

INDOOR POSITIONING SYSTEM BERDASARKAN FINGERPRINTING RECEIVED SIGNAL STRENGTH (RSS) WIFI DENGAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN)

Dendi Prana Yudha¹, Billy Ibrahim Hasbi², Royan Habibie Sukarna³

¹DPY@stmik-kharisma.ac.id, ²1611600287@student.budiluhur.ac.id, ³rhsukarna@gmail.com

¹STMIK Kharisma Karawang, ^{2,3}Universitas Budi Luhur

Abstrak

Jaringan nirkabel selain sebagai media komunikasi dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan suatu objek. Teknologi pemosisian yang umumnya digunakan adalah Global Positioning System (GPS). Pada luar ruangan GPS dapat menerima informasi lokasi secara akurat keadaan ini bertolak belakang di dalam ruangan, sinyal GPS dapat terganggu oleh redaman sinyal yang disebabkan bahan bangunan dan jenis hambatan fisik. Penelitian ini bertujuan sebagai solusi alternatif pemosisian di dalam ruangan memanfaatkan RSS (Received Signal Strength) WiFi. Teknik fingerprinting digunakan untuk mengumpulkan data RSS pada 5 access point di 3 lokasi uji, data RSS yang terkumpul sejumlah 243 data. Metode Euclidean Distance dan K-Nearest Neighbor (K-NN) digunakan pada penelitian ini.. Keakuratan sistem diujikan menggunakan metode 10-Fold Cross Validation menunjukkan sistem mampu menentukan lokasi dengan tingkat akurasi sebesar 96,71%.

Kata Kunci : *Indoor Positionig System, Fingerprinting, RSS, K-NN, Euclidean Distance, 10-Fold Cross Validation*

Abstract

Wireless networks other than communication media can be used to find out the existence of an object. Positioning technology that is commonly used is Global Positioning System (GPS). GPS can receive location information accurately in outdoor, this situation is contradictory in indoor environment, GPS signal is interrupted by signal attenuation caused by building materials and types of physical barriers. This study aims as an alternative solution for indoor positioning using RSS (Received Signal Strength) WiFi. Fingerprinting technique is used to collect RSS data on 5 access points in 3 test locations, RSS data collected is 243 data. This study uses Euclidean Distance and K-Nearest Neighbor (K-NN) method. The accuracy of the system is tested using the 10-Fold Cross Validation method based on the results of the test shows that the system is able to determine the location with an accuracy rate of 96.71%.

Keywords: *Indoor Positioning System, Fingerprinting, RSS, K-NN, Euclidean Distance, 10-Fold Cross Validation*

1. Pendahuluan

Jaringan nirkabel saat ini memainkan peran penting dalam setiap aspek kehidupan manusia [1], pemanfaatan teknologi jaringan nirkabel selain untuk media komunikasi juga dapat digunakan sebagai media estimasi penentuan lokasi suatu objek, informasi mengenai lokasi suatu objek sangat penting untuk diketahui sebab pemanfaatannya dapat digunakan untuk navigasi personal, navigasi aset, navigasi pasien di rumah sakit, pemandu jalan tunanetra, melacak anak kecil maupun orang tua [2]. Layanan sistem lokalisasi yang handal, akurat, dan *real time* dibutuhkan bahkan lebih jauh dari sebelumnya [3]. Terwujudnya sistem ini pada dasarnya berdasarkan informasi lokasi.

Teknologi pemosisian yang umumnya digunakan pada luar ruangan adalah *Global Positioning System* (GPS) [4]. Pada lingkungan luar ruangan GPS dapat menerima informasi posisi yang akurat tentang lokasi keberadaannya. Keadaan ini bertolak belakang apabila penggunaan GPS digunakan di dalam ruangan hal ini dikarenakan sinyal GPS dapat terganggu karena redaman sinyal yang disebabkan oleh bahan bangunan dan jenis hambatan fisik lainnya [5].

