dengan konfigurasi ruangan yang berbeda. pada lingkungan dalam ruangan dengan kondisi NLOS. Bonthu et al . (2021) melaporkan hasil serupa dengan WKNN pada gedung perkantoran, sementara Zholamanov et al . (2025) menunjukkan bahwa WKNN memiliki tingkat error rendah pada lingkungan statis. Perbedaan nilai akurasi antar penelitian umumnya dipengaruhi oleh kepadatan titik referensi, jumlah AP, dan karakteristik struktural gedung.

4.4.4.2 Pengaruh Kondisi Pengukuran (LOS dan NLOS)

Secara keseluruhan, kondisi LOS menghasilkan akurasi 80,0% pada kedua nilai K, lebih tinggi dibandingkan NLOS yang berada di kisaran 66,7%–73,3%. Hal ini sejalan dengan teori propagasi sinyal Wi-Fi: pada LOS, sinyal merambat secara langsung tanpa penghalang sehingga vektor RSSI yang diukur lebih mendekati distribusi *radio map* yang juga dikumpulkan dalam kondisi LOS. Pada NLOS, tembok, lemari besi, dan furniture mereduksi intensitas sinyal secara selektif bergantung pada material dan ketebalan penghalang, sehingga vektor RSSI bergeser dari pola fingerprint yang tersimpan.

Satu temuan penting adalah bahwa seluruh 7 titik uji di Lorong dikumpulkan dalam kondisi NLOS (terhalang tembok) karena lorong berada di sisi luar ruangan-ruangan utama. Hal ini menjadikan Lorong sebagai ruangan yang paling menantang secara struktural, bukan hanya dari sisi akurasi tetapi juga dari sisi ketersediaan sinyal langsung.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.4.4.3 Analisis Akurasi per Ruangan

Tabel 4.21 berikut merangkum precision dan recall masing-masing ruangan untuk K=5 dan K=7. Recall identik dengan akurasi per ruangan yang telah disajikan di 4.4.3; precision dihitung dari jumlah prediksi benar dibagi total titik yang diprediksi sebagai ruangan tersebut.

Tabel 4.22 Tabel Analisis Akurasi per Ruangan

Ruangan	Precision K=5	Recall K=5	Precision K=7	Recall K=7
Ruang Embedded 2	66,7% (2/3)	28,6% (2/7)	66,7% (2/3)	28,6% (2/7)
Ruang Embedded 1	53,3% (8/15)	100,0% (8/8)	57,1% (8/14)	100,0% (8/8)
Lorong	100,0% (4/4)	57,1% (4/7)	100,0% (5/5)	71,4% (5/7)
Ruang KPS	100,0% (8/8)	100,0% (8/8)	100,0% (8/8)	100,0% (8/8)

Ruang KPS mencapai precision dan recall sempurna (100%) pada kedua nilai K. Posisinya yang terpisah secara fisik dari tiga ruangan lain, dikombinasikan dengan keberadaan access point yang memancarkan sinyal lebih kuat di sisi tersebut, menghasilkan fingerprint dengan karakteristik RSSI yang khas dan tidak tumpang tindih.

Ruang Embedded 1 juga mencatatkan recall 100% pada K=5 maupun K=7, artinya seluruh delapan titik ujinya terklasifikasi dengan benar. Namun precision-nya lebih rendah — 53,3% pada K=5 dan 57,1% pada K=7 — karena sejumlah besar titik dari ruangan lain keliru diprediksi sebagai Ruang Embedded 1. Dengan kata lain, ruangan ini berfungsi sebagai tujuan salah prediksi yang dominan, bukan sebagai sumber kesalahan.

Ruang Embedded 2 merupakan ruangan dengan performa paling rendah: recall hanya 28,6% (2 dari 7 titik benar) dan tidak mengalami perubahan antara K=5 dan K=7. Seluruh lima kesalahan pada kedua nilai K berupa salah prediksi ke Ruang Embedded 1. Kondisi ini terjadi karena dua faktor yang saling memperkuat. Pertama, banyaknya perabot berbahan besi di dalam ruangan — terutama lemari besi — menimbulkan efek multipath yang signifikan: material besi memantulkan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

dan menyerap gelombang elektromagnetik sehingga vektor RSSI yang terukur saat pengujian bergeser dari pola fingerprint yang tersimpan di *radio map*, bahkan pada kondisi LOS. Hal ini menjelaskan mengapa tiga dari lima kesalahan terjadi pada kondisi LOS. Kedua, kedekatan geografis dengan Ruang Embedded 1 yang berbagi sisi dinding memperkuat tumpang tindih pola sinyal antar kedua ruangan, sehingga sistem secara konsisten salah mengklasifikasikan titik-titik di Ruang Embedded 2 ke ruangan yang bersebelahan.

Lorong menunjukkan peningkatan recall yang nyata dari $K=5$ ke $K=7$, yaitu dari 57,1% menjadi 71,4% (selisih satu titik uji yang berhasil diklasifikasikan dengan benar). Precision-nya tetap 100% pada kedua nilai K karena tidak ada titik dari ruangan lain yang keliru diprediksi sebagai Lorong. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa penambahan jumlah tetangga pada $K=7$ lebih efektif dalam menetralkan pengaruh tetangga dari Ruang Embedded 1, yang kekuatan sinyalnya kerap "menarik" prediksi titik-titik Lorong yang berada di dekat perbatasan antar ruangan.

4.4.4.4 Analisis Pola Kesalahan

Dari kedua confusion matrix dapat diidentifikasi satu pola dominan: hampir seluruh kesalahan prediksi mengarah ke Ruang Embedded 1. Pada $K=5$, dari total delapan kesalahan, tujuh di antaranya merupakan prediksi ke Ruang Embedded 1, lima berasal dari Ruang Embedded 2 dan dua dari Lorong, sementara satu kesalahan lainnya berupa prediksi Lorong ke Ruang Embedded 2. Pada $K=7$, dari total tujuh kesalahan, enam mengarah ke Ruang Embedded 1, lima dari Ruang Embedded 2 dan satu dari Lorong, dengan satu kesalahan Lorong ke Ruang Embedded 2.

Pola ini menunjukkan bahwa Ruang Embedded 1 bertindak sebagai attractor dalam ruang sinyal: pola RSSI-nya memiliki jangkauan yang luas dan mudah "dicapai" dari titik-titik di ruangan sekitarnya. Kondisi ini konsisten dengan nilai precision Ruang Embedded 1 yang lebih rendah dari recall-nya sistem cenderung memprediksi Ruang Embedded 1 secara berlebihan, namun tidak semua prediksi tersebut tepat sasaran.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Sebaliknya, Ruang KPS tidak terlibat dalam satu pun kesalahan, baik sebagai sumber maupun tujuan prediksi yang keliru. Pemisahan fisik yang tegas antara Ruang KPS dan area pengujian lainnya, ditambah distribusi sinyal AP yang khas di sektor tersebut, menjadikan fingerprint Ruang KPS terisolasi dari ruang sinyal ruangan-ruangan lain. Tidak ada pula kesalahan yang melibatkan prediksi lintas area yang berjauhan, yang mengindikasikan sistem secara keseluruhan masih mampu mengidentifikasi area yang benar meskipun belum selalu tepat pada level ruangan.

