

Mobile Positioning Menggunakan Network Identity Sebagai Sistem Absensi Berbasis Mobile Studi Kasus: Universitas Sebelas Maret

Endar Suprih Wihidayat, S.T., M.Eng.
Jurusan D3 Teknik Informatika
Fakultas MIPA
Universitas Sebelas Maret
endars@staff.uns.ac.id

Azis Rahmanto
Jurusan Informatika
Fakultas MIPA
Universitas Sebelas Maret
azis@student.uns.ac.id

Afrizal Doewes S.Kom., M.Sc.
Jurusan Informatika
Fakultas MIPA
Universitas Sebelas Maret
afrizal.doewes@gmail.com

ABSTRAK

Mobile positioning merupakan suatu teknologi untuk mengetahui posisi perangkat mobile di suatu area geografis. *Mobile Positioning* dapat menggunakan berbagai cara seperti GPS, *Assisted GPS* (A-GPS), jaringan GSM ataupun jaringan Wi-Fi, dan dimanfaatkan untuk berbagai hal, paling umum digunakan sebagai alat navigasi. Pada paper ini akan ditunjukkan manfaat *Mobile Positioning* menggunakan *Cell Id* jaringan GSM / 3G yang dikombinasikan dengan Wi-Fi untuk sistem absensi di Universitas Sebelas Maret. Hasil penelitian menunjukkan *Mobile Positioning* yang menggunakan kombinasi *Cell Id* dan Wi-Fi memiliki kepresisian yang cukup untuk proses validasi bahwa karyawan UNS sudah berada di area kerja.

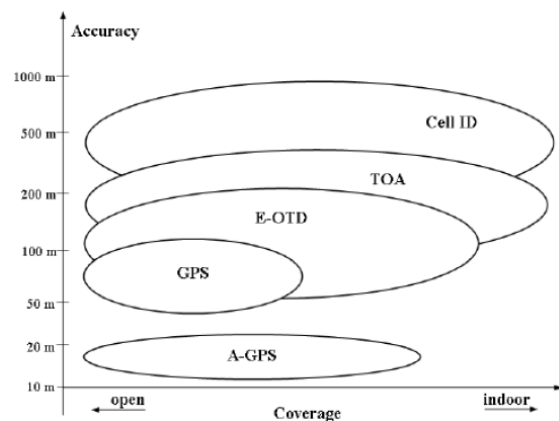
Kata Kunci: *Mobile Positioning, Wi-Fi positioning, GSM Cell Id, sistem absensi, webservice*

1. PENDAHULUAN

Mobile Positioning dilakukan dengan beragam cara. Masing-masing cara memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dan kekurangan tersebut bisa diukur dengan beberapa parameter seperti akurasi, coverage, biaya akses dan penyediaan alat. *Mobile Positioning* yang paling populer adalah *Global Positioning System* (GPS). GPS menyediakan akurasi yang tinggi, *coverage* yang luas, di seluruh dunia, akses gratis dan modul GPS yang murah. GPS memiliki kekurangan seperti hanya tersedia di wilayah terbuka, tidak bekerja dengan baik di dalam gedung dan menguras banyak energi [1]. Untuk keperluan navigasi presisi menjadi hal penting, namun pada paper ini, target yang diinginkan *coverage* sempit, kepresisian yang sedang dan sumberdaya energi paling minimal.

Penggunaan teknologi *Mobile Positioning* berdasarkan akurasi dan bisa dilihat di Gambar 1 [2]. Dalam Gambar 1 bisa diketahui kelebihan dari GPS adalah akurasi, dan kekurangannya adalah *coverage* yang kurang baik di area indoor. Sedangkan kelebihan dari *Cell Id* adalah *coverage* yang baik sampai dengan indoor building namun jelek di akurasinya. *Assisted GPS* (A-GPS) memiliki akurasi terbaik dan cakupan *coverage* yang juga bagus, namun tidak bekerja dengan baik di indoor building dan membutuhkan upgrade di *mobile station* (MS) / *handphone*, dan *Base Transceiver Station* (BTS). *Enhanced Observed Time Difference* (E-OTD) dan *Time of Arrival* (TOA) merupakan teknologi positioning yang menggunakan

jaringan GSM. Namun kedua teknologi ini hanya bisa diakses oleh operator telepon, sehingga tidak tersedia secara bebas. Terakhir adalah *Cell Id*. *Cell Id* memiliki akurasi rendah namun bisa menjangkau hingga ke dalam gedung. *Cell Id* merupakan identitas *cell* dari sinyal GSM / WCDMA yang bisa diakses secara bebas. MS selalu meng-*update Cell Id* terus-menerus selama *background*.



