

Aplikasi RFID untuk Sistem Identifikasi Stasiun Kereta Api

Farid Ishartomo*¹, Panggih Basuki²

^{1,2}Program Studi Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara PO
BOX BLS 21 Yogyakarta 55281

e-mail: *¹ faridishartomo@ugm.ac.id, ² panggih@ugm.ac.id

Abstrak

Rancangan ini bertujuan untuk merancang prototipe sistem identifikasi stasiun kereta api yang dilewati sebuah kereta menggunakan RFID dan mikrokontroler AT89S51. Dulu Radio Frequency Identification (RFID) terdiri dari RFID reader dan RFID transponder sebagai perangkat identifikasi stasiun kereta api. RFID reader memancarkan frekuensi tertentu untuk mengidentifikasi RFID transponder. Di sisi lain, RFID transponder akan menerima sinyal dari frekuensi RFID reader, dan kemudian mengirim data identitas unik untuk RFID reader. Data identitas yang dibaca akan diproses dan ditransmutasikan oleh mikrokontroler, lalu mengubahnya menjadi informasi data nama stasiun kereta api. Dari hasil pengujian, terlihat bahwa sistem RFID digunakan dalam aplikasi ini telah membaca tentang kisaran 4,05 cm. Mengidentifikasi data dari setiap tag yang telah diolah menjadi data nama stasiun kereta api yang menginformasikan kepada penumpang melalui teks dan suara. Teks ditampilkan dengan LCD M1632, sementara suara yang disiarkan melalui pengolahan perangkat suara ISD 2560 terhubung dengan speaker.

Kata kunci— RFID reader, RFID transponder, stasiun kereta api, mikrokontroler

Abstract

This project is aimed to design a prototype of identification system of railway station which passed by a train using RFID and microcontroller AT89S51. It used Radio Frequency Identification (RFID) consist of RFID reader and RFID transponder as a railway station identification devices. RFID reader transmits certain frequency to identify RFID transponder. In the other side, RFID transponder will receive frequency signal from RFID reader, and then send the unique identity data to RFID reader. This readable identity data will processed and transmuted by microcontroller, then changed it to be information data of railway station's name.

From testing results, it showed that the RFID system used in this application have read range about 4,05 cm. Identity data of each tag had been processed to be data of railway station's name which informed to passengers through text and sound. Text is displayed with LCD M1632, while the sound is broadcasted through sound processing device ISD 2560 connected with speaker.

Keywords— RFID reader, RFID transponder, railway station, microcontroller

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, transportasi darat merupakan alternatif yang paling banyak diminati oleh masyarakat ketika bepergian. Relatif mahalnya biaya transportasi udara sehingga kurang terjangkau oleh masyarakat menengah ke bawah merupakan salah satu sebabnya. Kereta api merupakan salah satu alternatif transportasi darat yang paling banyak dipilih masyarakat untuk bepergian ke luar kota.

Kebutuhan manusia akan informasi tidak dapat terelakkan, di manapun ia berada, termasuk ketika dalam perjalanan sekalipun. Setiap orang tentu pernah melakukan perjalanan ke luar kota untuk berbagai keperluan dengan menggunakan alat transportasi umum seperti kereta api. Namun, ada kalanya penumpang kereta tidak tahu persis rute-rute mana atau stasiun mana saja yang akan dilewati kereta yang ditumpangnya hingga ke kota tujuan. Bisa jadi karena ia memang baru pertama kali melakukan perjalanan dengan kereta tersebut atau sebenarnya ia sudah cukup sering menggunakannya, namun tidak juga hafal dengan rute atau stasiun yang dilewati.

Dalam situasi seperti ilustrasi di atas, menunjukkan bahwa manusia memang tidak bisa lepas dari kebutuhan akan informasi. Untuk membantu para penumpang kereta mendapatkan informasi stasiun apa yang sedang dilewati rangkaian kereta yang ditumpangnya itu, dikembangkanlah sebuah model aplikasi berbasis RFID dan mikrokontroler, yang dapat mengidentifikasi stasiun kereta api yang dilewati rangkaian kereta.

