

Rancang Bangun Gerbang Tol Otomatis Menggunakan Long Range RFID

Aulia Rahma Annisa ¹, Hendy Briantoro ² and Khafif Rafiq ^{3,*}

¹ Affiliation 1; aulia.ra@ittelkom-sby.ac.id

² Affiliation 2; hendy@ittelkom-sby.ac.id

* Correspondence: hafifrafiq21@gmail.com;

Abstrak: Pembayaran di jalan tol yang masih menggunakan kartu elektronik dapat menyebabkan adanya antrian di gerbang tol karena hal tersebut pengendara membutuhkan transaksi rata-rata 3,09 detik pada saat melakukan pembayaran. Salah satu teknologi yang bisa dilakukan untuk meningkatkan efisiensi transaksi pada gerbang tol adalah teknologi pembayaran jarak jauh dengan menggunakan long range RFID. Dalam tugas akhir ini sebuah perangkat sistem gerbang tol dengan menggunakan long range RFID dan notifikasi pembayaran melalui telegram. Dengan sistem, tag RFID ditempelkan pada kendaraan. Saat kendaraan melewati gate, maka sistem long range RFID akan memperbaharui otomatis informasi tag RFID dalam database. Hasil dari pengujian gerbang tol otomatis ini menunjukkan bahwa pembayaran jarak jauh dengan sistem long range RFID dapat berjalan dengan nilai akurasi 95%, dan mampu mendeteksi 2 kendaraan dalam selang waktu yang berdekatan dan tag RFID pada kendaraan dapat dibaca secara tidak berurutan dengan rata – rata waktu pembacaan sebesar 0.30 detik dengan delay antar setiap tag 0.09 detik. Jarak antara long range RFID dan kendaraan dapat terbaca sejauh 7 meter. Setelah tag rfid pada kendaraan terbaca notifikasi pembayaran dikirim melalui telegram.

Kata Kunci: Long Range RFID; Tag RFID; telegram

DESIGN OF AUTOMATIC TOLL GATES USING LONG RANGE RFID

Abstract: The Payments on toll roads that still use electronic cards can cause queues at toll gates because drivers need an average transaction of 3.09 seconds when making payments. One of the technologies that can be used to improve transaction efficiency at toll gates is remote payment technology using long range RFID. In this final project a toll gate system device using long range RFID and payment notification via telegram. With the system, the RFID tag is affixed to the vehicle. When a vehicle passes through the gate, the long range RFID system will automatically update the RFID tag information in the database. The results of this automatic toll gate test show that remote payments with the long range RFID system can run with an accuracy value of 95%, and are able to detect 2 vehicles in close time intervals and the RFID tags on vehicles can be read out of sequence with an average time reading of 0.30 seconds with a delay between each tag of 0.09 seconds. The distance between the long range RFID and the vehicle can be read as far as 7 meters. After the rfid tag on the vehicle is read, the payment notification is sent via telegram.

Keywords: Long Range RFID; Tag RFID; Telegram

1. Pendahuluan

Jalan tol atau jalan bebas hambatan merupakan jalan alternatif terbaik bagi masyarakat Indonesia untuk menghindari kemacetan. Tetapi pada kenyataannya ternyata jalan tol tidak selalu bebas dari kemacetan. Sering kali kemacetan terjadi di jalan tol akibat adanya antrian di gerbang tol, baik di gerbang masuk maupun keluar yang dikarenakan pembayaran tarif tol yang masih dilakukan secara menempelkan kartu e-tol[1].

Untuk dapat menggunakan jalan tol, pengguna harus membayarkan sejumlah uang tertentu yang saat ini di Indonesia telah diterapkan transaksi e-tol. Dimana pengguna jasa jalan tol perlu untuk menempelkan kartu yang berisi saldo yang nantinya akan berkurang sesuai dengan tarif tol yang sudah ditentukan di setiap jalan tol. Pada saat lalu lintas padat, gerbang tol mengalami antrian kendaraan yang melakukan pembayaran untuk memasuki jalan tol. Diperlukan waktu untuk setiap kendaraan dalam melakukan pembayaran yang menyebabkan antrian, dan terkadang ada beberapa pengendara masih mengalami kesulitan untuk menge-tap kartu.

