

DESAIN SISTEM TIKET ELEKTRONIK PADA TRANSPORTASI PUBLIK CERDAS

Achmad Affandi², Putri Ellasesi¹, Gatot Kusrahardjo¹, Djoko Suprajitno²

¹Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

²Mechatronics and Industrial Automation Research Center, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

E-mail: affandi@ee.its.ac.id

Abstrak - Surabaya yang merupakan ibu kota provinsi Jawa Timur sudah memiliki beberapa transportasi umum, namun fasilitas yang kurang memadai serta sistem pembayaran yang tidak praktis membuat peminat transportasi umum di Surabaya rendah. Paper ini mengusulkan sistem *ticketing* yang dapat di terapkan pada transportasi umum Surabaya serta mengetahui kinerja sistem, baik dari sisi aplikasi pada *On Board Unit* maupun proses pengiriman informasi antara OBU (*client*) dan *Control Center Room* (*server*). Perancangan sistem ini terdiri dari 3 tahap, yang pertama yaitu perancangan sistem *ticketing* yang akan digunakan. Hal ini meliputi tarif, teknis transfer/transit beserta *policy* nya serta diskon berdasarkan kategori penumpang. Selanjutnya perancangan sistem pada OBU yang terdiri dari tiga fitur, yaitu fitur *ticketing*, fitur total pendapatan serta fitur registrasi. Tahap terakhir yaitu perancangan jaringan yang digunakan untuk proses pengiriman informasi antara OBU dan *server*.

Kata Kunci : E-ticketing, On Board Unit, Quality of Service

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara peringkat ke 4 dengan jumlah penduduk terbanyak di dunia setelah China, India dan Amerika Serikat, dengan jumlah penduduk lebih dari 262 juta jiwa dan laju pertumbuhan 1,49 persen per tahun. Namun persebaran penduduk di Indonesia sangat tidak merata, tercatat lebih dari 150 juta jiwa atau sekitar 60 persen dari jumlah penduduk Indonesia berada di pulau Jawa. Kepadatan penduduk di pulau Jawa ini tidak diimbangi dengan infrastruktur dan fasilitas transportasi umum yang memadai. Hal ini menyebabkan masyarakat cenderung memilih menggunakan kendaraan pribadi seperti mobil dan motor saat berpergian sehingga menyebabkan arus lalu lintas di kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung dan juga Surabaya sering dilanda kemacetan parah yang terjadi setiap hari.

Di beberapa kota besar di pulau Jawa seperti Surabaya, sudah terdapat transportasi umum yakni antara lain bus kota, angkutan kota (*angkot*), *anggana* (*angkutan serba guna*) dan lain-lain. Namun sedikitnya armada, tidak ada informasi *real time* lokasi angkutan, dan sistem pembayaran yang tidak praktis membuat peminat transportasi umum di Surabaya rendah.

Pada paper ini akan difokuskan membahas mengenai sistem *ticketing* dan *revenue policy* yang paling sesuai untuk kebutuhan bus kota Surabaya serta proses komunikasi yang terintegrasi antara *On Board Unit* (*client*) dengan *Control Center Room* (*server*). Data yang diperoleh dari OBU akan dikirimkan melalui jaringan seluler ke *Server Control*

Center Room (CC-ROOM) untuk nantinya diolah sesuai kebutuhan.

Sistem *ticketing* dan *revenue policy* ini meliputi penentuan tarif yang akan dibebankan ke penumpang, aturan saat melakukan transit/transfer serta diskon yang diberikan untuk kategori yang berbeda.

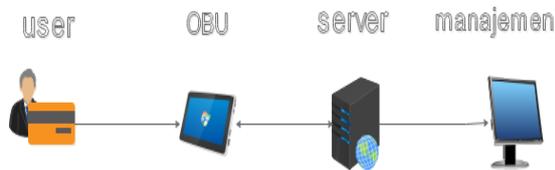
PERANCANGAN SISTEM

A. Perancangan Sistem Ticketing untuk Kota Surabaya

Perancangan sistem *ticketing* ini meliputi penetapan tarif yang akan dibebankan kepada penumpang, sistem transfer/transit dan juga pemberian diskon berdasarkan kategori yang berbeda. Penentuan tarif didasarkan pada beberapa tinjauan, yang pertama yaitu peraturan wali kota Surabaya mengenai tarif angkutan umum dalam kota, lalu perbandingan dengan tarif transjakarta, kemudian berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai kemauan membayar masyarakat Surabaya serta berdasarkan standar bank dunia mengenai persentase biaya transportasi dibanding pendapatan. Sistem transfer/transit dan juga pemberian diskon untuk kategori yang berbeda berdasarkan studi komparasi dengan negara-negara yang memiliki sistem transportasi terbaik di dunia.

