

User Locator System Berbasis BSSID dan Alamat MAC Dalam Lingkungan Jaringan WIFI

Akhir A. Kristianto¹⁾, Xaverius B. N. Najoran²⁾, Alicia A. E. Sinsuw³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

E-mail : 120216018@student.unsrat.ac.id¹⁾, xnajoran@unsrat.ac.id²⁾, alicia.sinsuw@unsrat.ac.id³⁾

Abstrak – GPS merupakan suatu sistem penentuan lokasi berdasarkan sinyal satelit yang akan menghasilkan informasi berupa koordinat, *latitude*, *longitude* dan lokasi dalam peta. Penggunaan sinyal satelit inilah yang membuat GPS harus LOS (*Line on Sight*). Akan tetapi GPS juga memiliki beberapa kekurangan apabila objek tersebut berada di dalam sebuah ruangan/gedung. Faktor-faktor yang bisa memengaruhi ialah cuaca maupun struktur bangunan gedung, sehingga pengguna kesulitan untuk mendapatkan kekuatan sinyal satelit yang baik. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis membangun “User Locator System berbasis BSSID dan Alamat MAC dalam Lingkungan Jaringan WIFI” dengan menggunakan pendekatan metode pengembangan aplikasi model RAD (*Rapid Application Development*) dengan manfaat dapat memberikan informasi berupa titik lokasi terakhir berdasarkan *access point* dimana pengguna terhubung.

Kata kunci : User Locator, MAC Address, BSSID, RAD

I. PENDAHULUAN

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi yang sekarang ini sangat populer, berfungsi untuk menunjukkan dimana posisi objek atau pengguna berada. penggunaan GPS mulai berkembang meliputi berbagai bidang seperti pemantauan deformasi, studi geodinamika bumi, administrasi tanah, serta bidang transportasi dan rekreasi.

GPS merupakan suatu sistem penentuan lokasi berdasarkan sinyal satelit yang akan menghasilkan informasi berupa koordinat, *latitude*, *longitude* dan lokasi dalam peta. Penggunaan sinyal satelit inilah yang membuat GPS harus LOS (*Line on Sight*) sehingga mudah dalam memperkirakan posisi suatu objek yang berada di luar gedung. Akan tetapi GPS juga memiliki beberapa kekurangan apabila objek tersebut berada di dalam sebuah ruangan/gedung. Faktor-faktor yang bisa memengaruhi ialah cuaca maupun struktur bangunan gedung, sehingga pengguna kesulitan untuk mendapatkan kekuatan sinyal satelit yang baik.

IPS (*Indoor Positioning System*) merupakan suatu sistem yang dapat menentukan posisi objek yang berada di dalam suatu ruangan tertutup/ gedung bertingkat. Sistem ini selain dapat menentukan posisi, juga dapat menentukan orientasi dan arah pergerakan seseorang. Terdapat berbagai pendekatan untuk mengimplementasikan IPS, seperti memanfaatkan

RFID (*Radio Frequency Identification*), *Infrared* dan *Wi-Fi* (*Wireless Fidelity*). Teknologi *Wi-Fi* saat ini belum memberikan informasi jarak antara *access point* dengan penerima sinyal, namun informasi level kekuatan sinyal *Wi-Fi* dapat diolah sehingga dapat menunjukkan lokasi penerima sinyal. Selain level kekuatan, informasi lain yang dapat dimanfaatkan adalah *Basic Service Set Identifier* (BSSID). BSSID bersifat unik karena biasanya berasal dari *MAC Address access point*.

Berdasarkan uraian diatas, maka disusun penelitian dengan judul *User Locator System* berbasis BSSID dan alamat MAC dalam lingkungan jaringan WIFI

II. LANDASAN TEORI

A. Indoor Positioning System

Indoor Positioning System (IPS) merupakan suatu solusi untuk menentukan suatu objek lokasi atau orang yang berada didalam gedung yang menggunakan gelombang radio, *magnetic fields*, *acoustic signals* atau sensor lain yang mampu mengirimkan informasi melalui *mobile device*. IPS memiliki kelemahan sangat rentan terhadap bahan-bahan yang mempengaruhi kinerja dari sensor (contoh seperti medan magnet). Selain itu juga refleksi permukaan yang menyebabkan propagasi *multi-path*.^[11]