4.4.4.5 Perbandingan Akurasi WKNN dan KNN

Untuk mengukur kontribusi mekanisme pembobotan secara langsung, pengujian dilakukan ulang pada 30 titik uji yang sama menggunakan KNN standar tanpa pembobotan jarak dengan nilai $K=5$ dan $K=7$. Hasil perbandingan akurasi keseluruhan antara KNN dan WKNN disajikan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perbandingan akurasi keseluruhan WKNN dengan KNN

Nilai k	Algoritma	Benar	Total	Akurasi Keseluruhan	Akurasi LOS	Akurasi NLOS
k=5	KNN	20	30	66.7%	66.7%	66.7%
k=5	WKNN	22	30	73.3%	80.0%	66.7%
k=7	KNN	21	30	70.0%	73.3%	66.7%
k=7	WKNN	23	30	76.7%	80.0%	73.3%

WKNN secara konsisten menghasilkan akurasi lebih tinggi dibandingkan KNN pada kedua nilai K — selisih dua titik uji atau setara 6,6–6,7 persen poin — yang mengkonfirmasi bahwa mekanisme pembobotan memberikan kontribusi nyata terhadap performa sistem (He dan Chan, 2016). Pola yang lebih menarik terlihat pada perbandingan kondisi LOS dan NLOS: KNN mencatat akurasi yang identik antara LOS dan NLOS pada $K=5$ (66,7% keduanya), yang mengindikasikan bahwa tanpa pembobotan, sistem tidak mampu mengeksplorasi kualitas sinyal yang lebih baik pada kondisi LOS. Sebaliknya, WKNN pada $K=5$ berhasil



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

meningkatkan akurasi LOS menjadi 80,0% karena mekanisme pembobotan secara efektif memperbesar pengaruh tetangga yang jaraknya sangat dekat — kondisi yang lebih sering terpenuhi pada LOS. Pada kondisi NLOS, WKNN baru menunjukkan keunggulannya atas KNN ketika K diperbesar menjadi 7 (73,3% vs 66,7%), sejalan dengan temuan Bonthu et al . (2021) bahwa nilai K yang lebih besar memperkuat stabilitas *weighted majority vote* di lingkungan dengan fluktuasi sinyal tinggi.

4.4.4.6 Kesimpulan Analisis

Berdasarkan seluruh hasil dan analisis di atas, beberapa kesimpulan dapat ditarik:

1. K=7 memberikan performa lebih baik dibandingkan K=5 secara keseluruhan (76,7% vs 73,3%), terutama pada kondisi NLOS di mana variansi sinyal lebih tinggi.
2. Kondisi LOS menghasilkan akurasi yang lebih stabil dibandingkan NLOS, meskipun perbedaan berkurang pada K=7 yang lebih robust.
3. Ruang Embedded 1 dan Ruang KPS terbukti memiliki fingerprint yang paling dapat diandalkan, dengan recall sempurna pada kedua nilai K.
4. Ruang Embedded 2 merupakan ruangan dengan akurasi terendah akibat tumpang tindih karakteristik sinyal dengan Ruang Embedded 1, yang diduga berakar pada kemiripan pola propagasi sinyal antar kedua
5. Lorong menunjukkan sensitivitas terhadap nilai K paling tinggi, karena tidak memiliki fingerprint yang eksklusif dan bergantung pada distribusi sinyal dari ruangan-ruangan di sekitarnya.
6. WKNN secara konsisten menghasilkan akurasi lebih tinggi dibandingkan KNN standar pada kedua nilai K, dengan selisih 6,6–6,7 persen poin. Perbedaan paling signifikan terlihat pada kondisi LOS: KNN tidak mampu mengeksplorasi kualitas sinyal LOS yang lebih baik (akurasi LOS = NLOS = 66,7% pada K=5), sedangkan WKNN berhasil meningkatkan akurasi LOS menjadi 80,0% berkat mekanisme pembobotan yang memperbesar pengaruh tetangga terdekat.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.4.4.7 Kesimpulan Pengujian

Pengujian dilakukan terhadap 30 titik uji yang tersebar di empat ruangan — Ruang Embedded 2, Ruang Embedded 1, Lorong, dan Ruang KPS — dengan masing-masing 15 titik kondisi LOS dan 15 titik kondisi NLOS. Sistem IPS berbasis WKNN diuji menggunakan dua nilai K, yaitu K=5 dan K=7, melalui pendekatan replay evaluation terhadap data yang sama sehingga perbandingan antar nilai K berlangsung dalam kondisi yang setara.

Dari hasil pengujian diperoleh beberapa kesimpulan utama:

Pertama, K=7 terbukti memberikan akurasi lebih tinggi dibandingkan K=5 pada lingkungan pengujian ini. Akurasi keseluruhan K=7 mencapai 76,7% berbanding 73,3% untuk K=5. Keunggulan K=7 khususnya terlihat pada kondisi NLOS (73,3% vs. 66,7%), sementara pada kondisi LOS keduanya menghasilkan akurasi yang sama (80,0%). Berdasarkan hasil ini, K=7 dipilih sebagai nilai K yang lebih optimal untuk sistem IPS yang dikembangkan.

Kedua, akurasi sistem sangat bergantung pada karakteristik fisik ruangan. Ruang Embedded 1 dan Ruang KPS mencapai akurasi sempurna (100%) karena memiliki pola fingerprint RSSI yang khas dan tidak tumpang tindih dengan ruangan lain. Sebaliknya, Ruang Embedded 2 hanya mencapai 28,6% akibat kombinasi dua faktor: distorsi sinyal multipath yang ditimbulkan oleh banyaknya perabot berbahan besi di dalam ruangan, dan tumpang tindih pola RSSI dengan Ruang Embedded 1 yang bersebelahan secara spasial. Lorong menunjukkan peningkatan yang positif dari K=5 ke K=7 (57,1% → 71,4%), namun tetap menjadi ruangan dengan tantangan terbesar karena seluruh titik ujinya berada dalam kondisi NLOS dan tidak memiliki fingerprint yang eksklusif.

Ketiga, seluruh kesalahan prediksi yang terjadi pada pengujian ini mengarah ke ruangan yang berdekatan secara fisik — tidak ada prediksi yang melompat ke ruangan yang berjauhan. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem secara umum masih mampu mengidentifikasi area yang benar meskipun tidak selalu tepat pada level ruangan, yang merupakan karakteristik yang dapat diterima untuk sistem indoor positioning berbasis Wi-Fi dengan jumlah access point yang terbatas.

Keempat, WKNN terbukti memberikan peningkatan akurasi yang nyata dibandingkan KNN standar pada kondisi pengujian yang identik. Selisih akurasi



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

keseluruhan sebesar 6,6–6,7 persen poin pada kedua nilai K mengonfirmasi bahwa mekanisme pembobotan jarak berkontribusi langsung terhadap performa sistem, terutama dalam mengeksploitasi kualitas sinyal pada kondisi LOS.