Sebagian besar sistem yang ada menawarkan layanan pemosisian dalam ruangan menggunakan teknologi nirkabel yang berbeda-beda seperti Bluetooth, WiFi, sinyal menara seluler dan ZigBee [6]. Teknologi pemosisian nirkabel menggunakan WiFi lebih disukai karena WiFi lazim paling umum digunakan saat ini dan penggunaannya tidak memerlukan tambahan biaya infrastruktur [6]. *Received Signal Strength* (RSS) merupakan daya sinyal yang diterima oleh *receiver* objek yang dikirim oleh *transmitter*. Pada umumnya RSS akan berkurang sebanding dengan jarak antara receiver dan transmitter [7].

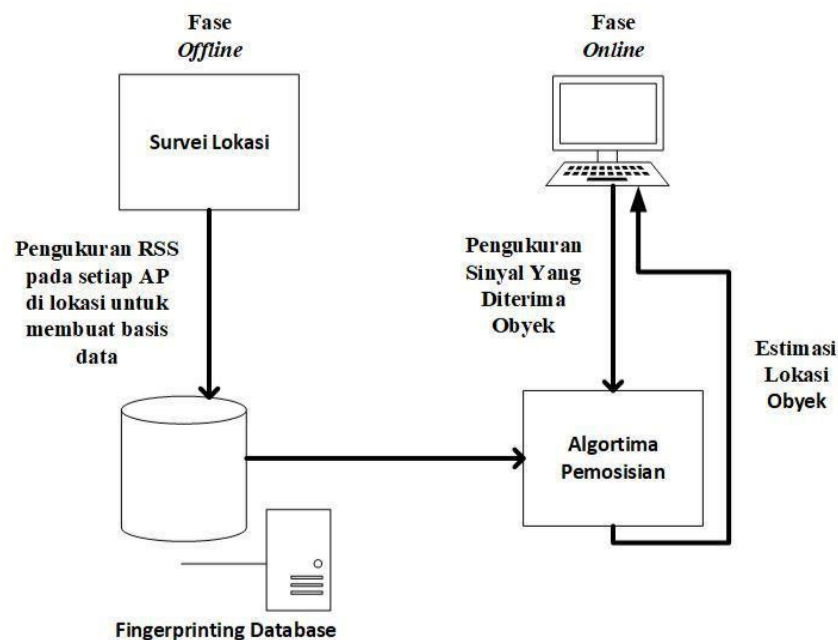


Berdasarkan uraian diatas diperlukan sebuah solusi alternatif estimasi lokasi obyek dalam ruangan/gedung dengan memanfaatkan infrastruktur WiFi yang ada, pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem prototipe pemosisian dalam ruangan untuk dapat menentukan estimasi lokasi obyek berdasarkan RSS WiFi.

2. Metode

2.1 Metode Fingerprinting

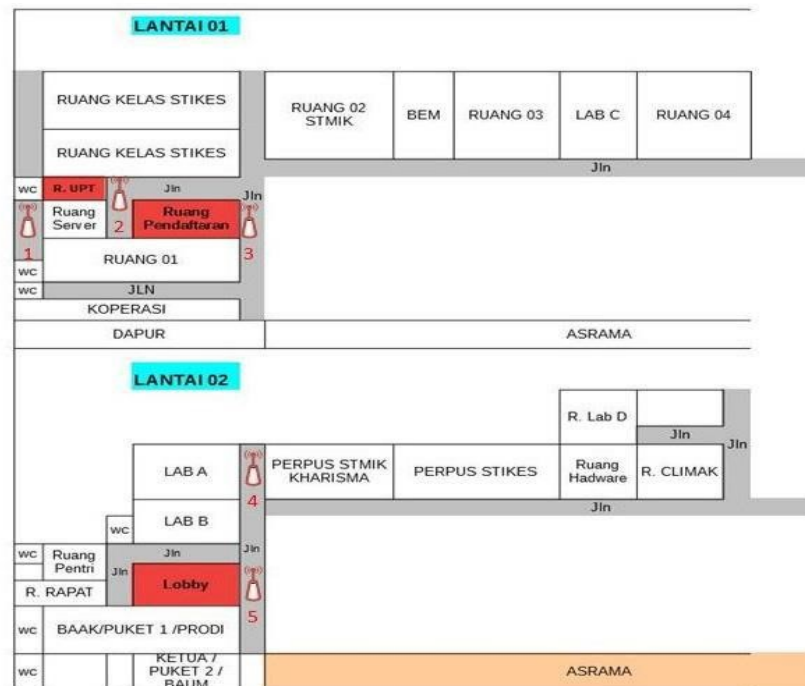
Metode *fingerprinting* sering digunakan sebagai pengganti model propagasi radio, karena dapat memberikan perkiraan yang lebih baik untuk pemosisian pada lingkungan dalam ruangan [8]. Metode ini memperhitungkan atenuasi karena kekuatan sinyal sering berubah. Setiap titik referensi dikumpulkan yang mana mengintegrasikan kehadiran penghalang antara *receiver* dan *transmitter* AP. Metode ini terbagi menjadi 2 tahap yaitu fase pembelajaran dan pengujian. Selama fase pembelajaran RSS dari setiap AP dikumpulkan oleh sebuah perangkat yang terintegrasi dengan WLAN, pada lokasi yang tidak diketahui data pembelajaran kemudian dirujuk sebagai titik referensi estimasi lokasi. Pada fase pengujian sistem harus memberikan informasi lokasi berdasarkan data RSS yang diamati, keakuratan perkiraan posisi objek sangat bergantung pada jumlah titik referensi yang dikumpulkan dalam data pembelajaran. Jika ada lebih banyak titik referensi maka basis data *fingerprinting* memiliki resolusi yang lebih baik dan dengan demikian memungkinkan estimasi lokasi yang lebih baik. [8].