Indoor positioning berbasis WIFI pertama kali diperkenalkan oleh Bahl dan Padmanabhan pada tahun 2000an. *radio-frequency* RF dimana titik akses WIFI (*access point*) digunakan untuk menentukan posisi pada perangkat *mobile*. Kuat daya pancar sinyal yang ditransmisikan oleh *access point* (AP) ataupun stasiun pengirim utama dapat menentukan lokasi *mobile device* yang terkoneksi. Kinerjanya yakni dengan menggunakan model propagasi, melalui jarak antara perangkat dan AP dapat digunakan untuk melakukan estimasi penentuan lokasi. RSSI adalah pengukuran terhadap kuat daya yang diterima oleh perangkat wireless. RSSI memiliki beberapa variasi karena adanya pengaruh *fading* atau *shadowing*. Propagasi gelombang radio pada *free space* mengikuti aturan persamaan Friis dan *path loss* sebanding dengan $1/d^2$, dimana d adalah jarak antara sumber dan *receiver* ^[13].

Terdapat beberapa pendekatan pemanfaatan IPS yaitu :

a. Positioning Berbasis RFID

Teknik *positioning* berbasis RFID dibagi menjadi 2 kategori yaitu *tag-oriented* dan *reader-*

oriented. Teknik positioning berbasis *RFID* bisa mencakup area yang relatif besar bagi sebagian device. Akan tetapi penggunaan *RFID* sebagai media *positioning* memiliki efek *multi-path* yang cukup signifikan.

b. *Positioning* Berbasis *UWB*

UWB merupakan channel komunikasi yang menyebarkan informasi dengan secara luas dari frekuensi. Hal tersebut memungkinkan pemancar *UWB* untuk mengirimkan data yang besar dan hanya menggunakan energi pancar yang kecil. *UWB* dapat digunakan untuk *positioning* dengan memanfaatkan *the time difference of arrival (TDOA)* dari sinyal RF untuk mendapatkan jarak antara titik awal dan target.

c. *Positioning* Berbasis *Cellular*

Beberapa sistem telah menggunakan *Global System of Mobile / Code Division Multiple Access (GSM / CDMA)* untuk memperkirakan lokasi pengguna *mobile*. Namun keakuratan metode menggunakan cell-ID atau *Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)* pada umumnya sangat rendah (antara 50 – 200 m) tergantung ukuran cellnya. Secara umum, tingkat akurasi di perkotaan lebih tinggi disbanding dengan di lingkungan pedesaan. *Indoor Positioning* berbasis jaringan *cellular* sangat memungkinkan apabila dalam suatu bangunan tersebut masih berada dalam ruang lingkup *base station* atau dengan kata lain pengguna harus mendapat signal yang baik saat berada dalam ruangan.

d. *Positioning* Berbasis *GPS*

Global Positioning System (GPS) atau *Differential Complement DGPS*, merupakan yang tersukses dalam hal *positioning system*. Akan tetapi cakupan signal satelit yang buruk bila berada dalam ruangan sangat berpengaruh dengan tingkat keakuratannya sehingga tidak sesuai untuk digunakan dalam suatu ruangan.

B. *WIFI*

Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) yaitu sekumpulan standar yang digunakan untuk Jaringan Lokal Nirkabel (*Wireless Local Area Networks - WLAN*) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11. Pada *WIFI* lebih dikenal 3 standar yang populer yaitu:

a. 802.11b

802.11b merupakan standar *WLAN* pertama yang digunakan secara luas pada perangkatan komputer maupun perangkat lainnya. Standar 802.11b disahkan oleh IEEE pada bulan Juli 1999. 802.11b memiliki kecepatan data sampai dengan 11 Mbps dan beroperasi pada *channel 2.4 GHz*.

