

Pengembangan Mekanisme Pembayaran Pujasera (*Food Court*) Menggunakan Teknologi RFID yang Dilengkapi dengan PIN

Ortho Priyo Atmojo, Lauw Lim Un Tung, Petrus Santoso
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121 – 131, Surabaya 60236, Indoensia

E-Mail : m23411029@john.petra.ac.id ; tung@peter.petra.ac.id ; petrus@peter.petra.ac.id

Abstrak—Pengembangan mekanisme pembayaran pujasera menggunakan teknologi RFID yang dilengkapi dengan PIN ini bertujuan untuk membuat sistem pembayaran pada pujasera menjadi lebih efisien dan memiliki pembagian hasil yang jelas antara *tenant* dan pengelola. Sistem ini menggabungkan teknologi RFID, komunikasi aktif antara *client* dengan *server*, dan dilengkapi dengan PIN sebagai proses konfirmasi dan keamanan. Yang membedakan sistem ini dengan sistem RFID ataupun sistem pembayaran pujasera yang lain, adalah adanya komunikasi aktif antara *client* dan *server*. Dengan kata lain, keseluruhan informasi konsumen terdapat pada *server*, bukan pada *tag* RFID yang mereka miliki. Fitur – fitur yang dimiliki pada sistem ini adalah fungsi keamanan dengan PIN pada akun setiap konsumen, pencatatan pembelian makanan dan saldo pada *database*. Namun aplikasi pada *database* belum mencapai pencatatan pembagian hasil setiap *tenant*, pencatatan makanan yang dipesan per-harinya, dan pengontrol menu serta harga pada *tenant* melalui *server*.

Kata kunci— Arduino, Database, Komunikasi Serial, RFID, RS-485, Server, SQL.

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini, sistem pembayaran pujasera (*food court*) di Indonesia masih menggunakan metode pembayaran secara manual, dengan cara konsumen membawa struk pemesanan makanan yang di beli dari sebuah *tenant*, kemudian membawanya ke kasir untuk melakukan pembayaran, dan kembali lagi ke *tenant* tersebut sebagai bukti telah melakukan pembayaran. Mekanisme pembayaran pujasera (*food court*) secara manual ini dirasa tidak praktis dan efisien bagi konsumen.

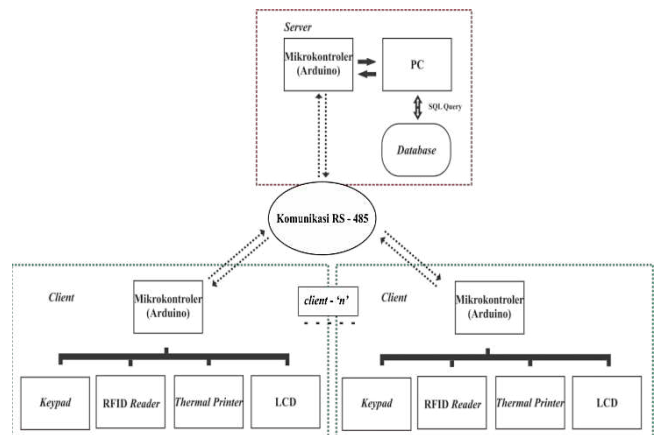
Dengan memanfaatkan teknologi RFID yang dikombinasikan dengan *database*, komunikasi aktif dengan *server*, dan juga PIN, transaksi antara *tenant* dan konsumen dilakukan secara *e-payment*. *Tag* RFID digunakan sebagai identitas konsumen. Kandungan informasi yang terdapat pada *tag* tersebut hanya nomor identifikasi dari manufaktur. Sehingga bila konsumen kehilangan kartu *tag* tersebut, kartu tersebut tidak akan dapat digunakan oleh pengguna lain karena tidak mengetahui PIN dan *security number* dari akun tersebut.

Server pada sistem ini menggunakan PC sebagai *database* dan mikrokontroler yang mengatur jalannya komunikasi pada sistem. Alat pembaca *tag* RFID yang digunakan pada sistem ini menggunakan ID – 12 yang memiliki jarak pembacaan ± 12 cm [1] kemudian dikombinasikan dengan *tag* RFID kelas 0 yang hanya dapat dilakukan pembacaan terhadap kode manufaktur *tag*

tersebut [2][3]. Sedangkan untuk komunikasi data sistem menggunakan MAX-491 yang memiliki sepasang jalur *transmit* dan *receive* secara terpisah [4]. LCD dan *thermal printer* digunakan untuk memberi efek tampilan pada konsumen. Sedangkan *keypad* digunakan untuk mendapatkan *input* pemesanan dan PIN konsumen.

II. DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Dalam sistem pembayaran pujasera menggunakan RFID yang dilengkapi dengan PIN (*Personal Identification Number*) ini dapat terbagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama adalah perancangan sistem pada bagian perangkat keras pada sistem. Pada bagian ini merupakan perancangan sistem baik dari pembuatan *board* Arduino (DIY Arduino), proses komunikasi serial, proses identifikasi kartu RFID, pemesanan menu, hingga proses konfirmasi transaksi. Bagian kedua adalah perencanaan terhadap *software* terhadap *server* dan *client*. Pada bagian ini beberapa hal yang dapat dilakukan adalah *monitoring* sistem pada *server* sesuai dengan *privelege level administrator*, pengisian saldo pada loket, penanganan kehilangan kartu RFID, hingga pergantian PIN pengguna, hingga pencatatan transaksi dalam *database*.