B. Implementasi Sistem Ticketing

Setelah melakukan perancangan pada bagian A, maka selanjutnya diimplementasikan menjadi sebuah sistem *ticketing* yang utuh.



Gambar 1. Alur Sistem *Ticketing*

a. User

Pada bagian *user* terdapat dua kegiatan yang pertama saat proses pembelian kartu dan yang kedua proses perjalanan.

1. Proses pembelian kartu

Pada bagian ini calon penumpang akan membeli kartu ke konter penjualan kartu . Penjual kartu akan memasukkan no id, kategori, saldo dan nama ke aplikasi yang sudah terhubung database di sever.

2. Proses perjalanan

Bagian kedua yaitu proses perjalanan, penumpang akan melakukan *tap-in* pada OBU yang terdapat di bus saat masuk. Tap kartu pada OBU dilakukan hanya sekali saja saat menaiki bus.

b. OBU

Saat penumpang melakukan *tap-in* pada OBU, OBU akan memproses no id kartu yang terbaca dengan mengirimnya ke *server* dan meminta data dari *server*, data tersebut akan diproses kemudian setelah proses pemotongan saldo selesai OBU akan mengirim update-an sisa saldo ke *server* dan kemudian akan menampilkannya ke layar OBU untuk dilihat oleh penumpang.

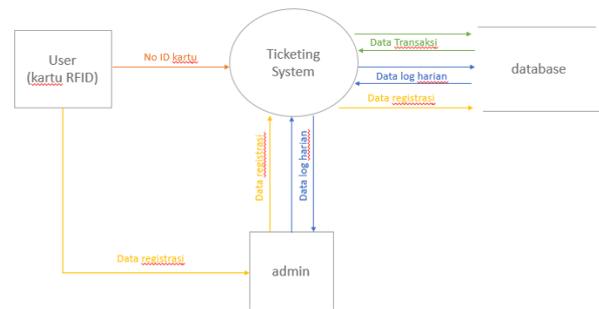
c. Server

Pada *server* terdapat *database* yang berisi nama, no id kartu, kategori, saldo, dan last tap in. Ketika penumpang melakukan *tap-in* pada OBU, OBU akan mengirim no id kartu ke *server* untuk diperiksa. Selanjutnya *server* akan mengirim informasi berupa nama, kategori, saldo serta waktu terakhir transaksi. kepada OBU, baik jika kartu tersebut terdaftar maupun tidak terdaftar.

d. Manajemen

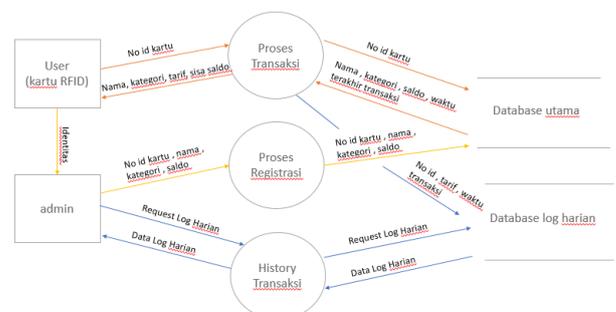
Bagian ini untuk melihat log harian penumpang yang melakukan perjalanan yang dapat dilihat oleh

pengelola. Fungsinya untuk mengetahui total pendapatan harian.