Gambar 1. Akurasi Vs Coverage

Penggunaan *Cell Id* sebagai *Mobile Positioning* jauh lebih hemat energi, yaitu mencapai 90% [1]. Hemat energi ini menjadi pertimbangan utama karena aplikasi yang dibuat, direncanakan untuk selalu menyala selama karyawan bekerja. Kunci hemat energi ini dikarenakan perangkat mobile selalu berinteraksi dengan BTS pada jaringan 2G [3] atau NodeB pada jaringan 3G [4]. Jadi aplikasi yang akan dibuat hanya mengambil data yang sesungguhnya sudah tersedia. Untuk menambah kepresisian maka ditambahkan data *MAC Address* dari Wi-Fi. Namun demikian Wi-Fi ini hanya akan dinyalakan pada saat akan absen masuk. Pada saat Wi-Fi diaktifkan, perangkat mobile juga akan berinteraksi dengan semua *Access Point* (AP) di sekitarnya [5].

Tunjangan Kinerja di Universitas Sebelas Maret (UNS) dibayarkan berdasarkan kehadiran/presensi dan penilaian prestasi kerja karyawan yang diatur dalam Peraturan Rektor No.5931/UN27/KP/2012 yang didasarkan pada Permendikbud No.107 Tahun 2013 yang mengatur tentang jumlah jam kerja yang

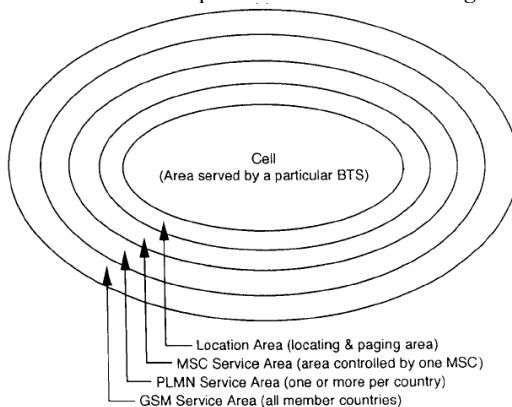
harus dipenuhi setiap karyawan. UNS telah menerapkan sistem absensi menggunakan pemindai sidik jari (*Fingerprint*). UNS membagi unit kerjanya dalam Fakultas dan Biro-biro. Setiap karyawan memiliki hanya bisa melakukan absensi berdasarkan unit kerjanya. Sistem *Fingerprint* sudah sangat baik, namun demikian terdapat beberapa kekurangan. Pertama adalah keterbatasan pemindai *Fingerprint* yang berupa keterbatasan informasi, keterbatasan representasi, dan keterbatasan invariance [6]. Kedua lingkungan kerja yang luas memerlukan infrastruktur pendukung yang kompleks. *Fingerprint* tidak berdiri sendiri melainkan harus terhubung ke jaringan intranet. Kedua, karyawan yang sedang mendapatkan tugas di luar unit kerjanya harus kembali ke unit kerjanya hanya untuk melakukan absensi karena masih terikat dengan sistem absensi di masing-masing unit kerja. Ketiga, bila dilakukan integrasi sistem absensi sidik jari, dengan jumlah karyawan UNS yang mencapai 2548 orang [7], akan menjadikan proses matching semakin lama, *False Match Rate* (FMR) semakin tinggi, yang akhirnya menyebabkan kegagalan absen semakin tinggi dan kenyamanan karyawan berkurang.