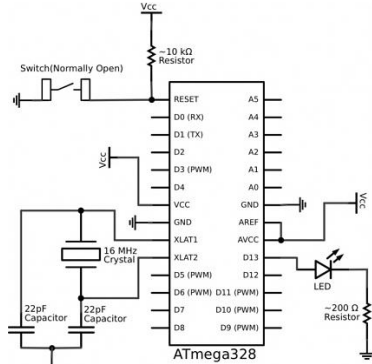


Gambar 1. Arsitektur desain sistem

A. Perencanaan Perangkat Keras (Hardware)

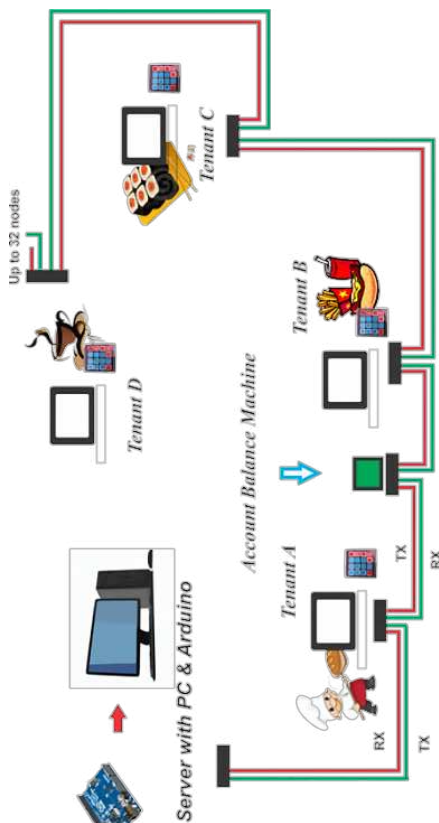
Perencanaan perangkat keras pada sistem pengembangan pembayaran pujasera dengan RFID meliputi perencanaan mikrokontroler, konfigurasi komunikasi data antara *server* dan *client*, rangkaian pembacaan *tag* RFID, modul LCD sebagai *display*, *keypad* sebagai input dari konsumen, *thermal printer* sebagai bukti konfirmasi transaksi, dan komunikasi mikrokontroler dan PC pada *server*.

1.) *Mikrokontroler.* Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini menggunakan mikrokontroler dari Atmel dengan versi ATmega 328 yang memiliki *firmware* Arduino. Selain menggunakan ATmega328 *bundle* dari Arduino yang sering disebut dengan Arduino Uno (Rev 3), juga menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang dirakit sendiri (DIY Arduino) sesuai panduan yang ada pada situs resmi Arduino.

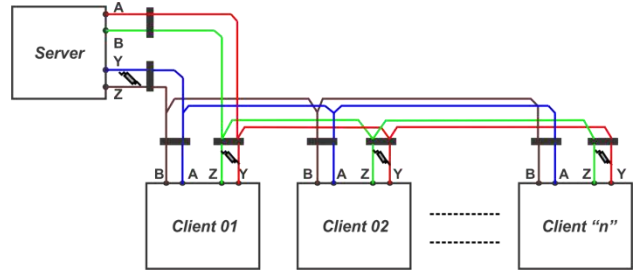


Gambar 2. Skematik DIY Arduino

2.) *Konfigurasi Komunikasi Data Serial RS – 485.* Jaringan komunikasi data serial dengan RS-485 pada sistem ini menggunakan instrumen dari Maxim dengan IC (*integrated circuit*) MAX-491. MAX-491 menggunakan komunikasi data secara *four wire*, terdiri dari sepasang jalur *transmit* dan *receive* yang terpisah. Untuk menanggulangi penarikan kabel komunikasi yang tidak sama dari *server* menuju *client – client* dalam jaringan, maka konfigurasi RS-485 yang digunakan adalah dengan menggunakan *daisy chain*.

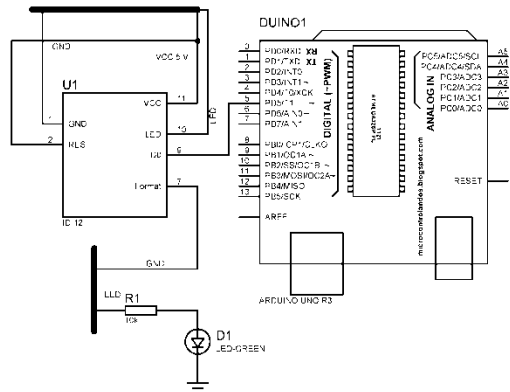


Gambar 3. Konfigurasi daisy chain RS – 485



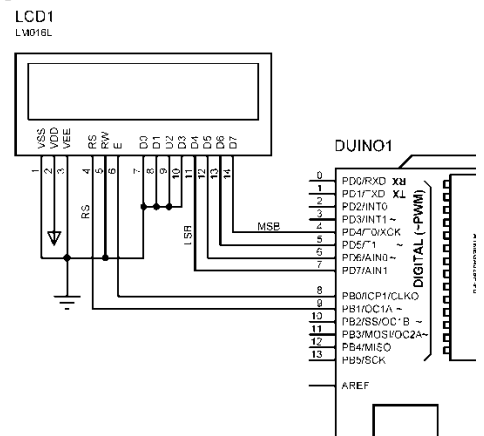
Gambar 4. Konfigurasi daisy chain driver RS-485

3.) *RFID reader.* RFID reader yang terpasang pada *client* adalah RFID ID – 12. RFID reader ini bekerja pada frekuensi 125 KHz dan memiliki jarak jangkauan pembacaan ± 12 cm.