Sebagai contoh yang terjadi di jalan tol Cawang-Tomang-Cengkareng pada tahun 2018 volume lalu lintas mencapai 204 juta kendaraan dalam satu tahun dengan rata-rata kecepatan kendaraannya adalah 65,3 km/jam[2]. Kecepatan transaksi rata-rata pada setiap gerbang tol adalah 3,09 detik dengan panjang antrian rata-rata 5 kendaraan pada masing-masing gerbang tol.

Berdasarkan pendahuluan diatas, penulis membuat “Rancang Bangun Gerbang Tol Otomatis Menggunakan Long Range RFID” bertujuan untuk mengurangi kemacetan pada gerbang tol. Pada rancang bangun ini, penulis menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1, *long range* RFID, *tag* RFID, dan aplikasi Telegram.

2. Tinjauan Pustaka

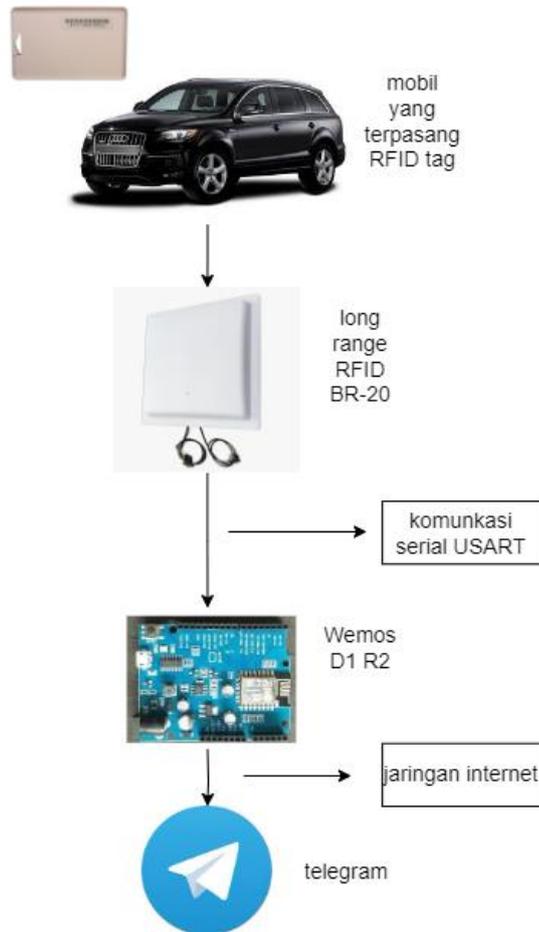
Dalam penilitian ini penulis mendapatkan beberapa penelitian tentang gerbang tol berbasis RFID. Salah satu cara untuk mendeteksi RFID tag dengan jarak jauh yaitu dengan memakai long range RFID dengan jarak baca 5-10 meter. Sensor RFID juga sudah diterapkan pada penelitian sistem pembayaran tol oleh beberapa peneliti sistem metode identifikasi kendaraan berupa On-Board Unit (OBU) dan On-Board Unit Reader (OBU Reader). OBU adalah alat yang terpasang pada kendaraan, berfungsi untuk membaca tag pasif RFID yang membawa nomor identitas kendaraan dan mengirimkan identitas ini ke OBU Reader saat memasuki gerbang tol. OBU Reader merupakan alat yang terpasang pada gerbang tol, berfungsi untuk mendeteksi setiap kendaraan yang terpasang OBU yang memasuki gerbang tol dan mengirim data ke blok pemroses dan penyimpanan data[3].

Sistem deteksi mobil pada aplikasi pembayaran gerbang tol berbasis internet of things. Sebuah mikrokontroler transmitter yang telah terpasang pada pintu tol akan memberikan sinyal apakah suatu mobil telah memasuki atau akan keluar dari jalan tol kepada setiap mobil yang telah terpasang mikrokontroler receiver[4]. Setelah mendapatkan sinyal maka mikrokontroler receiver akan mengirimkan database untuk melakukan proses pembayaran dengan menggunakan data mobil yang telah diinputkan pengguna dengan menggunakan aplikasi android.

Penggunaan teknologi NFC-RFID dan VANETS-DSRC di sistem gerbang tol otomatis untuk mengurangi kemacetan pada pintu tol[5]. Sebuah teknologi sistem pintu tol otomasi dengan menempelkan kartu yang menggunakan teknologi near field communication (NFC) berbasis Radio Frequency Identifikasi (RFID) dan Teknologi otomatis berbasis Vehicle Ad-Hoc Networks (VANETS) yang memanfaatkan teknologi Dedicated Short Range Comunication (DSRC). Near Field Communication (NFC) yang berbasis pada berbasis RFID pada frekuensi 13.56 MHz, dengan jarak hingga 10 cm.

