

Implementasi *Indoor Positioning System* Berbasis *Smartphone* dengan Penambahan *Access Point* untuk Studi Kasus Gedung Teknik Informatika ITS

Fananda Herda Perdana, R.V. Hari Ginardi, dan F.X. Arunanto

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: hari@its.ac.id

Abstrak—Saat ini kebutuhan masyarakat akan informasi lokasi sangat tinggi, terutama dengan memanfaatkan teknologi teknologi GPS. Teknologi GPS saat ini sudah sangat maju untuk mencari tahu lokasi di luar ruangan tetapi untuk di dalam ruangan sistem ini memiliki akurasi yang rendah, apalagi untuk ruangan/gedung yang besar. Oleh karena itu, sebuah sistem yang lebih akurat untuk memberikan solusi bagi pendeteksian lokasi di dalam ruangan atau gedung yang memiliki lebih dari satu level lantai dikembangkan dengan konsep *3D Indoor Positioning System*. Untuk meminimalisir penurunan akurasi *Indoor Positioning System* karena minimnya jumlah *access point* atau persebaran *access point* yang kurang merata, maka dalam penelitian ini akan ditambahkan *access point* di lokasi yang memiliki akses sinyal *Wi-Fi* lemah setelah dilakukan evaluasi dari data sampel kondisi terkini *access point* di Gedung Teknik Informatika. Uji coba dilakukan dengan cara melakukan perbandingan hasil akurasi dari pengujian di beberapa lokasi kampus Teknik Informatika ITS ketika sebelum dilakukan penambahan *access point* dan ketika sesudah dilakukan penambahan *access point*. Setelah dilakukan penambahan *access point* di beberapa titik lokasi yang memiliki cakupan sinyal *Wi-Fi* lemah, dihasilkan akurasi yang meningkat hingga 16,67%, dari akurasi semula 78,70% menjadi 95,36% untuk seluruh titik uji coba pada gedung kampus. Selain itu juga penambahan *access point* berhasil meningkatkan akurasi 9 ruangan dari total 23 ruangan yang diuji secara signifikan (meningkat di atas 20%), terutama di daerah sekitar penambahan *access point*.

Kata Kunci—*Android*, *Access Point*, *Aplikasi Perangkat Bergerak*, *Indoor Positioning*, *Layanan Berbasis Lokasi*, *Wi-Fi*

I. PENDAHULUAN

DEWASA ini teknologi untuk melacak posisi telah banyak digunakan. Teknologi tersebut menggunakan GPS milik Pemerintah Negara Amerika Serikat. GPS tersebut dapat digunakan untuk mencari posisi sekarang, alamat tempat atau arah ke suatu tempat. Akan tetapi GPS memiliki kekurangan yaitu akurasi yang rendah ketika digunakan di dalam ruangan. Oleh karena itu, teknologi untuk melacak posisi di dalam ruangan *indoor* mulai dikembangkan dengan konsep *Indoor Positioning System*.

Beberapa peneliti telah mengembangkan konsep *Indoor Positioning System* tersebut dengan berbagai variasi cara dan metode untuk memperoleh akurasi yang paling tinggi, seperti *clustering KNN* (*K-Nearest Neighbor*), *NN* (*Nearest*

Neighbor), teknik *triangulasi*, teknik *trilaterasi*, dan sebagainya. Dari penelitian yang sudah ada, *clustering KNN* menghasilkan akurasi paling tinggi untuk masalah deteksi lokasi, tetapi masih sering terdapat beberapa hasil yang tidak sesuai. Salah satu faktor yang menyebabkan ditemuinya hasil *error* pada penelitian tersebut adalah jumlah *access point* yang kurang mencukupi untuk uji coba ataupun persebaran lokasi *access point* yang tidak merata sehingga mempersulit analisis data.