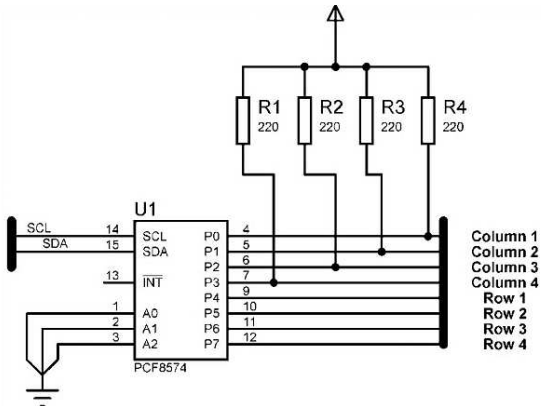
Gambar 5. Konfigurasi RFID reader dengan mikrokontroler

4.) *Alphanumeric LCD.* Perangkat LCD yang dipasang pada mikrokontroler berfungsi sebagai indikator atau *display* kepada konsumen. Sehingga konsumen mengetahui dengan jelas proses yang sedang mereka lalui. Untuk mengurangi jumlah penggunaan *pin* pada mikrokontroler, digunakan metode 4 *bit* untuk mengakses LCD [5].



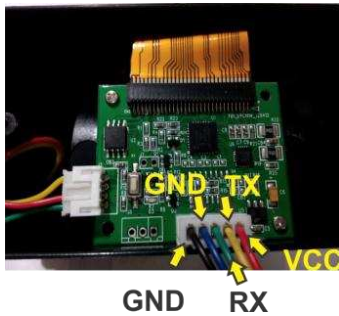
Gambar 6. Konfigurasi LCD menggunakan metode 4 bit

5.) *Keypad.* Keypad yang digunakan adalah keypad dengan matriks 4 X 4 [6]. Susunan keypad tersebut berisi angka “0” sampai “9”, huruf “A” sampai “D”, ditambah dengan tanda “*” dan “#”. Berikut fungsi tombol keypad pada *tenant*. Keypad 4 X 4 membutuhkan 8 *pin* pada mikrokontroler untuk dapat menunjukkan matriks keypad yang ditekan. Sehingga untuk meminimalisir penggunaan *pin*, digunakanlah metode komunikasi I2C menggunakan PCF8574. Dengan menggunakan metode ini, hanya dibutuhkan 2 *pin*, yaitu SCL dan SDA.



Gambar 7. Konfigurasi I2C keypad dengan PCF8574

6.) *Thermal Printer*. Perangkat ini berfungsi mencetak struk sebagai tanda bukti apabila konsumen telah melakukan konfirmasi transaksi.



Gambar 8. Konfigurasi port thermal printer

7.) *Komunikasi mikrokontroler dan PC*. Komunikasi data yang digunakan antara PC dengan mikrokontroler Arduino Uno adalah komunikasi serial. Pada board manufaktur Arduino, komunikasi dilakukan dengan USB serial communication, sedangkan pada board DIY Arduino menggunakan FTDI driver.

B. Perencanaan Perangkat Lunak (Software)

Perencanaan perangkat lunak pada sistem dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu pemrograman *client* dan aplikasi pada *server*, kemudian komunikasi data serial antara *server* dan *client* menggunakan RS-485.

1.) Perencanaan Perangkat Lunak pada Client.

Perencanaan yang dilakukan pada bagian *client* terdiri dari beberapa poin, yaitu :

- Perencanaan *Interrupt*. *Interrupt* yang diimplementasikan pada *client* berfungsi sebagai pengubah status *client* yang semula *idle* menjadi fase siap untuk melakukan identifikasi *tag* konsumen.
- Perencanaan *Output* pada LCD. Untuk melakukan pemrograman Arduino pada LCD dilakukan dengan menggunakan library `#include <LiquidCrystal.h>`. Seluruh kontrol register, inisialisasi register yang dilakukan pada saat LCD mendapat *supply*, dan perintah untuk menampilkan karakter pada LCD terdapat dalam library ini.
- Layanan – Layanan yang Terdapat pada *Client*.

