

I-MIS : Sistem Informasi Terpadu Pencari Jamaah Haji Tersesat Berbasis Teknologi RFID

Ahmad Zainudin, Achmad Sufi Rusdan Satrya, Prima Kristalina, Achmad Subhan KH
Jurusan Teknik Telekomunikasi - Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
zain_zain_jj@yahoo.com, satriyad4ta@gmail.com, prima@eepis-its.edu, subhankh@eepis-its.edu

Abstrak

Jamaah haji tersesat sering menjadi masalah dalam perjalanan haji. Ini disebabkan karena sebagian besar jamaah haji Indonesia mengalami kesulitan dalam berkomunikasi menggunakan bahasa Inggris atau Arab. Rendahnya standar pendidikan yang berakibat pada rendahnya pemahaman teknologi merupakan faktor pemicu kurangnya kemampuan berkomunikasi ini. Dampak yang ditimbulkan adalah saat tersesat, mereka tidak bisa berbuat apa-apa. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, kami membuat I-MIS (Integrated-Management Information System). Kami mengaplikasikan teknologi RFID, dimana saat tersesat, jamaah mendekatkan RFID card yang dibawa pada node-node yang terpasang di beberapa areal ibadah haji. Selanjutnya, data identitas dan lokasi jamaah tersebut akan terbaca oleh server dan segera dikirimkan ke petugas sektor, ketua regu dan ketua kloter. Dengan tersampainya data identitas secara cepat, proses evakuasi jamaah tersesat segera dapat dilakukan. Dari hasil pengamatan didapatkan adanya pengaruh jenis material penghalang dan posisi card terhadap sensitivitas reader. Selain itu, informasi jamaah tersesat tidak dapat diterima oleh petugas dan penanggung jawab jamaah secara simultan, bergantung pada sistim antrian pesan dari pesawat seluler masing-masing. Dari sisi layanan web, pengaksesan halaman indeks dan database bergantung pada bandwidth jaringan yang tersedia. Semakin besar bandwidth, semakin cepat pula waktu aksesnya. Pada dasarnya, delay dan sensitivitas dari sistim yang dibuat ini masih dapat ditolerir dimana secara keseluruhan sistim dapat bekerja dengan baik.

Kata kunci : Jamaah haji, Sistim Informasi Terpadu, Teknologi RFID.

1. Pendahuluan

Permasalahan mengenai relokasi jamaah haji tersesat bukanlah kali pertama untuk diteliti. Sebelumnya terdapat penelitian dengan permasalahan serupa yang dilakukan oleh mahasiswa Universitas Brawijaya yaitu Dani Nurmanto, dkk. Alat yang dirancang merupakan alat pemandu jamaah haji tersesat menggunakan GPS (Global Positioning System) yang diberi nama *Muhajji Finder*[1]. Teknologi GPS dalam performa kinerjanya dipengaruhi oleh kondisi cuaca, memiliki

ketergantungan dengan satelit sehingga membutuhkan waktu *recovery* yang lama dan tidak cukup efektif apabila digunakan di dalam bangunan dikarenakan terhalang oleh tembok atau atap saat berkomunikasi dengan satelit yang terjadi dalam lingkungan *indoor*[2]. Dalam penggunaan teknologi GPS dibutuhkan biaya yang cukup besar, karena setiap jamaah haji harus membawa GPS *receiver*. Selain itu juga pengoperasian GPS membutuhkan pemahaman yang lebih rumit.

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, kami mengusulkan pembuatan I-MIS (*Integrated-Management Information System*) untuk penanganan jamaah haji tersesat di tanah suci berbasis teknologi RFID. Teknologi RFID memiliki kemampuan identifikasi yang baik dan dapat diterapkan pada lingkungan *indoor* ataupun *outdoor*[3]. Pengoperasian RFID *tags* cukup sederhana yaitu dengan mendekatkannya pada *reader*. RFID juga tahan terhadap suhu ekstrim berkisar -20 sampai +50 derajat celsius, sesuai dengan kondisi di tanah suci. Selain itu, harga sebuah RFID *tag* jauh lebih murah dibandingkan telepon seluler dengan aplikasi GPS. Pembahasan pada paper ini disusun sebagai berikut: bagian 1 membahas mengenai pendahuluan, bagian 2 membahas metodologi yang digunakan, bagian 3 membahas pengujian dan analisa. Sedangkan bagian terakhir mengenai kesimpulan dari penelitian ini.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Radio Frequency Identification (RFID)