Gambar 1. Metode *Fingerprinting*

2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi. Obyek yang diamati dan diteliti adalah RSS pada 3 ruangan dikampus STMIK Kharisma Karawang yaitu ruangan PMB, ruangan UPT, dan ruangan Lobby, pengamatan ini bertujuan untuk mencatat setiap RSS pada masing-masing ruangan yang ada sebagai data primer. Observasi dilakukan dengan cara mendatangi ruangan dan mencatat RSS yang diterima dengan bantuan *software* WiFi Scanner, data RSS yang telah dikumpulkan sejumlah 243 data RSS. Berikut ini adalah denah lokasi pengambilan data RSS dan sebaran AP pada STMIK Kharisma Karawang:

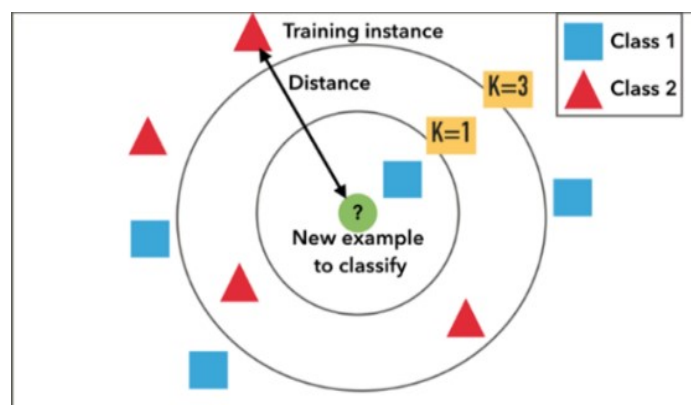


Gambar 2. Denah STMIK Kharisma Karawang

RSS yang telah dikumpulkan selanjutnya dimasukan ke dalam *database* sebagai data pembelajaran.

2.3 K-Nearest Neighbor(K-NN)

K-NN adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap obyek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan obyek tersebut. K adalah jumlah jarak Euclidean *minimum* antara setiap AP dan lokasi dari sebuah obyek. K-NN Merupakan salah satu metode klasifikasi *instance-based learning*, menggunakan pendekatan *supervised learning* sehingga membutuhkan data pembelajaran yang sudah dilabeli [9] algoritma ini sesuai dengan metode *fingerprinting* [10].



