

Kajian Penggunaan Sistem *Radio Frequency Identification Detection* (RFID) Pada Pengelolaan Jalan Tol

Joni Andra¹

1 : SMKN 2 Painan, Universitas Negeri Padang, joniandra@students.itb.ac.id

Abstraksi

Semua proses di jalan tol menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi pengguna tol dan penyedia jasa tol. Proses tersebut dimulai dari kelancaran saat melakukan transaksi di pintu tol sampai keluar dari pintu tol. Penggunaan sistem manual selama ini memakan waktu yang transaksi lama baik di pintu masuk atau pintu ke luar tol. Permasalahan yang sering terjadi di pintu tol adalah terjadinya kemacetan yang panjang akibat antrian dalam mengambil tiket masuk pada pintu masuk dan saat pembayaran pada pintu keluar. Selain itu dengan sistem manual yang digunakan selama ini semua kendaraan yang masuk kurang dapat terpantau dengan baik.

Makalah ini membahas solusi dalam mengatasi berbagai permasalahan di jalan tol. Pembahasan di sini dikhususkan pada proses transaksi pembayaran dan pemantauan jumlah kendaraan di ruas tol tersebut. Solusi yang ditawarkan adalah memanfaatkan *Radio Frequency Identification Detection* (RFID). Semua kendaraan yang akan memasuki ruas tol harus memiliki RFID tag aktif baik yang menggunakan sistem langganan atau sistem tidak langganan. Pengguna tol yang ingin berlangganan dapat memperoleh tag di toko-toko mitra pengelola tol. Pengguna tol yang telah jadi pelanggan dapat langsung memasuki tol tanpa harus antri, sedangkan untuk yang tidak berlangganan harus menyewa tag yang dapat diambil di gerbang tol. Kedua sistem ini akan menggunakan gerbang tol yang berbeda. Sewa tag ini akan dibayar di pintu ke luar tol. RFID tag ini akan memancarkan sinyal yang akan dibaca oleh RFID reader yang dipasang di titik-titik tertentu di sepanjang tol. RFID tag ini berisikan nilai nominal tertentu yang akan berkurang setiap pengendara memasuki tol.

Dengan sistem ini maka tidak ada lagi transaksi pembayaran yang melibatkan operator di gerbang tol dan juga kepadatan kendaraan di setiap ruas tol dapat terpantau. Aplikasi ini dibuat secara real time sehingga informasi yang berasal dari RFID tag dapat segera dibaca RFID reader.

Kata kunci : RFID tag, RFID reader, jalan tol.

I. PENDAHULUAN

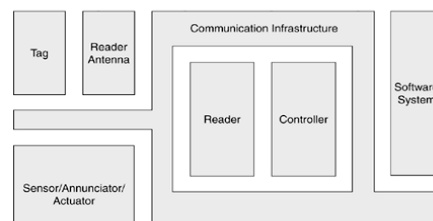
Sekarang ini di jalan tol sering mengalami kemacetan di pintu masuk dan pintu keluar tol. Hal ini akibat masih manualnya sistem transaksi pembayaran yang dilakukan. Setiap transaksi yang digunakan sekarang memakan waktu yang lama. Salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan pemakaian RFID di gerbang masuk dan keluar tol. RFID adalah teknologi identifikasi berbasis gelombang radio yang mampu mengidentifikasi berbagai obyek secara simultan tanpa diperlukan kontak langsung.

II. SISTEM RFID

Sistem RFID terdiri dari komponen-komponen berikut ini :

- *Tag*, merupakan komponen utama dari sistem RFID.
- *Reader*, merupakan komponen utama dari sistem RFID.
- *Reader* antena, sebagian arus dari *reader* yang tersedia berasal dari antena.

- *Controller*, merupakan komponen penting dalam RFID. Dalam generasi *reader* terbaru mempunyai komponen ini dalam membangun sistem.
- *Sensor*, *actuator* dan *annunciator* merupakan komponen pilihan yang dibutuhkan *input* eksternal dan *output* dari sistem.
- *Host* dan *software* sistem. Secara teoritis, sistem RFID dapat berfungsi tersendiri tanpa komponen ini. Dalam prakteknya sistem RFID menjadi tidak berguna tanpa bagian ini.
- *Infrastruktur komunikasi*, adalah gabungan antara jaringan kabel dan *wireless* dan infrastruktur koneksi serial yang dibutuhkan untuk menghubungkan komponen sebelumnya menjadi satu kesatuan jaringan komunikasi.