Dalam tugas akhir ini, *Indoor Positioning System* berbasis *Wi-Fi* akan digunakan untuk menentukan posisi menggunakan kekuatan sinyal dari beberapa *Wi-Fi* yang ada di dalam ruangan. Dalam penelitian ini akan ditambahkan *access point* di beberapa ruangan yang memiliki kekuatan akses sinyal *Wi-Fi* lemah untuk mengantisipasi penurunan akurasi *Indoor Positioning System* yang disebabkan karena minimnya jumlah *access point* atau persebaran *access point* yang kurang merata. Hasil penangkapan sinyal *RSSI* (*Received Signal Strength Indication*) akan diproses dengan *clustering Filtered K-Nearest Neighbors*. Kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan hasil percobaan ketika belum ditambahkan *access point*. Model lokasi yang digunakan adalah Gedung Teknik Informatika ITS.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Location Based Service* (*LBS*)

Location Based Service atau layanan berbasis lokasi adalah layanan informasi yang dapat diakses dengan perangkat *mobile* melalui jaringan selular dan memanfaatkan kemampuan untuk menggunakan lokasi pada perangkat *mobile* [1].

B. *Indoor Positioning System* (*IPS*)

IPS adalah sebuah solusi yang didasari oleh magnetik, data sensor atau perangkat jaringan yang digunakan untuk menemukan suatu benda atau seseorang secara nirkabel di dalam bangunan.

C. *Indoor Positioning Menggunakan Sinyal Wi-Fi*

Pada penelitian sebelumnya, sudah pernah dibuat aplikasi yang menerapkan *Indoor Positioning System*. Aplikasi ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi lokasi pengguna di dalam ruangan dengan menggunakan data kekuatan sinyal *Wi-Fi* yang ditangkap oleh *smartphone* pada ruangan tersebut.

Kemudian hasil yang didapatkan adalah informasi lokasi pengguna seperti: nama ruangan atau area lokasi keberadaan pengguna serta tingkat lantai dari lokasi tersebut [2].

Sistem ini sudah dikembangkan pada studi kasus pada Gedung Teknik Informatika ITS. Sistem memberikan performa yang baik untuk seluruh *test area* pada hampir setiap lokasi uji coba. Tetapi ada beberapa lokasi uji coba yang mendapatkan hasil kurang baik dikarenakan lokasi tersebut tidak tercakup sinyal *access point* yang memadai.

D. Android Studio

Android Studio [3] adalah sebuah IDE untuk *Android Development* yang diperkenalkan *Google* pada acara *Google I/O 2013*. *Android Studio* merupakan pengembangan dari *Eclipse IDE*, dan dibuat berdasarkan IDE *Java* populer, yaitu *IntelliJ IDEA*. *Android Studio* merupakan IDE resmi untuk pengembangan aplikasi *Android*.

Sebagai pengembangan dari *Eclipse*, *Android Studio* mempunyai banyak fitur-fitur baru dibandingkan dengan *Eclipse IDE*. Berbeda dengan *Eclipse* yang menggunakan *Ant*, *Android Studio* menggunakan *Gradle* sebagai *build environment*.

E. Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server [4] adalah sebuah sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) dari *Microsoft*. Bahasa *query* utamanya adalah *Transact-SQL* yang merupakan implementasi dari *SQL* standar *ANSI/ISO* yang digunakan oleh *Microsoft* dan *Sybase*. Umumnya *SQL Server* digunakan di dunia bisnis yang memiliki basis data berskala kecil sampai dengan menengah, tetapi kemudian berkembang dengan digunakannya *SQL Server* pada basis data besar.

F. Wireless Access Point

Dalam jaringan komputer, *wireless access point* (titik akses nirkabel) adalah suatu piranti yang memungkinkan piranti nirkabel untuk terhubung ke dalam jaringan dengan menggunakan *Wi-Fi*, *Bluetooth*, atau standar lain. *Wireless access point* biasanya tersambung ke suatu *router* (melalui kabel) sehingga dapat meneruskan data antara berbagai perangkat nirkabel (seperti komputer atau *printer*) dengan jaringan berkabel pada suatu jaringan. Standar yang diterapkan untuk *wireless access point* ditetapkan oleh *IEEE* dan sebagian besar menggunakan *IEEE 802.11* [5].

