

Simulasi dan Analisis Penggunaan Radio-Frequency Identificaiton (RFID) dan Wireless Sensor Network (WSN) untuk Pengecekan Nomor Kerangka Sepeda Motor

Mohammad Gilang Al Faritsy (alfaritsy.gilang@gmail.com), , Andrian Rakhmatsyah, S.T., MT (adr@telkomuniversity.ac.id), Novian Anggis Suwastika, ST., MT(ngs@telkomuniversity.ac.id), Telkom University

Abstrak

Arus penjualan kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor, yang semakin meningkat setiap tahunnya membuat kebutuhan akan keamanan dan pendataan sepeda motor yang lebih aman dan cepat. Seiring dengan meningkatnya angka ini, angka kriminalitas dalam pencurian sepeda motor semakin meningkat dan dengan cara yang beragam pula.

Untuk meningkatkan keamanan dan proses identifikasi data dari sepeda motor, penelitian ini menerapkan penggunaan *Radio-Frequency Identification* (RFID), yang terdiri dari RFID *tag* yang ditanamkan pada kendaraan yang sebelumnya telah diisi dengan data- data identifikasi kendaraan, dan sebuah RFID *reader* yang dipasang pada koordinat- koordinat yang telah ditentukan, guna membaca *tag* kendaraan yang terhubung dalam sebuah jaringan sensor nirkabel, atau sering disebut juga *Wireless Sensor Network* (WSN) berbasis Zigbee 802.15.4. Data hasil pembacaan ini kemudian dapat dibaca dalam sebuah *log* atau history dalam Google Maps.

Dalam penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa sistem telah berhasil melakukan pembacaan RFID *tag* untuk identifikasi motor, diperlihatkan dari tiga tag yang diujikan semuanya dapat diidentifikasi dengan baik. Begitu pula dengan simulasi pemetaan kendaraan, bahwa sistem berhasil mampu melakukan pemetaan sepeda motor dan mencetaknya ke dalam Google Maps, diperlihatkan dari tiga tag yang melintasi 5 koordinat berbeda dapat dipetakan dengan baik. Diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan keamanan dan proses identifikasi kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor.

Keyword: RFID, WSN, Google Maps.

Abstract

The emerging number of motorized vehicle, especially motorcycle, has grown so big nowadays that it demands our concern in term of a better security and faster data collecting. Because this number also attracts another number, the number of crime against it and ways of doing it.

To achieve the better security and faster data collecting problem, the author uses Radio-Frequency Identification (RFID), which consists of an RFID tag planted in the vehicle, and an RFID Reader which will be installed in certain coordinates to read the identification of the vehicle. And all of them will be connected into one Wireless Sensor Network (WSN) based on Zigbee 802.15.4. The datas running through them eventually can be seen in a change log or history of their position in Google Maps.

In the simulation set for this research, we can conclude that this system succeeded to identify all the tags used to represent the vehicle. As well as the simulation designed to track the vehicle location, the three tags that pass five different coordinates can be mapped and printed on Google Maps. All in all the author hopes that this research will prevent bigger number on motor vehicle theft and provide a better security and faster data collecting problem.

Keywords : RFID, WSN, Google Maps.

1. Pendahuluan

Daya beli masyarakat yang semakin tinggi mendorong peningkatan penjualan kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor. Tercatat oleh statistik, penjualan sepeda motor terhitung sejak tahun 2005 yang berada pada angka 28.531.831 hingga 2011 berada pada angka 68.839.341, dengan kata lain mengalami peningkatan sebesar 141,27%. Dengan meningkatnya penjualan sepeda motor namun tidak setara dengan pertumbuhan angka pengangguran di Indonesia, tindakan kriminal menjadi opsi bagi mereka yang tidak dapat memiliki pekerjaan yang layak. Tak heran bila kini menjadi seorang kriminal bukan hanya dianggap penyelengewengan hukum, namun juga sebagai sebuah profesi. Pencurian kendaraan bermotor pun menjadi ranah yang tak lepas dari tindakan kriminal yang paling marak dengan berbagai cara, hingga kasus ekstrim seperti pembegalan.