b. 802.11a

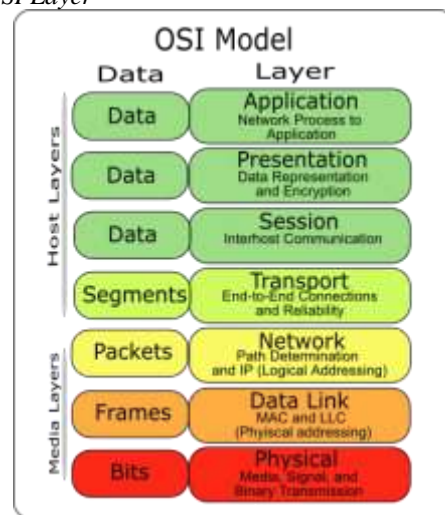
802.11a mampu menghasilkan kinerja yang lebih tinggi, serta menggunakan band yang memungkinkan untuk mengurai

terjadinya interferensi yang mengurangi kinerja perangkat. 802.11a disahkan bersamaan dengan 802.11b tapi keduanya berbeda dalam kecepatan transfer data. 802.11a beroperasi pada channel 5 GHz yang membuatnya lebih mahal dari pada 802.11b. 802.11a memiliki kecepatan transfer data hingga 54 Mbps.

c. 802.11g

Setelah diperkenalkan standar 802.11b dan 802.11a, 802.11g menjadi paling banyak digunakan pada band 2.4 GHz. Sama seperti pendahulunya 802.11b, 802.11g beroperasi pada band 2.4 GHz dan menyediakan throughput data sebesar 54 Mbps.

C. *OSI Layer*



Gambar 1. OSI Model

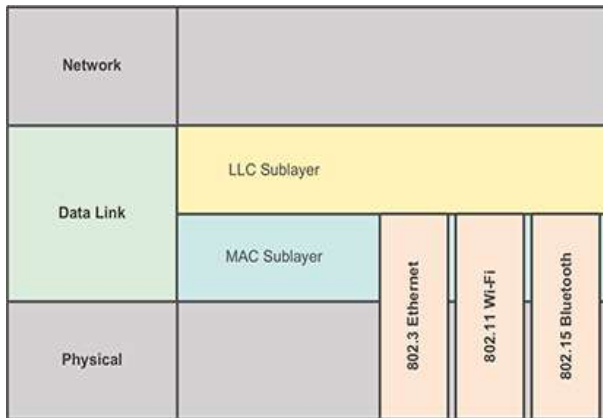
Tujuh layer OSI dibuat oleh *International Organization for Standardization (ISO)* pada tahun 1984. Layer OSI digunakan sebagai arsitektur untuk komunikasi *intercomputer*. Dengan adanya 7 layer OSI, dapat diketahui bagaimana data dari satu perangkat berpindah melalui suatu medium kemudian sampai akhirnya diterima kembali pada komputer lain.

Dari 7 lapisan model layer OSI dibagi menjadi 2 kategori, yaitu lapisan atas dan lapisan bawah. Lapisan atas dari model OSI bertanggung jawab dengan aplikasi layer aplikasi merupakan lapisan terakhir yang berhubungan ke pengguna. Lapisan bawah dari model OSI bertanggung jawab atas *transport* data. lapisan bawah dari lapisan OSI ialah lapisan fisik yang bertanggung jawab untuk memberikan informasi pada media jaringan.

D. MAC Address

Yang dimaksud dengan *MAC Address (Media Access Control Address)* adalah sebuah alamat jaringan yang diimplementasikan pada lapisan *data-link* dalam tujuh lapisan model OSI, yang merepresentasikan sebuah node tertentu dalam jaringan. Dalam sebuah jaringan berbasis *Ethernet*, *MAC address* merupakan alamat yang unik yang memiliki panjang 48-bit (6 byte) yang mengidentifikasi sebuah komputer, *interface* dalam sebuah router, atau node lainnya dalam jaringan. *MAC Address* juga sering disebut sebagai *Ethernet address*, *physical address*, atau *hardware address*.