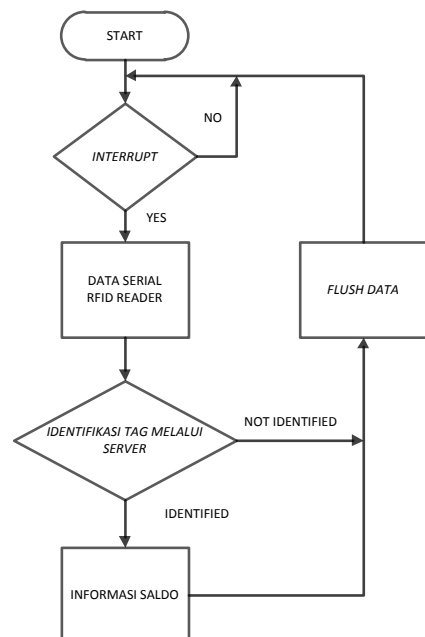
TABEL 1

LAYANAN PADA CLIENT BESERTA FUNGSI DAN PARAMETER

No.	Fungsi	Parameter	Keterangan
1	Komunikasi aktif antara <i>server</i> dan <i>client</i>	Keberhasilan antara <i>server</i> dan <i>client</i> dalam berkomunikasi dan menginterpretasikan data yang disertai <i>bit</i> khusus dalam pengirimannya	Pertukaran data dalam jaringan, baik permintaan mengenai informasi <i>tag</i> konsumen, pencatatan transaksi konsumen, hingga penjualan makanan / minuman
2	Pengecekan saldo	Identifikasi <i>tag</i> konsumen dalam <i>database</i>	Menampilkan sisa saldo yang dimiliki konsumen
3	Pemesanan makanan / minuman	Identifikasi <i>tag</i> , saldo, PIN, tanggal terakhir konsumen melakukan transaksi dalam <i>database</i>	Konsumen dapat melakukan pemesanan makanan / minuman
4	Pencetakan nominal penjualan <i>tenant</i> tiap harinya	Variabel yang berfungsi menyimpan hasil kalkulasi dari makanan / minuman yang dibeli	Sebagai tanda bukti / <i>records</i> terhadap penjualan makanan / minuman dari sisi <i>tenant</i>

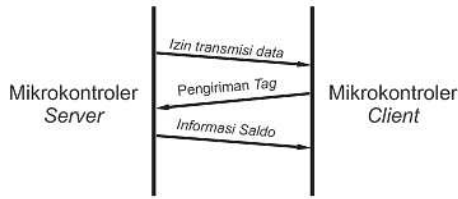
Komunikasi aktif antara *server* dan *client* adalah pertukaran informasi mulai dari proses identifikasi *tag*, pengecekan saldo, hingga proses konfirmasi transaksi yang dilakukan konsumen. Agar aktivitas – aktivitas tersebut dapat dibedakan oleh sistem, maka dalam data yang dikirimkan selalu disertai dengan *bit* khusus sebagai tanda aktivitas data yang dikirimkan.

Layanan selanjutnya adalah pengecekan saldo. Layanan ini berfungsi agar konsumen mengetahui jumlah saldo yang tersisa dalam akun mereka miliki. sehingga konsumen dapat memutuskan kapan melakukan pengisian saldo / *top – up*. Layanan ini terdapat pada setiap *tenant* dan terdapat pada mesin khusus yang hanya berfungsi sebagai mesin pengecekan saldo.



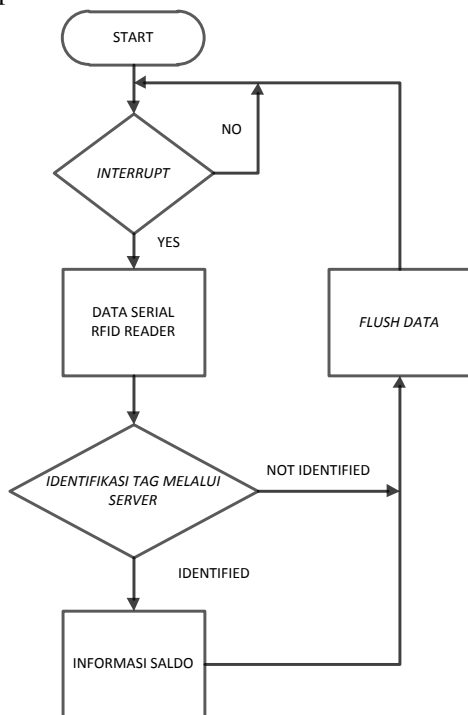
Gambar 9. Algoritma pada layanan pengecekan saldo

Pada layanan pengecekan saldo, berikut merupakan protokol komunikasi yang digunakan.



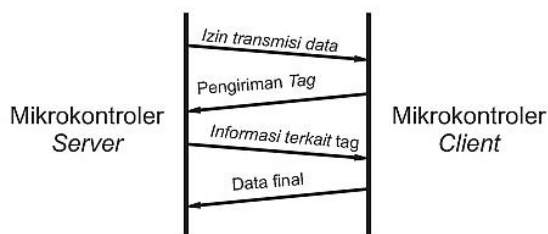
Gambar 10. Protokol komunikasi *client* yang berfungsi sebagai mesin pengecekan saldo

Kemudian layanan selanjutnya adalah pemesanan makanan / minuman (*tenant order*). Layanan ini merupakan layanan utama pada *client*, dimana konsumen melakukan pemesanan makanan / minuman. Sifat dari layanan ini adalah sekuensial, dimana setiap prosesnya harus diselesaikan satu – persatu.