G. Wi-Fi

Wi-Fi adalah teknologi jaringan nirkabel yang memungkinkan komputer dan perangkat lain untuk berkomunikasi melalui sinyal nirkabel. Ini menggambarkan komponen jaringan yang berbasis pada salah satu standar *802.11* yang dikembangkan oleh *IEEE* dan diadopsi oleh *Wi-Fi Alliance* [6].

H. Teori Euclidean Distance

Euclidean distance [7] adalah perhitungan jarak dari 2 buah titik dalam *Euclidean Space*. *Euclidean space* diperkenalkan

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

d = jarak antara 2 titik.

x_1 = sumbu koordinat x pada titik ke-1.

x_2 = sumbu koordinat x pada titik ke-2.

y_1 = sumbu koordinat y pada titik ke-1.

y_2 = sumbu koordinat y pada titik ke-2.

Tabel 1.
Parameter Kekuatan Sinyal Wi-Fi

| Tingkat Kuat Sinyal (bar sinyal) | Kategori | Nilai Kuat Sinyal (dBm) |
|----------------------------------|-----------|-------------------------|
| 5 | Excellent | > -60 |
| 4 | Good | -60 s/d -70 |
| 3 | Fair | -71 s/d -80 |
| 2 | Bad | -81 s/d -90 |
| 1 | Very Bad | < -90 |

oleh *Euclid* seorang matematikawan dari Yunani untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Teori ini berkaitan dengan *Teorema Pythagoras* dan biasanya diterapkan pada titik 1 dan 2 dimensi. Teori *Euclidean distance* didefinisikan pada (1).

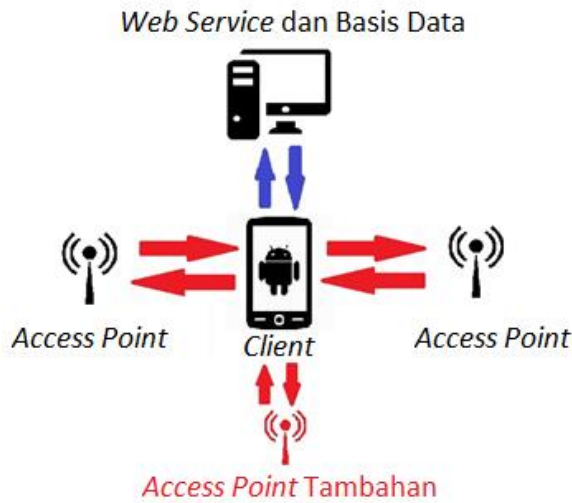
I. Parameter Kekuatan Sinyal Wi-Fi

Kualitas sinyal *Wi-Fi* [8] dapat dikategorikan berdasarkan kualitasnya seperti pada Tabel 1.

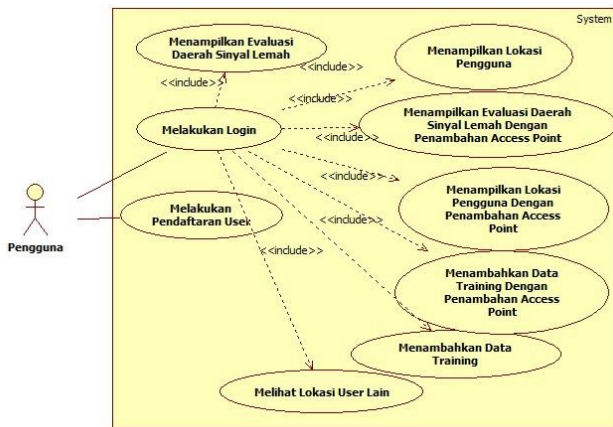
J. Algoritma Clustering Filtered K-Nearest Neighbors (CFK)

Clustering Filtered k-Nearest Neighbors (CFK) [9] merupakan gabungan antara klasifikasi *KNN (k-Nearest Neighbors)* dan *Hierarchical Clustering*. CFK menggunakan teknik pengelompokan dalam pembagian tetangga menjadi beberapa kelompok dan hanya satu kelompok yang digunakan, sementara yang lain dikeluarkan. Berikut merupakan tahapan-tahapan algoritma *Clustering Filtered k-Nearest Neighbors*:

