

SISTEM PEMBAYARAN TIKET *BUS RAPID TRANSIT* (BRT) MENGUNAKAN *NEAR FIELD COMMUNICATION* (NFC)

Taufik Ihsan¹, Zaini², Rahmi Eka Putri^{3*}

^{1,3}Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas Padang

²Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang

Jl. Universitas Andalas, Limau Manis, Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat

*E-mail : rahmi230784@gmail.com

ABSTRAK

Angkutan umum yang sedang berkembang di Indonesia saat ini adalah *Bus Rapid Transit* (BRT), salah satunya di Kota Padang, Sumatera Barat yang dinamakan dengan Bus Trans Padang. Sistem pembayaran tiket pada Bus Trans Padang saat ini masih kurang efektif karena dilakukan dengan pembayaran uang tunai dengan rata-rata waktu transaksi 20,13 detik dan menggunakan kartu *Brizzi* dengan rata-rata waktu transaksi 13,02 detik. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem pembayaran dengan memanfaatkan teknologi *Near Field Communication* (NFC). *NFC-Reader* dipasang pada pintu masuk halte dan penumpang hanya perlu mendekatkan *NFC tag* yang ada di dompet ataupun tas ke *NFC-Reader* sehingga pintu halte akan terbuka secara otomatis ketika transaksi berhasil dilakukan, dengan rata-rata waktu transaksi 5,38 detik. Dengan sistem yang dibangun, waktu transaksi pembayaran tiket menjadi lebih cepat dan saldo pengelola secara otomatis bertambah seiring dengan pengurangan saldo penumpang setiap transaksi berhasil dilakukan.

Kata kunci: *Pembayaran tiket, Near Field Communication (NFC)*

ABSTRACT

Public transport is growing in Indonesia at this time is the Bus Rapid Transit (BRT), one in the city of Padang, West Sumatra, called the Trans Bus Padang. Bus ticket payment system on Trans Padang is still less effective because it is done by cash payments with an average time of 20.13 seconds and the transaction using the card Brizzi with an average transaction time of 13.02 seconds. In this study designed a system pembayaran by utilizing Near Field Communication (NFC). NFC-Reader installed on the entrance door stops and passengers only need to close the NFC tag in the wallet or purse into NFC-Reader so that the door will open automatically stops when the transaction is successful, with an average transaction time of 5.38 seconds. With the system built, the time ticket payment transactions to be faster and balances manager automatically increases with the reduction of the balance of passengers every transaction is successful.

Keywords : *Ticket payment, Near Field Communication (NFC)*

PENDAHULUAN

Angkutan Umum adalah angkutan penumpang yang dilakukan dengan sistem sewa atau bayar (Suwardjoko, 1990). Angkutan umum sangat berguna bagi masyarakat dalam beraktivitas dan pergerakan roda perekonomian suatu daerah. Salah satu jenis angkutan umum yang sedang berkembang di Indonesia adalah *Bus Rapid Transit* (BRT) atau *Busway*. BRT merupakan bus kualitas tinggi berbasis sistem transit yang cepat, nyaman, dan biaya murah (Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Barat, 2015). Kota

Padang, Sumatera Barat telah memiliki BRT untuk melayani masyarakatnya, BRT tersebut bernama “Bus Trans Padang”. Jumlah bus yang beroperasi saat ini berjumlah 10 unit. Melayani rute 39 km pp, yaitu dari Pusat Kota – Lubuk Buaya – Batas kota dan terdapat 65 halte pada dua sisi (Dephub. 2014).