RFID adalah sebuah teknologi yang menggunakan frekuensi radio untuk mengidentifikasi suatu barang atau manusia. Secara garis besar sebuah sistem RFID terdiri atas dua komponen utama, yaitu *tags* dan *reader*. Secara ringkas, mekanisme kerja yang terjadi dalam sebuah sistem RFID adalah sebuah *reader* frekuensi radio melakukan *scanning* terhadap data yang tersimpan dalam *tags*. Berdasarkan jarak jangkauannya RFID *tags* dibagi menjadi tiga macam yaitu *tags* pasif, *tags* semipasif dan *tags* aktif[4].

Reader adalah alat yang berfungsi membaca data dari RFID. *Reader* bekerja dengan cara mengirim sebuah sinyal dengan gelombang tertentu yang berfungsi mengaktifkan *tag* sehingga *tag* mengirim data melalui *Radio Frequency* (RF)[5].

Tag sering disebut sebagai *transponder* atau

transceiver. Dalam *tag* ini berisi antena untuk menangkap sinyal dari *reader*. Data keluaran serial terdiri dari 9 bit *header*, 40 bit data, 14 bit *parity* dan sebuah bit *stop*. Format data seperti pada gambar 1.

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9 bit header bits, all 1's	
8 bit version number									D00 D01 D02 D03 P0	Each group of 4 bits is followed by an Even parity bit	
or customer ID.									D04 D05 D06 D07 P1		
									D08 D09 D10 D11 P2		
									D12 D13 D14 D15 P3		
32 Data Bits									D16 D17 D18 D19 P4		
									D20 D21 D22 D23 P5		
									D24 D25 D26 D27 P6		
									D28 D29 D30 D31 P7		
									D32 D33 D34 D35 P8		
									D36 D37 D38 D39 P9		
4 column Parity bits									PC0 PC1 PC2 PC3 S0		1 stop bit (0)

Gambar 1. Format pengiriman data RFID tag

Sebuah RFID tag dapat mengirimkan datanya dengan menggunakan modulasi pada sisi *reader*. Ada tiga skema modulasi yang sering digunakan, diantaranya :

- Manchester Encoding
- Biphas Encoding
- PSK Encoding

2.2 SMS Gateway

SMS gateway merupakan sistem aplikasi untuk mengirim dan/atau menerima SMS, terutama digunakan dalam aplikasi bisnis, baik untuk kepentingan promosi, servis kepada kustomer, pengadaan *content* produk atau jasa.

2.2.1 Format Pengiriman SMS

Format pengiriman dan penerimaan SMS ada dua mode yaitu mode *Text* dan mode *PDU (Protocol Data Unit)*. Mode *Text* adalah cara untuk mengirim dan menerima pesan (SMS), dimana tidak dilakukan proses konversi terhadap pesan yang dikirimkan. Mode *PDU (Protokol Data Unit)* adalah format pesan dalam heksadesimal octet dan semi-decimal octet.

2.2.2 AT Command untuk Komunikasi dengan SMS

AT-Command adalah perintah yang dapat diberikan kepada *handphone* atau GSM/CDMA modem untuk melakukan sesuatu hal, termasuk untuk mengirim dan menerima SMS secara otomatis. Beberapa AT Command yang penting untuk SMS yaitu sebagai berikut :

- AT + CMGS : untuk mengirim SMS
- AT + CGML : untuk memeriksa SMS
- AT + CMGD : untuk menghapus SMS
- AT + CMGR : untuk membaca SMS

2.3 Desain Database Relasional

Menyimpan data dalam bentuk relasional secara sederhana dapat dikatakan sebagai membawa data ke