Gambar 3. Ilustrasi Algoritma K-NN

Rumus jarak Euclidean Distance dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$d = \sqrt{(S_{m1}-S_{i1})^2+(S_{m2}-S_{i2})^2+\dots+(S_{mn}-S_{in})^2} \quad (1)$$

Keterangan :

S_{m1} Merupakan nilai RSS dari AP ke-1 pada lokasi yang sudah diketahui

S_{m2} Merupakan nilai RSS dari AP ke-2 pada lokasi yang sudah diketahui



S_{mn}	Merupakan nilai RSS dari AP ke-N pada lokasi yang sudah diketahui
S_{i1}	Merupakan nilai RSS dari AP ke-1 pada lokasi yang tidak diketahui
S_{i2}	Merupakan nilai RSS dari AP ke-2 pada lokasi yang tidak diketahui
S_{in}	Merupakan nilai RSS dari AP ke-n pada lokasi yang tidak diketahui

Tetangga terdekat pertama kali diidentifikasi dari database *fingerprinting* sesuai dengan perhitungan jarak Euclidean antara kekuatan sinyal dari setiap AP dan yang didapatkan di lokasi obyek, lalu perkiraan lokasi terbaik ditentukan oleh mayoritas tetangga terdekat

Teknik pengujian data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *K-Folds Cross Validation* menggunakan $K = 10$ atau biasa disebut dengan *10-Fold Cross Validation*. Teknik *K-Fold Cross Validation* membagi data pembelajaran yang ada menjadi dua bagian yaitu sebagai data pembelajaran dan sebagai data pengujian, selanjutnya dilakukan proses silang dimana data pengujian menjadi data pembelajaran dan data pembelajaran menjadi data pengujian. Pengujian data ditujukan untuk menilai tingkat keakuratan sebuah model sistem berdasarkan data pembelajaran.

Hasil pengujian selanjutnya akan dievaluasi berdasarkan *confusion matrix* sehingga akan didapatkan nilai rata-rata statistik dengan menghitung rata-rata nilai-nilai pengujian pada keseluruhan perulangan. Berbagai nilai K digunakan untuk mendapatkan nilai K optimal sehingga tingkat akurasi tertinggi dapat tercapai. Berikut ini adalah rumus perhitungan akurasi dan error rate berdasarkan confusion matrix :

$$\frac{TP+ TN}{\text{Jumlah Populasi(Classification as)}} \quad (2)$$

Ukuran tingkat kesalahan klasifikasi juga dapat dihitung dengan mencari *Error Rate*:

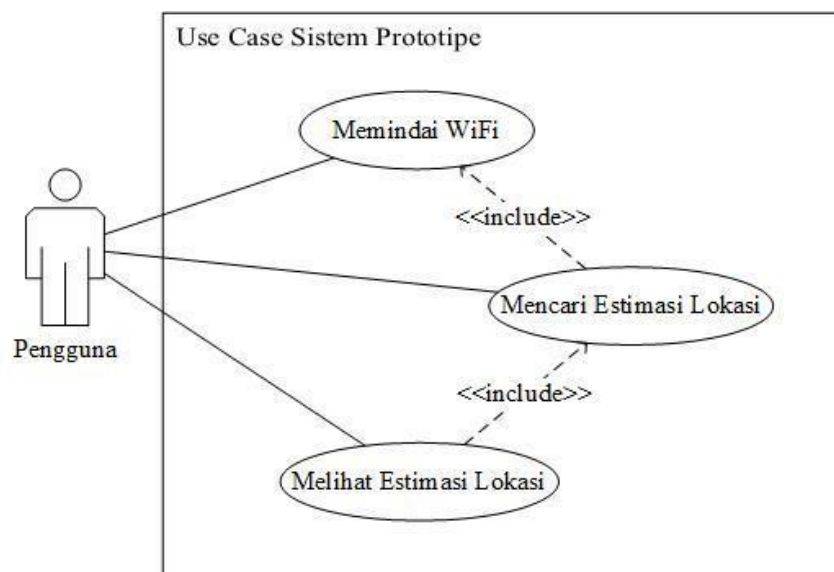
$$Error Rate = \frac{FP+ FN}{P+ N} = \frac{FP+ FN}{\text{Jumlah Populasi(Classification as)}} \quad (3)$$

Keterangan :