Gambar 2. Posisi MAC dalam Lapisan OSI



MAC Address mengizinkan perangkat-perangkat dalam jaringan agar dapat berkomunikasi antara satu dengan yang lainnya. Sebagai contoh, dalam sebuah jaringan berbasis teknologi *Ethernet*, setiap header dalam frame *Ethernet* mengandung informasi mengenai *MAC address* dari komputer sumber dan *MAC address* dari komputer tujuan. Beberapa perangkat, seperti halnya *bridge* dan *switch Layer-2* akan melihat pada informasi *MAC address* dari komputer sumber dari setiap *frame* yang ia terima dan menggunakan informasi *MAC address* ini untuk membuat tabel routing internal secara dinamis. Perangkat-perangkat tersebut pun kemudian menggunakan tabel yang baru dibuat itu untuk meneruskan frame yang diterima ke sebuah *port* atau segmen jaringan tertentu dimana komputer atau node yang memiliki *MAC Address* tujuan berada.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Data Penelitian

Pada penelitian ini data yang dikumpulkan untuk menunjang pengerjaan penelitian :

1. Data Primer

Data primer yang diambil untuk menunjang perlengkapan dari aplikasi yang dibuat seperti *BSSID access point*, letak posisi *access point* dan alamat *MAC* dari *device smartphone user*.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang didapatkan secara tidak langsung bersumber dari jurnal, e-book, dan

informasi lainnya yang berhubungan dengan pembuatan aplikasi.

B. Tahapan Penelitian

Model rekayasa perangkat lunak yang digunakan adalah model RAD (*Rapid Application Development*). RAD adalah salah satu metode pengembangan suatu sistem informasi dengan waktu yang relatif singkat^[9]. RAD memiliki 3 tahapan utama yaitu :

1. Rencana Kebutuhan (*Requirement Planing*)

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan informasi untuk tercapainya tujuan. Semua informasi yang dibutuhkan dikumpul untuk menjadi data yang digunakan dalam proses pembuatan.

2. Proses Desain (*Design Workshop*)

Dalam tahap ini dilakukan proses desain dan perbaikan apabila masih terdapat beberapa ketidaksesuaian desain antara *user* dan analis. Kemudian dilakukan pembuatan prototype dari aplikasi yang dimaksud.

3. Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap ini, semua desain dari sistem yang sudah dibuat dan disetujui dikembangkan menjadi sebuah program. Setelah itu program akan diuji apakah terdapat kesalahan atau tidak.

C. Perancangan Aplikasi

Pada tahap ini dilakukan beberapa persiapan untuk membangun aplikasi dalam bentuk gambaran. Aplikasi yang dibangun berupa aplikasi mobile dan juga website.

1) *Storyboard Aplikasi User Locator*

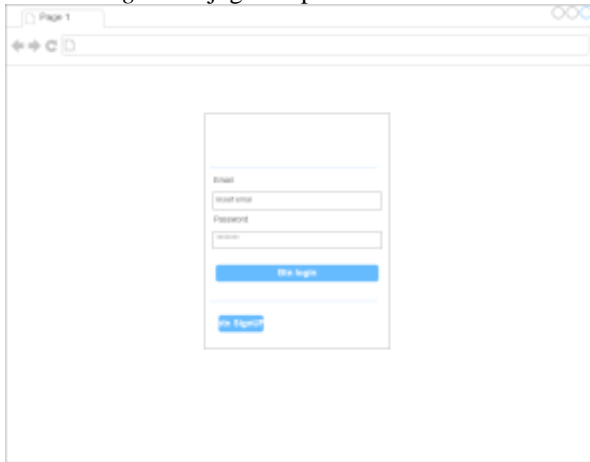
Storyboard tampilan awal yang dirancang terdapat nama aplikasi yang akan menandakan bahwa aplikasi sedang berjalan.



Gambar 3. Storyboard Tampilan Awal Aplikasi

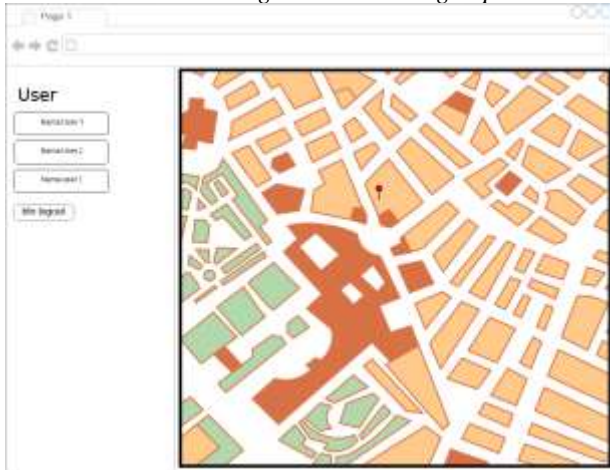
2) *Storyboard* Tampilan Website

Storyboard yang dirancang berupa tampilan halaman *login* dan juga tampilan halaman awal.