Berangkat dari masalah yang muncul di kalangan pengguna kendaraan bermotor, penulis mencoba menerapkan sistem *Radio-Frequency Identification* (RFID) untuk masalah pendataan kendaraan bermotor. RFID adalah teknologi identifikasi dengan menggunakan gelombang radio yang terdiri dari sebuah RFID *reader* dan RFID *tag*. RFID *tag* dapat bersifat aktif ataupun pasif dengan kelemahan dan keunggulan tersendiri. Sedangkan WSN adalah sebuah jaringan yang terdiri dari sensor- sensor yang berada dalam *sensor field* yang saling berkomunikasi satu sama lain untuk meneruskan data. Jika dibandingkan dengan Vanet yang menggunakan kendaraan sebagai node- node yang membentuk sebuah topologi dinamis, hal ini memiliki kekurangan karena ketidak seragaman spesifikasi perangkat pada pemilik kendaraan bermotor (contoh: handphone) untuk proses tracking kendaraan dan mengharuskan user untuk terhubung kepada Wi-Fi pada titik- titik tertentu untuk menentukan koordinatnya. Penggunaan RFID lebih hemat biaya bahwa user hanya diperlukan untuk memiliki RFID tag tanpa perlu memikirkan delay pada setiap perpindahan area (seperti pada Vanet yang mengharuskan perangkat terhubung pada Wi-Fi pada titik- titik tertentu). Begitu pula dengan penggunaan WSN sebagai jaringan yang lebih adaptif terhadap lingkungan karena keleluasaan dan kedinamisan node- node

terhadap area dimana ia diletakkan. Selain itu jika ingin membandingkan secara ekonomi, dengan penggunaan RFID tag dapat tahan hingga 20 tahun atau lebih dengan penggunaan normal.

Pada penelitian, setiap motor yang keluar dari manufaktur kendaraan akan ditanamkan RFID *tag* yang berisi nomor seri rangka dan mesin. Pada setiap pembelian kendaraan bermotor, RFID *tag* akan diupdate oleh dealer diisikan data dari pembeli sepeda motor. Pihak dari dealer akan melakukan pemindaian terhadap *tag* dan mengisinya dengan data dari kendaraan untuk selanjutnya diberikan kepada pemilik motor untuk keperluan lebih lanjut, dalam hal ini adalah sistem tracking. Pada sistem tracking, telah ditanamkan node- node RFID *reader* pada tempat- tempat yang telah ditentukan dan ditanamkan koordinat keberadaannya. Jika motor melewati koordinat tersebut dan dibaca oleh RFID *reader*, RFID *reader* akan meneruskan data hasil bacaan ke server dan mencetak koordinat lokasi pembacaan. Sisi server dapat melakukan pencarian terhadap motor dengan proses searching berdasarkan STNK dan dapat melihat koordinat motor melalui Google Maps. Pada simulasi penelitian digunakan peralatan utama dari sistem dasar dari komponen Zigbee dan ketetapan IEEE 802.15.4 yaitu sebuah RFID *reader* yang terdiri dari mikrokontroler Arduino uno, Xbee Shield, Xbee S2B, dan sensor RFID ID-12, tiga buah RFID *tag*, dan sebuah komputer yang akan menyimpan data dari pembacaan *tag*.

2. Landasan Teori

2.1 Radio Frequency Identification (RFID)

Identifikasi dalam RFID dilakukan antara RFID *tag*, RFID *reader*, dan sebuah komputer dalam jaringan. Ketiga komponen dasar ini berkomunikasi dalam frekuensi radio untuk mengirimkan data untuk saling dapat berkorespondensi satu dengan yang lain. Mirip dengan cara kerja barcode, namun RFID tidak membutuhkan kontak langsung seperti yang terjadi dalam pembacaan barcode untuk melakukan identifikasi. Aplikasi RFID saat ini dapat diaplikasikan dalam berbagai macam kebutuhan, seperti: pemasangan label harga

Simulasi dan Analisis Penggunaan Radio-Frequency Identificaiton (RFID) dan Wireless Sensor Network (WSN) untuk Pengecekan Nomor Kerangka Sepeda Motor

barang, identifikasi kendaraan, dan sistem pembayaran.