- Pada ruang sampel S , dilakukan klasifikasi *KNN* dengan nilai k yang sudah ditentukan, lalu ditemukan kumpulan sampel K terdekat berdasarkan jaraknya (dengan *Euclidean Distance*) yang dinamakan K_SetL .
- Menerapkan algoritma *Hierarchical Clustering* pada K_SetL , yaitu mencari sepasang sampel dengan nilai *distance* terdekat, lalu menggabungkannya menjadi satu *cluster*. Proses tersebut dilakukan terus menerus hingga nilai *distance* pada semua *cluster* tidak ada yang di bawah *threshold*.
- Dari beberapa *cluster* yang telah diproses, akan diterapkan aturan sebagai berikut:
 - Ambil jarak *cluster* yang paling dekat.
 - Jika terdapat *cluster* terdekat dengan jarak yang sama lebih dari satu, maka ambil *cluster* yang memiliki anggota data *sample* yang lebih banyak.
- Menurut aturan tersebut, pilih salah satu *cluster* yang menjadi wakil dari semua *cluster*, yang akan disebut sebagai *cluster C* atau *delegated cluster*.
- Hitung rata-rata posisi koordinat dari semua sampel di dalam C sebagai perkiraan lokasinya.



Gambar 1. Arsitektur Sistem



Gambar 2. Diagram Kasus Penggunaan

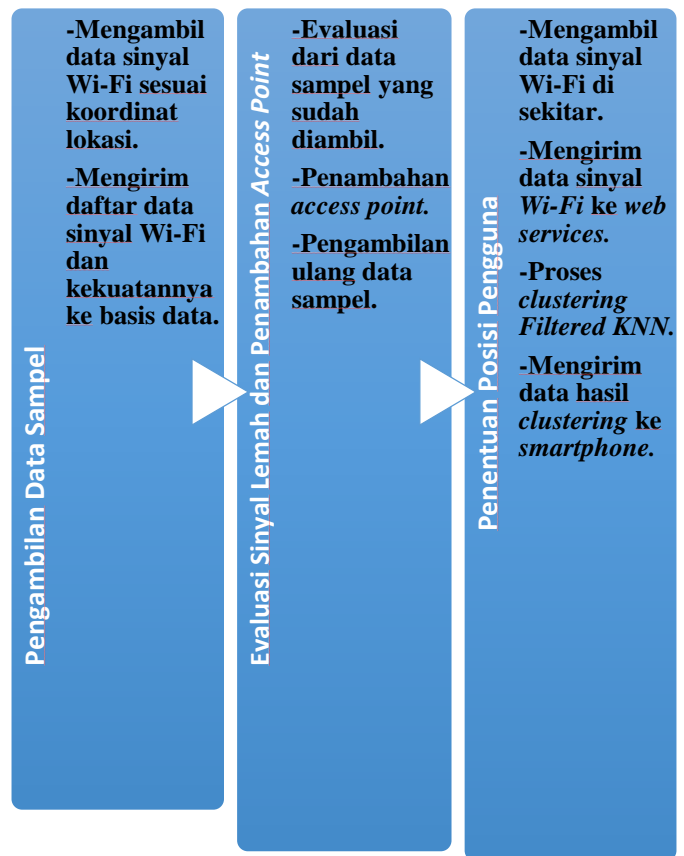
III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem pada aplikasi tugas akhir ini dijelaskan pada Gambar 1. Sistem *Indoor Positioning System* dengan penambahan *access point* ini menggunakan arsitektur *client-server*. *Server* merupakan *web service* dan *database server*, sedangkan *client* merupakan aplikasi pada *smartphone* berbasis *Android*. *Server* sistem *Indoor Positioning System* menggunakan sinyal *Wi-Fi*. Sistem tersebut digunakan untuk mengetahui posisi pengguna dengan dua data sampel berbeda untuk membandingkan tingkat akurasi. *Client* bertugas mengumpulkan data dari *access point* biasa dan *access point* tambahan, mengirimkan data ke *server*, menampilkan informasi terkait area gedung yang memiliki jangkauan sinyal *Wi-Fi* lemah.