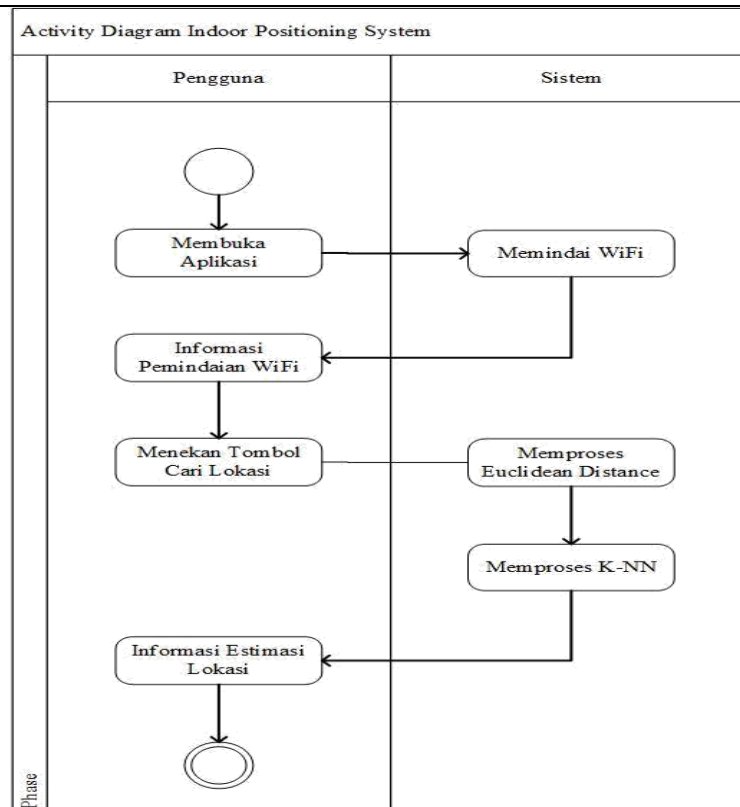
- TP : jumlah *true positif*
- TN : jumlah *true negatif*
- P : jumlah *record positif*
- N : jumlah *tupel negatif*
- FP : jumlah *false positif*
- FN : jumlah *false negatif*

2.4 Rancangan Sistem Prototipe

Sistem prototype pada penelitian ini dikembangkan menjadi 2 bagian yaitu pada sisi klien ponsel android dan pada sisi server, Berikut adalah alur dari *Activity Diagram*, *Use Case*, *Class Diagram* dan *Flow Chart* yang diimplementasikan pada penelitian ini :



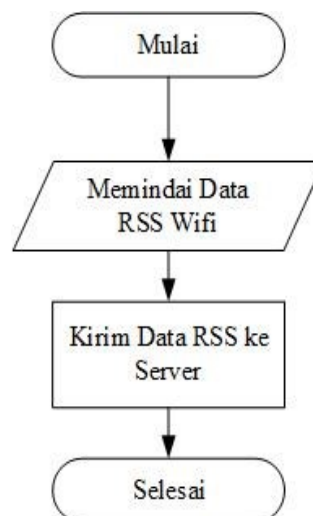
Gambar 4. Use Case Diagram



Gambar 5. Activity Diagram

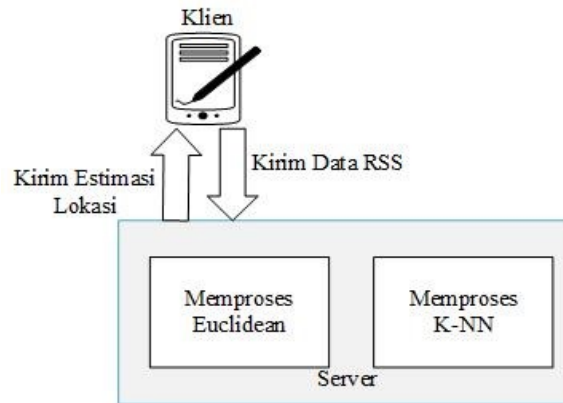
Pengguna membuka aplikasi yang sudah terinstal pada perangkat android, setelah aplikasi dibuka prototype sistem akan melakukan pemindaian WiFi yang terdeteksi pada perangkat android. Selanjutnya pengguna menekan tombol cari lokasi dan sistem akan menerima masukan berupa RSS dan *Hostname* AP, untuk dilakukan proses *Euclidean distance*. Setelah jarak terdekat diketahui dilakukan proses klasifikasi mayoritas K-NN, hasil dari proses klasifikasi ini berupa estimasi lokasi keberadaan pengguna yang ditampilkan pada layar android.