3. Metode dan Pemodelan

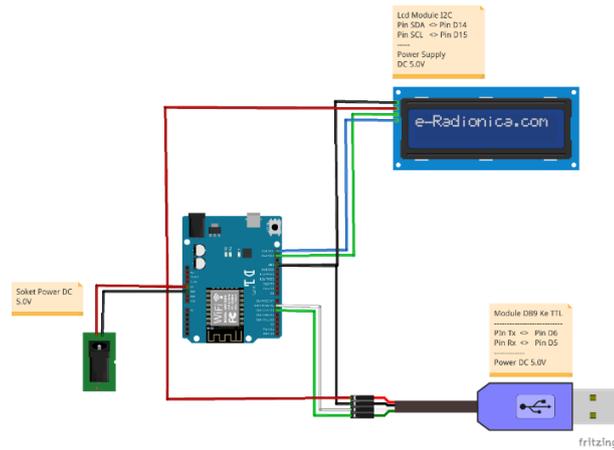
Sistem gerbang tol otomatis dengan menggunakan *long range* RFID terdiri dari beberapa komponen utama diantaranya *long range* RFID reader, tag RFID, mikrokontroler Wemos D1 R1 dan aplikasi telegram. Blok diagram sistem disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Blok diagram

Blok diagram sistem pembayaran tol secara otomatis menggunakan sensor RFID dengan sistem long range RFID. Pada sistem tersebut pembayaran tol otomatis dimana gerbang tol hanya berupa checkpoint gate dengan sensor long range RFID yang aktif. Dalam sistem ini, RFID tag dipasang atau ditempel dalam kendaraan sehingga kartu tidak dapat disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Saat kendaraan melewati pintu tol, maka long range RFID akan meneruskan informasi RFID tag ke mikrokontroler dengan komunikasi serial USART dengan data digital berisi ID RFID tag. Selanjutnya mikrokontroler akan melanjutkan ke database. Fungsi pengolahan data diperlukan karena notifikasi pembayaran dibutuhkan sebuah data saldo pengemudi dan data nomor handphone pengemudi yang ada pada database. Selanjutnya control unit akan mengirimkan notifikasi pembayaran yang akan dikirim melalui telegram.

Selanjutnya, perancangan perangkat pada penelitian ini terdiri dari komponen diantaranya Wemos D1 R1 sebagai mikrokontroler, lcd, module DB9 RS232, soket power dan long range RFID.

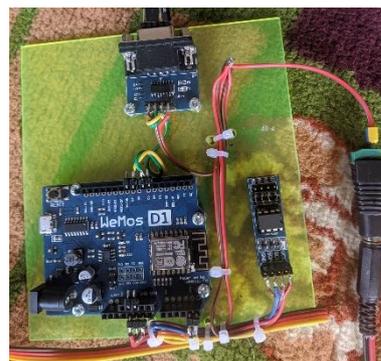


Gambar 2 Skema perangkat

Pada gambar 2 perancangan perangkat pada penelitian ini dibangun secara keseluruhan untuk menggambarkan konsep dan cara kerja sistem dalam menghasilkan output sistem berupa pembayaran otomatis. Wemos D1 R1 akan terhubung dengan sensor-sensor yang digunakan pada sistem yaitu *long range* RFID.



(a)



(b)

Gambar 3. Perangkat sistem pembayaran otomatis (a) merupakan perangkat yang siap digunakan; (b) merupakan komponen yang terdapat pada box hitam.

Sistem dari alat ini yaitu tag RFID ditempelkan pada kendaraan dan perangkat sistem *long range* RFID diletakkan pada bahu jalan. Kemudian pada saat kendaraan melewati *long range* RFID dan endeteksi tag RFID. Selanjutnya setelah terdeteksi, database akan memperbarui informasi tag RFID.

