

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR SIMULASI GERBANG TOL MENGGUNAKAN RFID (*RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION*)

Dania Eridani¹⁾, Yuli Christiyono²⁾, Imam Santoso²⁾

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Abstract – *RFID technology emerges based on human needs. For example, RFID is used for simulation of toll gate. By using RFID, users can be easily having transaction on toll gate.*

The purpose of this final project is building an automatic and manual simulation on toll gate using RFID which is connected with computer and LED circuit that is controlled by microcontroller. This system consist of two input gates, Karawang Timur gate and an input without passing any gate, also one output gate, Sadang gate. There will be LED circuit that controlled by microcontroller in each gate to give stop and go sign for every vehicle that passing the toll gate. The program that is built consist of transaction program and program for toll's employee which contain all transaction data in toll gate, employee's data, RFID user's data, the user's balance, and toll gate's income.

From the experiment result, we can get a conclusion that overall the simulation of this toll gate can work according to the program. The reading maximum distance of this RFID is 2cm. Member card can be used in toll gate when the unique number already save in the toll gate's data. LED circuit can work correctly according to input that given from 5 RFID tags and the variation of the vehicle's cost in the transaction process in toll gate.

Key words : *RFID reader, toll gate, RFID tag, LED circuit, form.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem gerbang tol secara manual akan memerlukan proses yang lama karena adanya interaksi antara penjaga gerbang tol dan pengendara kendaraan. Kadang interaksi ini dapat menimbulkan kemacetan yang panjang. Selain itu, sistem gerbang tol secara manual membutuhkan kertas sebagai bukti pembayaran jalan. Kertas – kertas ini tidak ditunjang dengan adanya tong sampah yang dapat dijangkau pengendara saat selesai membayar. Akibatnya kertas bukti pembayaran ini dibuang secara sembarangan oleh pengguna gerbang tol, sehingga tampak berserakan di sekitar gerbang tol.

Kemajuan teknologi sekarang yang terus berkembang memungkinkan kita untuk meminimalisasi segala permasalahan yang ada pada sistem gerbang tol sekarang ini. Kelemahan atau masalah yang terjadi di atas akan coba diatasi dengan pembuatan Tugas Akhir yang bertujuan merancang simulasi sitem gerbang tol digital dengan memanfaatkan teknologi yang lebih maju, salah satunya yaitu menggunakan RFID (*Radio Frequency Identification*).

1.2 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengaplikasikan RFID (*Radio Frequency Identification*) untuk simulasi gerbang tol yang dilakukan secara otomatis.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini pembahasan masalah hanya dibatasi pada permasalahan berikut :

1. Simulasi gerbang tol ini menggunakan RFID *reader* ID-12 dan *tag* clamshell 4001 pada sisi masukan dan mikrokontroler ATmega 32 beserta rangkaian LED pada sisi keluaran.
2. Pembahasan RFID hanya sebagai aplikasi tanda pengenalan pada masukan dan digunakan oleh *user* yang terdaftar terlebih dahulu.
3. Pembahasan mikrokontroler ATmega 32 sebatas penggunaannya untuk mengendalikan lampu LED pada sisi keluaran.
4. Koneksi antar komputer menggunakan *switch*.
5. Simulasi gerbang tol pada tugas ini hanya meliputi 2 gerbang masukan, yaitu Karawang Timur dan tanpa gerbang dan 1 gerbang keluaran, yaitu Sadang.
6. *Tag* RFID yang digunakan mewakili data satu mobil, dan dalam tugas akhir ini terdapat 5 *tag* yang mewakili 5 golongan kendaraan pada gerbang tol.