B. Perancangan Sistem

Berdasarkan deskripsi umum sistem pada pendahuluan, didapatkan beberapa kebutuhan fungsional yang diperlukan untuk membangun aplikasi *indoor positioning* ini. Diagram kasus penggunaan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Alur Sistem

C. Perancangan Alur Sistem

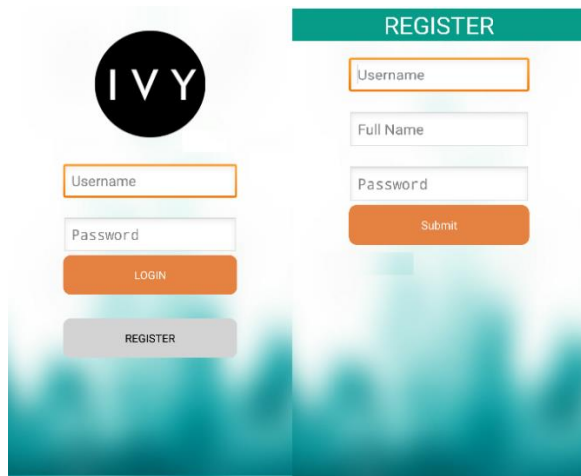
Proses alur yang dibangun pada sistem ini meliputi proses pengumpulan data sampel, proses evaluasi sinyal lemah dan penambahan *access point*, serta proses penentuan lokasi pengguna.

Alur sistem dapat dilihat pada Gambar 3. Pada gambar tersebut, alur sistem dimulai dengan pengambilan data sampel. Data sampel diambil dengan cara mengambil data-data *Received Signal Strength* (RSS) sesuai koordinat lokasi dan mengirimkannya ke basis data. Kemudian dari data sampel yang sudah diambil, dilakukan evaluasi lokasi yang memiliki cakupan sinyal *access point* dengan kekuatan lemah, setelah itu dilakukan penambahan *access point* di beberapa lokasi tersebut dan dilakukan pengambilan ulang data sampel. Setelah proses penambahan *access point* dilakukan, maka proses penentuan lokasi pengguna bisa dilakukan dengan mengirim data-data RSS di lokasi pengguna ke *server* untuk diproses dengan *clustering Filtered KNN*.

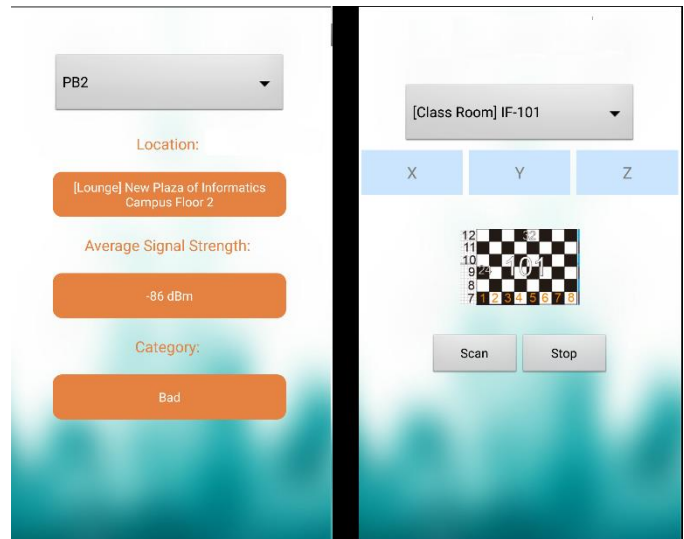
IV. IMPLEMENTASI SISTEM

A. Implementasi Antarmuka

Halaman *login* dan *register* dapat dilihat pada Gambar 4. Halaman *login* digunakan untuk memverifikasi akun pengguna agar dapat mengakses fungsionalitas utama sistem, sedangkan halaman *register* digunakan untuk melakukan pendaftaran pengguna baru.