Gambar 2. Diagram Konteks

Diagram konteks menggambarkan ruang lingkup sistem *ticketing*. Sistem ini memiliki dua entitas eksternal yaitu *user* dan *admin*. *User* melakukan dua kegiatan yang pertama yaitu transaksi saat melakukan perjalanan , yang kedua registrasi melalui perantara *admin* atau counter penjual kartu. *Admin* pada counter penjualan kartu akan melakukan registrasi data yang diberikan oleh *user* ke sistem melalui aplikasi fitur registrasi. Lalu bagian *admin* pengelola bus akan melakukan pengecekan log harian yang berfungsi untuk melihat total pendapatan harian.



Gambar 3. Data flow diagram

Pada *data flow diagram* dapat dilihat penjelasan proses-proses yang terjadi secara lebih rinci. Pada alur data juga ditampilkan data yang dikirim saat terjadinya proses. Terdapat tiga proses yaitu proses transaksi saat perjalanan , lalu proses registrasi saat pembelian kartu dan yang terakhir history transaksi.

Fitur *Ticketing*

Fitur *ticketing* merupakan fitur yang digunakan saat proses transaksi berlangsung. Penumpang melakukan *tapping* kartu pada OBU saat masuk ke bus , aplikasi fitur *ticketing* yang

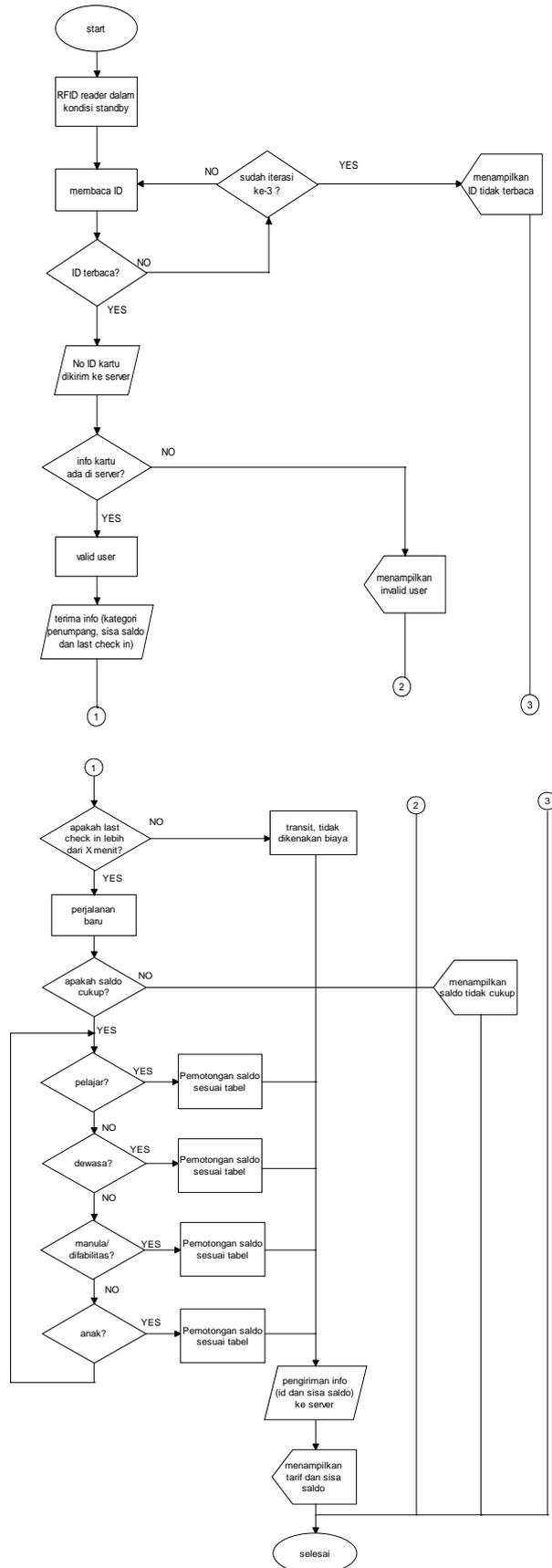
terdapat pada OBU akan membaca no id kartu RFID penumpang dan mengirimkannya ke server. Kemudian server akan mengirimkan data yang sesuai dengan no id tersebut agar OBU dapat melakukan proses pemotongan saldo.