II. LANDASAN TEORI

2.1 RFID

RFID (*Radio Frequency Identification*) merupakan sebuah alat yang bekerja dengan memanfaatkan gelombang frekuensi transmisi radio untuk menyampaikan data yang berisi nomor

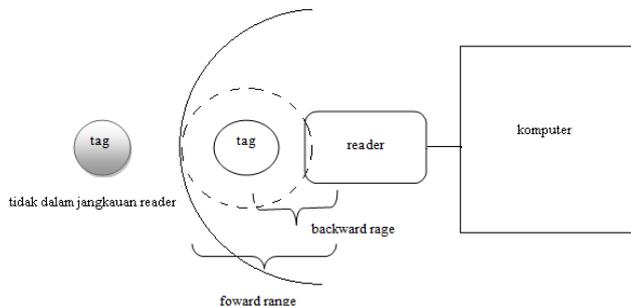
1) Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

2) Dosen Teknik Elektro UNDIP

unik. Teknologi ini memiliki kelebihan karena cara penyampaian datanya yang tanpa menggunakan kontak tertentu dan mampu bekerja di setiap kondisi lingkungan.

Untuk menggunakan komunikasi dengan RFID diperlukan adanya RFID *reader*, *tag* RFID, dan komputer

- *Tag* RFID : alat yang berfungsi sebagai penyimpan data untuk identifikasi
- RFID *reader* : alat yang berinteraksi dengan *tag* RFID dan berfungsi untuk membaca data dari *tag* RFID dengan menggunakan gelombang frekuensi.
- Komputer : komputer yang berisikan perangkat lunak yang mampu menunjukkan data hasil pembacaan RFID *reader* terhadap *tag* RFID.



Gambar 1 Prinsip Kerja RFID

Di dalam proses kerja RFID, *tag* RFID yang memiliki *chip* yang berisi nomor unik cukup didekatkan kepada *reader* RFID yang terhubung dengan komputer dan nomor unik tersebut akan dikirimkan dari *tag* melalui gelombang frekuensi yang sesuai hingga terbaca dan mampu diidentifikasi oleh *reader*. Jarak antara *reader* dan *tag* RFID untuk dapat membaca nomor unik sangat bervariasi tergantung dari frekuensi yang dimiliki oleh *reader* ataupun *tag*.

2.2 Koneksi Hyperterminal dan Kode ASCII

Untuk membaca data yang tersimpan di dalam *tag*, RFID harus dihubungkan dengan komputer. Untuk membaca hubungan dengan RFID pada komputer harus diatur koneksi *hyperterminal*. Setelah koneksi *hyperterminal* dibentuk maka akan terbaca data yang tersimpan pada *tag* RFID.

Setelah koneksi terbentuk dan proses pembacaan *tag* oleh *reader* RFID dilakukan akan muncul kode ASCII yang tersimpan di dalam *tag* RFID. Format keluaran ASCII : Serial ASCII 9600, N,8,1

Contoh data yang muncul saat pembacaan pada *hyperterminal* adalah :

Ⓞ041A21EE34E5

♥

Pembacaan tersebut memiliki arti :

Ⓞ = 02 ASCII

♥ = 03 ASCII

$04_{\text{hex}} \oplus 1A_{\text{hex}} \oplus 21_{\text{hex}} \oplus EE_{\text{hex}} \oplus 34_{\text{hex}} = E5_{\text{hex}}$

Namun untuk pengecekan penjumlahan, masing – masing data harus di ubah dulu kedalam biner baru dijumlahkan dan dirubah kembali dalam bentuk hexadesimal.

2.3 MySQL

MySQL adalah *software* Database Manajemen Sistem atau DBMS yang didistribusikan secara gratis di bawah lisensi GPL (*General Public lisen*ce). MySQL merupakan turunan salah satu konsep utama dalam database sejak lama yaitu SQL (*Struktured Query Language*). MySQL menggunakan standar SQL (*Structured Query Language*), yaitu bahasa standar yang paling banyak digunakan untuk mengakses database dan SQL dirancang khusus untuk berkomunikasi dengan database.