Penelitian ini membahas aplikasi sistem absensi dengan penanda *Cell Id* dan *MAC Address* menggunakan perangkat mobile menggunakan metode pengembangan *software prototyping*. Aplikasi yang ditanamkan dalam perangkat mobile ini dinamakan Mobile Attendance System (MobAS). MobAS akan mendeteksi *Cell Id* dan *MAC Address* sebagai validasi posisi karyawan yang sudah berada di area kerjanya. MobAS kemudian akan melakukan koneksi dengan sistem absensi di server untuk mengirimkan data jam masuk dan jam keluar karyawan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cell Id

Cell merupakan cakupan area terkecil dari sebuah jaringan seluler. Dari Gambar 2 [3] bisa dijelaskan luas cakupan dari jaringan seluler. Dimulai dari GSM, dengan cakupan seluruh dunia, diwakili dengan kode *Mobile Country Code* (MCC), Public Land Mobile Network (PLMN) yang merupakan operator seluler, diwakili oleh kode *Mobile Network Code* (MNC). Dibawah PLMN adalah *Mobile Switching Control* (MSC), *Location Area* dan *Cell* yang diwakili oleh sebuah *Cell Id*. Setiap *Cell Id* mewakili secara spesifik suatu *cell*. Mengidentifikasi suatu lokasi dilakukan dengan mengidentifikasi *Cell Id* dimana perangkat mobile berkomunikasi pada *Cell Id* tersebut. Setiap *Cell* memiliki luas *coverage* berbeda.



Gambar 2. Cakupan area jaringan seluler

Jangkauan *Cell Id* di perkotaan atau urban padat lebih sempit jangkauannya daripada di pedesaan. Hal ini berakibat penentuan lokasi menggunakan *Cell Id* di perkotaan lebih akurat daripada di

pedesaan. Luas cakupan *Cell Id* sesuai dengan Gambar 1 berkisar dari 100 meter sampai dengan 1 km untuk BTS di *outdoor* dan puluhan meter untuk BTS *indoor*.

2.2 MAC Address

Medium Access Control (MAC) Address atau *Physical Address* adalah setara dengan nomor seri Kartu Jaringan (*Network Interface Card/NIC*). Setiap alamat MAC adalah unik yang panjangnya terdiri dari 48 bit. 24 bit pertama dari *MAC Address* merepresentasikan vendor pembuat kartu tersebut dan 24 bit sisanya merepresentasikan nomor kartu tersebut. Pada lapisan OSI (Open System Interconnection) *MAC Address* menempati lapisan Data Link Layer (layer kedua setelah Physical Layer). Akses point Wi-Fi yang merupakan perangkat jaringan memiliki *MAC Address* yang bersifat unik dan permanen.

2.3 Mobile Positioning

Cell Id mewakili suatu lokasi geografis Base Transfer Station (BTS) dari jaringan seluler. Jika sebuah perangkat mobile tersambung ke *Cell Id*, maka posisi perangkat mobile itu dapat diperkirakan sejauh jangkauan pancaran dari sebuah *cell*. Sebuah perangkat mobile akan tersambung ke satu *Cell Id* terbaik, dan akan menerima daftar *Cell Id* lainnya yang masih dalam jangkauan, yang disebut sebagai *neighbor cells*. Semakin jauh perangkat mobile dengan lokasi *Cell Id*, semakin kecil kekuatan sinyalnya. Oleh karena itu, penentuan posisi perangkat mobile dapat dilakukan dengan *Cell Id* yang tersambung dan *neighbour*-nya dengan mempertimbangkan kekuatan sinyalnya. Begitu juga dengan *MAC Address* Wi-Fi, *Mobile Positioning* menggunakan Wi-Fi Wi-Fi biasa digunakan untuk melakukan *Mobile Positioning* dalam kondisi di dalam ruangan. Beberapa *access point* yang posisinya sudah terpetakan sebelumnya, akan ditangkap perangkat mobile sehingga dapat ditentukan posisi perangkat mobile.

2.4 Penelitian pendukung

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini. Penelitian yang berjudul *Energy-Efficient Positioning for Smartphones using Cell Id Sequence Matching* [1] membahas tentang penentuan posisi smartphone menggunakan *Cell Id* Sequence Matching. Metode yang digunakan adalah *Cell Id Aided Positioning System* (CAPS). Metode ini didesain berdasarkan kebiasaan rute perjalanan user. Metode ini menghasilkan estimasi posisi yang akurat dengan tingkat penggunaan energi yang kecil. Penggunaan energi lebih hemat lebih dari 90% dari penggunaan GPS sebagai penentu posisi, dan tingkat kesalahan kurang dari 20% dari skema berdasarkan tower *Cell Id*.