2.2 Wireless Sensor Network (WSN)[3]

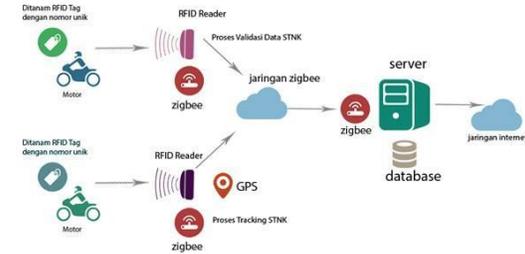
Jaringan sensor nirkabel, atau yang lebih dikenal dengan nama Wireless Sensor Network (WSN), adalah sebuah jaringan dengan menggunakan potensi yang dimiliki oleh sensor untuk berkomunikasi satu sama lain, dibentuk atas node- node sensor yang memiliki kapasitas terbatas, sehingga data hanya dapat disampaikan dalam batas jarak tertentu. Node ini terdiri atas node client dan node server. Pada implementasi ini, node client yang melakukan pembacaan atas RFID tag dan akan meneruskan informasi yang diterimanya kepada node server. Kumpulan dari node- node sensor disebut juga sensor field yang telah beradaptasi dengan lingkungan pemasangan sensor.

3 Perancangan Sistem

Sistem ini dibangun dengan dua tujuan utama, yaitu untuk proses validasi data- data kendaraan (STNK) dan proses tracking. Motor Sebelumnya ditanamkan RFID Tag yang telah terisi nomor unik sebagai identitas dari motor kepada sistem. RFID Tag yang dimiliki oleh pemilik kendaraan selanjutnya didaftarkan ke dalam database untuk menyimpan data- data yang berhubungan dengan kendaraan. Data ini dapat menjadi acuan dalam berbagai bidang yang beririsan dengan pendataan kendaraan, seperti data pajak atau data kredit kendaraan bermotor. Dalam penelitian, data kendaraan digunakan sebagai acuan identitas motor dalam proses tracking. Proses ini dilakukan dengan membaca RFID tag dengan RFID Reader yang sudah dilengkapi koordinat lokasi keberadaan reader. RFID Reader akan membaca tag dan mengimbuahkan koordinat pada data kendaraan untuk dikirimkan kepada server yang terhubung dalam sebuah jaringan *Wireless Sensor Network*. Jaringan yang digunakan dalam penelitian berupa Zigbee akan saling berkomunikasi dalam membawa arus data yang telah dibaca oleh RFID Reader. Zigbee pada bagian Reader berfungsi sebagai koordinator, sedangkan Zigbee pada sisi server bekerja sebagai router. Data yang diterima pada sisi server selanjutnya akan dimasukkan dalam database untuk selanjutnya dapat dilihat data dan hasil tracking kendaraan. Hasil tracking yang diperoleh dapat dilihat dalam Google

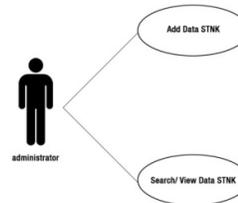
Maps yang mengharuskan server untuk terhubung dengan internet, seperti diilustrasikan pada Gambar 3.1. Dalam perancangan sistem, prosedur- prosedur yang telah disebutkan dibagi menjadi dua sistem utama :

1. Sistem Master, sistem yang bekerja pada bagian server.
2. Sistem Slave, sistem yang bekerja pada bagian RFID reader.



Gambar 3. 1 Desain Sistem

3.1 Sistem Master



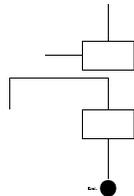
Gambar 3. 2 Use Case Diagram Sistem Master

Pada sistem Master yang diilustrasikan oleh *use-case* diagram pada Gambar 3.2 terdiri dari seorang administrator yang dapat melakukan dua hal inti, yaitu: melakukan prosedur Add Data STNK dan melakukan proses pencarian dan pelacakan terhadap sepeda motor berdasarkan plat nomor kendaraan.