Gambar 11. Algoritma pada layanan pemesanan makanan / minuman

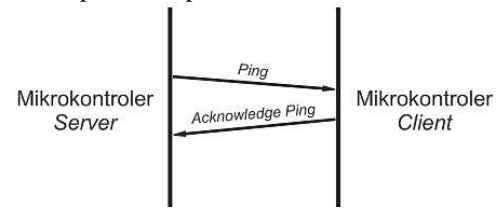
Berikut merupakan protokol komunikasi yang digunakan pada layanan pemesanan makanan / minuman.



Gambar 12. Protokol komunikasi *client* saat melakukan pemesanan makanan / minuman

2.) *Perencanaan Perangkat Lunak pada Server.* Perencanaan terhadap perangkat lunak pada server terbagi menjadi dua bagian, yaitu perencanaan pemrograman terhadap mikrokontroler dan aplikasi server pada PC.

- Perencanaan Pemrograman pada Mikrokontroler *Server*. Proses komunikasi data secara keseluruhan dimulai dengan *server* melakukan *ping* terhadap status pada setiap *client address*.



Gambar 13. Protokol komunikasi *ping* yang dilakukan server

Sedangkan komunikasi data antara mikrokontroler *server* dengan *client* dijelaskan dalam bentuk tabel layanan pada sistem sebagai berikut.

TABEL 2
LAYANAN PADA SISTEM YANG MEMBUTUHKAN KOMUNIKASI DATA

No	Service Element	Command	Fungsi Parameter
1	Monitoring sistem	"client address" + "?"	Sebagai <i>ping command</i> . Yang berfungsi menanyakan status tiap <i>client</i> dan sebagai izin untuk <i>client</i> melakukan transmisi data menuju <i>server</i>
		"_"	Apabila <i>server</i> menerima data tersebut setelah melakukan <i>ping</i> pada <i>client</i> , maka <i>server</i> akan menuliskan status <i>client</i> tersebut menjadi <i>idle</i> pada sistem <i>monitoring</i> .
		"+"	Apabila <i>server</i> tidak menerima jawaban pada <i>client</i> tertentu sebanyak lebih dari 10 kali, maka mikrokontroler pada sisi <i>server</i> akan mengirimkan data tersebut pada PC sehingga status <i>client</i> tersebut menjadi <i>disconnected</i> pada sistem <i>monitoring</i> .
2	Pengecekan saldo	"client address" + "?"	Sebagai <i>ping command</i> . Yang berfungsi menanyakan status tiap <i>client</i> dan sebagai izin untuk <i>client</i> melakukan transmisi data menuju <i>server</i>
		!tag	Permintaan <i>client</i> untuk mengidentifikasi <i>tag</i> RFID konsumen beserta informasi – informasi terkait terhadap <i>tag</i> tersebut.
3	Pemesanan makanan / minuman	"client address" + "?"	Sebagai <i>ping command</i> . Yang berfungsi menanyakan status tiap <i>client</i> dan sebagai izin untuk <i>client</i> melakukan transmisi data menuju <i>server</i>
		!tag	Permintaan <i>client</i> untuk mengidentifikasi <i>tag</i> RFID konsumen beserta informasi – informasi terkait terhadap <i>tag</i> tersebut.
		![tag,PIN,Saldo]	Sebagai jawaban atas permintaan <i>client</i> untuk mengidentifikasi <i>tag</i> RFID konsumen
		\$(tag,saldo_setelah transaksi]	Merupakan konfirmasi <i>client</i> kepada server bahwa tag tertentu telah melakukan transaksi.
		*[menu1,banyaknya_menu1,menu2,banyaknya_menu2, ...]	Merupakan konfirmasi <i>client</i> kepada server tentang makanan yang dibeli.

TABEL 2
 LAYANAN PADA SISTEM YANG MEMBUTUHKAN
 KOMUNIKASI DATA (lanjutan)

No	Service Element	Command	Fungsi Parameter
3	Pemesanan makanan / minuman	" OK "	Merupakan balasan server pada client apabila server telah menerima konfirmasi pembayaran
4	Perubahan menu dari server	" # "	Parameter yang dikirimkan oleh server apabila tidak terdapat variabel yang perlu diinisialisasikan pada saat server diaktifkan.
		" i "	Parameter yang dikirimkan oleh server apabila terdapat perubahan variabel yang perlu diinisialisasikan pada saat server diaktifkan.
		% contoh : %[menu_n,nam a_menu, harga_ menu]	Apabila server mengirimkan perintah untuk melakukan pembaruan pada makanan dan minuman beserta harga penjualan
		" z "	Sebagai parameter bahwa pembaruan terhadap menu pada client telah selesai.