Secara keseluruhan, sistem IPS yang dikembangkan mampu melakukan klasifikasi ruangan dengan akurasi 76,7% pada kondisi nyata. Hasil ini dipengaruhi oleh keterbatasan kualitas *radio map* yang dikumpulkan melalui metode caching, kondisi lingkungan fisik (material besi, sekat tembok), serta distribusi access point yang tidak merata di seluruh area pengujian. Faktor-faktor ini didokumentasikan sebagai batasan penelitian yang dapat menjadi dasar perbaikan pada penelitian lanjutan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem Indoor Positioning berbasis *Wi-Fi fingerprinting* dengan algoritma *Weighted K-Nearest Neighbor* (WKNN) yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem IPS berhasil dirancang dan diimplementasikan dalam arsitektur client-server yang terdiri dari aplikasi Android berbasis React dan Capacitor sebagai perangkat pengguna, backend FastAPI dengan PostgreSQL sebagai inti pemrosesan, dan dashboard web React untuk pemantauan posisi secara real-time. Sistem mampu menerima data scan Wi-Fi dari perangkat Android, memproses estimasi posisi di sisi server, dan menampilkan hasilnya secara langsung melalui WebSocket.
2. Algoritma WKNN dengan mekanisme room-lock terbukti dapat diimplementasikan untuk klasifikasi ruangan tingkat indoor. Mekanisme *weighted majority vote* yang diterapkan sebelum estimasi koordinat berhasil mencegah prediksi posisi "jatuh" di antara dua ruangan, sehingga keluaran sistem selalu berupa identifikasi ruangan yang tegas.
3. Nilai $K=7$ menghasilkan akurasi lebih tinggi dibandingkan $K=5$ pada lingkungan pengujian ini. Akurasi keseluruhan $K=7$ mencapai 76,7% (23 dari 30 titik uji benar) berbanding 73,3% untuk $K=5$. Pada kondisi Line-of-Sight (LOS) kedua nilai K menghasilkan akurasi yang sama sebesar 80,0%, sedangkan pada kondisi Non-Line-of-Sight (NLOS) $K=7$ lebih unggul dengan 73,3% berbanding 66,7% untuk $K=5$. Berdasarkan hasil ini, $K=7$ dipilih sebagai nilai K yang lebih optimal untuk sistem yang dikembangkan.
4. Akurasi sistem sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisik ruangan. Ruang Embedded 1 dan Ruang KPS mencapai akurasi sempurna (100%) karena memiliki pola fingerprint RSSI yang khas. Lorong mencapai 71,4% pada



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5. $K=7$ meskipun seluruh titik ujinya berada dalam kondisi NLOS. Ruang Embedded 2 mencatat akurasi terendah (28,6%) yang disebabkan oleh distorsi sinyal multipath akibat banyaknya perabot berbahan besi di dalam ruangan, yang mendistorsi pola RSSI bahkan pada kondisi LOS, dikombinasikan dengan tumpang tindih fingerprint terhadap Ruang Embedded 1 yang bersebelahan.
6. Seluruh kesalahan prediksi yang terjadi bersifat lokal, yaitu hanya mengarah ke ruangan yang berdekatan secara fisik. Tidak ada satu pun prediksi yang salah klasifikasi ke ruangan yang berjauhan, yang mengindikasikan sistem secara umum masih mampu mengidentifikasi area yang benar meskipun belum selalu tepat pada level ruangan.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan dan keterbatasan yang ditemukan selama penelitian, beberapa saran diusulkan untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut:

1. Perbaikan kualitas *radio map*. Proses pengumpulan *radio map* pada penelitian ini menggunakan perintah netsh yang rentan terhadap caching sistem operasi, menghasilkan sejumlah fingerprint dengan variansi RSSI sangat rendah. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan API WLAN (Windows WLAN API atau platform ekuivalen) yang memaksa scan baru di setiap sampel
2. Penambahan titik referensi di area bermasalah membutuhkan kepadatan titik referensi yang lebih tinggi untuk mengakomodasi variasi RSSI yang disebabkan oleh perabot berbahan besi. Titik referensi tambahan yang diposisikan di berbagai sudut dan jarak terhadap lemari besi dapat membantu sistem membedakan sub-area di dalam ruangan tersebut.
3. Penambahan jumlah *Access Point*. Dengan hanya tiga AP utama yang digunakan, area yang jauh dari AP seperti Lorong memiliki sinyal yang merupakan campuran dari pancaran AP ruangan-ruangan sekitarnya. Penambahan satu atau dua AP khusus di area Lorong dapat memberikan fingerprint yang lebih eksklusif untuk area tersebut.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4. Pengujian pada area yang lebih luas dan multi-lantai. Penelitian ini dibatasi pada satu lantai dengan empat ruangan. Pengujian pada beberapa lantai dengan jumlah titik uji yang lebih besar akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kinerja sistem dalam skala gedung sesungguhnya.
5. Perbandingan dengan metode klasifikasi lain. Penelitian lanjutan dapat membandingkan kinerja WKNN dengan pendekatan machine learning lain seperti *Random Forest*, *Support Vector Machine* (SVM), atau *K-Means Clustering*, menggunakan *radio map* dan data uji yang sama, sehingga perbandingan bersifat fair dan hasilnya dapat menjadi referensi pemilihan algoritma untuk aplikasi IPS serupa.
6. Mitigasi pengaruh material besi. Untuk lingkungan dengan banyak perabot berbahan besi seperti Ruang Embedded 2, dapat dipertimbangkan teknik augmentasi *radio map* dengan menambahkan sampel dalam berbagai konfigurasi posisi perabot, atau menerapkan metode preprocessing RSSI yang lebih robust terhadap pantulan multipath.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR PUSTAKA

- Bonthu, S., Ramasamy, K. and Srinivas, C., 2021. An indoor positioning system using Wi-Fi fingerprinting and K-nearest neighbor algorithm. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, 17(2), pp.158–175. <https://www.emerald.com/insight/publication/issn/1742-7371>. [1 Juli 2026]
- Farahsari, P.S., Farahzadi, A., Rezazadeh, J. and Bagheri, A., 2022. A survey on indoor positioning systems for IoT-based applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(10), pp.7680–7699. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3149048>. [1 Juli 2026]
- Haidar, A., Hasanah, R. and Fernanda, F.M., 2023. Implementasi Weighted K-Nearest Neighbour dalam Menentukan Posisi Objek Berdasarkan Received Signal Strength Indication. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 8(1), pp.25–32. <https://jtera.poltek-sucofindo.ac.id/index.php/jtera/article/view/620>. [1 Juli 2026]
- Hayward, S.J., van Lopik, K. and West, A.A., 2025. From Fingerprinting to Advanced Machine Learning: A Systematic Review of Wi-Fi and BLE-Based Indoor Positioning Systems. *Sensors*, 25(22), 6928. <https://doi.org/10.3390/s25226928>. [1 Juli 2026]
- Khan, I.M., Thompson, A., Al-Hourani, A., Sithamparanathan, K. and Rowe, W.S.T., 2023. RSSI and device pose fusion for fingerprinting-based indoor smartphone localization systems. *Future Internet*, 15(6), 220. <https://doi.org/10.3390/fi15060220>. [1 Juli 2026]
- Liu, S., 2023. A survey of latest Wi-Fi assisted indoor positioning on different principles. *Sensors*, 23(18), 7961. <https://doi.org/10.3390/s23187961>. [1 Juli 2026]
- Mishra, S. and Kumar, A., 2023. Real-Time Web Monitoring Systems using React.js and Node.js: A Technical Review. *Journal of Software Engineering and Applications*, 16(4), pp.88–102. <https://doi.org/10.4236/jsea.2023.164005>. [1 Juli 2026]

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Noprianto, Sulaiman, T.W., Alaudin, A.R. and Fitriansyah, R.B., 2024. Indoor Position System Berbasis Internet of Things dan Support Vector Machine. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 10(1), pp.76–85. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v10i1.7277>.

Rathnayake, R.M.M.R., Maduranga, M.W.P., Tilwari, V. and Dissanayake, M.B., 2023. RSSI and Machine Learning-Based Indoor Localization Systems for Smart Cities. *Eng*, 4(2), pp.1468–1494. <https://doi.org/10.3390/eng4020085>.

Shang, L. and Wang, L., 2022. Overview of WiFi fingerprinting-based indoor positioning. *IET Communications*, 16(7), pp.725–733. <https://doi.org/10.1049/cmu2.12386>.

Singh, N., Choe, S. and Punmiya, R., 2021. Machine Learning Based Indoor Localization Using Wi-Fi RSSI Fingerprints: An Overview. *IEEE Access*, 9, pp.127150–127174. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3111083>.