Pengembangan sistem prototype pada sisi klien dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Android dan dijalankan pada smartphone Android untuk pengujian. Fungsi utama pada sistem klien adalah memindai dan mengumpulkan RSS di lokasi pengujian yang dipilih dari AP di sekitarnya, mengirim RSS ke sisi server; dan dalam fase penentuan posisi fungsi utama dari aplikasi klien adalah mendapatkan lokasi perangkat yang dikirimkan dari sisi server. Alur kerja aplikasi sisi klien ditunjukkan pada Gambar sebagai berikut :



Gambar 6. Flow Chart Sistem Klien

Server web digunakan untuk berkomunikasi dengan aplikasi klien pada ponsel android yaitu menerima data RSS yang telah dipindai dari klien dan mengirim perkiraan lokasi ke klien. Server side menjalankan perhitungan Euclidean distance berdasarkan data RSS yang dikirimkan klien dengan data pembelajaran pada database, selanjutnya memproses mayoritas tetangga terdekat dengan algoritma K-NN., selanjutnya server mengirim perkiraan lokasi ke sisi klien. Bahasa pemrograman yang digunakan pada sisi server adalah PHP. Berikut adalah *flow chart* pada sisi server :



Gambar 7. Sistem Prototipe Pada Sisi Server

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian data dilakukan untuk menilai keakuratan sebuah model yang dibangun berdasarkan data pembelajaran. Hasil pengujian data disajikan dalam bentuk confusion matrix. Berbagai nilai K pada algoritma K-NN digunakan untuk mencari nilai K optimal sehingga tingkat akurasi tertinggi dapat ditemukan, K yang digunakan pada pengujian adalah K=3, K=5, dan K=7. K dengan nilai akurasi tertinggi digunakan pada pembuatan prototipe sistem. Berikut ini adalah hasil pengujian data :

Tabel 1. Confusion Matrix K=3

True	PMB	UPT	LOBBY
PMB	93	3	0
UPT	1	59	1
LOBBY	3	0	83

Nilai Akurasi dari confusion matrix untuk K=3 terhadap data sample tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{(TN + TP)}{(TN + FN + FP + TP)} \quad (4) \\
 &= \frac{(93 + 59 + 83)}{(93 + 59 + 83 + 3 + 3 + 1 + 1 + 0 + 0)} \\
 &= \frac{235}{243} \\
 &= 0.967078189 \times 100\% = \mathbf{96.71\%}
 \end{aligned}$$

Nilai *error rate* dari confusion matrix untuk K=3 terhadap data sample tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Error rate} &= \frac{(FP + FN)}{(P+N)} \quad (5) \\
 &= \frac{(3 + 3 + 1 + 1)}{(93 + 59 + 83 + 3 + 3 + 1 + 1 + 0 + 0)} \\
 &= \frac{8}{243} \\
 &= 0.0329218107 \times 100\% = \mathbf{3,29\%}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Confusion Matrix K=5

True	PMB	UPT	LOBBY
PMB	93	3	0



ILKOM Jurnal Ilmiah Volume 10 Nomor 3 Desember 2018

UPT	1	58	1
LOBBY	3	1	83

Nilai Akurasi dari confusion matrix untuk K=5 terhadap data sample tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{(TN + TP)}{(TN + FN + FP + TP)} \quad (6)$$

$$\frac{(93 + 58 + 83)}{(93 + 58 + 83 + 3 + 3 + 1 + 1 + 1 + 0)}$$

$$\frac{234}{243}$$

$$0.962962963 \times 100\% = \mathbf{96,30\%}$$

Nilai *error rate* dari confusion matrix untuk K=5 terhadap data sample tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{error rate} = \frac{(FP + FN)}{(P+N)} \quad (7)$$