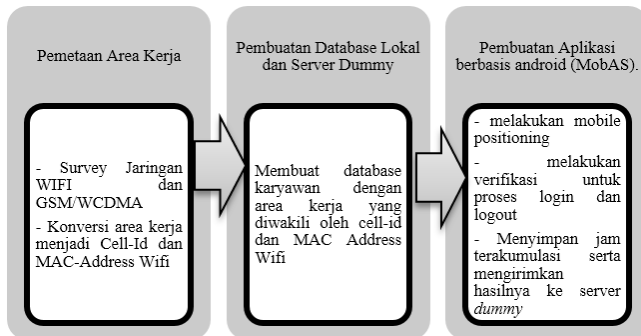
Penelitian kedua berjudul *No Need to War-Drive: Unsupervised Indoor Localization* [8]. Penelitian ini membahas posisi smartphone dalam ruangan (*indoor*). Penelitian ini menghasilkan sebuah metode yang dinamakan unLoc. UnLoc merupakan gabungan dari tiga ide, yaitu dead-reckoning, urban sensing, dan Wi-Fi-based *partitioning*. UnLoc akan melacak jejak pengguna dalam ruangan. Sebagai contoh melacak jejak pengguna dalam sebuah mall. Ketika pengguna memasuki sebuah mall, aplikasi UnLoc dalam smartphone akan berjalan dan membaca beberapa sensor untuk diolah. Hal-hal yang disimpan untuk diolah antara lain menggunakan accelerometer, kompas, gyroscope, dan akses poin Wi-Fi.

Pada penelitian lain, *Robust Tracking in Cellular Networks Using HMM Filters and Cell Id Measurements* [9], membahas tentang

pelacakan jaringan seluler menggunakan Hidden Markov Model (HMM) Filter yang berdasarkan pada *Cell Id*. Penggunaan HMM digunakan untuk perhitungan yang lebih mudah. Penilaian akurasi didasarkan dengan tingkat akurasi yang tinggi yaitu *Fingerprint* dan pendekatan menggunakan *Cell Id*. Hasil akurasi yang didapatkan dari pendekatan ini melebihi akurasi yang didapatkan dari pendekatan *Cell Id*.

3. METODOLOGI

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat prototipe aplikasi berbasis Android yang akan berfungsi menjadi input sistem absensi dan memberikan akses informasi jumlah jam kerja kepada karyawan. Untuk mewujudkan tujuan tersebut, dilaksanakan 3 langkah metodologi yang dilaksanakan seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Metodologi Pembuatan MobAS

4. PEMBAHASAN

4.1 Pemetaan Area Kerja



Gambar 4 Hasil survey jaringan 2G/3G di Fakultas MIPA menggunakan MobiLog®

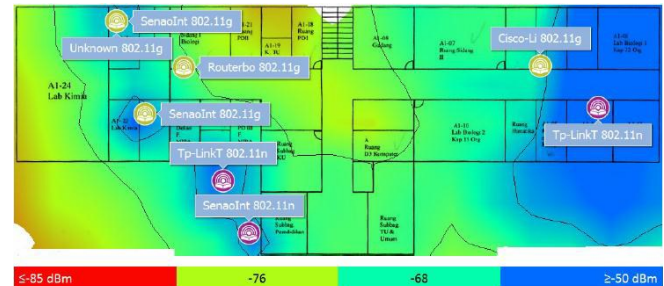
Dalam penelitian ini dibutuhkan data *Cell Id* yang melingkupi area kampus UNS dan Mac Adress Wi-Fi yang berada pada setiap gedung unit kerja. Dalam survey 2G/3G digunakan aplikasi MobiLog®. Aplikasi ini merekap beberapa parameter yang memiliki referensi geografis. Karena memiliki referensi geografis,

hasil survey bisa di buka di Google Maps atau Google Earth. Dalam penelitian ini untuk memudahkan pengamatan digunakan aplikasi Google Earth. Pada Gambar 4 ditampilkan hasil survey untuk fakultas MIPA. Dari survey tersebut diambil data yang diperlukan yaitu identitas jaringan atau *Cell Id* seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. *Cell Id* di lingkungan UNS