Gambar 4. Alur Fitur Ticketing

Alur kerja dari sistem *ticketing* ini yaitu :

1. Saat penumpang masuk, mereka harus melakukan *tapping* kartu RFID pada OBU yang ada di bus.
2. OBU akan membaca nomor id kartu tersebut dan mengirimkannya ke server.
3. Server akan memeriksa nomor id yang dikirim OBU di database
4. Jika no id kartu ada di server, maka server akan mengirimkan info berupa nama, kategori penumpang, sisa saldo dan last *tap-in* ke OBU
5. Dari data tersebut OBU akan melakukan proses pemotongan saldo.
6. Setelah pemotongan saldo berhasil, OBU akan mengirim saldo akhir ke server lalu menampilkan saldo awal, tarif, dan saldo akhir ke penumpang
7. Jika nomor id tersebut tidak terdaftar maka server akan mengirimkan info ke OBU dan OBU akan menampilkan pemberitahuan bahwa kartu belum terdaftar.



Gambar 5. Flowchart OBU

Fitur Total Pendapatan

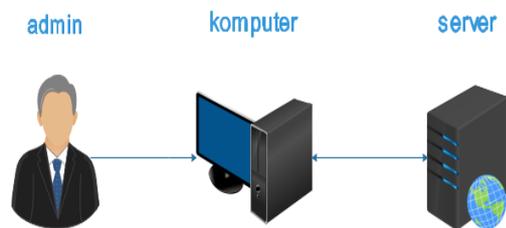
Fitur total pendapatan digunakan untuk mengetahui total pemasukan harian. Fitur ini diperuntukkan bagi pengelola untuk melihat total pendapatan harian dari *ticketing*. Pengelola akan mengakses aplikasi yang sudah terhubung dengan database melalui komputer.



Gambar 6. Alur Fitur Total Pendapatan

Fitur Registrasi

Fitur registrasi digunakan untuk proses registrasi saat pembelian kartu oleh calon penumpang. Penumpang dapat membeli kartu di konter penjualan kartu. Calon penumpang harus memperlihatkan tanda pengenal dan penjual akan mengisi data-data yang terdiri dari no id kartu, nama, kategori penumpang dan saldo ke aplikasi yang dapat diakses di komputer. Data-data tersebut akan dikirim ke database di *server* melalui internet, oleh karena itu saat melakukan proses registrasi, komputer harus terhubung ke internet.



Gambar 7. Alur Fitur Registrasi

Perancangan Database

Pada pengerjaan tugas akhir ini, *server* yang digunakan adalah *web server* b301.lawanghosting.pw/cpanel. Database dibuat menjadi dua bagian yang pertama adalah database keseluruhan yang berisi id, nama, kategori, saldo, serta waktu awal dan waktu akhir. Yang kedua adalah log yang berisi history transaksi yang dilakukan penumpang. Database yang berisi log ini digunakan untuk melihat total pendapatan dari transaksi.

b301lawaputridb_rfid	
id	char(15)
Nama	varchar(20)
Kategori	enum('Lansia','Dewasa','Anak-Anak','Pelajar')
Saldo	int(10)
Waktu_awal	char(20)
Waktu_akhir	char(20)

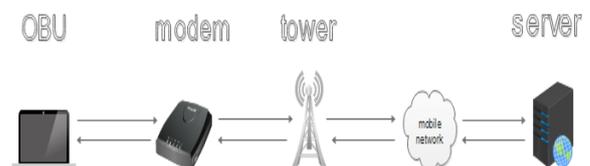
Gambar 8. Database Keseluruhan

b301lawaputritb_logrfid	
SerID	int(11)
CardID	char(15)
Kategori	enum('Lansia','Dewasa','Anak-Anak','Pelajar')
Tarif	int(11)
TS	timestamp

Gambar 9. Database Log

C. Sistem Komunikasi antara OBU dan Server

Jaringan yang dipakai pada tugas akhir yang dikerjakan ini menggunakan jaringan wireless yang ditempatkan di setiap armada. Terdapat sebuah modem *wireless* dengan operator telkomsel yang memiliki paket data untuk menghubungkan *client* dan *server*.