Penggunaan gelombang radio untuk pengiriman data telah banyak digunakan untuk berbagai jenis aplikasi. Salah satu penggunaan gelombang radio ini adalah pada *Radio Frequency Identification* (RFID). RFID ini merupakan sebuah sistem yang mampu mengirimkan identitas secara otomatis dengan menggunakan media gelombang radio.

Thornton dkk [1] dalam bukunya mengartikan RFID sebagai perangkat dan teknologi yang menggunakan sinyal radio untuk memproses data teridentifikasi. Dalam konteks umum, diperlukan adanya *tag* kecil atau label yang mengidentifikasi obyek yang spesifik. Aksi dari *tag* ini akan menerima sinyal radio, menginterpretasikannya, dan mengirim kembali suatu angka atau informasi teridentifikasi lainnya.

Islahuddin [2] menyatakan bahwa *Radio Frequency Identification* (RFID) adalah istilah umum yang digunakan untuk mendeskripsikan sebuah sistem yang mampu mengirimkan identitas (dalam bentuk nomor yang unik) dari sebuah obyek secara nirkabel dengan menggunakan gelombang radio. RFID ini sendiri merupakan *enabling technology*, yang berarti teknologi ini tidak dapat berdiri sendiri untuk dapat memberikan manfaat bagi perusahaan, tetapi perusahaan dapat membangun aplikasi yang menggunakan RFID ini untuk mendapatkan manfaat.

Menurut Hunt dkk [3], secara garis besar sistem RFID terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *transponder* (*tag*) yang di dalamnya terdapat chip semikonduktor, antena, dan (terkadang) baterai; *reader* yang di dalamnya terdapat antena, modul RF, dan modul kontrol elektronik; dan *controller* (*middleware*) sebagai *software* kontrol. Mekanisme yang terjadi dalam sebuah sistem RFID adalah bahwa sebuah *reader* melalui frekuensi radio melakukan *scanning* terhadap data yang tersimpan dalam *tag*, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke basis data yang menyimpan data yang terkandung dalam *tag* itu.

Finkenzeller [4], mengklasifikasi pemanfaatan RFID ke dalam beberapa bidang, yaitu: *public transport*, *access control*, *animal identification*, *container identification*, *sporting events*, *industrial automation*, dan *medical application*.

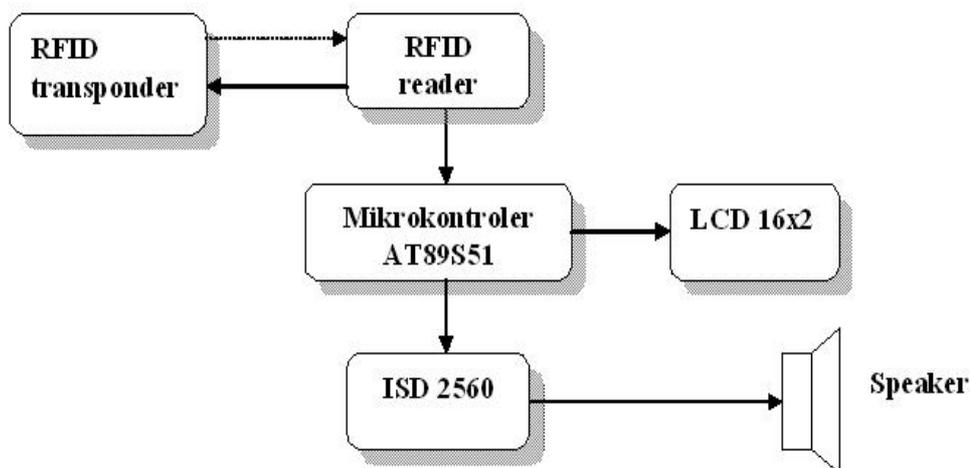
2. METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai prototype sistem identifikasi stasiun kereta api ini terbagi menjadi beberapa sub yang terpisah namun saling terintegrasi guna mempermudah teknis penelitian.

Peneliti membaginya menjadi lima bagian, yaitu: Desain Arsitektur, Perancangan Perangkat Keras, dan Perancangan Perangkat Lunak.