Gambar 4. Implementasi Antarmuka Halaman *Login* dan *Register*



Gambar 7. Implementasi Antarmuka Daftar Lokasi Sinyal Lemah dan Halaman Tambah Data *Training*



Gambar 5. Implementasi Antarmuka Halaman Utama

| | Id | Name | Description |
|---|------------|--|-----------------|
| 1 | KANTIN | Kantin | Kantin |
| 2 | KANTINHIMA | [Kantin] Kantin lantai 3 | Kantin lantai 3 |
| 3 | PB2 | [Lounge] New Plaza of Informatics Campus Floor 2 | Lounge |
| 4 | PB3 | [Lounge] Plasa baru lantai 3 | Lounge |
| 5 | PL1 | [Lounge] Old Plaza of Informatics Campus Floor 1 | Lounge |
| 6 | PLASADTK | [Jalan] Samping Lab DTK | Jalan |
| 7 | PLASAPIKTI | [Lounge] Plasa Pikti | Lounge |

Gambar 8. Hasil Pengolahan Data Evaluasi Sinyal Lemah

Halaman utama aplikasi dapat dilihat pada Gambar 5. Halaman melihat lokasi *user* lain dan halaman mendapatkan lokasi dapat dilihat pada Gambar 6. Halaman melihat lokasi *user* lain digunakan untuk melihat lokasi pengguna lain yang menggunakan sistem ini, sedangkan halaman mendapatkan lokasi digunakan untuk mencari lokasi pengguna untuk saat ini.

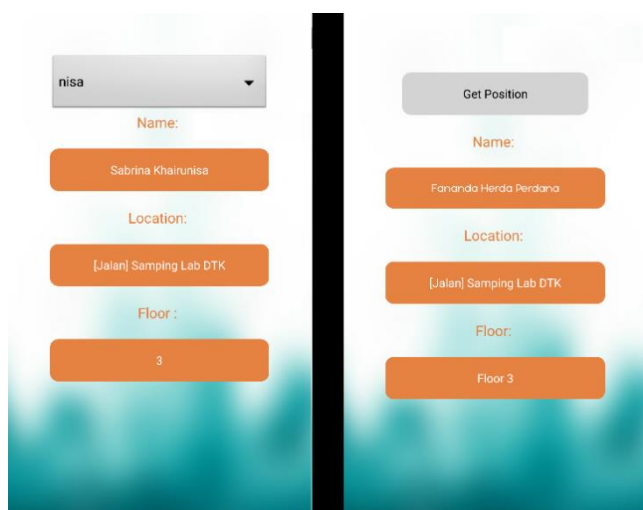
Halaman daftar lokasi sinyal lemah dan halaman tambah data *training* dapat dilihat pada Gambar 7. Halaman daftar lokasi sinyal lemah digunakan untuk melihat titik lokasi mana saja yang memiliki cakupan sinyal *access point* dengan kekuatan lemah, sedangkan halaman tambah data *training* digunakan untuk melakukan pengambilan data sampel.

B. Implementasi Evaluasi Sinyal Lemah dan Penambahan Access Point

Untuk menentukan lokasi pemasangan *access point*, diperlukannya analisis terhadap lokasi pemasangan *access point* yang sudah ada, yaitu dengan cara melakukan pengolahan data terhadap semua data sampel yang sudah masuk. Data lokasi dipilih dengan *query* agar memenuhi kriteria berikut:

1. Tidak memiliki cakupan terhadap *access point* dengan kekuatan sinyal berkategori **Excellent** (lebih besar dari -60 dBm).
2. Memiliki kekuatan sinyal dengan kategori **Bad** (antara -81 dBm sampai dengan -90 dBm) atau **Very Bad** (lebih kecil dari -90 dBm).

Hasil dari pengolahan *query* tersebut menghasilkan sejumlah titik lokasi seperti pada Gambar 8.