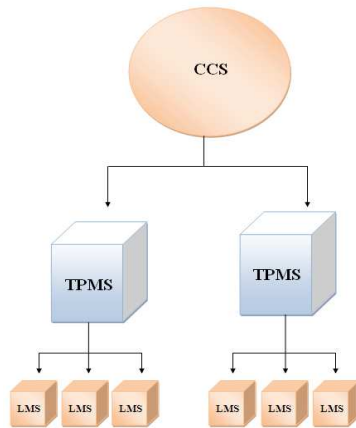


Gambar 2.1 Blok diagram skematik sistem RFID.

RFID tag terbagi atas 2 macam yaitu RFID tag Aktif dan RFID tag Pasif. Tag aktif adalah tag yang selain memiliki antena dan chip juga memiliki catu daya dan pemancar serta mengirimkan sinyal kontiniu. Tag versi ini biasanya memiliki kemampuan baca tulis, dalam hal ini data tag dapat ditulis ulang atau dimodifikasi. Tag aktif dapat menginisialisasi komunikasi dan dapat berkomunikasi pada jarak yang lebih jauh, hingga 750 kaki, tergantung kepada daya baterainya. Harga tag ini merupakan yang paling mahal dibandingkan dengan versi lainnya.

Sedangkan RFID tag pasif ini tidak mempunyai power supply seperti baterai tetapi menggunakan power yang dipancarkan dari reader untuk energi sendiri dan mentransmisikan data yang disimpan ke reader. Tag yang tidak memiliki catu daya sendiri ini tidak dapat menginisialisasi komunikasi dengan reader. Sebagai gantinya, tag merespon emisi frekuensi radio dan menurunkan dayanya dari gelombang-gelombang energi yang dipancarkan oleh reader. Tag pasif berbentuk sederhana dan bagian-bagiannya tidak mudah dipindahkan. Buktinya masing-masing tag mempunyai waktu hidup dan umumnya bertahan terhadap kondisi lingkungan yang keras.

III. RANCANGAN SISTEM



Gambar 3.1 Arsitektur sistem.

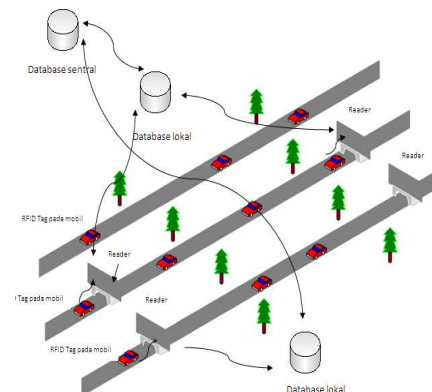
Dalam rancangannya sistem pengoperasian tol ini dibangun oleh 3 tingkatan sistem pelayanan sebagai berikut.

1. Pelayanan sentral tol, yang dalam hal ini disebut *Central Coordination Service (CCS)*. CCS akan membawahi beberapa *Toll Plaza Management Service (TPMS)*. *Central Coordination Service (CCS)* atau *layer 1* adalah komponen tertinggi. CCS mengkoordinasi level jaringan TPMS dan layanan *Lane Management Service (LMS)* oleh pengaturan konfigurasi pendukung, *security* dan fungsi autentikasi dan analisa bisnis dan monitoring secara

berkelanjutan menjadi mudah. *Layer* ini merupakan pusat dari sistem dimana seluruh data dari semua pintu tol akan diolah dan dikumpulkan. Untuk mengumpulkan data yang terjadi pada setiap pintu tol serta memberikan data yang dibutuhkan untuk melakukan transaksi pada alat transaksi, *layer* ini dihubungkan dengan *Toll Plaza Management Service (TPMS)* melalui jaringan WAN.

2. TPMS atau *layer 2* bertanggung jawab terhadap pelayanan LMS, baik LMS yang dikontrol secara elektronik ataupun secara manual. TPMS menyimpan berbagai macam transaksi yang terjadi selama pengoperasian tol. Pengiriman data ke CCS berlangsung secara *real time*. Untuk mengumpulkan data yang terjadi pada setiap pintu tol serta memberikan data yang dibutuhkan untuk melakukan transaksi pada alat transaksi, *layer* ini dihubungkan dengan melalui jaringan LAN.
3. LMS atau *layer 3* merupakan suatu pelayanan gerbang tol yang nantinya akan mengontrol keluar masuknya kendaraan. LMS didukung oleh komponen yaitu RFID reader dan AVDC display. LMS dapat menangani proses pembayaran tol secara otomatis karena LMS ini akan membaca RFID tag yang berisikan pulsa pada setiap kendaraan yang masuk. Pada *layer* LMS ini terdiri atas 2 komponen sebagai berikut.