Sistem pembayaran yang diterapkan pada Bus Trans Padang saat ini adalah dengan membeli tiket secara tunai kepada pramugara di dalam bus dan pembayaran dengan menggunakan kartu *Brizzi*. Pembayaran dengan uang tunai membutuhkan waktu

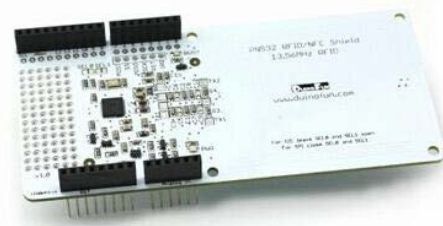
transaksi yang lama dan pramugara mengalami kesulitan dalam menyediakan uang kembalian penumpang. Selain itu, sering terjadi kecurangan dimana pramugara tidak menyerahkan tiket kepada penumpang yang telah membayar sehingga merugikan pihak pengelola Bus Trans Padang. Sistem pembayaran dengan menggunakan kartu Brizzi juga belum optimal, karena pramugara harus membawa *reader* di dalam bus jika ada penumpang yang ingin bertransaksi.

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem pembayaran dengan memanfaatkan teknologi *Near Field Communication* (NFC). NFC-Reader dipasang pada pintu masuk halte dan penumpang hanya perlu mendekatkan NFC tag yang ada di dompet ataupun tas ke NFC-Reader sehingga pintu halte akan terbuka secara otomatis. Setiap transaksi pembayaran yang berhasil dilakukan, saldo pengelola Bus Trans Padang akan bertambah secara otomatis seiring dengan berkurangnya saldo yang terdapat pada NFC tag.

Dengan sistem pembayaran ini, waktu transaksi menjadi lebih cepat, pramugara dapat melayani penumpang dengan lebih optimal karena tidak disibukkan dengan transaksi pembayaran tiket di dalam bus. Setiap data transaksi tersimpan secara otomatis, sehingga pihak pengelola Bus Trans Padang dapat mengetahui saldo setiap saat.

Teknologi NFC (Near Field Communication)

NFC (*Near Field Communication*) adalah teknologi yang merupakan pengembangan dari teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID). Teknologi NFC bekerja dengan sistem transmisi sinyal radio jarak pendek. Perangkat dengan NFC tidak membutuhkan energi listrik yang besar. Ada dua jenis perangkat NFC, satu perangkat tag dan satu lagi perangkat NFC Reader. Ketika melakukan kontak, kedua perangkat ini akan saling terkoneksi dan melakukan pertukaran data dengan frekuensi radio 13.56 MHz (Plimbi, 2014.).

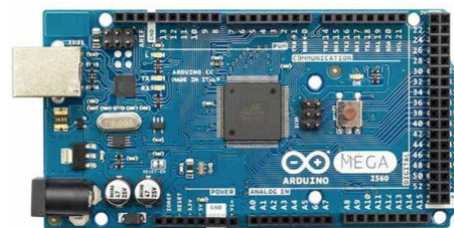


Gambar 1. Shield NFC PN532

Shield NFC PN532 merupakan Shield NFC yang pin nya bisa langsung dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino UNO. Shield ini bisa berkomunikasi dengan *protocol* SPI ataupun I2C. Kekurangan dari Shield ini adalah membutuhkan *soldering* jika kita ingin menggunakan *protocol* SPI.

Mikrokontroler Arduino MEGA 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog *input*, 4 pin UART (*serial port hardware*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, *power jack* DC, ICSP header, dan tombol *reset*. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, tinggal menghubungkan *power* dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.



Gambar 2 Arduino Mega 2560

Motor Servo

Motor Servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi

untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel *motor servo* (Van Allen, 2016).



Gambar 3. Motor Servo

Ethernet Shield

Ethernet Shield merupakan sebuah komponen yang berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan jaringan komputer. Ethernet Shield yang beredar dipasaran umumnya menggunakan chip ethernet Wiznet W5100. Pada Ethernet Shield terdapat sebuah slot micro-SD, yang dapat digunakan untuk menyimpan file yang dapat diakses melalui jaringan. Onboard micro-SD card reader diakses dengan menggunakan SD library. Pada mikrokontroler Arduino board, ia berkomunikasi dengan W5100 dan SD card menggunakan komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*). Komunikasi ini diatur oleh library SPI.h dan Ethernet.h. Bus SPI menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada Arduino Uno. Pin digital 10 digunakan untuk memilih W5100 dan pin digital 4 digunakan untuk memilih SD card.