4.1. Subsection



Gambar 4. Ilustrasi pengujian

3.1. Desain pengujian

Pada penelitian ini penulis menguji *long range* RFID terhadap sistem pembayaran otomatis dengan sistem mendeteksi RFID tag pada kendaraan. Proses identifikasi kendaraan serta notifikasi adalah tujuan utama dari deteksi kendaraan dengan berbasis RFID serta notifikasi pembayaran melalui via telegram. Untuk notifikasi berbentuk notifikasi pesan melalui telegram yang berisi informasi saldo dan nama pengguna saat melewati *long range* RFID.

Pengujian berupa 2 pengendara motor pergi melalui jl. Ketintang madya. Kecepatan pengendara saat melalui perangkat *long range* RFID bervariasi mulai dari 20 – 60 km/jam. Saldo awal Rp. 18.000. kendaraan melaju melewati *long range* RFID dengan kecepatan mula – mula 10 km/jam sampai 60 km/jam.



Gambar 5. Pengujian perangkat

Pada pengujian ini, sistem database mikrokontroler akan memperbaharui informasi tag RFID saat melewati *long range* RFID dalam satu kali percobaan. Saldo pada tag berkurang sesuai dengan potongan tarif yang telah ditentukan, yaitu sebesar Rp. 1.000. History transaksi pengendara dapat dilihat via telegram dan database server mysql.

4. Hasil dan Analisa

4.1. Hasil pengujian jangkauan pembacaan reader

Tabel 1 Pengujian jangkauan reader

Pengujian	Jarak pembacaan (cm)	Tag RFID (1)	Terbaca	Tag RFID (2)	Terbaca
1.	800	Antono (1)	Tidak	Arif (2)	Ya
2.	800	Antono (1)	Tidak	Arif (2)	Ya
3.	800	Antono (1)	Tidak	Arif (2)	Ya
4.	800	Antono (1)	Tidak	Arif (2)	Ya
5.	700	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
6.	700	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
7.	700	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
8.	700	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya

Pengujian	Jarak pembacaan (cm)	Tag RFID (1)	Terbaca	Tag RFID (2)	Terbaca
9.	600	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
10.	600	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
11.	600	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
12.	600	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
13.	600	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
14.	500	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
15.	500	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
16.	500	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
17.	500	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
18.	400	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
19.	400	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
20.	400	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
21.	300	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
22.	300	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
23.	300	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
24.	300	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
25.	200	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
26.	200	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
27.	200	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
28.	100	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
29.	100	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya
30.	100	Antono (1)	Ya	Arif (2)	Ya

Nb: ya=terbaca, tidak=tidak terbaca

Pada tabel diatas bahwa pembacaan terhadap tag RFID yang ada pada kendaraan dari jarak 100 cm sampai dengan 700 cm 2 tag RFID dapat terbaca sedangkan pada jarak 800 cm hanya 1 tag RFID yang dapat terbaca, penyebabnya karena jarak antara tag RFID terlalu jauh dari reader sehingga tag RFID tidak terbaca dengan baik. Dari data tersebut jarak maksimal RFID reader membaca tag RFID sejauh 700 cm.

4.2. Hasil Pengujian kecepatan kendaraan terhadap pembacaan tag RFID dengan long range RFID

Tabel 2 Pengujian kecepatan kendaraan

No	Kecepatan kendaraan (Km/jam)	Tag RFID 1	Waktu	Tag RFID 2	Waktu	Delay
1.	60	Antono (1)	0	Arif (2)	0	0

No	Kecepatan kendaraan (Km/jam)	Tag RFID 1	Waktu	Tag RFID 2	Waktu	Delay
2.	60	Antono (1)	0	Arif (2)	0	0
3.	60	Antono (1)	0	Arif (2)	0	0
4.	60	Antono (1)	0	Arif (2)	0	0
5.	60	Antono (1)	0	Arif (2)	0	0
6.	50	Antono (1)	0	Arif (2)	0.28	0.10
7.	50	Antono (1)	0.44	Arif (2)	0	0.11
8.	50	Antono (1)	0.29	Arif (2)	0	0.09
9.	50	Antono (1)	0.33	Arif (2)	0	0.10
10.	40	Antono (1)	0.22	Arif (2)	0	0.09
11.	40	Antono (1)	0	Arif (2)	0.14	0.9
12.	40	Antono (1)	0	Arif (2)	0.19	0.09
13.	40	Antono (1)	0	Arif (2)	0.42	0.09
14.	40	Antono (1)	0	Arif (2)	0.44	0.09
15.	30	Antono (1)	0.34	Arif (2)	0	0.09
16.	30	Antono (1)	0.21	Arif (2)	0	0.09
17.	30	Antono (1)	0	Arif (2)	0.20	0.09