Gambar 6. Implementasi Antarmuka Halaman Melihat Lokasi *User* Lain dan Halaman Mendapatkan Lokasi

Tabel 2.
Daftar *Device* Penambahan *Access Point*

| No. | Jenis | Model | Nama SSID | Lokasi Dipasang |
|-----|------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1. | Smartphone | Nokia Lumia 720 | Sandylumia | Plasa DTK |
| 2. | Router | TP LINK-MR3020 | TP-LINK_Pocket_3020_79201 A | Plasa PIKTI |
| 3. | Smartphone | Samsung Galaxy Grand I9082 | Samsungifan | Plasa Baru 3 |
| 4. | Smartphone | Samsung Galaxy Tab 3 7.0 | Adittab | Plasa Baru 2 |
| 5. | Smartphone | BlackBerry Bold Touch 9900 | Adityabb | Kantin hima |
| 6. | Smartphone | Nokia Lumia 800 | Nokia Lumia 800_0192 | Plasa Lama 1 |
| 7. | Smartphone | Sony Ericsson Xperia Mini | xperia mini fandy | Kantin |

Tabel 3.
Hasil Pengujian Fungsionalitas

| No | Nama Pengujian | Hasil Pengujian |
|----|--|-----------------|
| 1. | Melakukan <i>Login</i> | Berhasil |
| 2. | Melakukan Pendaftaran <i>User</i> | Berhasil |
| 3. | Menampilkan Evaluasi Daerah Sinyal Lemah | Berhasil |
| 4. | Menampilkan Evaluasi Daerah Sinyal Lemah Dengan Penambahan <i>Access Point</i> | Berhasil |
| 5. | Menampilkan Lokasi Pengguna | Berhasil |
| 6. | Menampilkan Lokasi Pengguna Dengan <i>Access Point</i> | Berhasil |
| 7. | Menambahkan Data <i>Training</i> | Berhasil |
| 8. | Menambahkan Data <i>Training</i> Dengan Penambahan <i>Access Point</i> | Berhasil |
| 9. | Melihat Lokasi <i>User</i> Lain | Berhasil |

Tabel 4.
Hasil Pengujian Akurasi

| No | Lokasi Pengujian | Sebelum | Sesudah | Selisih |
|-----|--|---------|---------|---------|
| 1. | Kelas IF-101 | 67,5% | 92,5% | 25,00% |
| 2. | Kelas IF-102 | 92,5% | 97,5% | 5,00% |
| 3. | Kelas IF-103 | 100% | 100% | 0,00% |
| 4. | Kelas IF-104 | 85% | 92,5% | 7,5% |
| 5. | Kelas IF-105A | 67,5% | 97,5% | 30,00% |
| 6. | Kelas IF-105B | 100% | 100,00% | 0,00% |
| 7. | Kelas IF-106 | 60% | 97,5% | 37,5% |
| 8. | Kelas IF-108 | 82,5% | 90,00% | 7,5% |
| 9. | Kelas IF-111 | 100% | 100,00% | 0,00% |
| 10. | Kelas IF-112 | 87,5% | 92,5% | 5,00% |
| 11. | Ruang Baca Teknik Informatika | 91,25% | 92,5% | 1,25% |
| 12. | Depan Kantin | 40% | 96,67% | 56,67% |
| 13. | Plasa PIKTI | 56,67% | 96,67% | 40,00% |
| 14. | Plasa Lama 1 | 46,67% | 96,67% | 50,00% |
| 15. | Plasa Baru 1 | 86,67% | 86,67% | 0,00% |
| 16. | Laboratorium IGS | 92,5% | 97,5% | 5,00% |
| 17. | Plasa Baru 3 | 66,67% | 96,67% | 30,00% |
| 18. | Laboratorium Pemrograman 2 | 83,75% | 95,00% | 11,25% |
| 19. | Laboratorium Algoritma dan Pemrograman | 100% | 100,00% | 0,00% |
| 20. | Laboratorium Manajemen Informasi | 95% | 95,00% | 0,00% |
| 21. | Laboratorium Dasar Terapan Komputasi | 75% | 90,00% | 15,00% |

| | | | | |
|-----|-----------------------|--------|---------|--------|
| 22. | Lorong Lab MI dan DTK | 70% | 100,00% | 30,00% |
| 23. | Plasa DTK | 63,34% | 90,00% | 26,66% |
| | Rata-Rata | 78,7% | 95,36% | 16,67% |

Dari hasil pengolahan *query*, maka dilakukan penambahan *access point* berupa *router* atau *smartphone* yang bisa memancarkan sinyal *Wi-Fi* untuk membantu meningkatkan cakupan kekuatan sinyal *access point* di titik-titik lokasi tersebut seperti pada Tabel 2.