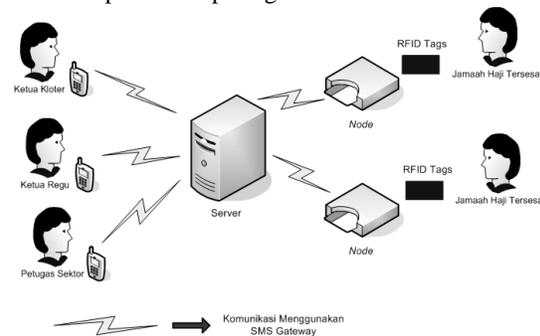
dalam bentuk tabel. Desain database relasional secara umum dapat dibagi dalam empat langkah, yakni:

1. Menentukan kebutuhan
2. Desain konseptual
3. Desain logic
4. Desain fisik

Menentukan kebutuhan dapat dilakukan dengan mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya. Kemudian, desain konseptual adalah dengan menggunakan model konseptual, dengan database relasional dapat menggunakan ER model. ER Model didasarkan pada asumsi bahwa dalam kehidupan nyata (*real word*) ada obyek yang saling berelasi baik antar obyek maupun di dalam obyek. ER Model digambarkan dalam bentuk diagram yang disebut ER Diagram atau disingkat ERD.

2.4 Perancangan dan Implementasi Sistem

Konsep dasar perencanaan penelitian ini adalah pembuatan *prototype* penentu posisi jamaah haji tersesat secara otomatis menggunakan teknologi RFID dan SMS gateway. Gambaran sistem secara umum dapat dilihat pada gambar 2.



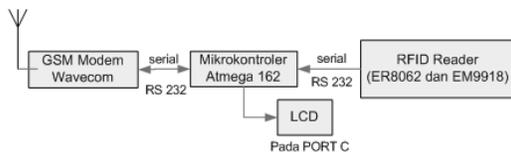
Gambar 2. Diagram alur cara kerja sistem

Apabila seorang jamaah haji merasa tersesat atau tertinggal dari rombongannya maka jamaah haji tersebut mencari tiang atau bagian bangunan yang terdapat tanda berwarna *orange* (selanjutnya akan disebut *node*). Setelah itu jamaah haji mendekatkan RFID tag yang dibawanya pada *node*, sehingga petugas sektor mengetahui pada *node* tersebut terdapat jamaah haji tersesat. Kemudian petugas sektor menjemput jamaah haji tersesat tersebut dan mengantarkannya menuju makhtab mereka. RFID tag berisi ID yang difungsikan sebagai identitas jamaah haji. Identitas masing-masing jamaah haji pada setiap tag ditunjukkan pada gambar 3.

RFID tag yang digunakan berupa perangkat pasif sehingga tidak memerlukan catu daya. Perangkat *node* merupakan integrasi RFID reader, mikrokontroler, LCD dan GSM modem. Blok diagram perangkat *node* seperti terlihat pada gambar 4. Pada bagian server terdiri dari perangkat GSM modem, aplikasi SMS gateway dan aplikasi database PostgreSQL. Blok diagram pada server seperti terlihat pada gambar 5.

Id jamaah
Nama jamaah
Nama orang tua
Pendidikan
Pekerjaan
Jenis kelamin
Usia
Id regu
Id kloter
Id hilang
Id makhtab
Id area
Id kota