No	Kecepatan kendaraan (Km/jam)	Tag RFID 1	Waktu	Tag RFID 2	Waktu	Delay
18.	30	Antono (1)	0	Arif (2)	0.47	0.09
19.	20	Antono (1)	0.56	Arif (2)	0.47	0.09
20.	20	Antono (1)	0.56	Arif (2)	0.47	0.09

Dalam tabel di atas merupakan data pengujian kecepatan kendaraan terhadap pembacaan RFID reader. Hasilnya menunjukkan bahwa keberhasilan pembacaan terdeteksi di kecepatan 20 – 50 km/jam, sedangkan di kecepatan 60 km/jam reader tidak dapat melakukan pembacaan tag RFID, namun pada saat dilakukan pengujian tag yang dapat terbaca oleh reader hanya 1 tag pada kecepatan di atas 20 km/jam sedangkan pada kecepatan di bawah 20 km/jam RFID reader mampu membaca 2 tag RFID, penyebab tidak terbacanya atau tidak terdeteksi nya tag RFID karena kecepatan yang tinggi, sehingga sinyal RFID menjadi lebih lemah dan tidak stabil sehingga mempengaruhi kualitas pembacaan. Selanjutnya, durasi pembacaan tag RFID membutuhkan rata – rata waktu sebesar 0.30 detik dengan delay tag RFID yaitu 0.9 detik. Proses pengujian dilakukan pada kecepatan kendaraan mulai dari 20 km/jam sampai dengan 60 km/jam. Pembacaan reader terhadap tag RFID yaitu pembacaan secara paralel dengan sistem pembacaan tag dengan waktu yang berdekatan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat kesimpulan bahwa pendeteksian tag RFID terhadap long range RFID untuk sistem pembayaran otomatis dapat berjalan dengan baik. Hasil dari penelitian ini berupa implementasi long range RFID reader yang dapat diterapkan pada sistem pembayaran tol dengan mendeteksi rfid tag sebagai sistem pembayaran otomatis saat kendaraan dengan rfid tag melewati long range RFID. Pada saat proses identifikasi dapat diketahui rata – rata waktu untuk identifikasi yaitu 0.30 detik dengan delay setiap tag RFID sebesar 0.09 detik dan terdapat percobaan yang hanya 1 tag yang terbaca oleh long range RFID disebabkan jarak antara reader dan tag RFID terlalu jauh dan kecepatan kendaraan yang tinggi sehingga mempengaruhi kualitas pembacaan. Selanjutnya diketahui bahwa kecepatan optimal untuk identifikasi yaitu mulai dari 20 km/jam sampai dengan 50km/jam, serta maksimal RFID reader membaca tag RFID sejauh 700 cm (7 meter).

Referensi

- [1] S. P. Otomatis, "Perancangan dan analisis sistem pembayaran otomatis untuk aplikasi jalan tol dengan menggunakan teknologi rfid," *Univ. Telkom*, pp. 1–8, 2011.
- [2] A. Budiharjo and S. R. Margarani, "Kajian Penerapan Multi Lane Fee Flow (Mlff) Di Jalan Tol Indonesia," *J. Penelit. Sekol. Tinggi Transp. Darat*, vol. 10, no. 2, pp. 64–76, 2019, doi: 10.55511/jpsttd.v10i2.573.
- [3] M. Arief Fatkhurrahman and W. Amien Syafei, "Perancangan Prototipe Sistem Gerbang Tol Cerdas Berbasis Rfid Dan Notifikasi Pembayaran Via Social Messenger," *Dep. Tek. Elektro, Univ. Diponegoro, Semarang*, vol. 6, pp. 1–8, 2017.
- [4] A. R. Muzakhir, M. Imroba, and A. G. Putrada, "Sistem Deteksi Mobil pada Aplikasi Pembayaran Gerbang Tol Berbasis Internet of Things," *SMARTICS J.*, vol. 5, no. 2, pp. 97–103, 2019, doi: 10.21067/smartics.v5i2.3353.
- [5] Kuku Aris Santoso, "Penggunaan teknologi nfc-rfid dan vanets-dsrc di sistem gerbang tol otomatis untuk mengurangi kemacetan pada pintu tol 1," pp. 122–128, 2021.