Gambar 4. Ethernet Shield

Arduino IDE (Integrated Development Environment)

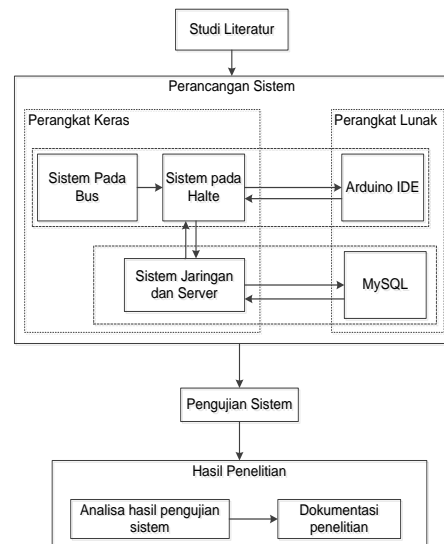
Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah *software* untuk menuliskan kode program Arduino. Arduino IDE terdiri dari *editor* program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program, *compiler* merupakan sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner, dan *uploader* sebuah modul yang memuat program

ke *board* Arduino. Arduino IDE ini terhubung dengan *board* Arduino dan dapat berkomunikasi dengan *board* tersebut. *Software* Arduino IDE bersifat *open source*, dan bisa dijalankan di sistem operasi Linux, Mac, dan Windows (Fardiyuna, 2016).

Arduino IDE menggunakan Bahasa pemrograman C dalam menulis program. Arduino IDE juga memiliki banyak *library* dan contoh program sehingga *developer* pemula pun bisa dapat menggunakan Arduino dengan lebih mudah.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental (*Experimental Research*). Penelitian eksperimental adalah jenis penelitian yang digunakan untuk melihat hubungan sebab dan akibat. Penelitian eksperimental digunakan untuk mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan. Pada penelitian ini dilakukan dengan menghubungkan komponen dan alat-alat yang berbeda karakteristik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari suatu kondisi atau fenomena yang terjadi dengan memvariasikan beberapa kondisi dan mengamati efek yang terjadi.

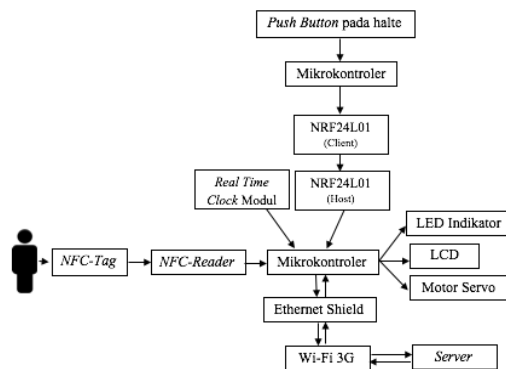


Gambar 5. Metodologi Penelitian

Perancangan Perangkat Keras

Tahap awal yang dilakukan pada perancangan *perangkat keras* adalah merancang blok diagram untuk sistem yang akan dibangun, tujuan blok diagram ini adalah untuk menjelaskan bagaimana sistem terbentuk serta alur kerja pada sistem. Blok diagram

pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Blok Diagram Sistem

Blok diagram perangkat keras dapat diuraikan sebagai berikut :