Wardhana, K. and Rakhmawati, L., 2025. Design and Implementation of an Android-Based Indoor Signal Strength Positioning System Using Multivariate Gaussian Mixture Model with Wi-Fi RSSI Fingerprinting. *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering (INAJEEE)*, 8(2), pp.84–96. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/inajeee/article/view/33786>.

Zholamanov, B., Saymbetov, A., Nurgaliyev, M., Bolatbek, A., Dosymbetova, G., Kuttybay, N., Orynassar, S., Kapparova, A., Koshkarbay, N. and Beyca, Ö.F., 2025. RSSI Fingerprint-Based Indoor Localization Solutions Using Machine Learning Algorithms: A Comprehensive Review. *Smart Cities*, 8(5), p.153. <https://doi.org/10.3390/smartsities8050153>.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Riwayat Hidup



Jonathan Victorian Wijaya lahir di Depok, 28 Juli 2004. Penulis merupakan anak ke 3 dari 3 bersaudara dari pasangan suami istri Bapak Alexander Hidayat Wijaya dan Ibu Nita Ivo Dianti.

Pada tahun 2016 lulus dari SD PSKD 08 kemudian lanjut menempuh pendidikan di SMPN 19 DEPOK lulus pada tahun 2019, kemudian pada tahun 2022 lulus dari pendidikan SMA di SMAN 6 DEPOK kemudian melanjutkan menempuh pendidikan dan diterima

di Politeknik Negeri Jakarta pada tahun 2022 sampai dengan penelitian ini ditulis masih terdaftar sebagai Mahasiswa D4 Teknik Multimedia dan Jaringan PNJ 2026

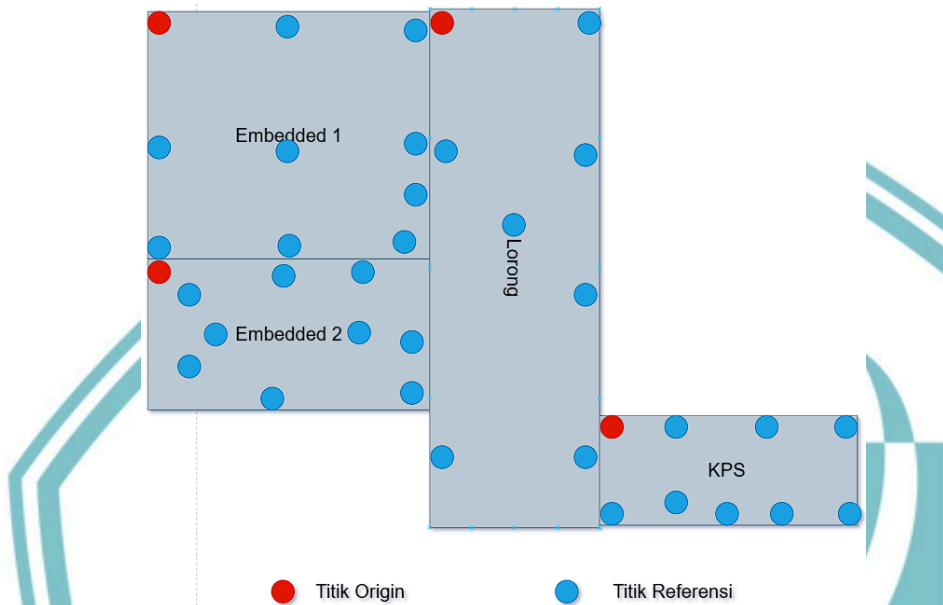
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran

Lampiran 1 Denah Ruangan, Titik Origin dan Titik Referensi



Lampiran 2 Lokasi Access Point





© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Rata-Rata RSSI per Titik Uji (Fase Online)

ID Titik Uji	Ruangan	Kondisi	N1 (dBm)	N2 (dBm)	N3 (dBm)
test_embedded2_01	Ruang Embedded 2	NLOS	-61.15	-55.15	-51.95
test_embedded2_02	Ruang Embedded 2	LOS	-63.75	-53.35	-51.75
test_embedded2_03	Ruang Embedded 2	NLOS	-59.00	-53.15	-54.20
test_embedded2_04	Ruang Embedded 2	LOS	-59.00	-52.00	-51.15
test_embedded2_05	Ruang Embedded 2	NLOS	-60.28	-52.85	-50.70
test_embedded2_06	Ruang Embedded 2	LOS	-60.81	-52.55	-52.20
test_embedded2_07	Ruang Embedded 2	LOS	-63.05	-52.00	-50.05
test_embedded1_01	Ruang Embedded 1	LOS	-58.30	-51.35	-53.95
test_embedded1_02	Ruang Embedded 1	LOS	-57.60	-50.50	-53.50
test_embedded1_03	Ruang Embedded 1	LOS	-58.40	-50.55	-53.90
test_embedded1_04	Ruang Embedded 1	NLOS	-64.06	-55.35	-56.90
test_embedded1_05	Ruang Embedded 1	LOS	-60.57	-51.35	-54.22
test_embedded1_06	Ruang Embedded 1	LOS	-60.45	-52.75	-52.95
test_embedded1_07	Ruang Embedded 1	LOS	-61.19	-50.75	-52.75
test_embedded1_08	Ruang Embedded 1	LOS	-60.95	-50.70	-53.85
test_kps_01	Ruang KPS	LOS	-51.25	-61.06	-62.00
test_kps_02	Ruang KPS	LOS	-51.35	-61.05	-62.20
test_kps_03	Ruang KPS	NLOS	-50.10	-61.65	-65.80
test_kps_04	Ruang KPS	LOS	-50.00	-59.35	-59.95
test_kps_05	Ruang KPS	NLOS	-52.30	-64.35	-64.10
test_kps_06	Ruang KPS	NLOS	-55.10	-66.00	-70.94

test_kps_07	Ruang KPS	LOS	-50.55	-60.15	-58.65
test_kps_08	Ruang KPS	NLOS	-53.55	-66.95	-63.05
test_lorong_01	Lorong	NLOS	-57.55	-54.55	-56.85
test_lorong_02	Lorong	NLOS	-57.60	-55.05	-55.60
test_lorong_03	Lorong	NLOS	-56.85	-54.80	-54.55
test_lorong_04	Lorong	NLOS	-59.15	-52.40	-56.10
test_lorong_05	Lorong	NLOS	-60.00	-55.10	-57.50
test_lorong_06	Lorong	NLOS	-59.00	-53.55	-57.70
test_lorong_07	Lorong	NLOS	-57.55	-53.60	-55.10

Lampiran 4 Radio Map: Rata-rata RSSI per Reference Point (Fase Offline)

ID RP	Ruangan	X (m)	Y (m)	N1 (dBm)	N2 (dBm)	N3 (dBm)
Embedded2_01	Ruang Embedded 2	6.96	1.27	-58.00	-54.50	-53.00
Embedded2_02	Ruang Embedded 2	7.40	4.01	-58.00	-54.25	-53.50
Embedded2_03	Ruang Embedded 2	5.51	1.96	-57.00	-52.50	-52.00
Embedded2_04	Ruang Embedded 2	2.26	1.70	-61.50	-54.00	-50.00
Embedded2_05	Ruang Embedded 2	5.11	0.37	-57.00	-52.50	-52.00
Embedded2_06	Ruang Embedded 2	3.12	1.27	-61.50	-54.00	-50.00
Embedded2_07	Ruang Embedded 2	3.33	3.76	-60.00	-55.00	-51.50
Embedded2_08	Ruang Embedded 2	3.20	1.84	-60.00	-50.50	-51.00
embedded1_01	Ruang Embedded 1	7.47	5.50	-57.50	-51.50	-54.00
embedded1_02	Ruang Embedded 1	7.44	3.49	-59.50	-52.50	-52.00
embedded1_03	Ruang Embedded 1	6.97	0.68	-58.50	-52.50	-55.00
embedded1_04	Ruang Embedded 1	3.84	6.49	-59.50	-52.50	-53.00