Gambar 3. Tabel identitas jamaah



Gambar 4. Blok diagram perangkat node



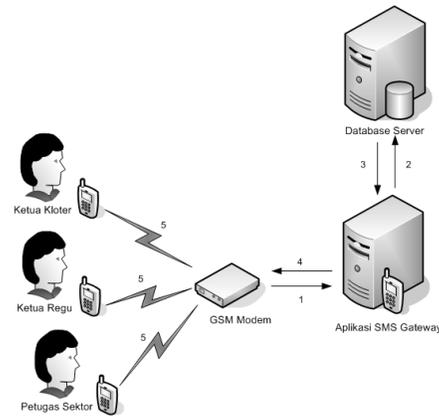
Gambar 5. Blok diagram server

Jika tag didekatkan pada reader dan terbaca oleh RFID reader, maka dilakukan pengecekan pada ID, apakah merupakan ID jamaah atau petugas sektor. Pengecekan dilakukan dengan cara membandingkan data masukan dengan ID petugas sektor yang sudah tersimpan pada memori eksternal EEPROM. Apabila data ID tidak ada yang sama, maka ID tersebut merupakan ID jamaah haji, sehingga data ID langsung dikirim menuju server dalam bentuk SMS sebagai informasi bahwa jamaah haji bersangkutan dalam kondisi tersesat dan sekarang berada di posisi node sesuai dengan data posisi yang dikirim. Aliran data yang dikirim dari node menuju ke server dan di-forward ke ketua kloter, ketua regu dan petugas sektor seperti gambar 6.

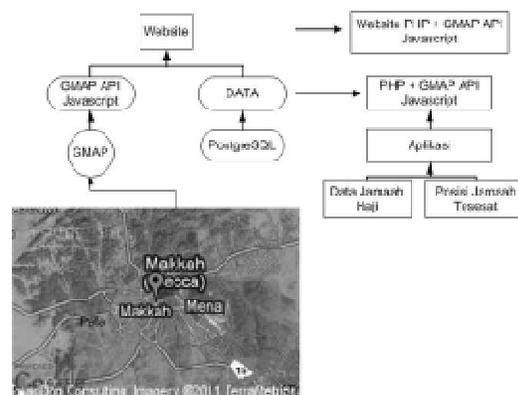
Selanjutnya petugas sektor berupaya untuk menjemput jamaah haji bersangkutan. Apabila jamaah haji lupa alamat pemondokannya maka petugas sektor dapat melakukan akses jamaah untuk mendapatkan informasi tempat pemondokan. Setelah itu petugas sektor melakukan konfirmasi penemuan untuk meng-update status jamaah haji pada sisi server dari status tersesat menjadi ditemukan.

Pada bagian sistem informasi dibangun sebuah aplikasi Integrated-Management Information System berbasis website. Sistem layanan website digunakan untuk memberikan informasi mengenai data jamaah

dan posisi jamaah haji tersesat berupa peta. Untuk pembuatan sistem ini, dibutuhkan peta dan data untuk diolah dan ditampilkan ke dalam website. Alur sistem atau gambaran sistem secara umum dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. Alur pengiriman SMS dari server menuju ketua kloter, ketua regu dan petugas sektor



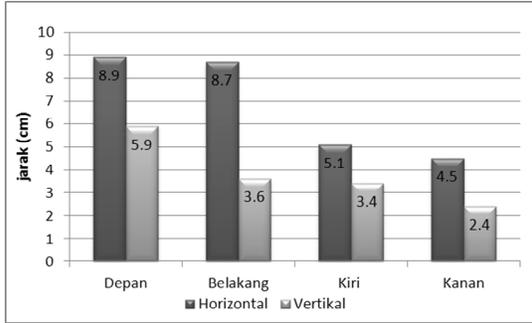
Gambar 7. Diagram Alur Cara Kerja Aplikasi Sistem Informasi

3. Pengujian dan Analisa Sistem

3.1 Pengujian jarak pembacaan masing-masing tag terhadap RFID reader

Pengujian dibagi menjadi dua tahap yaitu dengan memposisikan tag secara horizontal dengan RFID reader dan memposisikan vertikal terhadap RFID reader. Pada pengujian ini digunakan RFID reader ER8062 dengan tag yang mempunyai ID 2600C33364. Dari hasil pengujian pembacaan tag pada posisi horizontal dan vertikal yang diperoleh dapat disajikan seperti pada gambar 8.