$$\frac{(3 + 3 + 1 + 1 + 1)}{(93 + 58 + 83 + 3 + 3 + 1 + 1 + 1 + 0)}$$

$$\frac{9}{243}$$

$$0.037037037 \times 100\% = \mathbf{3,70\%}$$

Tabel 3. Confusion Matrix K=7

True	PMB	UPT	LOBBY
PMB	93	3	0
UPT	1	56	1
LOBBY	3	3	83

Nilai Akurasi dari confusion matrix untuk K=7 terhadap data sample tersebut adalah sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = \frac{(TN + TP)}{(TN + FN + FP + TP)} \quad (8)$$

$$\frac{(93 + 56 + 83)}{(93 + 56 + 83 + 3 + 3 + 3 + 1 + 1 + 0)}$$

$$\frac{232}{243}$$

$$0.95473251 \times 100\% = \mathbf{95,48\%}$$

Nilai *error rate* dari confusion matrix untuk K=7 terhadap data sample tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{error rate} = \frac{(FP + FN)}{(P+N)} \quad (9)$$

$$\frac{(3 + 3 + 3 + 1 + 1)}{(93 + 56 + 83 + 3 + 3 + 3 + 1 + 1 + 0)}$$

$$\frac{11}{243}$$

$$0.0452674897 \times 100\% = \mathbf{4,52\%}$$

Berikut hasil pengujian data disajikan dalam bentuk tabel :

K	Akurasi
3	96,71%
5	96,30%
7	95,48%

Berdasarkan hasil pengujian data didapatkan tingkat akurasi tertinggi pengujian sebesar 96,71% dengan error rate sebesar 3,70% dimana K yang digunakan adalah 3 (K=3).

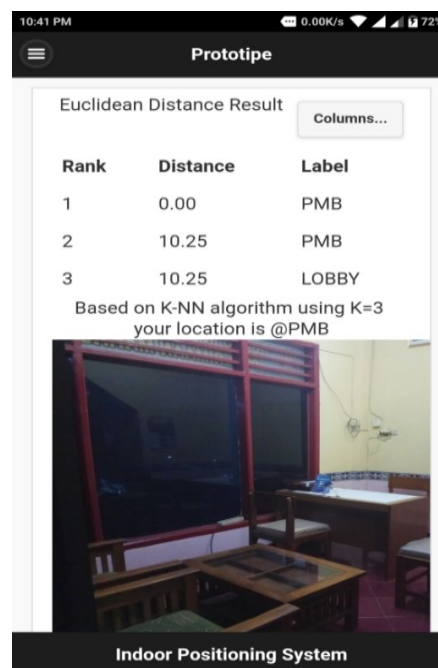
Rule hasil evaluasi klasifikasi diterapkan pada prototipe sistem *mobile* android, pengujian prototipe dilakukan pada 15 titik, masing-masing lokasi pengujian dilakukan sebanyak 5 titik pengujian. Saat pertama kali sistem dijalankan tahap pertama yang dilakukan oleh sistem adalah memindai WiFi yang tersedia, pemindaian ini bertujuan untuk mendapatkan data berupa RSS dan Mac Address dari masing-masing SSID, berikut ini adalah tampilan proses pemindaian WiFi :





Gambar 8. Pemindaian RSS AP

Setelah proses pemindaian selesai selanjutnya pengguna menekan tombol yang telah disediakan untuk memproses *Euclidean Distance*. Setelah jarak terdekat diketahui selanjutnya sistem mengurutkan berdasarkan jarak terkecil dan dipilih 3 data teratas. 3 data tersebut selanjutnya dilakukan proses klasifikasi mayoritas tetangga terdekat algoritma K-NN, label lokasi mayoritas pada 3 data tersebut menjadi output estimasi lokasi objek.



Gambar 9. Proses Euclidean Distance dan K-NN

Berikut ini adalah hasil pengujian sistem prototipe yang telah dilakukan sebanyak 15 titik pada 3 lokasi uji:

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Prototipe

Pengujian Ke :	Lokasi Sistem	Lokasi Sebenarnya	Klasifikasi
1	UPT	UPT	Benar
2	UPT	UPT	Benar
3	UPT	UPT	Benar
4	UPT	UPT	Benar
5	UPT	UPT	Benar
6	UPT	PMB	Salah
7	PMB	PMB	Benar
8	PMB	PMB	Benar
9	PMB	PMB	Benar
10	PMB	PMB	Benar
11	LOBBY	LOBBY	Benar
12	LOBBY	LOBBY	Benar
13	LOBBY	LOBBY	Benar
14	LOBBY	LOBBY	Benar
15	LOBBY	LOBBY	Benar