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

embedded1_05	Ruang Embedded 1	3.84	3.42	-57.50	-52.50	-50.50
embedded1_06	Ruang Embedded 1	3.13	1.27	-58.50	-50.50	-54.00
embedded_07	Ruang Embedded 1	0.40	6.41	-61.50	-52.00	-50.50
embedded1_08	Ruang Embedded 1	0.40	3.33	-61.50	-52.50	-55.00
lorong_01	Lorong	4.12	13.72	-58.00	-51.00	-55.00
lorong_02	Lorong	1.36	13.37	-58.00	-51.00	-55.00
lorong_03	Lorong	4.27	7.29	-54.00	-51.50	-54.50
lorong_04	Lorong	4.12	4.01	-56.50	-53.00	-55.00
lorong_05	Lorong	0.00	5.62	-57.40	-52.40	-53.80
lorong_06	Lorong	1.39	4.07	-56.50	-51.50	-57.50
lorong_07	Lorong	4.37	0.00	-56.50	-55.00	-57.50
KPS_01	Ruang KPS	3.41	2.68	-52.50	-57.50	-59.00
KPS_02	Ruang KPS	1.09	1.61	-52.50	-57.90	-59.00
KPS_03	Ruang KPS	6.64	1.61	-54.20	-59.00	-61.50
KPS_04	Ruang KPS	0.81	1.61	-53.25	-58.50	-61.50
KPS_05	Ruang KPS	6.83	0.00	-52.50	-56.50	-60.00
KPS_06	Ruang KPS	4.20	0.00	-52.50	-56.50	-60.00
KPS_07	Ruang KPS	1.05	0.40	-53.00	-58.50	-61.50
KPS_08	Ruang KPS	5.07	1.61	-55.50	-60.75	-67.00

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Standar Deviasi RSSI Fase *Online* (Titik Uji)

ID Titik Uji	Ruangan	Kondisi	N1 Mean	N1 Std	N2 Mean	N2 Std	N3 Mean	N3 Std
test_embedded2_01	Ruang Embedded 2	NLOS	-61,15	0,59	-55,15	0,50	-51,95	0,35
test_embedded2_02	Ruang Embedded 2	LOS	-63,75	2,50	-53,35	0,45	-51,75	0,64
test_embedded2_03	Ruang Embedded 2	NLOS	-59,00	0,71	-53,15	0,45	-54,20	1,03
test_embedded2_04	Ruang Embedded 2	LOS	-59,00	0,81	-52,00	0,55	-51,15	0,67
test_embedded2_05	Ruang Embedded 2	NLOS	-60,28	0,25	-52,85	0,50	-50,70	0,40
test_embedded2_06	Ruang Embedded 2	LOS	-60,81	0,24	-52,55	0,91	-52,20	0,56
test_embedded2_07	Ruang Embedded 2	LOS	-63,05	1,82	-52,00	0,50	-50,05	0,15
test_embedded1_01	Ruang Embedded 1	LOS	-58,30	0,40	-51,35	0,50	-53,95	0,61
test_embedded1_02	Ruang Embedded 1	LOS	-57,60	1,07	-50,50	0,32	-53,50	0,74
test_embedded1_03	Ruang Embedded 1	LOS	-58,40	0,44	-50,55	0,42	-53,90	0,73
test_embedded1_04	Ruang Embedded 1	NLOS	-64,06	1,74	-55,35	1,32	-56,90	0,44
test_embedded1_05	Ruang Embedded 1	LOS	-60,57	0,42	-51,35	0,39	-54,22	0,48
test_embedded1_06	Ruang Embedded 1	LOS	-60,45	1,11	-52,75	0,64	-52,95	0,85

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

test_embedded1_07	Ruang Embedded 1	LOS	-61,19	0,75	-50,75	0,25	-52,75	0,34
test_embedded1_08	Ruang Embedded 1	LOS	-60,95	0,69	-50,70	0,40	-53,85	0,55
test_kps_01	Ruang KPS	LOS	-51,25	0,46	-61,06	0,60	-62,00	0,59
test_kps_02	Ruang KPS	LOS	-51,35	1,00	-61,05	0,72	-62,20	1,71
test_kps_03	Ruang KPS	NLO S	-50,10	0,20	-61,65	0,23	-65,80	1,62
test_kps_04	Ruang KPS	LOS	-50,00	0,00	-59,35	0,39	-59,95	0,27
test_kps_05	Ruang KPS	NLO S	-52,30	0,33	-64,35	1,52	-64,10	2,00
test_kps_06	Ruang KPS	NLO S	-55,10	0,62	-66,00	2,00	-70,94	1,29
test_kps_07	Ruang KPS	LOS	-50,55	0,35	-60,15	0,23	-58,65	0,39
test_kps_08	Ruang KPS	NLO S	-53,55	0,35	-66,95	1,78	-63,05	1,63
test_lorong_01	Lorong	NLO S	-57,55	0,57	-54,55	0,69	-56,85	0,71
test_lorong_02	Lorong	NLO S	-57,60	1,22	-55,05	0,27	-55,60	0,44
test_lorong_03	Lorong	NLO S	-56,85	1,76	-54,80	0,90	-54,55	0,65
test_lorong_04	Lorong	NLO S	-59,15	0,55	-52,40	0,37	-56,10	0,58
test_lorong_05	Lorong	NLO S	-60,00	0,75	-55,10	0,62	-57,50	0,55

test_lorong_06	Lorong	NLO S	-59,00	0,55	-53,55	0,82	-57,70	0,64
test_lorong_07	Lorong	NLO S	-57,55	0,91	-53,60	0,62	-55,10	1,02

Lampiran 6 Rekap Lengkap Hasil Pengujian Akurasi Sistem

```
=====
HASIL EVALUASI – Weighted KNN (w=1/d*), k=5
=====
Akurasi keseluruhan : 22/30 = 73.3%

Akurasi per ruangan:
Ruangan      Benar  Total  Akurasi
-----
Ruang Embedded 2      2      7    28.6%
Ruang Embedded 1      8      8   100.0%
Lorong         4      7    57.1%
Ruang KPS       8      8   100.0%

Confusion matrix (baris = sebenarnya, kolom = prediksi):
           Embedded  Embedded  Lorong  KPS  (tak ter
Embedded    2         5         0         0         0
Embedded    0         8         0         0         0
Lorong      1         2         4         0         0
KPS         0         0         0         8         0

LOS vs NLOS:
LOS  : 12/15 = 80.0%
NLOS : 10/15 = 66.7%
[OK] Detail per titik (k=5) → data\hasil_pengujian_k5.csv

=====
HASIL EVALUASI – Weighted KNN (w=1/d*), k=7
=====
Akurasi keseluruhan : 23/30 = 76.7%

Akurasi per ruangan:
Ruangan      Benar  Total  Akurasi
-----
Ruang Embedded 2      2      7    28.6%
Ruang Embedded 1      8      8   100.0%
Lorong         5      7    71.4%
Ruang KPS       8      8   100.0%

Confusion matrix (baris = sebenarnya, kolom = prediksi):
           Embedded  Embedded  Lorong  KPS  (tak ter
Embedded    2         5         0         0         0
Embedded    0         8         0         0         0
Lorong      1         1         5         0         0
KPS         0         0         0         8         0

LOS vs NLOS:
LOS  : 12/15 = 80.0%
NLOS : 11/15 = 73.3%
[OK] Detail per titik (k=7) → data\hasil_pengujian_k7.csv
[OK] Laporan markdown → data\hasil_pengujian.md
```