2.1 Desain Arsitektur

Penelitian ini dimaksudkan untuk membuat sebuah model alat yang dapat mengidentifikasi stasiun kereta api yang sedang dilewati suatu rangkaian kereta, kemudian memproses dan menampilkan hasil identifikasi berupa data nama stasiun kereta api yang akan diinformasikan dalam bentuk teks dan suara kepada para penumpang yang sedang melakukan perjalanan menggunakan kereta api tersebut. Blok diagram sistem ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram Prototipe Sistem Identifikasi Stasiun Kereta Api

Sebagai piranti pengidentifikasi stasiun kereta api, digunakan *Radio Frequency Identification* (RFID), berupa *RFID reader* dan *RFID transponder*. Data identitas dari RFID akan diolah oleh mikrokontroler AT89S51 lalu diubah menjadi data informasi yang akan diberikan kepada penumpang kereta sebagai pengguna informasi. Data informasi berupa tampilan teks dan suara sehingga tidak hanya orang yang normal (lengkap inderanya) saja yang dapat menikmati informasi, tetapi juga penumpang dengan kemampuan berbeda (difabel) yang salah satu dari indera penglihatan atau indera pendengarannya tidak dapat berfungsi dengan optimal, sehingga bagi penderita tuna netra dapat menikmati informasi berupa suara dan penderita tuna rungu dapat menikmati informasi berupa tampilan teks.

2. 2 Perancangan Perangkat Keras

2. 2.1 RFID Transponder

RFID transponder (*tag*) yang digunakan adalah jenis *button tag* (kancing) berwarna dengan stiker adesif di sisi belakangnya sehingga dapat ditempelkan pada permukaan benda. Dalam simulasinya, hanya akan digunakan 5 buah *tag* yang merepresentasikan 5 stasiun kereta api yang akan dilewati rangkaian kereta. Pemasangan *tag* cukup ditempelkan pada sebuah kubus kecil yang terbuat akrilik untuk masing-masing *tag*. Kubus-kubus ini akan ditempatkan di lokasi tertentu pada bidang alas sebagai penanda lokasi stasiun kereta api.

2. 2.2 *RFID Reader*

RFID reader yang digunakan adalah Innovations ID-12 *Low Frequency* (LF) 125 kHz buatan CoreRFID Ltd. dengan antena *built in*. Format data yang digunakan dalam pengiriman data identitas *tag* ke *reader* pada prototipe sistem ini disetel dalam bentuk ASCII. Oleh karena itu, pin-pin pada ID-12 dihubungkan sesuai petunjuk *datasheet* untuk penggunaan pin ID-12 dengan setelan format data ASCII.

2. 2.3 *Mikrokontroler*

Mikrokontroler AT89S51 ini merupakan bagian yang berperan sangat penting sebagai otak dari sistem. Mikrokontroler inilah yang akan mengolah data identitas dari RFID sehingga dapat dihasilkan keluaran akhir dari aplikasi yang diinginkan. Sistem minimum mikrokontroler ini menggunakan kristal 11,0592 MHz dan dua buah kapasitor keramik bernilai 20 pF sebagai pembangkit frekuensi (*clock generator*) osilator. Pada pin 31 (EA) dihubungkan ke Vcc karena aplikasi sistem ini tidak membutuhkan memori eksternal sehingga tidak ada operasi untuk mengakses memori eksternal.

2. 2.4 *LCD M1632*

Modul LCD dalam aplikasi ini digunakan untuk menampilkan informasi teks berupa nama stasiun kereta api yang sedang dilewati rangkaian kereta saat itu. Modul LCD M1632 ini membutuhkan potensiometer bernilai 10K Ohm untuk mengatur kontras pada layar LCD.

2. 2.5 *ISD 2560*

ISD 2560 merupakan chip yang berfungsi untuk melakukan penyimpanan suara sekaligus melakukan pemutaran ulang suara yang telah disimpan. ISD 2560 ini memiliki kapasitas penyimpanan dengan durasi 60 detik.

Pengalamatan suara pada saat perekaman menggunakan bantuan *dipswitch* yang langsung dihubungkan dengan alamat A0-A7 dari chip. Agar alamat tepat bernilai logika 1 atau 0 maka di antara *dipswitch* dan port pengalamatan dipasang resistor *pull up* 10K ohm. Selanjutnya pada saat proses perekaman suara digunakan bantuan *push-button switch* pada pin CE dan P/R yang akan memberi logika 0 pada saat ditekan.