1. *User* mendekati *NFC-Tag* ke *NFC-Reader*
2. *NFC-Reader* berfungsi membaca ID dan data pada *NFC-Tag*
3. Push Button berfungsi sebagai inisiator dari koneksi otomatis antara modul *wireless* bus yang bersifat *client* dengan modul *wireless* pada halte yang bersifat *host*
4. Mikrokontroler berfungsi sebagai kontrol dari seluruh sistem, yang berisikan intruksi dan logika program
5. Modul NRF24L01 merupakan modul *wireless* yang digunakan dan berfungsi sebagai pengirim nomor bus antara bus dengan halte pada sistem pencatat waktu kedatangan bus
6. *Ethernet Shield* berfungsi mengirim data dari Mikrokontroler ke jaringan untuk selanjutnya menuju *Server*
7. LED berfungsi sebagai indikator. LED yang digunakan terdiri atas 3 warna. Warna hijau jika proses berjalan lancar, warna kuning jika saldo penumpang berada diantara Rp. 3.500 dan Rp. 30.000. Dan

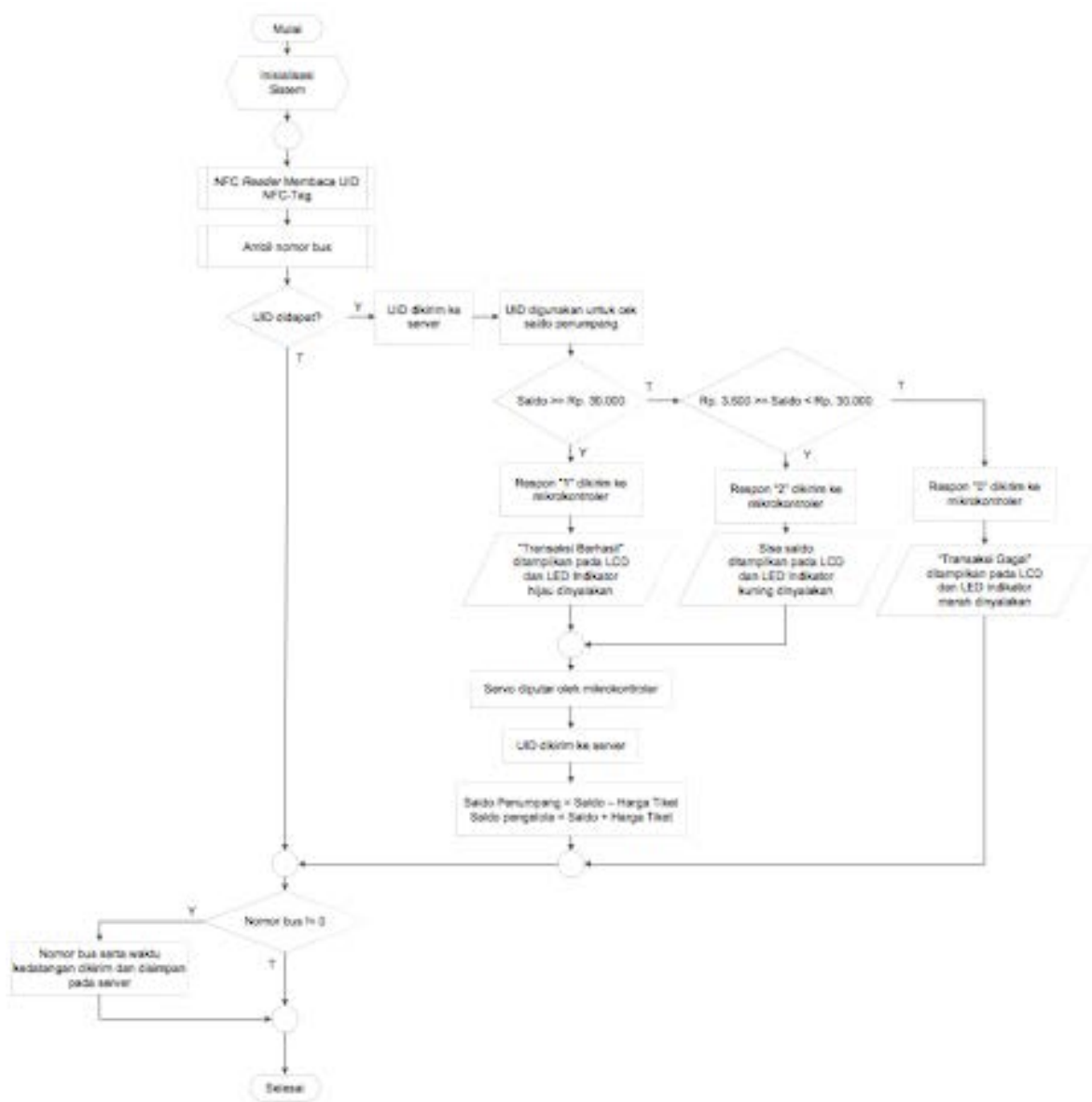
warna merah jika proses terhambat atau ada gangguan