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7 Source Code WKNN_engine.py

```
import numpy as np

# ——— Data Structures

class RadioMapEntry:
    """Satu entri dalam Radio Map (satu Reference Point)."""

    def __init__(
        self,
        rp_id: int,
        label: str,
        x: float,
        y: float,
        rssi_vector: list[float],
    ) -> None:
        self.rp_id = rp_id
        self.label = label
        self.x = x
        self.y = y
        self.rssi_vector = np.array(rssi_vector, dtype=np.float64)

class WKNNResult:
    """Hasil estimasi posisi dari WKNN."""

    def __init__(
        self,
        x: float,
        y: float,
        k: int,
        algorithm: str,
        neighbors: list[dict],
    ) -> None:
        self.x = round(x, 4)
        self.y = round(y, 4)
        self.k = k
        self.algorithm = algorithm
        self.neighbors = neighbors # [{"rp_id", "rp_label", "distance"}, ...]

# ——— Core Functions

def euclidean_distance(vec_a: np.ndarray, vec_b: np.ndarray) -> float:
    """
    Hitung Euclidean Distance antara dua vektor RSSI.

    Formula:  $d = \sqrt{\sum (a_i - b_i)^2}$ 

    Args:
        vec_a: Vektor RSSI real-time (dari scan)
        vec_b: Vektor RSSI referensi (dari Radio Map)

    Returns:
        Nilai jarak (float, non-negatif)
    """
    return float(np.sqrt(np.sum((vec_a - vec_b) ** 2)))

def find_k_nearest(
    query_vector: list[float],
    radio_map: list[RadioMapEntry],
    k: int,
) -> list[tuple[RadioMapEntry, float]]:
    """
    Temukan K Reference Point terdekat berdasarkan Euclidean Distance.

    Args:
        query_vector: Vektor RSSI dari scan real-time
        radio_map : Semua entri Radio Map
    """
```



(Lanjutan)

k : Jumlah neighbor yang dipilih

```
Returns:
    List of (RadioMapEntry, distance) terurut dari terdekat ke terjauh
    """
    query = np.array(query_vector, dtype=np.float64)

    # Hitung jarak ke semua RP
    distances: list[tuple[RadioMapEntry, float]] = [
        (entry, euclidean_distance(query, entry.rssi_vector))
        for entry in radio_map
    ]

    # Urutkan ascending dan ambil K terdekat
    distances.sort(key=lambda x: x[1])
    k_actual = min(k, len(distances)) # pastikan k tidak melebihi jumlah RP

    return distances[:k_actual]
```

```
def standard_WKNN(
    query_vector: list[float],
    radio_map: list[RadioMapEntry],
    k: int,
) -> WKNNResult:
    """
    Standard WKNN — rata-rata sederhana dari K posisi terdekat.

    Formula:
         $\hat{x} = (1/k) \times \sum x_i$ 
         $\hat{y} = (1/k) \times \sum y_i$ 

    Args:
        query_vector: Vektor RSSI real-time
        radio_map : Semua entri Radio Map
        k : Jumlah neighbor

    Returns:
        WKNNResult berisi estimasi posisi (x, y)
    """
    neighbors = find_k_nearest(query_vector, radio_map, k)

    x_est = float(np.mean([entry.x for entry, _ in neighbors]))
    y_est = float(np.mean([entry.y for entry, _ in neighbors]))

    neighbor_info = [
        {"rp_id": entry.rp_id, "rp_label": entry.label, "distance": round(dist, 4)}
        for entry, dist in neighbors
    ]
    return WKNNResult(
        x=x_est,
        y=y_est,
        k=len(neighbors),
        algorithm="WKNN",
        neighbors=neighbor_info,
    )
```

```
def weighted_WKNN(
    query_vector: list[float],
    radio_map: list[RadioMapEntry],
    k: int,
    epsilon: float = 1e-6,
) -> WKNNResult:
    """
    Weighted WKNN (WKNN) — rata-rata terbobot dengan  $w = 1/d^2$ .

    Neighbor yang lebih dekat (sinyal lebih mirip) mendapat bobot lebih besar.
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

Formula:

$$w_i = 1 / d_i^2$$

$$\hat{x} = \sum(w_i \times x_i) / \sum(w_i)$$

$$\hat{y} = \sum(w_i \times y_i) / \sum(w_i)$$

Args:

query_vector: Vektor RSSI real-time
 radio_map : Semua entri Radio Map
 k : Jumlah neighbor
 epsilon : Nilai kecil untuk hindari division by zero

Returns:

WKNNResult berisi estimasi posisi (x, y)

```
"""
neighbors = find_k_nearest(query_vector, radio_map, k)
```

```
# Hitung bobot: w = 1 / d^2
```

```
# epsilon mencegah division by zero jika jarak = 0 (posisi tepat di RP)
weights = np.array([1.0 / (dist ** 2 + epsilon) for _, dist in neighbors])
```

```
total_weight = weights.sum()
```

```
x_coords = np.array([entry.x for entry, _ in neighbors])
```

```
y_coords = np.array([entry.y for entry, _ in neighbors])
```

```
x_est = float(np.dot(weights, x_coords) / total_weight)
```

```
y_est = float(np.dot(weights, y_coords) / total_weight)
```

```
neighbor_info = [
```

```
{
    "rp_id": entry.rp_id,
    "rp_label": entry.label,
    "distance": round(dist, 4),
    "weight": round(float(w), 6),
}
```

```
for (entry, dist), w in zip(neighbors, weights)]
```

```
return WKNNResult(
```

```
    x=x_est,
    y=y_est,
```

Lampiran 8 Source Code preprocessing.py

```
from app.core.config import settings
```

```
def filter_noise(scan_data: list[dict]) -> list[dict]:
```

```
"""
```

```
Step 1: Filter sinyal yang terlalu lemah (noise).
```

AP dengan RSSI < threshold diganti dengan nilai penalti (missing_value)
 agar tidak mempengaruhi kalkulasi jarak secara acak.

Args:

scan_data: List dict {"bssid": str, "rssi": float}

Returns:

List yang sama dengan RSSI di bawah threshold diganti penalti.

```
"""
```

```
threshold = settings.WKNN_NOISE_THRESHOLD
```

```
penalty = settings.WKNN_MISSING_AP_VALUE
```

```
filtered = []
```

```
for ap in scan_data:
```

```
    rssi = ap["rssi"] if ap["rssi"] >= threshold else penalty
```

```
    filtered.append({"bssid": ap["bssid"], "rssi": rssi})
```

```
return filtered
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
def fill_missing_aps(
    scan_data: list[dict],
    known_bssids: list[str],
) -> dict[str, float]:
    """
    Step 2: Lengkapi vektor RSSI agar semua AP di Radio Map terwakili.

    AP yang ada di Radio Map tapi tidak terdeteksi saat scan
    diisi dengan nilai penalti (-100 dBm).

    Args:
        scan_data : Hasil scan (sudah di-filter).
        known_bssids: Daftar BSSID AP yang terdaftar di Radio Map.