2.4 MySQL ODBC 3.51

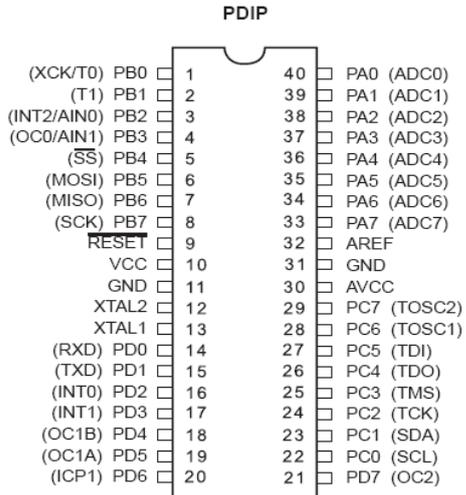
MySQL ODBC 3.51 merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk menghubungkan suatu basis data dengan suatu perangkat lunak tertentu. Perangkat lunak ini sanggup menjembatani MySQL dengan Visual Basic 6. Beberapa fungsi dari ODBC:

1. Sebagai jembatan penghubung antar *database* yang mempermudah pengguna untuk mengolah dan mengakses data.
2. Sebagai protokol standar penghubung antar *database* (*database* tersebut harus menyediakan *driver* ODBC).
3. Dapat mengakses *database* baik lokal maupun jarak jauh (*client-server*) dengan menggunakan *driver* ODBC.

2.5 Visual Basic

Microsoft Visual Basic 6.0 adalah salah satu pemrograman yang dikeluarkan oleh Microsoft. Dengan kemudahan bahasa pemrograman yang dimiliki oleh Microsoft Visual Basic 6.0, akan mendukung dalam pengembangan simulasi gerbang tol ini. Kemudahan yang lain adalah ketersediaan komponen kontrol yang dimiliki oleh Microsoft Visual Basic 6.0 sehingga mempermudah dalam pengembangan pembuatan tampilan. Microsoft Visual Basic 6.0 dapat dikembangkan dalam berbagai jenis aplikasi *database* dan jaringan.

2.6 Mikrokontroler ATmega 32

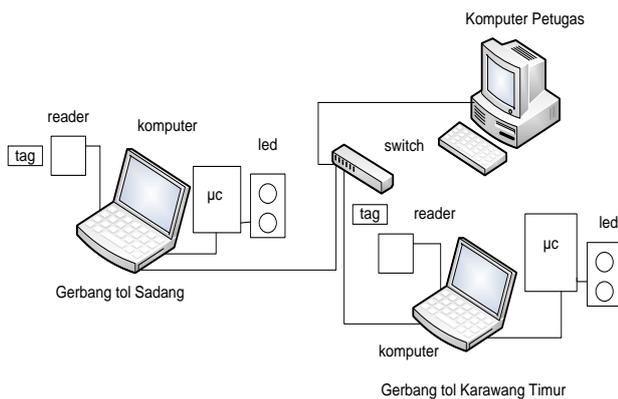


Gambar 2 Konfigurasi pin ATmega 32

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR juga mempunyai In System Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram. Chip AVR yang digunakan untuk tugas akhir ini adalah ATmega32.