8. LCD berfungsi untuk menampilkan informasi. Informasi yang ditampilkan berkaitan dengan saldo penumpang. jika saldo diatas Rp. 30.000, maka yang ditampilkan adalah “Terima Kasih, Silahkan Masuk”. Jika saldo penumpang dibawah Rp. 30.000, maka jumlah saldo akan ditampilkan untuk memberitahu penumpang bahwa saldonya hampir habis

Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibuat digunakan untuk mengatur kerja Mikrokontroler yang merupakan otak dari sistem dalam bentuk logika pemrograman, agar mikrokontroler dapat memproses masukan yang diberikan oleh pembacaan NFC-Tag serta modul NRF24L01 sehingga dapat menghasilkan output sesuai yang diinginkan.

Sistem dimulai ketika *user* mendekati *NFC-Tag* ke *NFC-Reader*, kemudian *NFC Reader* mengirimkan informasi tersebut ke Mikrokontroler. Selanjutnya, mikrokontroler akan mengirimkan informasi tersebut ke *Server* menggunakan *Ethernet Shield*. Di *Server*, informasi tersebut akan dicocokkan dengan data yang pada *database*. Jika informasi cocok, maka saldo penumpang akan dikurangi dan saldo bus. jika proses di *Server* tersebut berhasil, maka mikrokontroler akan menghidupkan LED indikator hijau dan menampilkan informasi di LCD serta menggerakkan Motor Servo yang bertujuan untuk membuka pintu. Tetapi jika proses di *Server* gagal, maka mikrokontroler akan menghidupkan LED indikator Merah dan menampilkan informasi bahwa proses gagal di LCD.



Gambar 7. Flowchart Sistem

Pada proses pembacaan NFC Tag, perangkat NFC-Reader akan menerima data yang ada pada Tag NFC. NFC Reader akan selalu dalam kondisi *stand by* menunggu adanya NFC Tag yang didekatkan. Saat ada NFC Tag yang berada di jangkauan pembacaannya, maka NFC Reader akan membaca *type* dan UID yang ada pada Tag tersebut.

Pada gambar 8 dijelaskan proses pembacaan NFC Tag oleh NFC Reader yang kemudian informasi tersebut akan ditampilkan. Saat terkoneksi dengan sistem pembayaran tiket BRT, informasi inilah yang nantinya akan dikirim ke *Server* untuk diproses selanjutnya.



Gambar 8. Flowchart Pembacaan NFC-Tag

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pembayaran tiket bus menggunakan sebuah pintu putar yang hanya bisa dilewati jika transaksi berhasil dilakukan. Bentuk dari pintu tersebut bisa dilihat pada gambar 4.1. Pintu ini memiliki dimensi panjang lengan sebesar 60 cm dan tinggi tiang 100 cm.