Gambar 10. Arsitektur Jaringan

HASIL DAN ANALISIS

A. Perancangan Sistem Ticketing untuk Kota Surabaya

Berdasarkan tinjauan dan studi komparasi yang telah dilakukan, tarif yang dikenakan ke penumpang sebesar Rp.5000. Transit/transfer tidak dikenakan biaya tambahan asal kurang dari 120 menit. Terdapat 3 kategori yang diberikan diskon yakni pelajar dengan diskon 30% dari tarif normal, anak-anak diskon 40% serta lansia/difabilitas diskon 40%.

Table 1. Tarif

Kategori	Tarif
Dewasa	Rp. 5000
Anak (4-10 thn)	Rp. 3000
Pelajar	Rp. 3500

Lansia/Difabilitas (65thn keatas)	Rp. 3000
-----------------------------------	----------

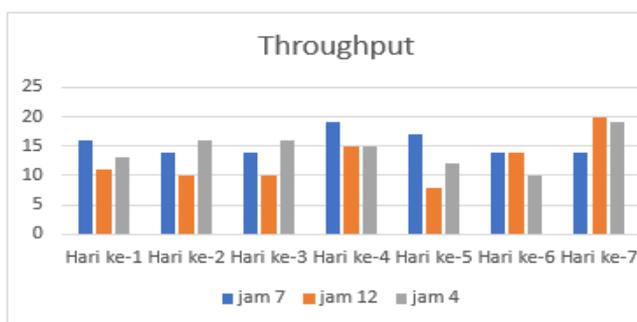
B. Pengujian Sistem Ticketing

Pengujian sistem *ticketing* dilakukan dengan empat tahapan pengujian yaitu pengujian aplikasi fitur *ticketing* yang mencakup proses pemotongan saldo berdasarkan 4 kategori yang berbeda yaitu dewasa, anak, pelajar dan lansia. Setelah dicoba, sistem berhasil melakukan pemotongan saldo sesuai 4 kategori yang ada. Selanjutnya dicoba saat melakukan transit, ketika waktu *tapping* kurang dari 120 menit, dari waktu terakhir tidak dikenakan biaya. Dan yang terakhir yaitu saat saldo kurang dari Rp.20000, muncul pemberitahuan untuk melakukan pengisian saldo dan . Pengujian kedua yaitu fitur total pendapatan, berhasil melihat total pendapatan serta pendapatan saat dipilih tanggal 22 mei. Pengujian ketiga yaitu fitur registrasi, dilakukan proses registrasi dan kemudian di cek pada database dan data registrasi tersebut masuk ke database. Pengujian terakhir yaitu keamanan, sistem tidak memproses transaksi ketika saldo habis dan juga sistem tidak memproses transaksi ketika kartu belum terdaftar.

C. Pengujian dan Analisis Jaringan Komunikasi

Pengujian dilakukan dengan melakukan *tapping* 10 kartu secara berturut-turut dengan total data kurang dari 100kB selama 7 hari sejak tanggal 24 mei sampai 30 mei pada jam 7 pagi, 12 siang dan 4 sore.

a. Throughput



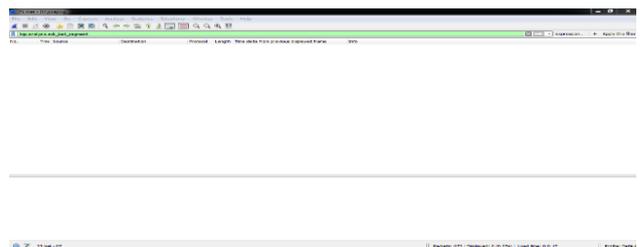
Gambar 11. Throughput

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa nilai throughput yang didapatkan berbeda-beda tergantung traffic pada saat pengukuran dilakukan. Nilai throughput terkecil yaitu pada hari ke-5 tanggal 28 mei jam 12 siang sebesar 8k bits/s. Pada pengukuran itu terjadi retransmission, saat retransmission nilai throughput akan turun ke level terendah walau kemudian akan naik secara

progresif tapi menjadi tidak maksimal sehingga nilai throughput yang didapat menjadi rendah. Jika sering terjadi retransmisi, maka nilai throughput akan sering kembali ke minimum level dan tidak pernah sampai ke optimum level. Kemudian nilai throughput terbesar didapat pada hari ke-7 tanggal 30 mei jam 12 siang sebesar 20k bits/s dimana saat pengukuran ini dilakukan tidak terdapat retransmission. Jika dirata-rata nilai throughput berdasarkan waktu pengukuran, pada jam 7 pagi didapatkan rata-rata nilai throughput sebesar 15,4k bits/s, pada jam 12 siang didapatkan nilai throughput sebesar 12,5k bits/s dan pada jam 4 sore sebesar 14,4k bits/s. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk provider telkomsel, pada pagi hari traffic cenderung lebih rendah sehingga throughput paling tinggi. Sedangkan traffic tertinggi pada siang hari sehingga nilai throughput menjadi paling rendah.