    Returns:
        Dict {bssid: rssi} dengan semua known_bssids terisi.
    """
    penalty = settings.WKNN_MISSING_AP_VALUE

    # Buat lookup dari hasil scan (case-insensitive) dan ambil RSSI terkuat
    scan_lookup: dict[str, float] = {}
    for ap in scan_data:
        raw_bssid = ap.get("bssid")
        if not raw_bssid:
            continue

        normalized_bssid = str(raw_bssid).strip().upper()
        rssi = float(ap["rssi"])
        previous_rssi = scan_lookup.get(normalized_bssid)
        if previous_rssi is None or rssi > previous_rssi:
            scan_lookup[normalized_bssid] = rssi

    # Bangun vektor lengkap sesuai urutan known_bssids
    result: dict[str, float] = {}
    for bssid in known_bssids:
        normalized_bssid = str(bssid).strip().upper()
        result[bssid] = scan_lookup.get(normalized_bssid, penalty)
    return result

def build_rssi_vector(
    rssi_map: dict[str, float],
    ordered_bssids: list[str],
) -> list[float]:
    """
    Step 3: Ubah dict RSSI menjadi vektor (list) dengan urutan yang konsisten.
    Urutan harus SAMA persis dengan Radio Map agar Euclidean Distance valid.

    Args:
        rssi_map : Dict {bssid: rssi}
        ordered_bssids: Urutan BSSID yang digunakan sebagai referensi

    Returns:
        List float — vektor RSSI siap untuk WKNN
    """
    penalty = settings.WKNN_MISSING_AP_VALUE
    return [rssi_map.get(bssid, penalty) for bssid in ordered_bssids]

def preprocess_scan(
    scan_data: list[dict],
    known_bssids: list[str],
) -> list[float]:
    """
    Pipeline lengkap: raw scan → vektor RSSI siap WKNN.

    Args:
        scan_data : [{"bssid": ..., "rssi": ...}, ...]
        known_bssids : Daftar BSSID AP dari Radio Map (urutan tetap)

    Returns:
        Vektor RSSI sebagai list[float]
    """
```

(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
# 1. Filter noise
filtered = filter_noise(scan_data)

# 2. Isi AP yang tidak terdeteksi
rssi_map = fill_missing_aps(filtered, known_bssids)

# 3. Bangun vektor terurut
vector = build_rssi_vector(rssi_map, known_bssids)
return vector
```

Lampiran 9 Source Code display_position.py

```
from app.services.coordinate_mapper import room_name_from_label
from app.services.WKNN_engine import RadioMapEntry

def resolve_display_position(
    WKNN_x: float,
    WKNN_y: float,
    neighbors: list[dict],
    radio_map: list[RadioMapEntry],
    epsilon: float = 1e-6,
    power: float = 4.0,
) -> tuple[float, float, str | None]:
    if not neighbors:
        return WKNN_x, WKNN_y, None

    neighbor_rooms = {}
    for neighbor in neighbors:
        room = room_name_from_label(neighbor.get("rp_label"))
        if room:
            if room not in neighbor_rooms:
                neighbor_rooms[room] = []
            neighbor_rooms[room].append(neighbor)

    if not neighbor_rooms:
        return WKNN_x, WKNN_y, None

    if len(neighbor_rooms) == 1:
        selected_room = next(iter(neighbor_rooms))
    else:
        room_weights: dict[str, float] = {}
        for room, neighbors_list in neighbor_rooms.items():
            total = 0.0
            for n in neighbors_list:
                d = float(n.get("distance", 0.0))
                total += 1.0 / (d ** power + epsilon)
            room_weights[room] = total
        selected_room = max(room_weights, key=room_weights.get)

    selected_neighbors = neighbor_rooms[selected_room]
    entries_by_id = {entry.rp_id: entry for entry in radio_map}
    same_room_candidates = []

    for neighbor in selected_neighbors:
        rp_id = neighbor.get("rp_id")
        entry = entries_by_id.get(rp_id)
        if entry is None:
            continue

        distance = float(neighbor.get("distance", 0.0))
        same_room_candidates.append((entry, distance))

    if not same_room_candidates:
        return WKNN_x, WKNN_y, selected_room

    weights = [1.0 / (distance ** power + epsilon) for _, distance in same_room_candidates]
    total_weight = sum(weights)
    if total_weight <= 0:
```

(Lanjutan)

```

return WKNN_x, WKNN_y, selected_room
x_coord = sum(entry.x * weight for (entry, _) in zip(same_room_candidates, weights)) / total_weight
y_coord = sum(entry.y * weight for (entry, _) in zip(same_room_candidates, weights)) / total_weight

return round(x_coord, 4), round(y_coord, 4), selected_room

```

Lampiran 10 Source Code coordinate_mapper.py

Coordinate Mapper — Konversi koordinat antara dunia nyata (meter) dan pixel.

Sistem koordinat:

- Origin (0, 0) ada di pojok kiri-atas denah
- X bertambah ke kanan
- Y bertambah ke bawah

```

import math
from dataclasses import dataclass

@dataclass
class FloorDimensions:
    """Metadata dimensi lantai untuk konversi koordinat."""
    width_m: float # lebar gedung dalam meter
    height_m: float # tinggi gedung dalam meter
    width_px: int # lebar gambar denah dalam pixel
    height_px: int # tinggi gambar denah dalam pixel

```

```

@property
def scale_x(self) -> float:
    """pixel per meter — sumbu X."""
    if self.width_m == 0:
        return 1.0
    return self.width_px / self.width_m

```

```

@property
def scale_y(self) -> float:
    """pixel per meter — sumbu Y."""
    if self.height_m == 0:
        return 1.0
    return self.height_px / self.height_m

```

MAP_SCALE = 100.0

```

ROOM_OFFSETS = {
    "Ruang KPS": {"x": 12.20, "y": 13.72},
    "Ruang Embedded 2": {"x": 0.0, "y": 6.75},
    "Ruang Embedded 1": {"x": 0.0, "y": 0.0},
    "Lorong": {"x": 7.70, "y": 0.0},
}

```

```

ROOM_PIXELS = {
    "Ruang Embedded 1": {
        "origin": {"x": 0.0, "y": 0.0},
    },
    "Ruang Embedded 2": {
        "origin": {"x": 0.0, "y": 655.0},
    },
    "Ruang KPS": {
        "origin": {"x": 1190.0, "y": 1070.0},
    },
    "Lorong": {
        "origin": {"x": 285.0, "y": 455.0},
        "rotation_deg": 90.0,
        "rotation_center": {"x": 970.0, "y": 685.0},
    },
}

```

```

def room_name_from_label(label: str | None) -> str | None:
    """Ambil nama ruang dashboard dari label reference point."""
    if not label:

```

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```

return None

normalized = label.strip().lower()
if normalized.startswith("kps"):
    return "Ruang KPS"
if normalized.startswith("embedded2") or normalized.startswith("embedded 2"):
    return "Ruang Embedded 2"
if normalized.startswith("embedded1") or normalized.startswith("embedded 1_"):
    return "Ruang Embedded 1"
if normalized.startswith("lorong"):
    return "Lorong"
return None

def infer_room_from_global_position(x_m: float, y_m: float, fallback_label: str | None = None) -> str | None:

    if 0.0 <= x_m <= 7.5 and 6.75 <= y_m <= 11.2:
        return "Ruang Embedded 2"
    if 0.0 <= x_m <= 7.6 and 0.0 <= y_m < 6.75:
        return "Ruang Embedded 1"
    if 12.0 <= x_m <= 19.5 and 13.5 <= y_m <= 16.8:
        return "Ruang KPS"

    fallback_room = room_name_from_label(fallback_label)
    if fallback_room:
        return fallback_room

    if 7.5 <= x_m <= 12.5 and 0.0 <= y_m <= 13.9:
        return "Lorong"
    return None

def _rotate_point(x_px: float, y_px: float, center_x: float, center_y: float, degrees: float) -> tuple[float, float]:
    radians = math.radians(degrees)
    cos_value = math.cos(radians)
    sin_value = math.sin(radians)
    dx = x_px - center_x
    dy = y_px - center_y

    return (
        center_x + dx * cos_value - dy * sin_value,
        center_y + dx * sin_value + dy * cos_value,
    )

def meter_to_pixel(
    x_m: float,
    y_m: float,
    floor: FloorDimensions,
) -> tuple[float, float]:
    """
    Konversi koordinat dunia nyata (meter) ke koordinat pixel pada gambar denah.