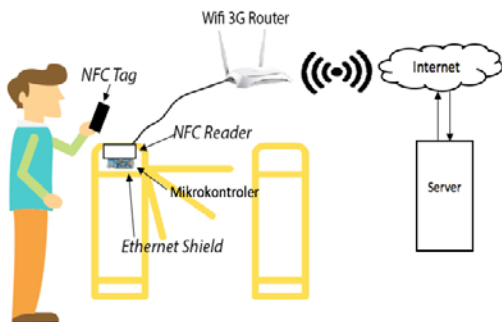
Gambar 9. Pintu putar sistem pembayaran tiket



Gambar 10. Tampilan LCD menunggu transaksi dilakukan

Pengujian Transaksi Pembayaran Tiket

Pengujian ini bertujuan untuk melihat berapa waktu yang dibutuhkan setiap kali transaksi dilakukan. Lama waktu yang diujikan adalah dari saat *Tag* di dekatkan ke *Reader* hingga pintu dapat diputar. Pengujian juga melihat apakah pintu dapat terbuka setiap kali transaksi berhasil dilakukan dilakukan. Pada gambar 4.15 dapat dilihat bagaimana alur data saat pengujian dilakukan.



Gambar 11. Alur data saat proses transaksi dilakukan

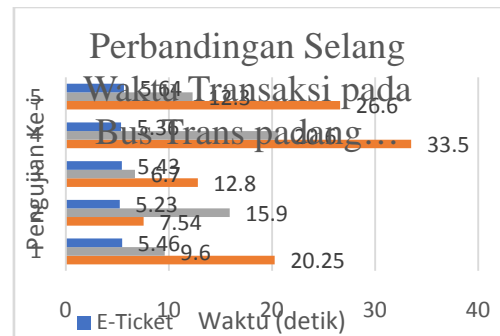
waktu rata-rata pada pengujian sistem saat antrian penumpang terjadi. Pada grafik dapat dilihat bahwa waktu transaksi menggunakan

Tabel 1. Pengujian waktu transaksi pada Bus Trans Padang

Pengujian Ke-i	Jenis Transaksi	waktu Transaksi (detik)	Rata-rata waktu transaksi (detik)
1	Tunai	20,25	20,13
2	Tunai	7,54	
3	Tunai	12,8	
4	Tunai	33,5	
5	Tunai	26,6	
6	Brizzi	9,6	13,02
7	Brizzi	15,9	
8	Brizzi	6,7	
9	Brizzi	20,6	
10	Brizzi	12,3	

Tabel 2. Hasil pengujian waktu transaksi pada antrian penumpang

Jumlah Antrian	Tingkat keberhasilan transaksi	Waktu Respon Rata-rata	Total Waktu Transaksi (detik)	Rata-rata waktu transaksi
1 Orang	100%	4,85	4,85	5,38 detik
5 Orang	100%	5,23	26,17	
10 Orang	100%	5,83	58,3	
15 Orang	100%	5,36	80,4	
25 Orang	96%	5,64	141,5	



Gambar 12. Grafik perbandingan waktu transaksi pada Bus Trans Padang dan sistem yang telah dibangun

Pada gambar 12 dapat dilihat grafik perbandingan waktu transaksi yang dibutuhkan oleh penumpang Bus Trans Padang saat melakukan transaksi. Sistem yang dibangun pada penelitian ini diberi nama *E-Ticket* pada grafik tersebut. Waktu *E-Ticket* diambil dari sistem *E-Ticket* stabil pada 5 detik. Sedangkan waktu pada transaksi lain bersifat fluktuatif karena banyaknya pengaruh luar seperti waktu

untuk mengembalikan uang kembalian penumpang saat transaksi menggunakan uang tunai dan kurang efisien nya sistem Brizzi yang ada pada Bus Trans Padang, dimana *Reader* berada di dekat pintu. Sehingga jika penumpang ingin melakukan transaksi menggunakan Brizzi, maka pramugara akan meminta kartu penumpang tersebut untuk selanjutnya pramugara berjalan dan melakukan transaksi dengan *Reader* yang ada di dekat pintu masuk bus. Ini tentu saja membutuhkan waktu lebih dan akan menimbulkan kesulitan jika penumpang yang ingin melakukan transaksi dengan Brizzi berjumlah lebih dari 3 orang dan posisi mereka berjauhan.