No	LAC	CID
1	3521	38329
2	3521	38328
3	3521	38327
4	3521	38326
5	3521	38325
6	3521	38324
7	3521	38322
8	3521	38321
9	3521	29505
10	3521	29502
11	3521	38124
12	3521	38121

Pada tahap ini dilakukan pemetaan kerja dari hasil survey 2G/3G yang telah dilaksanakan. Pada Gambar 5, diperlihatkan contoh hasil survey di Fakultas MIPA. Dari pemetaan Gambar 5, maka diperoleh *MAC Address* seperti yang tersaji dalam Tabel 2.



Gambar 5 Hasil survey Wi-Fi Gedung A Fakultas MIPA

Tabel 2. *MAC Address* beberapa unit kerja

No	UNIT KERJA	MAC ADDRESS
1	Perpustakaan	4c:e6:76:43:12:b9
2	Bapsi	d8:5d:4c:eb:8b:18, bc:f6:85:cc:d3:c2
3	Fakultas Ekonomi	d8:5d:4c:a4:86:82, e8:94:f6:5e:64:66
4	Fakultas Hukum	98:fc:11:bf:11:02
5	Fakultas MIPA	d8:5d:4c:ea:31:52, 64:70:02:8a:75:7e

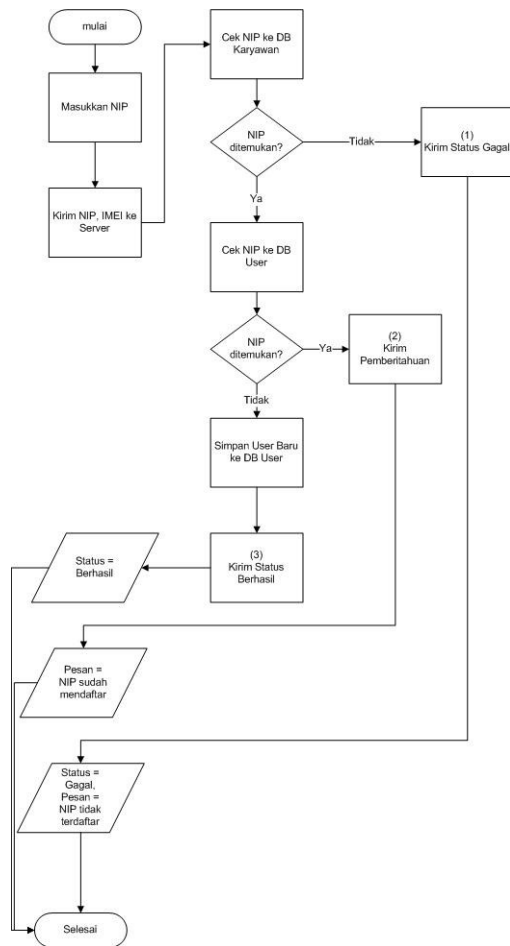
4.2 Aplikasi MobAS

Aplikasi ini memuat tiga proses utama, yaitu registrasi, login, dan logout.

4.2.1 Proses Registrasi

Registrasi digunakan saat aplikasi pertama kali dibuka, yaitu untuk mendaftarkan identitas pemilik ke sistem MobAS. Identitas pemilik ini berupa data diri karyawan dan identitas jaringan yang bersesuaian dengan karyawan tersebut berupa identitas jaringan 2G/3G yaitu *Cell Id* dan jaringan Wi-Fi yaitu *MAC Address*. Identitas jaringan yang tersimpan dalam MobAS ini digunakan

untuk dicocokkan dengan identitas jaringan yang didapatkan secara real time dalam proses login dan logout. Cara kerja registrasi ini dapat dilihat dalam flowchart registrasi Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart registrasi