Untuk melakukan perekaman suara (*record*) dengan modul ini, alamat yang akan digunakan untuk merekam kata ditentukan terlebih dahulu dengan mengatur *dipswitch* dari pin 1 hingga 8 sesuai yang diinginkan. *Dipswitch* pin 9 dan 10 dihubungkan ke *ground* karena dalam penggunaannya ini akan memakai mode pengalamatan langsung yang akan menerjemahkan *input* A0 hingga A7 sebagai alamat penyimpanan suara. Daftar kalimat yang akan direkam dituliskan pada Tabel 1. Pengalamatan tiap kata yang menyusun kalimat tersebut ditunjukkan pula pada Tabel 2. Setelah alamat disetel, *push-button switch* P/R dan CE ditekan berturut-turut kemudian pengguna mengucapkan kata yang ingin direkam melalui *microphone*. Apabila kata yang ingin direkam telah selesai diucapkan, penekanan pada kedua *push-button switch* ini lalu dilepaskan dan seketika itu suara telah tersimpan pada alamat yang dikehendaki.

Untuk melakukan pemutaran ulang suara (*playback*) yang telah direkam pada modul ISD ini, pengguna cukup menyetel alamat yang digunakan untuk menyimpan suara yang diinginkan dengan cara mengatur posisi pin *dipswitch*, kemudian *push-button switch* CE ditekan

sebentar dan dilepaskan, maka suara yang tersimpan pada alamat tersebut dapat langsung didengarkan melalui *speaker*.

Tabel 1 Daftar Kalimat Nama Stasiun Kereta Api

No.	Nama Stasiun Kereta Api
1.	Stasiun Tugu Jogjakarta
2.	Stasiun Lempuyangan Jogjakarta
3.	Stasiun Klaten Klaten
4.	Stasiun Purwosari Solo
5.	Stasiun Balapan Solo

Tabel 2 Daftar Pengalamatan Tiap Kata Pada ISD 2560

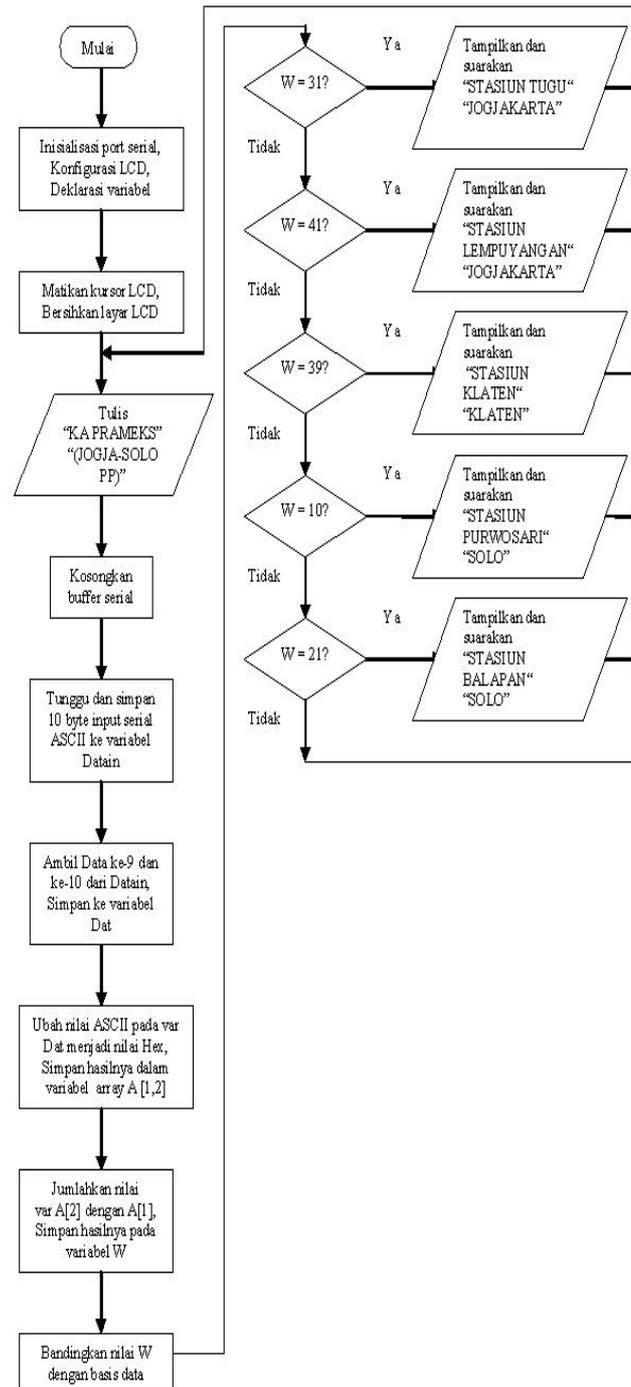
Suara	Alamat Suara								
	Hex	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
STASIUN	00	0	0	0	0	0	0	0	0
BALAPAN	33	0	0	1	1	0	0	1	1
TUGU	F7	1	1	1	1	0	1	1	1
SOLO	81	1	0	0	0	0	0	0	1
KLATEN	03	0	0	0	0	0	0	1	1
PURWOSARI	87	1	0	0	0	0	1	1	1
JOGJAKARTA	FF	1	1	1	1	1	1	1	1
LEMPUYANGAN	78	0	1	1	1	1	0	0	0