Pengujian Sistem Saldo pada Transaksi Pembayaran Tiket

Pada pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah sistem dapat mengetahui saldo penumpang yang ada di *server* dan melihat apakah saldo penumpang dapat berkurang sedangkan saldo pengelola bertambah setiap kali transaksi berhasil dilakukan. Saldo pengelola terhubung dengan tabel halte pada *database*. Sehingga saldo pengelola bertambah berdasarkan kode halte dimana penumpang melakukan transaksi. Tabel 3 merupakan hasil pengujian sistem saldo pembayaran tiket tersebut.

Tabel 3. Hasil pengujian sistem saldo pembayaran tiket bus

No	UID Tag	Status Transaksi	Saldo Penumpang Awal	Saldo Penumpang Akhir	Saldo Pengelola awal	Saldo Pengelola akhir
1	04 75 33 92 D9 32 80	berhasil	Rp. 43.000	Rp. 39.500	Rp. 100.000	Rp. 103.500
2	12 95 15 3B	berhasil	Rp. 95.000	Rp. 91.500	Rp. 103.500	Rp. 107.000
3	04 0E 3D 42 8B 33 80	berhasil	Rp. 925.000	Rp. 921.500	Rp. 107.000	Rp. 110.500
4	04 5B 24 1A E5 34 80	berhasil	Rp. 55.000	Rp. 51.500	Rp. 110.500	Rp. 114.000
5	84 C8 5F 18	berhasil	Rp. 160.000	Rp. 156.500	Rp. 114.000	Rp. 117.500
6	04 75 33 92 D9 32 80	berhasil	Rp. 39.500	Rp. 36.000	Rp. 117.500	Rp. 121.000
7	04 0D 56 52 07 34 80	berhasil	Rp. 235.000	Rp. 231.500	Rp. 121.000	Rp. 124.500
8	12 95 15 3B	berhasil	Rp. 91.500	Rp. 88.000	Rp. 124.500	Rp. 128.000
9	12 95 15 3B	berhasil	Rp. 88.000	Rp. 84.500	Rp. 128.000	Rp. 131.500
10	04 5B 24 1A E5 34 80	berhasil	Rp. 51.500	Rp. 48.000	Rp. 131.500	Rp. 135.000
11	04 0E 3D 42 8B 33 80	berhasil	Rp. 921.500	Rp. 918.000	Rp. 135.000	Rp. 138.500
12	12 95 15 3B	berhasil	Rp. 84.500	Rp. 81.000	Rp. 138.500	Rp. 142.000
13	04 75 33 92 D9 32 80	berhasil	Rp. 36000	Rp. 32.500	Rp. 142.000	Rp. 145.500
14	04 5F 7B 12 F9 48 81	berhasil	Rp. 180.000	Rp. 176.500	Rp. 145.500	Rp. 149.000
15	04 3B 7B 12 F9 48 81	berhasil	Rp. 380.000	Rp. 376.500	Rp. 149.000	Rp. 152.500
16	04 56 7B 12 F9 48 81	berhasil	Rp. 320.000	Rp. 316.500	Rp. 152.500	Rp. 156.000
17	12 95 15 3B	berhasil	Rp. 81.000	Rp. 77.500	Rp. 156.000	Rp. 159.500
18	04 44 7B 12 F9 48 81	berhasil	Rp. 15.000	Rp. 11.500	Rp. 159.500	Rp. 163.000
19	04 32 7B 12 F9 48 81	berhasil	Rp. 830.000	Rp. 826.500	Rp. 163.000	Rp. 166.500
20	04 0D 56 52 07 34 80	berhasil	Rp. 231.500	Rp. 228.000	Rp. 166.500	Rp. 170.000

Berdasarkan hasil pengujian pada tersebut dapat dilihat bahwa semua proses transaksi serta pengurangan dan penambahan saldo berjalan dengan lancar. Dalam pengujian yang dilakukan selama 20 kali tersebut, tidak ditemukan adanya transaksi gagal yang dapat menyebabkan saldo penumpang berkurang sehingga merugikan penumpang tersebut.