Gambar 4. *Storyboard* halaman *login* website

Pada rancangan halaman *login* nantinya akan terdapat *form* untuk mengisi alamat *email* dan *password* serta akan ada *button login* dan *button sign up*.



Gambar 5. *Storyboard* Halaman Utama

Pada rancangan halaman utama, terdapat *list* nama *user* dan *button logout* pada *side bar*. Sedangkan di tengah halaman terdapat tampilan peta yang nantinya akan menunjukkan posisi dari *user*.

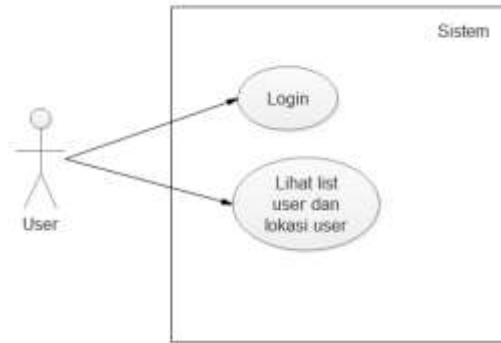
3) *Behavioral Model*

Pada tahap ini perancangan dimodelkan berdasarkan gambar dan perilaku objek dengan menggunakan *use case diagram* dan *sequence diagram*.



Gambar 6. *Use case diagram* user pada aplikasi *mobile*

Dari *use case* diatas sistem mengambil data berupa alamat *MAC* perangkat dan *BSSID access point* untuk disimpan ke *database*.



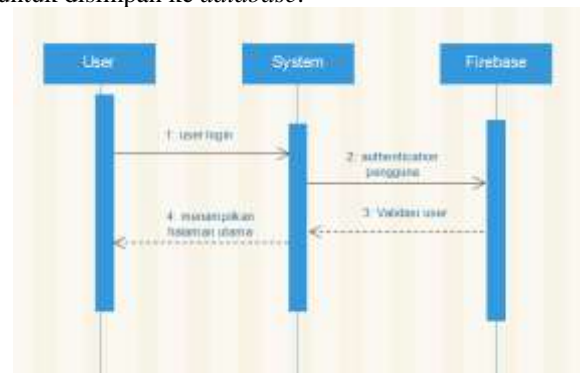
Gambar 7. *Use case* user pada website

Dari *use case* di atas menunjukkan *user* berinteraksi dengan halaman *login*, lihat *user* dan lokasi.



Gambar 8. *Sequence diagram* aplikasi

Pada diagram di atas dapat dilihat proses interaksi yang terjadi pada setiap objek yang ada di dalam sistem. Diawali dengan proses di mana *user* yang diasumsikan konek ke *WIFI* dan menjalankan aplikasi, selanjutnya aplikasi memasukkan data berupa *MAC address* pengguna dan juga *BSSID* dari *access point* untuk disimpan ke *database*.



Gambar 9. *Sequence diagram* website

Pada diagram diatas dapat dilihat urutan yang terjadi dimulai dari *user* mengakses halaman *login*, kemudian sistem akan memeriksa apakah *user* yang masuk ada pada *database* atau tidak. Selanjutnya sistem akan menampilkan tampilan halaman utama dari *website*.

4) Database (Basisdata)

Database yang digunakan adalah *Real Time Database* yang di sediakan oleh *Firebase* yang merupakan sebuah *NoSQL database*. *NoSQL database* menyimpan data menggunakan format *JSON (Java Script Object Natation)*.



Gambar 10. Struktur *database AP* pada *firebase*

Pada struktur di atas terdapat empat key yaitu *BSSID* yang nantinya akan diisi dengan nilai berupa *MAC Address* dari *access point*, key lokasi akan diisi dengan lokasi tempat *access point* berada, key *lat* yang berisi *latitude* dan key *lng* yang berisi *longitude* dari posisi *access point*.