III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK DAN PERANGKAT KERAS

3.1 Perancangan Perangkat Keras



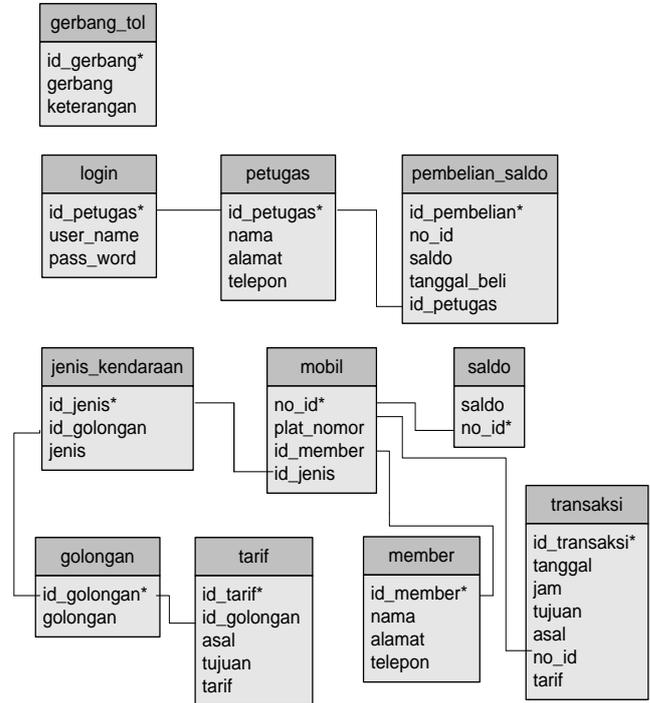
Gambar 3 Perancangan perangkat keras

Berdasarkan gambar diatas perancangan perangkat keras Tugas Akhir ini tersusun atas 2 gerbang masukan (Karawang Timur dan tanpat gerbang) dan 1 gerbang keluaran yaitu Sadang. Masing – masing gerbang akan terhubung dengan rangkaian LED yang diatur oleh mikrokontroler sebagai lampu penanda jalan. Masing – masing komputer yang digunakan dihubungkan dengan kabel LAN sehingga datanya terhubung satu sama lain.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

3.2.1 Perancangan Database

Database yang di buat pada sistem ini terdiri dari 11 tabel yaitu tabel gerbang tol, golongan, jenis kendaraan, *login*, *member*, mobil, pembelian saldo, petugas, saldo, tarif dan transaksi. Untuk lebih jelas hubungan normalisasi antara tabel satu dan lainnya dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini :

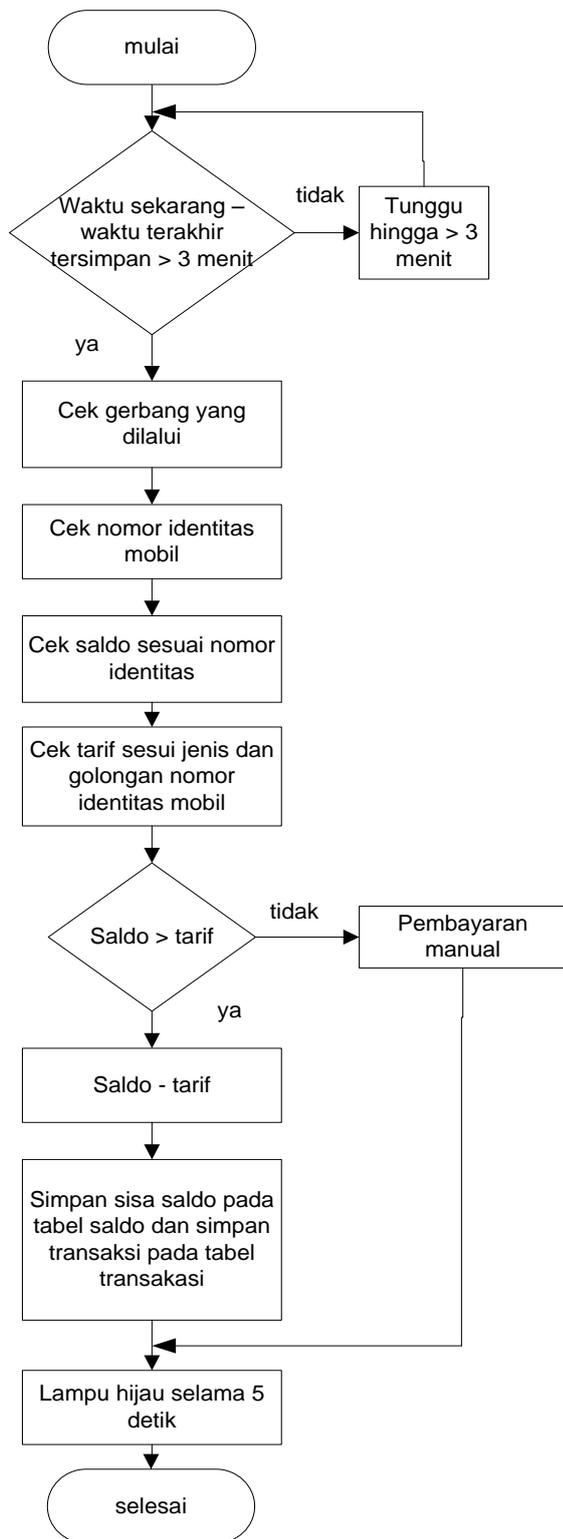


Gambar 4 Perancangan tabel

3.2.2 Perancangan Transaksi Gerbang Tol

Perancangan perangkat lunak gerbang tol ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu proses transaksi tanpa gerbang menuju gerbang Sadang dan dari gerbang Karawang Timur menuju gerbang Sadang.