Untuk mempermudah pengelola dalam memonitoring jumlah saldo pada halte dan jumlah saldo pengelola itu sendiri, maka pada sistem juga dibangun sebuah *web page*. *Web Page* tersebut menampilkan jumlah saldo pada masing-masing halte dan jumlah saldo pengelola yang didapat dari jumlah saldo pada masing-masing

halte. Untuk masuk ke *Web Page* tersebut, pengelola harus memasukan *username* dan *password* terlebih dahulu pada halaman log in.



No	kode_halte	Nama halte	Saldo Halte
1	H01	halte DPPD Sumbang	57500
2	H02	halte selasih	50000
Saldo Pengelola			107500

Gambar 13. Tampilan web page saldo halte dan saldo pengelola

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dirancang alat pembayaran tiket serta sistem pencatatan waktu kedatangan *Bus Rapid Transit* pada halte memanfaatkan teknologi NFC dan modul nRF24L01.
2. Sistem pengurangan dan penambahan saldo telah berhasil dibangun sesuai dengan transaksi yang dilakukan.
3. Pintu halte dapat terbuka setiap kali transaksi berhasil dilakukan dan Motor Servo dapat dimanfaatkan sebagai kunci pintu.
4. Penghalang antar modul nRF24L01 sangat mempengaruhi waktu responnya.
5. Rata-rata waktu transaksi yang dibutuhkan sistem yang telah dibangun adalah 1,99 detik dan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk bertransaksi dalam antrian adalah 5,38 detik.
6. Data yang diterima modul nRF24L01 *host* selalu sama dengan data yang dikirim modul *client*.

Mengingat masih terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini, maka perlu dilakukan beberapa perbaikan untuk

memperbaiki kinerja alat, adapun beberapa saran antara lain :

1. Untuk peneliti selanjutnya agar dapat meneliti keamanan dalam sistem transaksi pembayaran tiket.
2. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat menerapkan harga saldo yang berbeda tergantung kepada status penumpang (pelajar atau umum).
3. Untuk penelitian selanjutnya, waktu pencatatan kedatangan bus dapat dikembangkan menjadi sistem monitoring kedatangan bus.

DAFTAR PUSTAKA

- Dephub. 2014. “Dirjen Darat Puji Pengoperasian Trans Padang” dalam <http://hubdat.dephub.go.id/berita/1339-dirjen-darat-puji-pengoperasian-trans-padang> diakses pada 25 mei 2016 jam 10.07 WIB
- Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Barat. 2015. “Mengenal Bus Rapid Transit (BRT)” dalam <http://dishub.jabarprov.go.id/inc/data/info/566> diakses pada 25 mei 2016 jam 09.39 WIB
- Fardiyuna, Dian. 2016. “Sistem Akses Kunci Elektrik pada Pintu Menggunakan NFC (Near Field Communication) Berbasis Mikrokontroler” Skripsi Sarjana pada Sistem Komputer Universitas Andalas Padang: Tidak Diterbitkan
- Plimbi. 2014. “ Mari Mengenal Lebih Dekat Dengan Fungsi dan Apa Itu NFC”, dalam <http://www.plimbi.com/article/88772/ap-a-itu-nfc> diakses pada 20 April 2016
- Warpani, Suwardjoko. 1990. Merencanakan Sistem Perangkutan. Bandung : Penerbit ITB
- Van Allen, Phillip. “Servo” dalam <http://www.netlabtoolkit.org/documentat ion/widgets/servo/> diakses pada 5 Agustus 2016 jam 11.01 WIB