V. PENGUJIAN

Pengujian terhadap sistem yang telah selesai dibangun meliputi pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi. Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan metode *blackbox*. Sedangkan pengujian akurasi terdapat 23 ruangan lokasi di Gedung Teknik Informatika ITS yang digunakan untuk proses pengujian akurasi.

Pengujian akurasi dilakukan dengan cara menggunakan aplikasi untuk melakukan deteksi lokasi ketika sebelum dilakukan penambahan *access point* dan ketika setelah penambahan *access point*. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur tingkat akurasi sistem dalam melakukan perkiraan lokasi dan membandingkannya jika tidak menggunakan tambahan *access point*. Hasil dari pengujian fungsionalitas ditunjukkan pada Tabel 3 dan hasil dari pengujian akurasi ditunjukkan pada Tabel 4.

VI. KESIMPULAN

Selama proses perancangan, implementasi, dan pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses prediksi lokasi pengguna dilakukan dengan memproses sinyal *Wi-Fi* di sekitar pengguna menjadi informasi lokasi dengan algoritma *Clustering Filtered KNN* dan penambahan *access point* dapat dijalankan dengan baik.
2. Penelitian ini berhasil menerapkan sistem *indoor positioning* dengan penambahan *access point* dengan persentase rata-rata akurasi seluruh ruangan sebesar 95,36%, naik sebesar 16,67% dari akurasi ketika tidak dilakukan penambahan *access point*.
3. Secara keseluruhan persebaran *Wi-Fi* di Gedung Teknik Informatika sudah cukup bagus dan merata karena sebagian besar ruangan sudah tercakup *access point* dengan baik, hanya sebagian sudut-sudut ruangan saja yang memiliki cakupan sinyal lemah.
4. Penambahan *access point* lebih efisien dalam meningkatkan akurasi dan konsistensi hasil dari sistem *indoor positioning*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis F.H.P. mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember atas segala bantuan dan bimbingannya dalam menempuh ilmu dan meraih gelar Sarjana dalam tahun 2012-2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Steiniger, M. Neun and A. Edwardes, "Foundations of Location Based Services," *Lecture Notes on LBS*, vol. 1.0, pp. 1-8, 2006.

- [2] M. F. Ghanianto, Implementasi Indoor Localization Menggunakan Sinyal Wifi dan Clustering Filtered K-Nearest Neighbors untuk Pelacakan Keberadaan Seseorang dan Evaluasi Akurasi Pelacakan di Kampus Teknik Informatika ITS, Surabaya, 2015.
- [3] "Pengenalan *Android* Studio," [Online]. Available: <http://www.jadibaru.com/android/pengenalan-android-studio-2/>. [Accessed 3 March 2016].
- [4] "Microsoft SQL Server," [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server. [Accessed 2016 April 2].
- [5] "Titik akses nirkabel," [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Titik_aksès_nirkabel. [Accessed 14 Desember 2015].
- [6] "*Wi-Fi* - IEEE Standards," Tutorialspoint, [Online]. Available: http://www.tutorialspoint.com/wi-fi/wifi_ieee_standards.htm. [Accessed 3 December 2015].
- [7] "Cara Menghitung Euclidean Distance," 7 November 2012. [Online]. Available: <http://itmbali.blogspot.co.id/2012/11/euclidean-distance.html>. [Accessed 4 April 2016].
- [8] N. Sarkar, "Qualitative Characterization of Wireless Channel," in *Improving the Performance of Wireless LANs: A Practical Guide*, New York, Taylor & Francis, 2014, p. 464.
- [9] J. Ma, X. Li, X. Tao and J. Lu, "Cluster Filtered KNN: A WLAN-Based Indoor Positioning Scheme," in *World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks, 2008. WoWMoM 2008. 2008 International Symposium on a*, Newport Beach, CA, 2008, pp. 1-8.