- Perencanaan Pemrograman Aplikasi *Server*. Perencanaan pada bagian ini meliputi layanan dan perancangan tampilan aplikasi *server*. Berikut merupakan tabel layanan yang terdapat pada aplikasi *server* (tidak membutuhkan komunikasi data)

TABEL 3
 LAYANAN PADA APLIKASI SERVER

No	Service Element	SQL Query	Fungsi Parameter
1	Database kosumen	SELECT Id,Nama,Member,Sald o,Last_transaction FROM customer	Sebagai tempat penyimpanan keseluruhan informasi, baik informasi mengenai konsumen, konfirmasi transaksi, penjualan makanan /minman, dan lain - lain
2	Proses pendaftaran member baru	INSERT into customer (Id,Nama,Security,Pin, Saldo) VALUES (" +TextBox_N+ """)	Menambahkan data konsumen baru pada database sistem
3	Proses pengisian saldo / top - up	Melalui identifikasi tag : UPDATE customer set Saldo="" +textBox.Text+ "" WHERE Id="" + textBox.Text + "" Melalui security number: "UPDATE customer set Saldo="" +textBox.Text+ "" WHERE Security="" + textBox.Text + ""	Menambahkan nominal saldo pada akun konsumen
4	Proses penanganan kehilangan kartu tag	"UPDATE customer set Id="" +textBox.Text+ "" WHERE Security="" + find + ""	Penanganan terhadap konsumen yang kehilangan tag

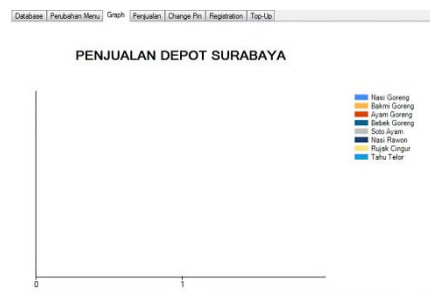
Berikut merupakan beberapa tampilan pada aplikasi *server*



Gambar 14. Halaman login



Gambar 15. Pengaturan COM port

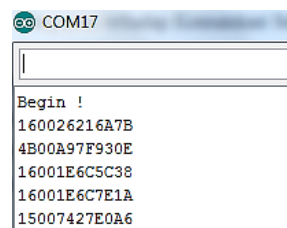


Gambar 16. Tab grafik penjualan tenant tertentu

III. PENGUJIAN SISTEM

A. RFID Reader .

Pengujian dilakukan dengan pembacaan *output* serial yang dihasilkan oleh RFID reader.



Gambar 17. Pembacaan tag RFID

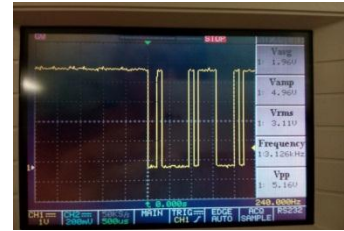
Selain dipengaruhi oleh kekuatan *radio frequency* dari RFID reader, posisi tag terhadap RFID reader juga berpengaruh terhadap pembacaan tag. Berikut merupakan tabel percobaan posisi tag berbentuk kartu terhadap RFID reader.

TABEL 4
 PEMBACAAN TAG DENGAN POSISI SEJAJAR RFID READER

Jarak	Keberhasilan pembacaan	Presentase Keberhasilan
20	0	0
19	0	0
18	0	0
17	0	0
16	0	0
15	2	20
14	4	40

TABEL 4
PEMBACAAN TAG DENGAN POSISI SEJAJAR RFID READER
(lanjutan)

Jarak	Keberhasilan pembacaan	Presentase Keberhasilan
13	6	60
12	6	60
11	7	70
10	7	70
9	8	80
8	10	100
7	10	100
6	10	100
5	10	100
4	10	100
3	10	100
2	10	100
1	10	100
0	10	100



Gambar 19. Hasil pengujian sinyal receiver

TABEL 5
PEMBACAAN TAG DENGAN POSISI TEGAK LURUS RFID READER

Jumlah Percobaan = 10

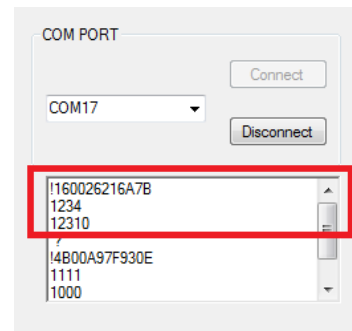
Jarak	Keberhasilan pembacaan	Presentase Keberhasilan
20	0	0
19	0	0
18	0	0
17	0	0
16	0	0
15	0	0
14	0	0
13	0	0
12	0	0
11	0	0
10	0	0
9	0	0
8	0	0
7	1	10
6	2	20
5	2	20
4	3	30
3	3	30
2	5	50
1	8	80
0	10	100

C. Komunikasi Data

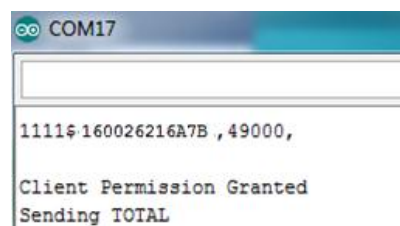
Komunikasi Data pada Sistem. Pengujian dilakukan dengan mengamati data yang dikirimkan dan diterima oleh server dan client. Berikut merupakan hasil pengujian komunikasi data pada saat konsumen melakukan pemesanan.