Pada perancangan program simulasi gerbang tol ini, transaksi terjadi di dua tempat, yaitu di Karawang Timur dan di Sadang. Namun dalam pembuatan program, dasar dari program di kedua gerbang tersebut sebenarnya sama dan saling terhubung karena data yang diambil untuk proses transaksi dan data yang akan disimpan setelah transaksi berlangsung ada pada tempat yang sama.



Gambar 5 Flowchart transaksi

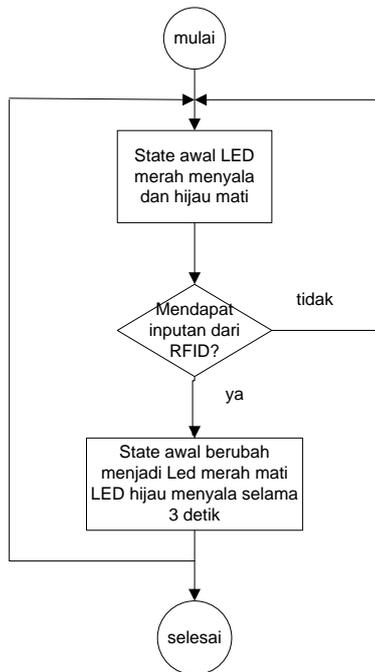
3.2.3 Perancangan Program Petugas

Pada perancangan program untuk petugas dibangun beberapa *form* yang membantu kinerja petugas. Menu utama yang dibangun ada 3, yaitu *file*, *data* dan *transaksi*. Masing – masing menu ini memiliki beberapa *form* sendiri yang sesuai dengan *toolbar* utama. Perancangan menu untuk petugas ini dibagi menjadi :

- *File*
 - *Form login*, digunakan untuk memasukkan *username* dan *password* petugas saat akan masuk ke menu utama.
 - *Form logout*, digunakan untuk petugas keluar dari menu utama dan kembali lagi ketampilan menu utama sebelum login
 - *Form exit*, digunakan untuk keluar dari program utama.
- *Data*
 - *Form golongan*, digunakan untuk menyimpan data golongan mobil yang melalui gerbang tol
 - *Form jenis*, digunakan untuk menyimpan data jenis mobil yang melalui gerbang tol
 - *Form tarif*, digunakan untuk menyimpan data tarif kendaraan yang melalui gerbang tol berdasarkan golongan kendaraan.
 - *Form petugas*, digunakan untuk menyimpan data petugas yang bertugas.
 - *Form login* petugas, digunakan untuk menyimpan data petugas yang mampu mengakses data menu utama
 - *Form ubah password*, digunakan untuk melakukan perubahan data *password* petugas.
 - *Form saldo*, digunakan untuk melihat data saldo pengguna RFID dan riwayat penggunaan saldo yang ada.
 - *Form member*, digunakan untuk menyimpan data member pengguna RFID seperti nama, alamat, nomor telepon.
 - *Form mobil*, digunakan untuk menyimpan data kendaraan sesuai dengan nomor identitas yang diberikan.
- *Transaksi*
 - *Form pembelian saldo*, digunakan untuk menyimpan data pembelian saldo.
 - *Form pendapatan*, digunakan untuk melihat data transaksi dan total pendapatan jalan tol dengan tampilan perhari.
 - *Form data golongan mobil lewat*, untuk mengetahui berapa banyak kendaraan yang melalui gerbang tol berdasar golongan kendaraan.