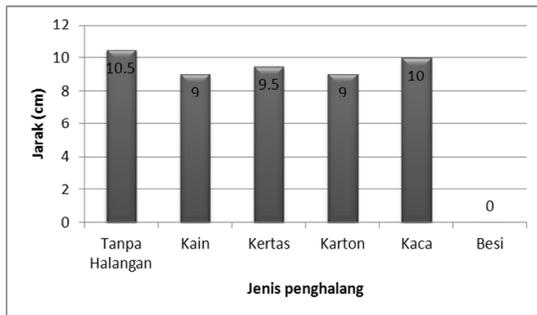
Berdasarkan grafik gambar 8 untuk mendapatkan jarak pembacaan optimal dilakukan pembacaan pada bagian depan dan posisi RFID tag horizontal atau sejajar dengan permukaan RFID reader.



Gambar 8. Grafik perbandingan hasil pengujian pembacaan tag pada posisi horizontal dan vertikal

3.2 Pengujian sensitifitas pembacaan RFID reader

Pengujian sensitifitas pembacaan RFID reader dilakukan dengan meletakkan penghalang antara RFID reader dengan RFID tag pada saat proses pembacaan. Penghalang yang digunakan terbuat dari material kain, kertas, karton, kaca dan besi. Dengan asumsi penghalang-penghalang tersebut dibawa oleh pengguna, seperti misalnya kain merepresentasikan pakaian jamaah haji, kertas dan karton adalah pelindung matahari yang sering dibawa jamaah haji, sedangkan kaca dan besi merepresentasikan kemasan node yang digunakan. Pengujian ini dilakukan pada beberapa jarak berbeda untuk pembacaan tags RFID. Hasil pengujian jarak maksimal sensitifitas RFID reader untuk masing-masing penghalang disajikan seperti pada grafik gambar 9.

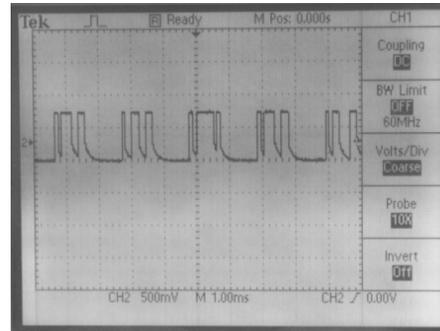


Gambar 9. Grafik jarak pembacaan RFID reader pada berbagai penghalang.

Berdasarkan hasil pengujian dapat dikatakan bahwa jenis material penghalang mempengaruhi radius pembacaan reader karena menghalangi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh reader. Jarak maksimal sensitifitas RFID reader pada kondisi tanpa halangan sekitar 10,5 cm, penghalang kain 9 cm, kertas 9,5 cm, karton 9 cm, kaca 10 cm dan penghalang berbahan besi 0 cm.

3.3 Pengujian sinyal data RFID tag

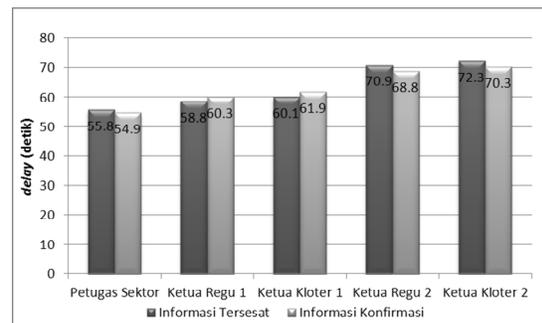
Pengujian dilakukan untuk mengamati sinyal hasil pembacaan RFID reader untuk beberapa data RFID tag yang berbeda-beda. Pada pengujian digunakan RFID tag dua puluh buah, RFID reader dan osilloscope. Hasil tampilan sinyal pembacaan RFID reader seperti pada gambar 10. Tampilan sinyal gambar 10 mewakili hasil pembacaan untuk ID 2600213A19. Panjang bit total 64 bit, dengan rincian: 9 bit header dengan nilai 000000000, 40 bit data (masing-masing desimal diwakili 4 bit biner), 16 bit parity dan 1 bit stop.