b. Packet Loss

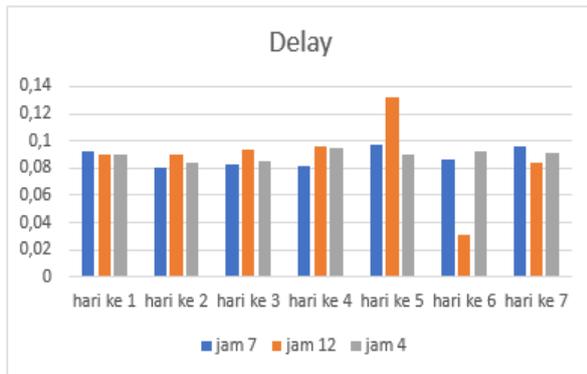
Pengujian packet loss digunakan untuk mengetahui paket data yang hilang sewaktu proses transaksi dilakukan. Dari pengujian ini didapatkan hasil packet loss sebesar 0%, hal ini karena pada TCP jika terdapat paket yang rusak maupun paket yang hilang maka akan langsung dilakukan pengiriman ulang atau retransmission. Selain itu, tidak adanya packet loss juga dikarenakan data yang dikirim relative kecil yaitu kurang dari 100kB.



Gambar 12. Packet Loss

c. Delay

Dari hasil pengukuran didapatkan nilai delay tertinggi yaitu pada hari ke 5 tanggal 28 mei jam 12 siang sebesar 0.132s atau 132ms. Hal ini disebabkan karena adanya proses retransmisi paket sehingga delay menjadi besar. Sedangkan nilai delay terkecil didapat pada hari ke 6 jam 12 siang sebesar 0.03s atau sebesar 30ms. Nilai delay yang didapat kurang dari 150ms, berdasarkan standar ITU-T termasuk kategori excellent.



Gambar 13. Delay

KESIMPULAN

1. Transfer tidak dikenakan biaya asal waktu kurang dari 120 menit.
2. Diberikan diskon untuk beberapa kategori yaitu untuk pelajar menjadi Rp.3500 , anak-anak dan lansia/difabilitas menjadi Rp.3000.
3. Pengujian sistem yang meliputi fitur *ticketing* , fitur total pendapatan , fitur registrasi dan keamanan telah berjalan sesuai rancangan dan dapat memenuhi kebutuhan transaksi.
4. Untuk provider telkomsel, didapatkan rata-rata nilai throughput pada pagi hari sebesar 15,4k bits/s , pada siang hari didapatkan nilai throughput sebesar 12,5k bits/s dan sore hari sebesar 14,4k bits/s . *Retransmission* dapat menyebabkan penurunan nilai throughput.
5. Delay tertinggi yaitu pada hari ke 5 tanggal 28 mei jam 12 siang sebesar 0.132s atau 132ms . Hal ini disebabkan karena adanya proses retransmisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, Achmad dan tim, "Laporan Akhir Kajian Sistem dan Teknologi IT dalam Rangka Integrasi Angkutan Massal Cepat Trunk dan Feeder AMC Surabaya," Dinas Perhubungan Kota Surabaya, Surabaya, 2015.
- D. W. Herdiyanto, Endroyono, and I. Pratomo, "Passenger authentication and payment system using RFID based on-board unit for Surabaya mass rapid transportation," Proceeding - 2016 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2016 Recent Trends Intell. Comput. Technol. Sustain. Energy, pp. 305–310, 2017.
- P. Chang, "A distributed integrated fare collection and accounting system for metropolitan railway transit," Proc.IEEE 9th Int. Conf. Ubiquitous Intell.