3.2.4 Perancangan Mikrokontroller

Mikrokontroller disini digunakan untuk menjalankan lampu LED merah hijau yang digunakan sebagai penanda jalan dan berhentinya kendaraan yang melaju melalui gerbang tol. Program yang dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 6 Flowchart program keluaran gerbang tol

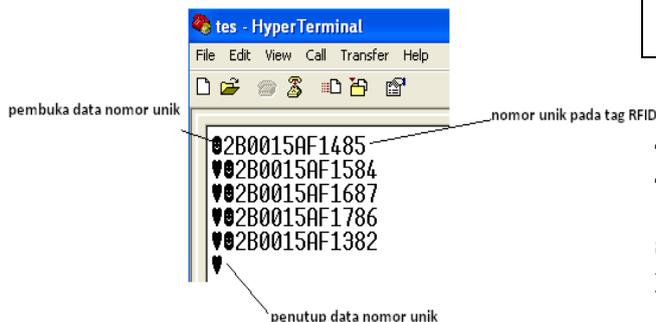
Dari program di atas LED dibuat dengan kondisi awal LED merah menyala terus dan LED hijau mati. Apabila diberikan input karakter “m”, maka mikrokontroller akan merubah kondisi awal menuju kondisi jalan dimana LED merah akan padam dan digantikan oleh LED hijau menyala selama 3 detik, kemudian akan kembali lagi menuju kondisi awal yaitu LED hijau padam dan LED merah menyala.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Perangkat Keras

4.1.1 Pengujian RFID

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tag RFID bisa dibaca oleh RFID reader atau tidak dan membaca serial number pada tag RFID. Jenis tag yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah clamshellcard EM dan reader yang digunakan adalah RFID ID-12.



Gambar 7 Data pengujian tag RFID

Dari proses pengujian kartu tag RFID dapat diketahui bahwa kelima nomor identitas tersebut dapat berfungsi dan didapat 5 buah nomor unik seperti pada gambar hasil pengujian di atas.

4.1.2 Pengujian LED

Pada proses pengujian lampu LED selalu dalam kondisi state awal merah. Apabila mendapat masukan data nomor identitas kendaraan yang merupakan nomor unik pada tag RFID yang terhubung dengan program utama visual basic, maka lampu LED akan berubah menjadi hijau selama 3 detik kemudian akan kembali lagi ke state awal dan menjadi merah. Saat dilakukan proses pengujian terhadap tag RFID yang menyimpan data pengguna yang nilai saldonya lebih rendah daripada tarif lampu LED tetap menyala merah. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Pengujian LED dari Karawang Timur ke Sadang

	golongan tarif kendaraan					LED
	1 (5.500)	2 (5.000)	3 (8.500)	4 (8.000)	5 (10.000)	
s a l d o	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	√
	94.500	95.000	91.500	92.000	90.000	√
	89.000	90.000	83.000	84.000	80.000	√
	83.500	85.000	74.500	76.000	70.000	√
	78.000	80.000	66.000	68.000	60.000	√
	72.500	75.000	57.500	60.000	50.000	√
	:	:	:	:	:	√
	:	:	:	:	:	√
	:	:	:	:	:	√
	1.000	0	6.500	4.000	0	X

Tabel 2 Pengujian LED dari Tanpa Gerbang ke Sadang

	golongan tarif kendaraan					LED
	1 (6.500)	2 (6.000)	3 (10.00)	4 (9.000)	5 (12.500)	
s a l d o	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	√
	93.500	94.000	90.000	91.000	87.500	√
	87.000	88.000	80.000	82.000	75.000	√
	80.500	82.000	70.000	73.000	62.500	√
	74.000	76.000	60.000	64.000	50.000	√
	67.500	70.000	50.000	55.000	37.500	√
	:	:	:	:	:	√
	:	:	:	:	:	√
	:	:	:	:	:	√
	2.500	4.000	0	1.000	0	X

4.2 Pengujian Perangkat Lunak

4.2.1 Pengujian Transaksi

Proses pengujian transaksi gerbang tol di sini meliputi proses pengujian program transaksi yang ada di gerbang tol Karawang Timur dan gerbang tol Sadang. Yang menjadi gerbang masukan adalah gerbang tol Karawang Timur dan masuk tanpa gerbang dan yang menjadi keluaran adalah gerbang tol Sadang.