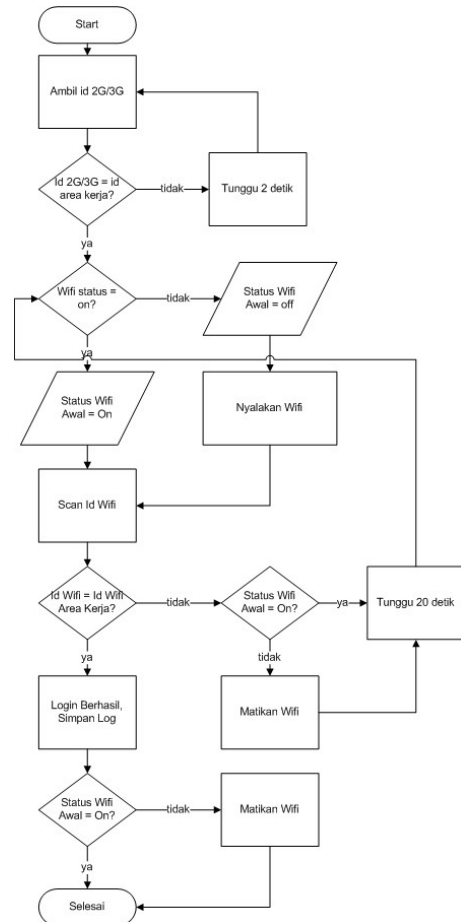
4.2.2 Proses Login

Proses kedua adalah proses login. Proses login adalah proses ketika MobAS berada di dalam kondisi area kerja karyawan. Proses login ini dapat dikatakan juga sebagai absen masuk atau absen pagi. Proses login membutuhkan pencocokan identitas jaringan 2G/3G (*Cell Id*) dan identitas jaringan Wi-Fi (*MAC Address*) antara identitas jaringan yang tersimpan di dalam database MobAS dengan identitas jaringan yang didapatkan secara real time. Jika pencocokan *Cell Id* dan *MAC Address* ini berhasil, maka akan disimpan waktunya dalam database MobAS. Proses login ini dapat digambarkan dengan flowchart seperti pada Gambar 7 proses login.

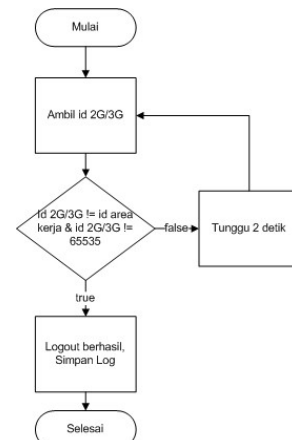
4.2.3 Proses Logout

Proses ketiga adalah logout. Proses logout adalah proses yang terjadi setelah MobAS dalam kondisi login kemudian keluar dari area kerja karyawan sehingga MobAS tidak mendapatkan *Cell Id* yang cocok. Proses ini dikatakan sebagai absen keluar atau absen sore. Proses logout ini mencocokkan *Cell Id* yang didapatkan MobAS dan *Cell Id* yang didaftarkan. Jika pencocokan *Cell Id* ini bernilai *false*, maka proses logout berhasil dan waktu logout ini akan disimpan dalam

database MobAS. Proses logout ini dijelaskan dalam *flowchart* seperti pada Gambar 8 proses logout.