Prosedur Penambahan STNK

Setiap pengguna motor akan mendapatkan RFID tag yang terisi nomor RFID tertentu yang akan digunakan untuk kepentingan otentikasi data- data kepemilikan motor. Untuk mendaftar RFID tersebut akan dipindai oleh RFID reader yang telah dibuat. Hasil bacaan akan dijadikan acuan untuk pengisian data kendaraan, sehingga setiap pemindaian akan menampilkan data yang terkait dengan nomor RFID tersebut. Jika ingin mengganti data, RFID harus dipindai kembali dan melakukan proses yang sama. Jika semua data sudah terverifikasi maka

proses akan berakhir. Skema prosedur dijelaskan oleh Gambar 3.3.



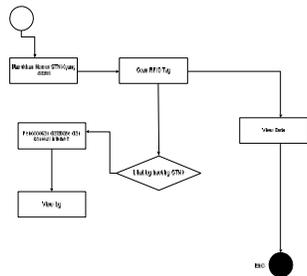
Gambar 3. 3 Prosedur Add STNK

Alur Searching dan Tracking

Proses pencarian motor dimulai dengan menginputkan nomor STNK yang ingin dicari. Kemudian akan dicari kecocokan nomor STNK dengan database data- data

kendaraan bermotor yang telah diinputkan pada proses sebelumnya. Jika data ditemukan, akan ditampilkan hasilnya. Selain itu, user dapat melihat koordinat dan log keberadaan motor berdasarkan proses yang dilakukan oleh sistem slave. Untuk dapat melihat keberadaan bermotor pada map, user harus terhubung dengan koneksi internet. Prosedur ini

ditunjukkan oleh Gambar 4.3.



Gambar 3. 4 Prosedur Search STNK

3.2 Sistem Slave

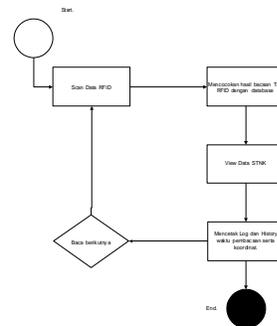


Gambar 3. 5 Use Case Diagram Sistem Slave Sistem Slave yang diilustrasikan pada use-case diagram pada Gambar 3.5 terdiri dari tagger yang memiliki RFID tag pada koordinat-koordinat yang telah ditentukan untuk melakukan pengecekan pada RFID yang dimiliki oleh user (pemilik kendaraan sepeda

ditanamkan pada RFID reader untuk kemudian dimasukkan dan dapat dibaca pada sisi server (sistem Master).

Prosedur Pembacaan Data RFID Motor

Setiap proses pembacaan data kendaraan yang telah berhasil akan dicantumkan koordinat pembacaan dan waktu pada saat pemindaian. Data- data ini akan dimuat dalam sebuah history tracking yang menjadi acuan dimana keberadaan kendaraan. Setiap hasil dari log akan tercetak pada koordinat yang kemudia dapat dilihat di sistem server berupa visualisasi koordinat dalam Google Maps. Prosedur diilustrasikan oleh Gambar 3.6.



motor). Data yang dibaca secara otomatis akan dibubuhi koordinat yang terkandung telah

4 Implementasi dan Pengujian

4.1 Implementasi RFID Reader

Dalam pembangunan sistem, pembangunan RFID Reader membutuhkan perhatian lebih. Penulis menghabiskan sebagian besar waktunya untuk membangun RFID reader. Berbicara mengenai spesifikasi, selain menyesuaikan dengan kebutuhan sistem, faktor pendaan juga menjadi pertimbangan. Ketika pendaan dan kebutuhan sistem telah terdefinisi, maka kita dapat membangun RFID reader yang diinginkan.

RFID Reader yang dibangun dalam sistem tersusun atas:

1. Sebuah mikrokontroller Arduino Uno
2. Sebuah Sensor RFID ID-12
3. Sebuah shield Xbee untuk Arduino
4. Sebuah Xbee S2B
5. Lima buah kabel jumper untuk menghubungkan bagian- bagian RFID Reader.