NO	Tanggal	Jam	Pemilik
1	19-05-2011	09.58	Ranny Kusuma -- 2B0015AF1584
2	19-05-2011	09.57	Firdaus Aditya -- 2B0015AF1485
3	19-05-2011	09.57	Saundra Centa -- 2B0015AF1687
4	19-05-2011	09.57	Dania Eridani -- 2B0015AF1382
5	19-05-2011	09.57	I Dewa Yoda -- 2B0015AF1786

Gambar 8 Proses transaksi di Gerbang Tol Karawang Timur

NO	Tanggal	Jam	Asal	Pemilik	Tarif
1	19-05-2011	10.04	Tanpa Gerbang	Ranny Kusuma -- 2B0015AF1584	9,000
2	19-05-2011	10.04	Tanpa Gerbang	Firdaus Aditya -- 2B0015AF1485	10,000
3	19-05-2011	10.03	Tanpa Gerbang	Saundra Centa -- 2B0015AF1687	6,500
4	19-05-2011	10.03	Tanpa Gerbang	Dania Eridani -- 2B0015AF1382	6,000
5	19-05-2011	10.03	Tanpa Gerbang	I Dewa Yoda -- 2B0015AF1786	12,500
6	19-05-2011	09.58	Karawang Timur	Ranny Kusuma -- 2B0015AF1584	8,000
7	19-05-2011	09.57	Karawang Timur	Firdaus Aditya -- 2B0015AF1485	8,500
8	19-05-2011	09.57	Karawang Timur	Saundra Centa -- 2B0015AF1687	5,500
9	19-05-2011	09.57	Karawang Timur	Dania Eridani -- 2B0015AF1382	5,000
10	19-05-2011	09.57	Karawang Timur	I Dewa Yoda -- 2B0015AF1786	10,000

Gambar 9 Proses transaksi di Gerbang Tol Sadang

Pada tampilan gambar 4.7 dan gambar 4.8 dapat diketahui bahwa program transaksi gerbang tol yang terjadi di Karawang Timur dan Sadang merupakan program yang saling berhubungan satu sama lain namun dibedakan pada tampilan data yang ditunjukkan. Pada saat pengujian, program sudah sesuai dengan yang dikehendaki, dimana saat melakukan proses transaksi tidak akan terjadi proses pendeteksian tag RFID oleh reader sebanyak lebih dari satu kali dalam selang waktu 3 menit. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kesalahan dalam pendeteksian tag dan tidak merugikan saldo yang dimiliki oleh pengguna.

Proses transaksi yang dibuat juga sudah memenuhi perhitungan saldo yang ditentukan. Masing – masing kartu tag RFID sudah berfungsi sesuai dengan jenis kendaraannya masing – masing dan saldo sisa sudah sesuai dengan saldo awal dikurangi dengan saldo yang digunakan untuk proses transaksi. Apabila saldo tidak mencukupi maka proses transaksi tidak akan tersimpan di dalam database transaksi.

4.2.2 Pengujian Program Menu Utama Petugas

Untuk program menu utama petugas sudah berjalan sesuai yang diinginkan. Tiap – tiap form bekerja sesuai dengan fungsinya.

Tabel 4 Hasil pengujian menu utama petugas

No	Nama Form	Hasil Pengujian Sukses
1	Golongan	√
2	Jenis Kendaraan	√
3	Tarif	√
4	Petugas	√
5	Login Petugas	√
6	Ubah Password	√
7	Pendapatan	√
8	Data Golongan Mobil Lewat	√
9	Saldo Pengguna	√
10	Member	√
11	Mobil	√
12	Pembelian Saldo	√