- ✦ Alat transaksi yang berupa RFID tag aktif yang dipegang oleh pengguna tol dan RFID reader yang terpasang pada pintu tol dan tempat strategis lainnya, pengguna tol hanya perlu memperlambat sedikit kecepatan kendaraannya agar RFID reader dapat membaca sinyal dari tag.
- ✦ Alat kontrol yang berupa sensor yang tergabung dalam satu sistem kendali otomatis. Sistem ini akan mengendalikan semua proses transaksi mulai dari klasifikasi kendaraan, transaksi pembayaran dan pengawasan kepatuhan serta pengendalian permasalahan dan situasi yang mungkin timbul dalam proses pembayaran.



Gambar 3.2 Rancangan sistem RFID di jalan tol.

Model implementasi dari RFID di jalan tol dapat dilihat pada Gambar 3.2. Pengendara yang akan memasuki jalan tol harus mempunyai alat yang dapat mereka beli di toko-toko yang menjadi mitra kerja pengelola jalan tol. Alat ini merupakan RFID *tag* yang dapat dibaca dari jauh oleh RFID *reader*. Alat ini wajib dibawa oleh setiap pelanggan tol. Alat ini dalam penempatannya tidak jadi masalah, karena ini merupakan RFID *tag* pasif yang akan dapat terbaca dari jauh. Sebetulnya pemancaran sinyal RFID ini tidak harus *Line of Sight* (LOS), karena RFID bekerja pada frekuensi tertentu yang sinyal alat ini dapat menembus benda-benda yang menghalangi. Tetapi kalau dalam keadaan kecepatan kendaraan yang tinggi, jika ada benda yang menghalangi maka dapat berakibat sinyal *tag* tidak terdeteksi *reader*. Untuk itu sebaiknya *reader* jangan terhalangi oleh benda-benda lain yang dapat menghalangi pergerakan sinyal. Tetapi untuk keamanan komunikasi maka kendaraan diwajibkan mengurangi kecepatannya saat melewati *reader*. Jika kendaraan tidak terdeteksi *reader* saat berada di ruas tol, maka kendaraan tersebut akan dikenakan denda.

RFID *tag* ini berisikan sejenis pulsa yang melambangkan jumlah rupiah tertentu. Pulsa ini akan berkurang sesuai dengan tarif jalan tol yang mereka masuki. Kalau pulsa pada *tag* ini habis maka dapat diisi ulang lagi di toko-toko tersebut. Data-data dari pelanggan akan dimasukkan pada saat pembelian *tag*. Data-data tersebut adalah jumlah saldo, nama pemilik kendaraan, nomor identitas, merk kendaraan, jenis kendaraan dan data-data lainnya. Alat ini menjadi tanggung jawab sepenuhnya pembeli yang terdaftar. Penyalahgunaan yang terjadi menjadi tanggung jawab pengendara tersebut.

Sistem pembayaran yang akan dibuat terdiri atas pra bayar dan pasca bayar. Untuk sistem pasca bayar, setiap pengendara yang melewati tol, tagihannya akan disimpan di *database* sistem yang terkoneksi ke *database* bank. Setiap bulan tagihan akan didebit otomatis dari rekening pengendara jalan tol tersebut.

Bagi calon pengendara yang telah mempunyai tag ini, akan bebas memasuki jalan tol jika pulasanya mencukupi. Jika pulsa tidak mencukupi, maka sistem langsung mendeteksi dengan menyalanya indikator larangan masuk. Agar pengendara tol dapat mengetahui sisa saldo yang dimilikinya, maka akan disediakan papan tampilan sisa saldo. Papan ini akan dipasang di sepanjang tol. Dengan demikian tidak akan ada pengendara tol yang tidak cukup saldonya masuk tol.