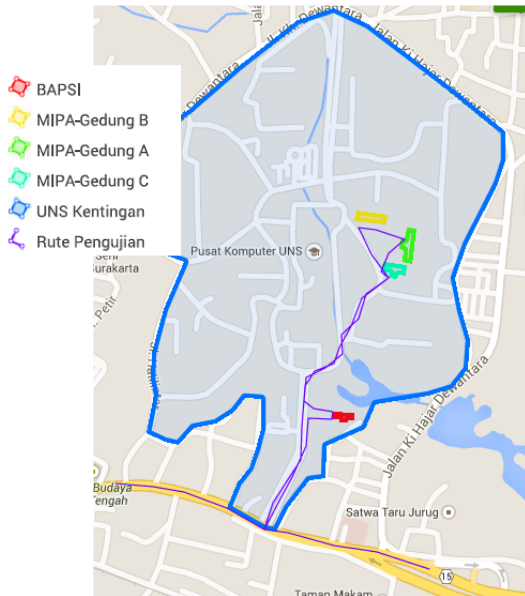
Gambar 7. Proses login



Gambar 8. Proses logout

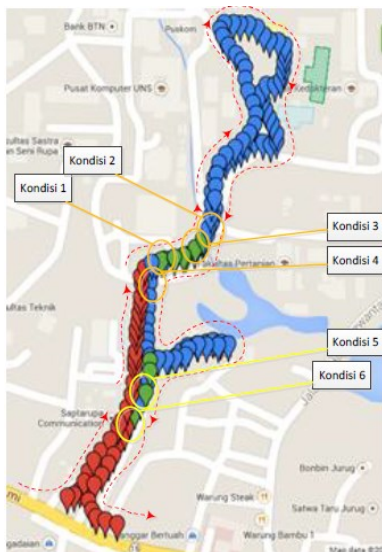
4.3 Hasil Uji Coba

Pengujian MobAS ini bertujuan menguji fungsionalitas dari aplikasi. Apakah sudah memenuhi target awal penelitian yaitu memberikan kemampuan karyawan untuk absen dengan cukup memasuki area kerjanya. Untuk pengujian MobAS, digunakan 2 sampel area kerja, Fakultas MIPA dan Biro BAPSI. Bisa dilihat dalam Gambar 9 yang merupakan posisi dari Gedung F.MIPA dan BAPSI dalam area kerja UNS.



Gambar 9 Posisi Gedung MIPA dan BAPSI

Uji coba ini menggunakan dua user, dengan ketentuan seperti dalam Tabel 3. Uji coba ini dilakukan dengan melakukan pengecekan kondisi login atau logout di lokasi-lokasi tertentu, seperti pada Tabel 4.



- Karyawan logout, tidak mendapatkan cell-Id UNS (area UNS)
- - Karyawan logout, masuk area UNS
- Karyawan Login, masih di area Kerja

Gambar 10. Hasil pengujian

Dengan rute pengujian seperti yang direncanakan, hasil pengujian bisa dilihat di Gambar 10.

Tabel 3 User dan ketentuan unit kerjanya

No	Nama	Unit Kerja
1	User 1	BAPSI, FMIPA
2	User 2	Perpustakaan

Tabel 4 Hasil Pengujian

Lokasi	User 1	User 2
Berada di luar area kampus	Logout	Logout
Berada di area kantor BAPSI	Login	Logout
Berada di area Perpustakaan	Login	Login
Berada di luar area kampus	Logout	Logout

4.4 Akurasi Cell Id

Cell Id digunakan sebagai penanda bahwa karyawan sedang berada di lingkungan UNS. Cell Id yang bersesuaian dengan lingkup UNS telah dijelaskan pada poin 4.1 Pemetaan Area Kerja. Percobaan ini dilakukan dengan menghitung jarak antara posisi MobAS saat mendapatkan Cell Id (saat masuk lingkungan UNS) dengan gerbang dan jarak antara posisi MobAS saat melepaskan Cell Id (saat keluar lingkungan UNS) dengan gerbang. Jarak inilah yang dimaksud dengan ketepatan Cell Id, dimana nilai yang lebih kecil berarti lebih baik karena berarti semakin mendekati border lingkungan UNS. Hasil percobaan ini dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5 Akurasi Cell Id dan gerbang kampus

No	Gerbang Depan		Gerbang Belakang	
	Masuk (meter)	Keluar (meter)	Masuk (meter)	Keluar (meter)
1	347	110	215	129
2	187	97.6	341	125
3	48.8	60.1	208	142
4	245	13.4	112	401
5	260	96.4	207	102
Rata-rata	217.56	75.5	216.6	179.8
Nilai tertinggi	347	110	341	401
Nilai terendah	48.8	13.4	112	102
Akurasi	14.25		198.2	

Dari Tabel 4 akurasi Cell Id di atas, dapat disimpulkan adalah akurasi dari gerbang depan saat kondisi masuk dan keluar adalah 146.25 meter. Sedangkan untuk gerbang belakang adalah 198.2 meter.

4.5 Akurasi Wi-Fi

Wi-Fi digunakan sebagai penanda bahwa MobAS sedang dalam area lingkungan kerja atau dengan kata lain, MobAS berhasil login. Percobaan ini mengukur akurasi jarak posisi MobAS berhasil login dengan batas lokasi area kerja.