Gambar 10. Sinyal data RFID tag 2600213A19

3.4 Pengujian delay pengiriman informasi tersesat dan konfirmasi penemuan untuk regu berbeda

Pengujian integrasi pengiriman informasi tersesat dan konfirmasi penemuan dari node ke server akan didapatkan nilai delay propagasi saat mulai pembacaan ID jamaah tersesat pada node sampai pesan tersebut diterima oleh petugas sektor, ketua kloter dan ketua regu yang sebelumnya melalui server. Pada pengujian ini digunakan multiplexing dua ID jamaah yang memiliki ketua regu yang berbeda. Untuk membandingkan delay propagasi saat pengiriman informasi tersesat dan konfirmasi penemuan dibuat grafik seperti gambar 11.



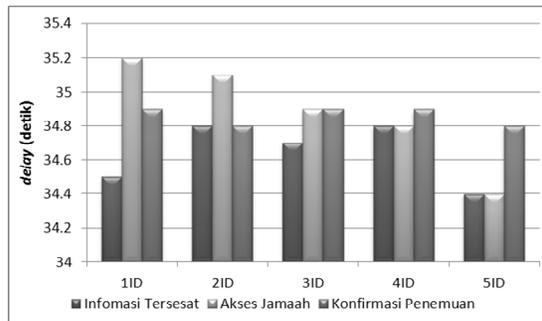
Gambar 11. Grafik perbandingan waktu delay pengiriman informasi tersesat dan konfirmasi

Berdasarkan grafik gambar 11 dapat dikatakan bahwa waktu delay yang diperlukan saat pengiriman informasi tersesat dan konfirmasi penemuan untuk sampai ke petugas sektor, ketua regu dan ketua kloter nilainya saling mendekati. Terjadi perbedaan nilai

delay karena pengaruh trafik dari operator yang digunakan pada saat itu.

3.5 Pengujian delay pengaruh multiplexing saat pengiriman pesan dari node ke server

Proses multiplexing digunakan untuk mengoptimisasi pengiriman pesan dari node ke server. Multiplexing yang dilakukan terdapat beberapa macam diantaranya multiplexing satu ID, dua ID, tiga ID, empat ID dan lima ID yang digunakan saat pengiriman pesan informasi tersesat, akses alamat makhtab jamaah dan konfirmasi penemuan. Ketiga pesan tersebut dikirim saat jamaah haji mendekati ID nya pada RFID reader. Data ID disimpan sementara pada mikrokontroler dan akan dikirim setelah timer mencapai 20 detik. Jumlah ID maksimal yang dapat disimpan pada mikrokontroler sebanyak lima buah. Meskipun data ID yang tersimpan belum mencapai lima dan waktu timer sudah mencapai 20 detik maka informasi tersebut langsung dikirim ke server. Karena proses pengiriman informasi tersesat bersifat interrupt setelah timer mencapai 20 detik. Grafik perbandingan delay pada masing-masing multiplexing seperti pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik perbandingan delay multiplexing saat pengiriman informasi tersesat, akses jamaah dan konfirmasi penemuan

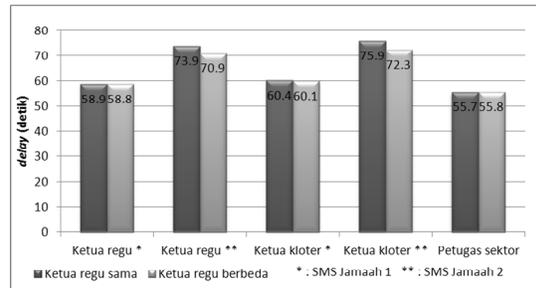
Sesuai grafik gambar 12, waktu delay pengiriman informasi tersesat, akses data jamaah dan konfirmasi penemuan berkisar 34-35 detik. Nilai delay tidak dipengaruhi jumlah ID yang dikirim saat proses multiplexing karena pengiriman informasi tersesat berdasarkan nilai timer 20 detik. Adanya pelambatan delay disebabkan kondisi trafik SMS saat itu.

3.6 Pengujian perbandingan delay pengiriman informasi tersesat dari node ke server sampai menuju petugas sektor, ketua kloter dan ketua regu sama dan berbeda

Saat jamaah haji tersesat, informasi dikirim ke petugas sektor, ketua regu dan ketua kloter. Beberapa jamaah haji tersesat dimungkinkan berada dalam satu regu atau kloter. Sehingga ketua regu dan kloter yang sama mendapatkan pesan informasi lebih dari satu jamaah tersesat dalam waktu bersamaan.