Berikut ini adalah perhitungan nilai akurasi pengujian sistem prototipe :

$$\text{akurasi prototipe} = \frac{\text{Jumlah klasifikasi benar}}{\text{jumlah dataset}} \times 100\% \quad (10)$$

$$\text{akurasi} = \frac{14}{15} \times 100\% = 0,9333 \times 100\% = \mathbf{93,33\%}$$

Berdasarkan hasil pengujian sistem prototipe didapatkan tingkat akurasi keberhasilan sistem untuk mengetahui lokasi sebesar 93,33%.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi yang telah dilakukan menggunakan metode *K-Fold Cross Validation* untuk *Indoor Positioning System* berdasarkan *fingerprinting* RSS WiFi dengan metode K-NN dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tingkat akurasi tertinggi pemosisian dalam ruangan sebesar 96,71% dengan *error rate* sebesar 3,29%.
2. Nilai K untuk mencapai tingkat akurasi tertinggi adalah K=3 semakin tinggi nilai K yang digunakan maka tingkat akurasi akan semakin berkurang..

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Penelitian ini diimplementasikan dengan tidak mengubah konfigurasi data RSS, disarankan mengubah konfigurasi dan melakukan *preprocessing* data RSS sehingga tingkat akurasi dapat ditingkatkan.
2. Optimalisasi data pembelajaran secara berkala diperbaharui menyesuaikan kondisi yang ada seperti penambahan/perubahan letak ruangan maupun *Access Point*.

5. Terima Kasih

Terima kasih kepada bagian UPT Kharisma Karawang yang telah berperan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian dan kepada Ketua STMIK Kharisma Karawang yang telah mendukung secara finansial.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Gu, A. Lo, and I. Niemegeers, "A Survey Of Indoor Positioning Systems For Wireless Personal Networks," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 11, no. 1, pp. 13–32, 2009.
- [2] G. Jekabsons and V. Zuravlyovs, "Refining Wi-Fi Based Indoor Positioning," *Aict2010 - Appl. Inf. Commun. Technol. Proc. 4Th Int. Sci. Conf.*, pp. 87–94, 2010.



- [3] D. Zhang, F. Xia, Z. Yang, L. Yao, and W. Zhao, "Localization technologies for indoor human tracking," in 2010 5th International Conference on Future Information Technology, FutureTech 2010 - Proceedings, 2010.
- [4] C. Fritsche, A. Klein and D. Wurtz, "Hybrid GPS/GSM localization of mobile terminals using the extended Kalman filter," 2009 6th Workshop on Positioning, Navigation and Communication, Hannover, 2009, pp. 189-194.
- [5] H. Liu, H. Darabi, P. Banerjee and J. Liu, "Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems," in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), vol. 37, no. 6, pp. 1067-1080, Nov. 2007.
- [6] B. Bobescu and M. Alexandru, "Mobile Indoor Positioning Using Wi-Fi Localization," Rev. Air Force Acad., vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2015.
- [7] Kupper, A, "Location Based Services : Fundamentals and Operations", John Wiley & Son, 2005.
- [8] A. W. S. Au, C. Feng, S. Valaee, S. Reyes, S. Sorour, S. N. Markowitz, D. Gold, K. Gordon, and M. Eizenman, "Indoor tracking and navigation using received signal strength and compressive sensing on a mobile device," IEEE Trans. Mob. Comput., vol. 12, no. 10, pp. 2050–2062, 2013.
- [9] Y. Lukito and A. R. Chrismanto, "Perbandingan Metode-Metode Klasifikasi Perbandingan Metode - Metode Klasifikasi Untuk Indoor Positioning System," J. Tek. Inform. dan Sist. Inf., 2015.
- [10] S. Outemzabet and C. Nerguizian, "Accuracy enhancement of an indoor ANN-based fingerprinting location system using particle filtering and a low-cost sensor," in IEEE Vehicular Technology Conference, 2008, pp. 2750–2754.