4.2 Konfigurasi Xbee

Untuk mengkonfigurasi Xbee pada node Coordinator maupun node Router dilakukan dengan aplikasi XCTU. Ada

baiknya jika kedua Xbee disetting dengan menggunakan Xbee Xplorer untuk menghindari kesalahan pengaturan yang bisa berakibat pada disfungsi sistem, terutama pada node Coordinator.

4.3 Implementasi Pengolahan Data dan Tracking

1. Skenario Simulasi Add Data STNK



Gambar 4. 1 Skenario Pengujian Add Data

Pengujian dilakukan dengan tiga RFID Tag yang sebelumnya telah terisi data ID. Masing-masing bernomor : 03-00-236-012-61, 03-00-238-36-103, dan 03-00-237-25-139. RFID tag kemudian akan dipindai dengan RFID reader untuk dimasukkan ke dalam database. Data yang dikirim diterima melalui Zigbee node Router yang berada pada sisi server.

Hasil Simulasi Add Data

Setelah dipindai, data akan dibaca dan masuk ke dalam server melalui aplikasi yang sebelumnya telah kita bangun. Nomor RFID akan tercantum secara otomatis dan field sisanya akan kita isi dengan data- data STNK dari pemilik kendaraan bermotor. Ketika selesai, pindai kembali dua RFID tag sisanya. Dan berikut adalah hasilnya untuk proses input data.

Tabel 4. 1 Hasil Simulasi Add Data

No.	Nomor Tag	Verfikasi Pembacaan	Status Database
1.	03-00-236-012-61	Terbaca	Berhasil tersimpan
2.	03-00-238-36-103	Terbaca	Berhasil tersimpan
3.	03-00-237-25-139	Terbaca	Berhasil tersimpan

2. Skenario Simulasi View Data STNK

View Data STNK dilakukan pada bagian sistem Slave dimana Slave akan membaca isian dari data RFID dan kemudian membubuhkan koordinat tempat nya berada dan waktu pembacaannya. Dikarenakan tidak terdapatna GPS, koordinat ditanamkan sebelum node diletakkan. Node- node pembacaan diletakkan pada koordinat-koordinat tempat dimana polisi melakukan

razia terhadap kendaraan bermotor. Koordinat-koordinat itu ditujukan oleh Gambar 4.3:

1. -6.965794, 107.637893. Lokasi : terowongan bawah tol Terusan Buah Batu.
2. -6.954427, 107.639373. Lokasi : Pasar Kordon.
3. -6.940810, 107.626495. Lokasi : depan Kantor Polisi Buah Batu.
4. -6.931924, 107.617965. Lokasi : Jl. Buah Batu No. 22
5. -6.923989, 107.617424. Lokasi : Jl. Lengkong Kecil No. 82C, Karapitan.



Gambar 4. 2 Skenario View Data STNK

Hasil Simulasi View Data STNK

Berikut adalah hasil data pengujian view data STNK berdasarkan koordinat-koordinat yang telah ditentukan.

Tabel 4. 2 Hasil View Data STNK

No.	Koordinat		Nomor RFID	Status Pembacaan
	Longitude	Latitude		
1.	-6.965794	107.637893	03-00-236-012-61	Terbaca
			03-00-238-36-103	Terbaca
			03-00-237-25-139	Terbaca
2.	-6.954427	107.639373	03-00-236-012-61	Terbaca
			03-00-238-36-103	Terbaca
			03-00-237-25-139	Terbaca
3.	-6.940810	107.626495	03-00-236-012-61	Terbaca
			03-00-238-36-103	Terbaca
			03-00-237-25-139	Terbaca
4.	-6.931924	107.617965	03-00-236-012-61	Terbaca
			03-00-238-36-103	Terbaca
			03-00-237-25-139	Terbaca
5.	-6.923989	107.617424	03-00-236-012-61	Terbaca
			03-00-238-36-103	Terbaca

Simulasi dan Analisis Penggunaan Radio-Frequency Identificaition (RFID) dan Wireless Sensor Network (WSN) untuk Pengecekan Nomor Kerangka Sepeda Motor

			03-00-237-25-139	Terbaca
--	--	--	------------------	---------

3. Skenario Simulasi Tracking STNK



Gambar 4. 3 Skenario Tracking STNK

Tracking STNK dilakukan dengan cara memindai RFID tag yang terdapat pada motor pada RFID reader yang telah ditentukan koordinatnya sebelumnya. Proses ini dilakukan oleh prosedur slave yang bertugas untuk mengimbulkkan data koordinat dan waktu pembacaan kendaraan tersebut. Ketika slave sudah mengimbulkkan koordinat dari motor tersebut, data tracking dapat dilihat oleh master di server dan membukanya pada Google MAPS.