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kartu tag RFID yang digunakan dapat dibaca pada jarak maksimum 2cm secara sejajar dengan reader RFID.
2. Kartu tag RFID dapat dibaca oleh reader RFID yang terhubung dengan program yang dibuat apabila nomor identitas tag RFID sudah masuk pada database mobil.
3. Pada proses transaksi gerbang tol, LED berada dalam kondisi state awal merah dan apabila mendapat masukan dari tag RFID maka LED akan berubah menjadi hijau selama 3 detik, kemudian akan kembali lagi pada state awal LED merah.
4. Pada proses transaksi gerbang tol, proses transaksi bisa terjadi bila saldo lebih besar daripada tarif yang harus dibayarkan oleh pengguna tag RFID.
5. Pada proses pembelian saldo, data proses pembelian saldo telah diakumulasikan

secara benar dengan data saldo sisa yang ada pada *database* saldo.

6. Pada program utama menu petugas, kapasitas program untuk menambah data, mengubah data dan menghapus data berhasil dilakukan. Program untuk mengetahui hasil pendapatan gerbang tol dan data jumlah kendaraan berdasarkan golongan kendaraan berjalan sebanding dengan program transaksi gerbang tol.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pada simulasi gerbang tol menggunakan RFID dapat digunakan gerbang tol dan *tag* RFID yang lebih banyak lagi sehingga jangkauan sistem akan semakin luas.
2. Proses pengisian saldo dapat dikembangkan lagi dengan proses pengisian jarak jauh menggunakan *handphone*.
3. Pada program menu utama dapat dikembangkan lebih lanjut dengan membuat program yang menghubungkan menu utama dengan *printer* untuk mencetak laporan seluruh data yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Golburg, Joseph, *RFID Evaluation Kit*, Adilam Electronic, November 2005.
- [2]. Hanifah, Amalia, *Aplikasi Smart Card sebagai pengunci elektronik pada smart home*, Universitas Diponegoro, Maret 2011.
- [3]. Lazuardi, Indra, *Prediksi Aliran Lalu – Lintas Pada Jalan Tol Berbasis Radio Frequency Identification (RFID)*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, November 2010.
- [4]. Maschuri, Lilik dan Noviana, *Kartu Tanda Mahasiswa Sebagai Kartu Perpustakaan dan Kartu Poliklinik Berbasis RFID Pada Sisi Client*, November 2010.
- [5]. Sidiq, Ardi Noor dan Esi Chandrawati, *Kartu Tanda Mahasiswa Sebagai Kartu Perpustakaan dan Kartu Poliklinik Berbasis RFID Pada Sisi Server*, November 2010.
- [6]. Sugiri, A.Md, S.Pd, *Elektronika Dasar dan Peripherals Komputer*, Andi Offset, Yogyakarta, 2004.
- [7]. Supriyono, *Penerapan Aplikasi RFID di bidang Perpustakaan*, November 2010.
- [8]. -----, *Atmega32 Data Sheet*, <http://www.atmel.com>, 7 Juni 2011.
- [9]. -----, *Dioda Cahaya*, http://id.wikipedia.org/wiki/Dioda_cahaya, 7 Juni 2011.
- [10]. -----, *ID 12 Data Sheet*, ID Innovations EM module series V21.
- [11]. -----, *Manual RFID Starter Kit*, http://innovativeelectronics.com/RFID_s_k.pdf, 2007.
- [12]. -----, *Microsoft Visual Basic 6.0 dan Crystal Report 2008*, Andi Offset, Yogyakarta, 2010.
- [13]. -----, *Pengolahan Database dengan MySQL*, Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
- [14]. -----, *Serial Port Computer & Pemrogramannya Dengan VB6.0*, November 2010.

BIODATA MAHASISWA



Dania Eridani, lahir di Jakarta 13 Oktober 1989. Menempuh pendidikan di TK Isriati Baiturrahman Semarang, SD Isriati Baiturrahman Semarang, SLTP Negeri 3 Semarang, SMU Negeri 3 Semarang dan melanjutkan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, konsentrasi Elektronika Dan Telekomunikasi.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Yuli Christiyono, S.T., M.T.
NIP. 196807111997021001

Dosen Pembimbing II

Imam Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197012031997021001