Gambar 3.2 menyajikan model rancangan sistem. *Reader-reader* akan di pasang di sepanjang jalan tol. RFID *reader* ini akan membaca semua informasi yang berasal dari RFID *tag*. RFID tag ini akan dipasang pada setiap kendaraan yang akan memasuki tol. Jumlah *reader* yang dipasang tergantung pada keperluan sistem. Kendaraan tidak perlu terdeteksi tiap detik. Tapi cukup

pada titik-titik tertentu saja. Data-data dari RFID *reader* ini akan dikirimkan ke *data base* lokal yang terdapat pada *Toll Plaza Management Service* (TPMS). TPMS terdapat di setiap ruas jalan tol. Setiap pindah ruas tol, maka TPMS yang menangani akan berbeda. Jadi berkemungkinan TPMS ini akan dikelola oleh pihak-pihak yang berbeda. Kemudian dari TPMS inilah data-data tersebut dikirimkan ke *data base* utama yang terdapat pada *Central Coordination Service* (CCS). CCS ini akan menangani beberapa TPMS. CCS inilah yang akan mengatur koneksi antara satu ruas tol dengan ruas tol yang lainnya. Setiap pengendara yang sudah mempunyai RFID *tag* ini dapat melewati ruas tol yang menerapkan sistem ini. Semua sistem ini terhubung ke tempat penjualan RFID tag.

III.1 Sistem Pendeteksian Kendaraan

Sistem ini diharapkan mampu mengatasi kemacetan di pintu masuk dan keluar tol dan memantau keberadaan kendaraan di jalan tol tersebut. Setiap calon pemakai tol harus dilengkapi dengan suatu RFID *tag*. RFID *tag* ini yang akan dideteksi oleh RFID *reader* yang dipasang di titik-titik tertentu di sepanjang jalan tol. RFID *reader* ini harus ada di pintu masuk dan keluar tol, serta harus di pasang di titik-titik tertentu di jalan tol. Dengan demikian akan terdeteksi perjalanan suatu kendaraan selama berada di jalan tol dan akan diketahui berapa jumlah kendaraan yang ada di tol tersebut. Semua tampilan program dari sistem akan dapat memudahkan pengelola tol untuk mengambil kebijakan.

Jadi mekanisme dalam pendeteksi kendaraan hanya berupa menghitung berapa jumlah RFID *tag* yang terbaca oleh *reader*. Artinya *tag* yang terbaca melambangkan jumlah kendaraan yang berada pada suatu titik di tol tersebut. Bagi kendaraan yang tidak terbaca oleh *reader*, berarti kendaraan ilegal, atau tidak menempatkan alat dengan baik, maka kendaraan ini akan dikenakan denda.

III.2 Sistem Pembayaran Tol

Dalam operasionalnya sistem ini dibedakan bagi pelanggan dan bukan pelanggan. Namun baik pelanggan atau bukan pelanggan wajib menggunakan RFID *tag* saat melewati tol tersebut. Cara memperoleh RFID *tag* ini juga berbeda antara pelanggan dan bukan pelanggan. Bagi pelanggan dapat memperoleh RFID *tag* ini di toko-toko yang menjadi mitra pengelola tol. Saat penjualan tag ini pihak penjual langsung mengentrikan data-data dari pelanggan. Data-data itu berupa nama pemilik kendaraan, jenis kendaraan, nomor STNK, alamat pemilik kendaraan, nomor telepon. Sedangkan yang bukan pelanggan akan memperoleh RFID *tag* saat di pintu tol. Perbedaan di sini RFID *tag* bagi yang bukan pelanggan tidak berisikan data-data. Alat ini hanya berguna agar kendaraan yang lewat dapat terdeteksi.

Untuk pengendara yang berlangganan, sistem pembayaran tol menggunakan *electronic payment*. Setiap pengguna tol sistem pra bayar yang memasuki tol akan langsung di-*auto debet* jumlah pulsa *tag* yang dimilikinya. Sedangkan untuk sistem pasca bayar, rekeningnya akan di-*auto debet* di akhir bulan. Dengan demikian tidak ada lagi antrian di pintu masuk tol atau keluar yang diakibatkan oleh transaksi yang berlangsung. Cara ini akan lebih efektif dan efisien baik dari segi kecepatan atau keamanan transaksi.