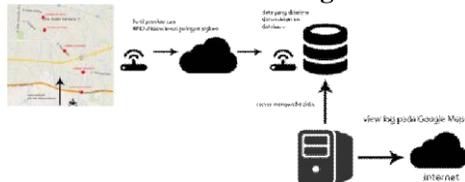
Hasil Simulasi Search STNK

Search STNK adalah prosedur untuk melihat data dan keberadaan motor dari sisi server. User Pertama- tama harus menginputkan nomor polisi kendaraan yang ingin dicari untuk diketahui data dan keberadaannya. Berikut hasil search yang telah dilaksanakan dalam pengujian :

Tabel 4. 3 Hasil Tracking STNK

No.	Nomor RFID	Hasil Search	Pembacaan Koordinat
1.	03-00-236-012-61	Terbaca	Tercetak
2.	03-00-238-36-103	Terbaca	Tercetak
3.	03-00-237-25-139	Terbaca	Tercetak

4. Skenario Simulasi View Log



Gambar 4. 4 Skenario View Log

View log kendaraan memungkinkan user dari sisi server untuk dapat melihat koordinat kendaraan dalam format Google Maps dan mengharuskan user untuk terhubung ke dalam jaringan internet.

Hasil Simulasi View Log Kendaraan

Berikut adalah hasil dari view log dan history dari setiap pembacaan motor pada Google Maps :

Tabel 4. 4 Tabel hasil pengujian View Log

No.	Nomor RFID	Hasil Log	Google Maps
1.	03-00-236-012-61	Berhasil	Tercetak
2.	03-00-238-36-103	Berhasil	Tercetak
3.	03-00-237-25-139	Berhasil	Tercetak

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian, pengujian, dan analisis, berdasarkan landasan- landasan, tujuan, dan hasil akhir yang ingin dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis dapat memberikan kesimpulan :

1. Dalam simulasi yang telah diujikan terhadap setiap prosedur- prosedur yang telah dirancang dalam penerapan teknologi RFID dan WSN untuk melakukan validasi data telah memberikan hasil yang memenuhi tujuan awal. Hal ini tunjukan oleh tiga buah RFID tag yang digunakan berhasil terbaca dan tersimpan pada server untuk merepresentasikan sepeda motor dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%.
2. Dalam simulasi yang telah diujikan terhadap setiap prosedur- prosedur yang telah dirancang dalam penerapan teknologi RFID dan WSN untuk melakukan pelacakan kendaraan telah memberikan hasil yang memenuhi tujuan awal. Hal ini ditunjukkan oleh tiga buah RFID tag yang digunakan berhasil terbaca dan tercetak dengan koordinatnya pada server dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%.
3. Berdasarkan hasil simulasi untuk melakukan pelacakan kendaraan

Simulasi dan Analisis Penggunaan Radio-Frequency Identificaiton (RFID) dan Wireless Sensor Network (WSN) untuk Pengecekan Nomor Kerangka Sepeda Motor

berdasarkan prosedur- prosedur yang telah dirancang, terutama prosedur pelacakan kendaraan telah berhasil memetakan kendaraan pada Google Maps. Hal ini ditunjukkan pada proses pelacakan kendaraan, ketiga tag tercetak pada koordinat- koordinat yang telah mereka dan tercetak pada Google Maps dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%.

5.2 Saran

Selain menarik kesimpulan dari hasil penelitian, penulis dapat memberikan saran untuk pengembangan sistem ke depannya.

1. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan dapat menggunakan lebih dari satu RFID Reader untuk pembacaan dan input data secara parallel.
2. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan RFID Tag yang writeable sehingga dapat diisi dengan data sesuai dengan kebutuhan.
3. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan RFID Reader dengan jangkauan yang lebih panjang dari yang digunakan dalam sistem dan RFID Tag aktif, sehingga pembacaan tidak mengharuskan antara RFID Reader dan Tag untuk saling bersentuhan.
4. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan menambahkan modul GPS pada RFID Reader untuk pembacaan koordinat yang lebih dinamis dan real-time.
5. Untuk pembangunan sistem aplikasi lebih lanjut disarankan membuat Aplikasi server dan database yang lebih kompleks untuk keperluan pengolahan data yang lebih besar dan akurat.
6. Untuk pembangunan sistem aplikasi lebih lanjut disarankan membuat media penyimpanan data dan aplikasi berbasis web sehingga akses data lebih mudah.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Akyildiz , Ian F., Vuran , Mehmet Can.2010."Wireless Sensor Network". Torquay, United Kingdom.
 [2] Arduino. 2012. "Arduino Uno Datasheet". Diakses pada hari Minggu, 5 April 2015pukul

1.35 WIB, dari <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>.
 [3] Badan Pusat Statistik. 2011. "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2011". Diakses pada hari Sabtu, 4 April 2015 pukul 23.37 WIB, darihttp://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=12.
 [4] Digi International Inc. 2010. "Xbee with Zigbee". Minnnesota, United States.
 [5] DSR. 2012. "Zigbee Overview". diakses pada hari Minggu, 5 April 2015 pukul 1.30 WIB, dari http://estc.dsr-company.com/images/3/35/C2-ZigBee_overview.ppt.
 [6] Dunning, David. "How Long Do RFID Chips Last?". Diakses pada hari Senin, 4 Mei 2015 pukul 08.08 WIB dari http://www.ehow.com/info_8706072_long-do-rfid-chips-last.html.
 [7] Ergen, Sinem Coleri. 2004. "Zigbee/IEE 802.15.4 Overview". Berkeley University.
 [8] ID Innovations. 2005. "ID-Series Datasheet". Canning Vale, Australia.
 [9] IEEE. 2006. "Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)".
 [10] Kausik, Praveen, Patel, Nilesh Kumar R., Singhai Jyoti. 2011. "Energy Efficient Clean Channel Assessment for LR-WPAN". IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8, Issue 3, No.2, May 2011.
 [11] Mathur, Avijit, Newe, Thomas.2014. "Comparison and overview of Wireless sensor network systems for Medical Applications". Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology, Sep. 2-4, 2014, Liverpool, UK.
 [12] Nedap AVI. 2012. "Why You Should Consider Long Range RFID for Automatic Car Identification". Diakses pada hari Sabtu, 4 April 2015pukul 23.52 WIB, dari <http://www.nedapavi.com/insights/insights-overview/why-should-you-consider-long-range-rfid-for-automatic-vehicle-identification.html>.
 [13] Nipu, Md. Al-Amin. "Location Identification and Vehicle Tracking using VANET (VETRAC)". Diakses pada hari Senin, 4 Mei 2015 pukul 07.57 WIB, dari http://www.academia.edu/8027639/Location_I

[dentification and Vehicle Tracking using V
ANET VETRAC.](#)

[14] Nortech. 2013. ”*Automatic Vehicle Identification*”. Diakses pada Sabtu, 4 April 2015 WIB pukul 23.52 WIB, dari <http://www.nortechcontrol.com/parking-vehicle-management/automatic-vehicle-identification.aspx> .

[15] TutorialWeb. 2010. “*RFID: A Beginner’s Guide*”. Diakses pada hari Minggu, 5 April 2015 pukul 1.37 WIB, dari <http://www.tutorialweb.com/rfid/operation-of-rfid-s ystems.htm>

[16] Zigbee. 2006. “*Zigbee Architectures*”. Diakses pada hari Minggu, 5 April 2015 pukul 1.33

WIB, dari http://www.zigbee.org/zigbee/en/events/documents/April2006_ESC_Presentations/043120r11ZB_TAG-ZigBeeV1-0Architecture%5B1%5D.pdf