Gambar 20. Client mengidentifikasi dan mengirimkan tag menuju server



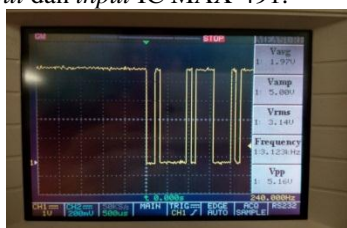
Gambar 21. Server mengidentifikasi tag dan mengirimkan data sebagai respon terhadap permintaan client



Gambar 22. Client mengirim transaksi yang telah dikonfirmasi konsumen

B. RS - 485

Pengujian dilakukan dengan melihat hasil data yang ditransmisikan dan karakteristik sinyal yang dihasilkan pada output dan input IC MAX-491.



Gambar 18 Hasil pengujian sinyal dari sender

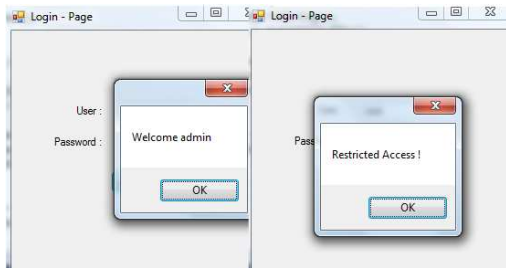


Gambar 23. Munculnya notifikasi bahwa perubahan saldo telah dicatat pada database sistem

D. Aplikasi Server

Pengujian terhadap aplikasi server dimulai dengan hak akses yang dimiliki oleh staff / karyawan. Apabila

karyawan dengan hak akses rendah masuk dalam aplikasi, maka karyawan tersebut hanya dapat mengakses fitur – fitur sesuai dengan hak akses yang dimiliki karyawan tersebut.



Gambar 24. Identifikasi pada halaman login aplikasi

Aplikasi pada server memiliki beberapa layanan, salah satunya adalah proses pendaftaran member. Hal yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan input terhadap beberapa data seperti nama, PIN, security key, dan pencatatan tag RFID yang diberikan. Sebagai contoh proses pendaftaran dilakukan dengan tag 11111111111, nama pengguna “coba”, dengan saldo Rp. 50.000,00 -.

Tag	Nama	Member	Saldo	Last Transaction
11111111111	coba	False	50000	
15007427E0A6	Bird	True	100000	
15007428034A	Green	True	100000	
16001E5C585D	Cyan	True	100000	
16001E6C5C38	Olive	True	100000	

Gambar 25. Tercatatnya member baru dalam database

Berikutnya merupakan hasil pengujian penanganan konsumen yang dengan sengaja ingin mengganti atau bahkan lupa terhadap PIN yang dimilikinya.

Id	Nama	Security	Member	Pin
11111111111	coba	1234	<input type="checkbox"/>	1111
11111111111	coba	1234	<input type="checkbox"/>	9999

Gambar 26. Pengujian terhadap layanan untuk melakukan perubahan PIN

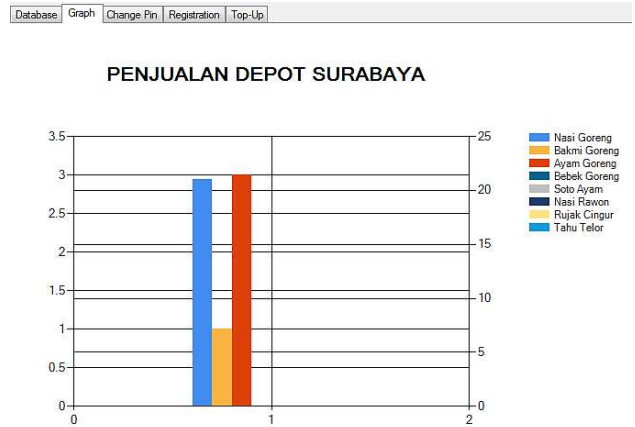
Berikutnya merupakan pengujian terhadap penanganan konsumen yang kehilangan tag yang dimilikinya.

Id	Nama	Security	Member	Pin	Saldo
11111111111	coba	1234	<input type="checkbox"/>	9999	50000
15007427E0A6	Bird	E0A6	<input type="checkbox"/>	1234	100000
15007428034A	Green	034A	<input checked="" type="checkbox"/>	1234	100000

Id	Nama	Security	Member	Pin	Saldo
11111111111	coba	1234	<input type="checkbox"/>	9999	50000
1234567894321	Green	034A	<input checked="" type="checkbox"/>	1234	100000
15007427E0A6	Bird	E0A6	<input type="checkbox"/>	1234	100000

Gambar 27. Pengujian terhadap penanganan proses kehilangan tag

Berikutnya merupakan pengujian terhadap pengolahan data pemesanan yang dilakukan pada masing – masing tenant yang dimunculkan dalam bentuk grafik.



Gambar 28. Data pemesanan makanan pada tenant tertentu dalam bentuk grafik

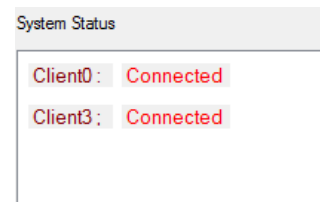
Berikut merupakan hasil pengujian terhadap proses pengisian saldo konsumen.