    Args:
        x_m : Koordinat X dalam meter
        y_m : Koordinat Y dalam meter
        floor: Dimensi lantai

    Returns:
        Tuple (x_px, y_px) dalam pixel
    """
    x_px = x_m * floor.scale_x
    y_px = y_m * floor.scale_y
    return round(x_px, 2), round(y_px, 2)

def meter_to_display_pixel(
    x_m: float,
    y_m: float,
    floor: FloorDimensions,
    reference_label: str | None = None,
    room_override: str | None = None,
) -> tuple[float, float]:
    """

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Konversi koordinat global meter ke pixel sesuai layout SVG dashboard.

`room_override`: jika diisi dengan nama room yang valid, langsung dipakai tanpa boundary check. Gunakan nilai dari `resolve_display_position` agar keputusan room majority-vote konsisten dengan pixel conversion.

Fallback tetap memakai konversi linear lantai penuh jika posisi tidak bisa dikaitkan ke area ruangan yang dikenal.

```
"""
if room_override and room_override in ROOM_OFFSETS:
    room_name = room_override
else:
    room_name = infer_room_from_global_position(x_m, y_m, reference_label)
offset = ROOM_OFFSETS.get(room_name or "")
area = ROOM_PIXELS.get(room_name or "")
```

```
if not offset or not area:
    return meter_to_pixel(x_m, y_m, floor)
```

```
local_x = x_m - offset["x"]
local_y = y_m - offset["y"]
local_px_x = local_x * MAP_SCALE
local_px_y = local_y * MAP_SCALE
origin = area["origin"]
```

```
if room_name == "Lorong":
    x_unrotated = origin["x"] + local_px_y
    y_unrotated = origin["y"] + local_px_x
    rotation_center = area["rotation_center"]
    x_px, y_px = _rotate_point(
        x_unrotated,
        y_unrotated,
        rotation_center["x"],
        rotation_center["y"],
        area["rotation_deg"],
    )
else:
    x_px = origin["x"] + local_px_x
    y_px = origin["y"] + local_px_y
```

```
return round(x_px, 2), round(y_px, 2)
```

Lampiran 11 Source Code positioning.py

```
# EMA temporal smoothing state per device (in-memory, reset on server restart)
_ema_state: dict[str, tuple[float, float]] = {}
EMA_ALPHA = 0.35 # bobot scan terbaru (0.35 = 35% new, 65% history) — utamakan stabilitas

# Cache radio map per floor_id (in-memory). Radio map read-only & jarang berubah,
# jadi tidak perlu di-query tiap scan. Diinvalidasi saat admin mengubah radiomap/AP,
# dengan TTL pendek sebagai pengaman bila invalidasi terlewat.
_radio_map_cache: dict[int, tuple[float, tuple[list, list[str]]]] = {}
_RADIO_MAP_TTL = 60.0 # detik
async def _load_radio_map(db: AsyncSession, floor_id: int) -> tuple[list[RadioMapEntry], list[str]]:
    """
    Muat Radio Map dari database untuk lantai tertentu.

    Returns:
    - List RadioMapEntry siap untuk WKNN
    - List BSSID yang terdaftar (urutan tetap untuk vektor)
    """
    # Ambil semua AP aktif di lantai ini
    ap_result = await db.execute(
        select(AccessPoint)
        .where(AccessPoint.floor_id == floor_id, AccessPoint.is_active == True) # noqa: E712
        .order_by(AccessPoint.id)
    )
    access_points = ap_result.scalars().all()
    ordered_bssids = [ap.bssid.strip().upper() for ap in access_points]
    ap_id_to_bssid = {ap.id: ap.bssid.strip().upper() for ap in access_points}
```

(Lanjutan)

```

if not ordered_bssids:
    return [], []

# Ambil semua Reference Points + fingerprints untuk lantai ini
rp_result = await db.execute(
    select(ReferencePoint)
    .where(ReferencePoint.floor_id == floor_id)
    .options(selectinload(ReferencePoint.fingerprints))
    .order_by(ReferencePoint.id)
)
reference_points = rp_result.scalars().all()

radio_map_entries: list[RadioMapEntry] = []

for rp in reference_points:
    # Bangun dict {bssid: rssi_mean} dari fingerprints RP ini
    rssi_dict: dict[str, float] = {}
    for fp in rp.fingerprints:
        bssid = ap_id_to_bssid.get(fp.ap_id)
        if bssid:
            rssi_dict[bssid] = fp.rssi_mean

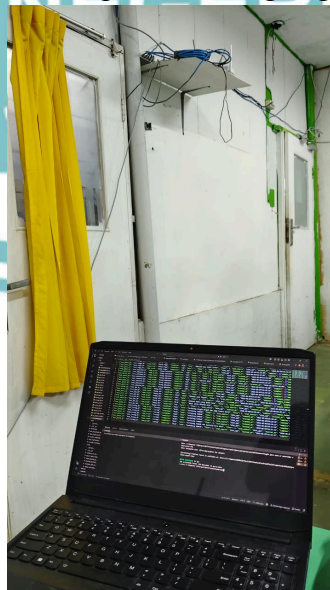
    # Bangun vektor RSSI dengan urutan konsisten
    penalty = settings.WKNN_MISSING_AP_VALUE
    rssi_vector = [rssi_dict.get(bssid, penalty) for bssid in ordered_bssids]

    radio_map_entries.append(
        RadioMapEntry(
            rp_id=rp.id,
            label=rp.label,
            x=rp.x_coord,
            y=rp.y_coord,
            rssi_vector=rssi_vector,
        )
    )

return radio_map_entries, ordered_bssids

```

Lampiran 11 Pengumpulan data ruang Embedded 1



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

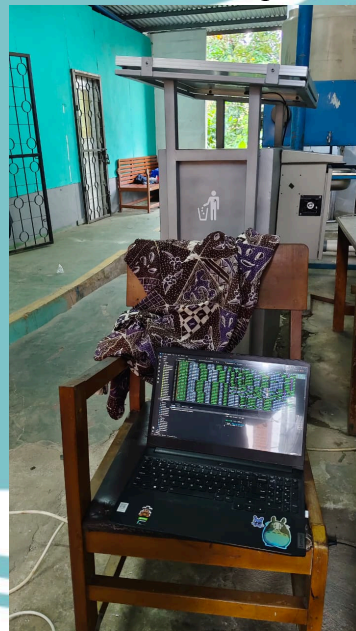
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

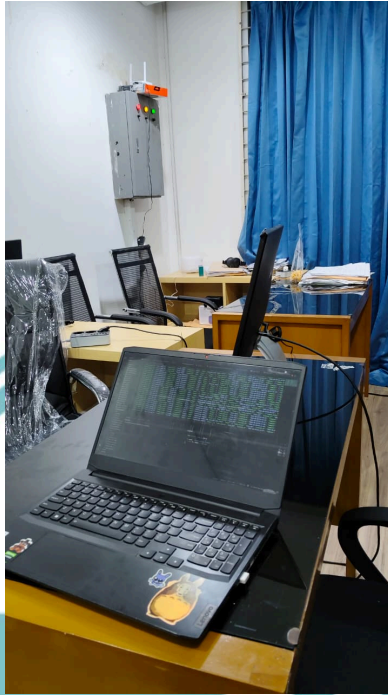
Lampiran 12 Pengumpulan data ruang Embedded 2



Lampiran 13 Pengumpulan data Lorong



Lampiran 14 Pengumpulan data ruang KPS

**© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta****Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**