Perbandingan delay penerimaan pesan informasi tersesat saat ketua regu sama dan berbeda seperti pada grafik gambar 13.

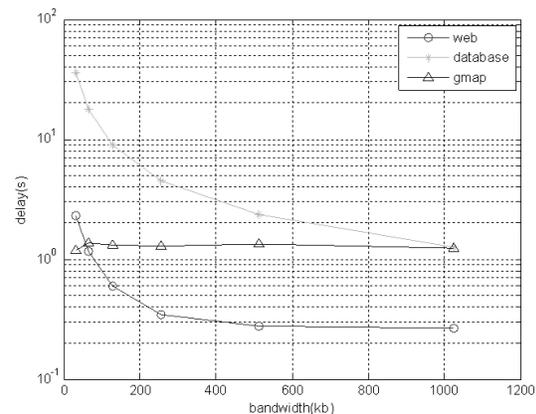
Berdasarkan grafik gambar 13, apabila dibandingkan nilai delay yang didapatkan untuk ketua regu yang sama dan ketua regu berbeda terjadi perbedaan nilai delay yang cukup besar saat penerimaan pesan tersesat untuk jamaah kedua baik pada sisi ketua regu dan ketua kloter, yaitu sekitar 3-4 detik. Hal ini terjadi karena adanya antrian pembacaan pesan masuk pada handphone ketua regu dan ketua kloter.



Gambar 13. Grafik perbandingan delay penerimaan pesan tersesat pada ketua regu sama dan berbeda

3.7 Pengujian perbandingan delay pengaksesan sistem informasi

Pada sisi server disediakan beberapa fasilitas diantaranya aplikasi yang terhubung dengan database dan tampilan peta Google Map berbasis website. Pengujian dilakukan pada tiga bagian yaitu delay akses halaman indeks website, delay pengaksesan database dan delay pengaksesan peta dengan bandwidth berbeda-beda. Grafik perbandingan waktu delay saat pengaksesan sistem informasi seperti pada gambar 14.



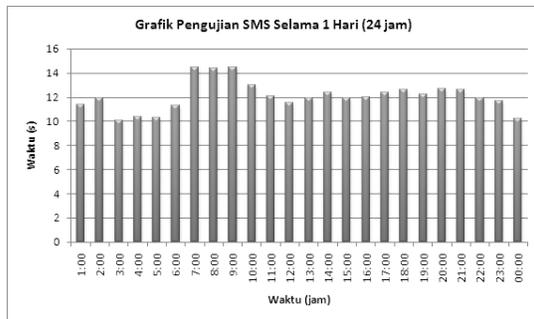
Gambar 14. Grafik perbandingan waktu delay pengaksesan sitem informasi dengan bandwidth berbeda

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan delay pengaksesan halaman indeks website semakin menurun dengan bertambahnya nilai bandwidth.

Tetapi nilai perubahannya tidak begitu besar. Saat pengaksesan peta nilai *delay* hampir sama untuk setiap *bandwidth*. Karena pengaksesannya tergantung dari *bandwidth* proxy. Sedangkan saat pengaksesan database terlihat semakin kecil *delay* dengan semakin besarnya *bandwidth* yang digunakan. Terlihat perbedaan *delay* yang cukup besar saat dilakukan pengaksesan database.

3.8 Pengujian *delay* propagasi selama 24 jam

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengamati kepadatan trafik SMS selama 1 hari (24 jam). Pada pengujian ini dilakukan pengujian pengiriman SMS dari *node* menuju server kemudian dilanjutkan pada *client* (petugas sektor). Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil seperti yang tertera pada gambar 15. Pada pukul 09.00 memiliki nilai *delay* propagasi selama 14.5 detik, yang merupakan *delay* terlama yang didapat ketika pengujian. Sehingga jam tersebut digunakan sebagai referensi jam sibuk untuk pengujian selanjutnya. Sedangkan jam 22.00 memiliki nilai *delay* propagasi selama 11.9 detik, yang dapat digunakan untuk mewakili kondisi jam sepi saat pengujian berikutnya.