Bagi pengendara yang tidak berlangganan, harus tetap antri dalam mengambil tanda masuk yang berupa RFID *tag*. RFID *tag* ini akan disewakan kepada masing-masing pengendara. *Tag* ini dapat diambil di gerbang tol yang bukan berlangganan. Tujuan pemakaian RFID *tag* bagi yang tidak berlangganan adalah untuk mendeteksi keberadaan semua kendaraan pengguna tol. Tanpa RFID *tag*, maka tidak akan dapat terpantau jumlah kendaraan yang berada di ruas tol tersebut. Bagi yang mempergunakan sistem berlangganan, maka tidak perlu antri dalam mengambil *tag*, karena *tag* sudah dibeli di toko-toko mitra pengelola tol dan juga tidak perlu antri dalam pembayaran tanda masuk. Sedangkan yang menggunakan sistem tidak berlangganan harus antri menunggu giliran mengambil *tag* di gerbang tol dan saat melakukan pembayaran sewa dan pengembalian *tag* di pintu keluar. Adapun model transaksi pengumpul tol yang direncanakan adalah dengan dua sistem yaitu.

- a. Sistem berlangganan, ada dua metode yang digunakan sebagai berikut.
 - Pasca bayar
Saat mobil melewati gerbang tol dan sinyal dari transpondernya (RFID *tag*) dibaca oleh RFID *reader*, rekening pengendara tersebut akan dipotong secara otomatis (*auto debet*).
 - Pra bayar
RFID *tag* untuk yang bukan pelanggan dikenakan sistem sewa dengan biaya tertentu. Setiap calon pemakai yang masuk ruas tol harus memiliki alat ini. Untuk yang calon pelanggan dapat membeli tag di toko-toko mitra pengelola tol. RFID *tag* khusus pelanggan ini tidak hanya berisikan data-data pelanggan, tapi juga berisikan pulsa yang akan berkurang setiap memasuki jalan tol. Pulsa ini akan tersedia dalam beberapa nominal tertentu yaitu Rp. 50.000,00, Rp. 100.000,00, dan Rp. 200.000,00. Pulsa akan berkurang sesuai dengan tarif tol yang berlaku.
- b. Sistem bukan berlangganan
Sistem merupakan sistem manual yang masih menggunakan uang tunai sebagai alat pembayaran sewa RFID *tag*.

IV. PROSES BISNIS SISTEM

IV.1 Proses Bisnis Masuk Jalan Tol

- ✚ Pengguna menurunkan kecepatan kendaraan pada saat akan mendekati pintu tol.
- ✚ Bila proses *authentikasi* berhasil maka sistem akan mencatat informasi identitas RFID *tag* yang dimiliki kendaraan yang masuk, jalur yang dilewati, dan kode pintu tol. Sistem juga akan mengumumkan sisa saldo yang dimiliki RFID *tag* tersebut.
- ✚ Proses ini dirancang hanya berlangsung tidak lebih dari satu detik.
- ✚ Setelah proses transaksi tersebut dilakukan, pengguna dapat memacu kembali kendaraannya.
- ✚ Jika proses *authentikasi* gagal, maka sistem akan mengaktifkan kamera pengintai yang akan terpasang di beberapa titik di jalan tol. Informasi dari kamera ini langsung terhubung ke basis data transaksi tol dan otomatis menginformasikan kepada petugas tol untuk menghadang di setiap pintu keluar tol. Bagi pelanggar ini akan dikenai denda khusus.

IV.2 Proses Bisnis Keluar Jalan Tol

- ✚ Pemakai jalan tol menurunkan kecepatan kendaraan pada saat mendekati pintu tol keluar tol.
- ✚ Selanjutnya terjadi proses *authentikasi*. Jika proses ini berhasil maka sistem mendeteksi kelas kendaraan dan menghitung biaya jasa jalan tol yang harus dibayar. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka sistem akan mendebit saldo pengguna. Sisa saldo akan di-*update* pada RFID *tag* yang dimiliki pemakai jalan tol.
- ✚ Proses ini akan berlangsung dalam waktu singkat kurang dari satu detik. Jika pengguna jalan melarikan diri saat akan keluar tol, maka sistem akan memberi tahu petugas tol. Maka petugas tol akan melacak ke alamat pengguna tol tersebut.