Id	Nama	Saldo
11111111111	coba	50000
1234567894321	Green	100000

Id	Nama	Saldo
11111111111	coba	150000
1234567894321	Green	100000

Gambar 29. Pencatatan perubahan saldo pada database

Berikut merupakan hasil pengujian terhadap fitur yang dimiliki oleh server untuk mengamati kondisi setiap client apakah terhubung atau tidak dalam jaringan. Status client yang tersambung dalam jaringan dengan benar akan muncul pada kotak system status. Sedangkan client yang terputus koneksinya dalam jaringan, tidak nampak pada kotak system status.



Aktivitas client ditinjau dari proses perancangan dan dan hasil pengujian dituliskan pada tabel berikut.

TABEL 6
 AKTIVITAS CLIENT DITINJAU DARI
 DESAIN PERENCANAAN SISTEM

No.	Desain	Implementasi	Keterangan
1	Komunikasi aktif server dan client	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
2	Pengecekan saldo	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
3	Pemesanan makanan / minuman	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
4	Pencetakan nominal penjualan tenant tiap harinya	Belum diimplementasikan	Belum tercapai

Aktivitas *server* ditinjau dari proses perancangan dan hasil pengujian yang telah dilakukan dituliskan pada tabel berikut.

TABEL 7
 AKTIVITAS *SERVER* DITINJAU DARI
 DESAIN PERENCANAAN SISTEM

No.	Desain	Implementasi	Keterangan
1	Komunikasi aktif <i>server</i> dan <i>client</i>	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
2	<i>Database</i> konsumen	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
3	Proses pendaftaran <i>member</i> baru	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
4	Proses pengisian saldo / <i>top - up</i>	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
5	Proses penanganan kehilangan kartu <i>tag</i>	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
6	Proses pergantian / lupa PIN	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
7	Grafik penjualan <i>tenant</i> secara keseluruhan	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
8	Sistem monitoring	Telah diimplementasikan	Berjalan dengan baik
9	Pergantian menu penjualan pada <i>tenant</i>	Belum diimplementasikan secara sempurna	Belum tercapai
10	Rekap penjualan <i>tenant</i> tiap harinya dalam bentuk <i>database logging</i>	Telah diimplementasikan	Belum tercapai Database error
11	Rekap penjualan <i>tenant</i> tiap harinya dalam bentuk grafik	Belum diimplementasikan	Belum tercapai

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

- Kelebihan – kelebihan yang dimiliki oleh teknologi RFID seperti *contactless*, ketahanan terhadap kontak fisik dan dengan bentuk seperti kartu ATM pada umumnya, dianggap tepat sebagai alat pengganti pembayaran di pujasera. Sedangkan sisi kelemahan RFID yang rentan terhadap serangan berupa duplikasi dan pembajakan *tag*, ditutup dengan kombinasi penggunaan *tag* RFID pasif dan *database server*.
- Meskipun tidak memiliki *line of sight* seperti teknologi *barcode*, proses pembacaan data dari *tag* RFID dengan RFID *reader* dipengaruhi oleh luas penampang *tag* yang tertangkap oleh RFID *reader*. Dapat disimpulkan bahwa Hukum Gauss yang berbunyi “medan listrik pada suatu benda, berbanding lurus dengan jumlah garis gaya medan yang melewati luasan tersebut“ berlaku pada proses pembacaan data dalam teknologi RFID. Sehingga apabila posisi kartu tegak lurus terhadap RFID *reader*, maka pembacaan terhadap *tag* akan membutuhkan jarak yang sangat dekat.
- Keseleruhan komunikasi data antar mikrokontroler *client* dan *server* dapat berjalan dengan baik. Dibuktikan dengan mikrokontroler pada *client* dapat mengidentifikasi data – data yang ada pada *server*, kemudian proses pembelian oleh konsumen akan tercatat pada *database*.

- Pemrograman aplikasi *database* pada sistem masih menggunakan *local database* yang merupakan fitur pada Visual Studio.
- Dari sudut pandang desain terhadap *client* terdapat poin yang belum terpenuhi, yaitu pencetakan nominal penjualan *tenant* tiap harinya (merujuk pada Pengujian Sistem, Tabel 6)
- Dari sudut pandang desain terhadap *server* terdapat poin yang belum terpenuhi secara sempurna, yaitu pergantian menu penjualan pada *tenant*, rekap penjualan *tenant* tiap harinya dalam bentuk *data logging*, dan rekap penjualan *tenant* tiap harinya dalam bentuk grafik (merujuk Pengujian Sistem, Tabel 7).

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Innovative Electronics. (2007). Manual RFID Starter Kit.
- [2] Singh, G. (2014). RFID Technology and its Application Areas. 1.
- [3] Sumita Nainan, R. P. (2013). RFID Technology Based Attendance Management. *International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 10, 3.
- [4] Maxim Integrated. (2014). MAX481/MAX483/MAX485/MAX487–MAX491/MAX1487. Rio Robles, San Jose, United States of America.
- [5] Revolution Education Ltd. (n.d.). Retrieved 11 21, 2014, from Revolution Education Ltd.: www.rev-ed.co.uk
- [6] Parallax Inc. (n.d.). Retrieved 12 5, 2014, from Parallax: www.parallax.com