Gambar 11. Struktur *user* pada *firebase*

Pada Gambar 11 diatas terdapat 6 key yaitu : key *mac_user* yang nantinya akan berisi nilai berupa *MAC address* dari *handphone* pengguna, *nama_user* akan berisi dengan nama pengguna, *lokasi_user* yang nanti akan terisi sendiri berdasarkan lokasi dari *access point*, *mac_ap* akan terisi dengan *mac address* dari *access point*, *lat* dan *lng* yang juga akan terisi sendiri berdasarkan *latitude* dan *longitude* dari *access point*.

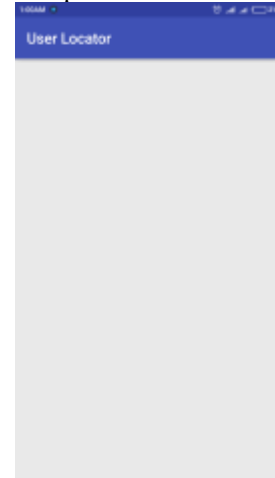
5) Coding (Pengkodean)

Pada tahap ini merupakan tahap penulisan kode sumber program sesuai dengan hasil perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Untuk aplikasi mobile ditulis dengan bahasa pemrograman *Java* dan *XML* sedangkan untuk pembuatan website digunakan Bahasa pemrograman *html, php* dan *javascript*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Antarmuka Aplikasi

1. Tampilan awal aplikasi



Gambar 12. Tampilan awal aplikasi

Gambar diatas merupakan hasil dari perancangan tampilan awal aplikasi mobile. Terlihat nama aplikasi di sudut kiri atas.

2. Tampilan Aplikasi Website



Gambar 13. Halaman *login*

Gambar diatas merupakan tampilan halaman *login* pada *website* dimana digunakan untuk membatasi pengguna yang akan menggunakan isi konten dari *website*. Hanya *user* yang terdaftar saja yang bias mengakses konten *website*. *User* yang belum terdaftar bisa mengisi *form email* dan *password* dan menekan tombol *sign up* untuk mendaftar.



Gambar 14. Halaman utama


Gambar diatas merupakan tampilan halaman utama *website*. Pada sebelah kiri tampilan terdapat list dari *user* pengguna aplikasi *mobile* dan juga tombol *logout* untuk keluar dari halaman utama *website*. Pada bagian tengah *user* dapat melihat tampilan dari lokasi pengguna *mobile* aplikasi dalam bentuk peta.

B. Pengujian

Pengujian merupakan serangkaian aktivitas yang dapat direncanakan di awal dan dilakukan secara sistematis. Pengujian perangkat lunak adalah salah satu elemen dari suatu topik yang lebih luas yang sering disebut sebagai verifikasi dan validasi (V&V)^[10].

Pada tahap ini dilakukan pengujian aplikasi menggunakan metode *Black Box*. Menurut Pressman, Pengujian kotak hitam juga disebut sebagai pengujian perilaku, berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak.

Tabel 1. Rekap pengujian

No	Nama Pengujian	Unjuk Kerja	Keterangan
1	Aplikasi mobile	Jika user pengguna membuka aplikasi mobile	Data mac address dan bssid handphone akan disimpan ke database.
2	Login website	1. Jika user memasukan email dan password yang terdaftar 2. jika user memasukan email dan password yang tidak terdaftar.	1. Menampilkan halaman utama 2. 
3	Sign Up	Jika user klik tombol sign up	Email dan password user akan terdaftar di firebase authentication.
4	Halaman utama	1. menampilkan list nama pengguna. 2. Jika user dapat melihat lokasi pengguna mobile dalam	1. terdapat list nama pengguna mobile aplikasi di sidebar 2. Lokasi pengguna mobile aplikasi akan ditandai dengan marker

		bentuk peta	
5	Log out	Jika user menekan tombol logout	Kembali ke halaman Log In



Gambar 15. Posisi Awal

Pada uji coba ini terdapat 2 *device* yang telah terhubung dengan jaringan *wifi*. *Device* diberi label *User Test 1* dan *User test 2*. Pada Gambar 15. dapat dilihat posisi dari kedua *device* berada pada titik *access point* tempat terhubungnya *device* tersebut.