V. Antisipasi Terhadap Pelanggaran yang Terjadi

No.	Pelanggaran	Antisipasi Pelanggaran
1	Pada sistem pra bayar, masalahnya adalah jumlah saldo pengendara tol tidak mencukupi tetapi tetap menerobos masuk.	Adanya informasi kepada setiap pengguna jalan tol tentang kecukupan saldonya untuk memasuki tol.
2	Pada sistem langganan pascabayar, masalahnya adalah menunggak pembayaran	Adanya informasi mengenai nasabah yang menunggak jauh sebelum memasuki tol. Kalau tetap menerobos akan ada pengejaran

	tagihan.	oleh patroli tol dan akan dikenakan sanksi.
3	Pelanggan tol yang tidak membawa atau memasang RFID tag-nya dengan benar.	Adanya petugas patroli keamanan tol yang akan mengejar pengendara tersebut. Pengendara tersebut akan dikenakan denda sesuai peraturan yang berlaku.
4	RFID tag tidak terdeteksi oleh reader diakibatkan penempatan yang salah oleh pemakai jalan tol.	Kendaraan lewat tanpa RFID tag akan dilakukan pencegahan di pintu ke luar tol dan pengendara akan dikenakan denda.
5	RFID tag tidak terbaca reader karena kesalahan prosedur pengoperasian alat oleh pemakai tol.	Petugas patroli membantu memasang RFID tag, namun pengendara tetap dikenakan denda.
6	RFID tag tidak terbaca karena pengendara tidak memakai kecepatan standar ketika melewati gerbang tol.	Pengendara akan dikenakan denda.
7	RFID tag yang dipakai tidak sesuai dengan golongan kendaraan.	Sensor pendeteksi akan segera menginformasikan kepada petugas patroli tol dan dilakukan pengejaran, pengendara yang memakainya dikenakan sanksi.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan sistem yang telah dirancang, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa sistem memiliki kemampuan sebagai berikut.

1. Sistem dapat melakukan transaksi pembayaran tol secara otomatis sehingga dapat mengurangi terjadinya antrian.
2. Transaksi pembayaran tanda masuk pada sistem tidak lagi melibatkan operator tol secara langsung sehingga kesalahan dan keterlambatan dalam bertransaksi dapat dikurangi.
3. Sistem dapat melakukan pemantauan jumlah kendaraan di setiap ruas tol sehingga didapatkan laporan keadaan dan kondisi tol secara *real time*.

VII. Daftar Pustaka

- [1] Ari Juels (2005), *RFID Security and Privacy: A Research Survey*, http://www.rsasecurity.com/rsalabs/staff/bios/ajuels/publications/pdfs/rfid_survey_28_09_05.pdf, 2 Oktober 2006, 15.23 WIB.
- [2] Bhatt, Himanshu and Glover, Bill, (2003). *RFID Essentials*, O'Reilly Media, Gravenstein Highway North Sebastopol.
- [3] Junwei (2006), *RFID to the rescue: Utilize Radio Frequency Identification in everything from emergency situations to retail*, <http://www.w3c.org/TR/1999/REC-html401-19991224/loose.dtd>, 17 Nopember 2006, 14.33 WIB.
- [4] Eunni, Madhuri Bharadwaj (2004), *A Novel Planar Microstrip Antenna Design for UHF RFID*, Master's Thesis, http://www.itc.ku.edu/research/thesis/documents/madhuri_eunni_thesis.pdf, University of Kansas, Kansas.
- [5] Finkenzeller, Klaus (2003), *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, Second Edition*, John Wiley & Sons, USA.
- [6] Floerkemeier, Christian and Lampe, Mathias (2005), *RFID Middleware Design—Addressing Application Requirements and RFID Constraints*, <http://nsdl.org/floerkemeier05rfid.pdf>, 14 Desember 2006, 12.49 WIB.
- [7] Lahiri, Sandip (2005), *RFID Sourcebook*, Prentice Hall PTR, USA.
- [8] Rahardjo, Ariesa (2005), *Mengenal RFID (Radio Frequency Identification)*, http://www.sony-ak.com/articles/5/rfid_introduction.php, 17 November 2006, 13.01 WIB.
- [9] Philipose, Matthai and Fishkin, Kenneth P. (2003), *Mapping and Localization with RFID Technology*, Intel Research Seattle Dieter Fox, University of Washington.
- [10] Weis, Stphen August, *Security in Radio Frequency Identification Devices*, Massachusetts Institute of Tecnology, May 2003, <http://www.eicar.org/rfid/kickoffcd/04%20%20Hintergrundinformationen/13%20-%20Security%20and%20Privacy%20in%20RFID%20devices.pdf>, Januari 2007, 10.30.