Tabel 6. Akurasi Wi-Fi dengan area kerja

No	Perpus (meter)	Mipa (meter)	Bapsi (meter)
1	21.3	28.4	6.5
2	25.6	36.9	16.9
3	57.8	32	27.6
Rata-rata akurasi	34.9	32.4	17

Percobaan ini dilakukan di tiga unit kerja, yaitu Perpustakaan, Fakultas MIPA, dan BAPSI. Hasil dari percobaan akurasi Wi-Fi ini adalah rata-rata 34,9 meter untuk area kerja perpustakaan, 32,4 meter untuk area kerja Fakultas MIPA, dan 17 meter untuk area kerja BAPSI. Hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 6.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini telah menghasilkan sistem absensi mobile dengan penanda jaringan *Cell Id* dan *MAC Address*.
2. Fungsi pendeteksi posisi dari aplikasi telah berjalan dengan baik, hasilnya sesuai dengan id jaringan yang dideteksi.
3. Tingkat akurasi sesuai dengan cakupan area dari *cell* BTS / NodeB dan cakupan dari akses point Wi-Fi. Wi-Fi yang cakupan pancaran lebih sempit maka menghasilkan akurasi penentuan posisi yang lebih presisi.
4. Rata-rata akurasi *Cell Id* untuk gerbang depan adalah 146.25 meter dan untuk gerbang belakang adalah 198.2 meter.
5. Rata-rata akurasi Wi-Fi dengan area kerja Perpustakaan pusat adalah 34.9 meter, Fakultas MIPA 32.4 meter, dan BAPSI 17 meter.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Melakukan penelitian tentang Wi-Fi dan kekuatan sinyalnya di setiap masing-masing area unit kerja untuk meningkatkan tingkat kepresisian saat login.
2. Melakukan penelitian *Cell Id* dan kekuatan sinyalnya untuk menentukan border di lingkungan UNS saat logout.
3. Penanganan perpindahan *Cell Id* yang tidak terdaftar di database, saat kondisi sudah login dan masih berada di lingkungan UNS.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jeongyeup Paek, Kyu-Han Kim, Jatinder P. Singh, and Ramesh Govindan, 2011, Energy-efficient positioning for smartphones using *Cell Id* sequence matching. In Proceedings of the 9th international conference on Mobile systems, applications, and services (MobiSys '11), ACM, New York, NY, USA.
- [2] Trevisani, E.; Vitaletti, A., 2004, *Cell Id* location technique, limits and benefits: an experimental study, Mobile Computing Systems and Applications, WMCSA, Sixth IEEE Workshop on , vol., no., pp.51,60
- [3] Asha Mehrotra, 1997, GSM System Engineering, Artech House Inc, London
- [4] Christophe Chevallier, Christopher Brunner, Andre Garavaglia, Kevin P. Murray, Kenneth R. Baker, 2006, WCDMA (UMTS) Deployment Handbook John Wiley & Sons Ltd, West Sussex PO19 8SQ, England
- [5] IEEE Computer Society, 2012, Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, New York
- [6] [Davide Maltoni, Dario Maio, Anil K. Jain, and Salil Prabhakar, 2009, Handbook of *Fingerprint* Recognition (2nd ed.), Springer Publishing Company, Inc, New Jersey
- [7] Jamal Wiwoho, 2013, Presentasi Koordinasi Tim Penataan Pegawai UNS, <http://jamalwiwoho.com/wp/content/uploads/2013/05/Koordinasi-Tindaklanjutan-Penataan-Pegawai.pdf>, diakses tanggal 24 Februari 2013
- [8] He Wang, Souvik Sen, Ahmed Elgohary, Moustafa Farid, Moustafa Youssef, and Romit Roy Choudhury, 2012, No need to war-drive: unsupervised indoor localization, In Proceedings of the 10th international conference on Mobile systems, applications, and services (MobiSys '12). ACM, New York, NY, USA, 197-210
- [9] [Bshara, M.; Orguner, U.; Gustafsson, F.; Van Biesen, L., 2011, Robust Tracking in Cellular Networks Using HMM Filters and *Cell Id* Measurements, Vehicular Technology, IEEE Transactions on , vol.60, no.3, pp.1016,1024.