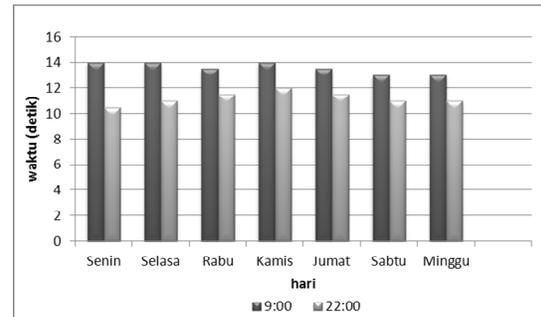


Gambar 15. Grafik pengujian SMS selama 1 hari (24 jam)

3.9 Pengujian SMS pada jam sibuk dan sepi selama satu minggu

Pada pengujian ini dilakukan untuk membandingkan trafik SMS ketika jam sibuk (09.00 WIB) dan jam sepi (22.00 WIB). Pada pengujian ini dilakukan pengujian pengiriman SMS dari *node* menuju server kemudian dilanjutkan pada *client* (petugas sektor). Hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil seperti yang tertera pada gambar 16. Pada pengujian ketika jam sibuk yaitu pada pukul 09.00 WIB didapatkan nilai rata-rata selama satu minggu sebesar 14.1 detik. Sedangkan pada pengujian ketika jam sepi yaitu pada pukul 22.00 WIB didapatkan nilai rata-rata selama satu minggu sebesar 11.4 detik. Dari pengujian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan ketika dilakukan pengiriman SMS saat jam sibuk dan jam sepi. Selisih antara kedua jenis jam tersebut berkisar antara 2-3 detik. Selisih tersebut tidak terlalu

lama sehingga tidak terlalu berpengaruh pada kinerja keseluruhan sistem.



Gambar 16. Grafik pengujian SMS selama 1 minggu

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini kami dapat menyimpulkan bahwa jenis material penghalang mempunyai pengaruh dalam radius pembacaan *reader* yang terpasang di masing-masing *node*. Oleh karena itu perlu adanya sosialisasi kepada jamaah saat keberangkatan, tentang material yang boleh dibawa saat menjalankan ibadah haji. Posisi *tag* juga mempengaruhi sensitivitas penerimaan data pada *reader*. Sistem yang dibuat sangat bergantung pada okupansi *bandwidth*, baik di sisi jaringan seluler untuk pengiriman SMS dari dan ke server, maupun dalam pengaksesan database server. Untuk mengoptimalkan cara kerja sistem I-MIS ini kami menyarankan pengaplikasian *bandwidth dedicated* yang dapat disediakan oleh perwakilan Departemen Agama Republik Indonesia di tempat-tempat penyelenggaraan ibadah haji, sehingga efisiensi penanganan jamaah tersesat dapat tercapai.

Daftar Pustaka

- [1] Media Indonesia. "Membantu Haji Menuju Mabrur". No.10137/Tahun XXXIX. Edisi Selasa 28 Oktober 2008.
- [2] Stacey Anne M. Clamosa. "Microcontroller-Based GPS and GSM Human Tracking System for NAIA Aircraft Movement Area". ECE Student Forum. De La Salle University, Manila, Philippines. 2008.
- [3] Yi-Wei Ma. "RFID-Based Positioning System for Telematics Location-Aware Applications". Springer Science Business Media, LLC. 2010.
- [4] Randy Pilago Octoferando. "Aplikasi Sistem Keamanan Mobil dengan RFID dan Face Recognition". Proyek Akhir PENS-ITS. 2009.
- [5] Cahyo Respito. "Perancangan dan pembuatan Perangkat Lunak Otomasi dan Keamanan Asset Tracking dengan Memanfaatkan Teknologi RFID". Proyek Akhir ITS. 2010
- [6] "Tutorial tentang jenis koding tag RFID (online)". tersedia di <http://www.apdanglia.org.uk/em4001protocol.html>. 2011.