Gambar 16. Perubahan Posisi

Gambar diatas menunjukkan perubahan posisi yang terjadi pada saat *device User Test 2* berpindah tempat ke lokasi *access point* yang lain. Maka dapat diketahui dimana posisi terakhir *user* setelah terjadi perubahan yang dapat dilihat dari peta yang ada.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa *User Locator System* berbasis *BSSID* dan alamat *MAC* dalam lingkungan jaringan *WIFI* yang dapat memperkirakan posisi pengguna berdasarkan lokasi *access point* tempat pengguna terhubung.

B. Saran

Setelah dilakukan penelitian ini, disarankan :

1. Dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut lagi tentang *User Locator System* dengan menambahkan fitur-fitur lain yang lebih menjangkau.

2. Memanfaatkan *MAC address* untuk pengembangan aplikasi yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdulrahman Alarifi, AbdulMalik Al-Salman. Dkk. 2016. *Ultra Wideband Indoor Positioning Technologies: Analysis and Recent Advances*. Journal Sensors. Vol. 16.
- [2] Anonim "Pengenalan JSON", <http://www.json.org/json-id.html>, 29 April 2017.
- [3] Anonim "Pengertian Bahasa Pemrograman JAVA", <http://restoprogram.com/pengertian-bahasa-pemrograman-java/>, 29 April 2017.
- [4] Erzi Hidayat. 2013. Rancang Bangun Mobile Phone Positioning System Pada Platform Android. Skripsi Program S1 Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- [5] Hiu Liu, 2007. *Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems*. IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics. Vol.37, No. 6
- [6] Ian Poole, "IEEE 802.11", <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11b.php>, 29 april 2017.
- [7] Kirill Fakhroudinov, "The Unified Modeling Language", <http://www.uml-diagrams.org>, 29 April 2017.
- [8] Lukito Yuan, Chrismanto Antonius. 2015. *Perbandingan Metode-Metode Klasifikasi Untuk Indoor Positioning System*, Jurnal Teknik Informatikan dan Sistem Informasi. Vol. 1 no.2.
- [9] Noertjahyana Agustinus. 2002. Studi Analisis Rapid Application Development Sebagai Salah Satu Alternatif Metode Pengembangan Perangkat Lunak. Jurnal Informatika, Vol. 3 no. 2.
- [10] Pressman, S. Roger. 2012, Edisi VII, Rekayasa Perangkat Lunak. Terjemahan, Jogjakarta : Andi.
- [11] Setyawan Ryan. 2015. *Indoor Positioning Wifi Di Smartphone Android*. Jurnal Teknik, Vol.5.
- [12] Supriyanto Aji, 2006, *Tinjauan Teknis Teknologi Perangkat Wireless dan Standar Keamanannya*. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK, Vol. 11.
- [13] Wirawan, T.N., 2013. *Karakteristik Propagasi dalam Ruang berdasarkan Analisa RSSI pada Jaringan Sensor Nirkabel*.

TENTANG PENULIS



Akhir Agus Kristianto, lahir di Poso pada tanggal 31 Agustus 1994. Penulis menempuh Pendidikan secara berturut-turut di SD Negeri 1 Tatura Palu (2000-2006), SMP Negeri 2 Palu (2006-2009), dan lulus dari SMK Negeri 3 Palu dengan Kompetensi Keahlian Teknik Komputer dan

Jaringan (2009-2012).

Pada tahun 2012, penulis melanjutkan studi di Program Studi Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi. Selama masa kuliah, penulis telah menjalani kerja praktek di CV. Mapalus Tech. Manado, serta mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata Terpadu di Desa Watudambo, Kecamatan Kauditan, Kabupaten Minahasa Utara. Penulis mendapatkan sertifikasi dari Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) pada bidang Junior Networking dan Administrating Network Security oleh Lembaga Sertifikasi Profesi Teknologi Informasi dan Komunikasi (LSP TIK) Surabaya. Selama kuliah penulis pernah tergabung dalam organisasi kemahasiswaan yaitu, Unit Pelayanan Kerohanian Kristen (UPK Kr.) Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Unsrat IT Community dan Himpunan Mahasiswa Elektro FT-Unsrat. Penulis menyelesaikan studi di Program Studi Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi pada 15 September 2017.