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Tahapan berikutnya setelah melakukan perancangan perangkat keras adalah perancangan perangkat lunak yang dimulai dengan merancang diagram alir (*flowchart*) program kemudian dilanjutkan dengan pembuatan program yang akan dimasukkan ke mikrokontroler AT89S51.

Program yang dimasukkan ke mikrokontroler dikembangkan dengan bahasa BASIC menggunakan *software* BASCOM-8051 DEMO *version* 2.0.14.0. Kemudian program yang telah selesai dibuat akan dikompilasi dengan memanfaatkan fasilitas *compile* dari BASCOM-8051 DEMO, sehingga dihasilkan *file* heksadesimal dengan ekstensi *.hex. File *.hex ini kemudian di-*download* ke dalam mikrokontroler menggunakan *downloader* Atmel® *Microcontroller ISP Software*.

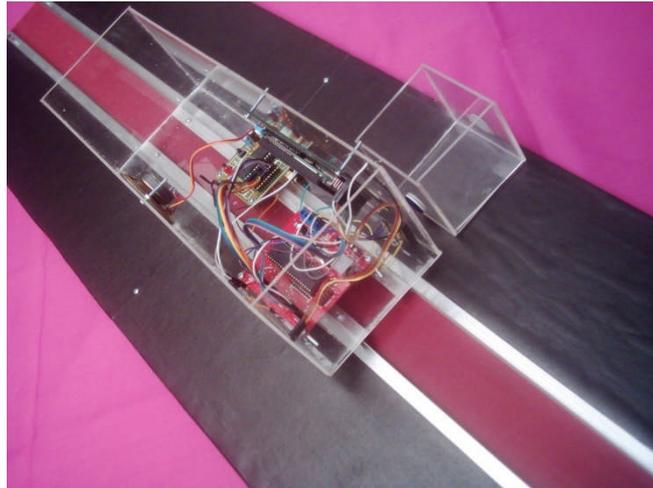
Dalam penulisan program, terlebih dahulu dirancang diagram alir program dari awal hingga akhir. Gambar 2 menunjukkan diagram alir program pengendali dari model sistem identifikasi stasiun kereta api.



Gambar 2 Diagram Alir Program Pengendali

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian atas prototipe sistem secara keseluruhan, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3, menitikberatkan pada pengujian kinerja sistem RFID dalam membaca data identitas maupun rentang baca yang dibutuhkan dalam pembacaan data dan kinerja penyampaian informasi berupa teks melalui penampil LCD M1632 dan suara.



Gambar 3 Prototipe Sistem Identifikasi Stasiun Kereta Api

3.1 Pengujian Sistem RFID

Ketika membuat suatu aplikasi berbasis RFID, prinsip utamanya adalah RFID *reader* harus mampu membaca data identitas yang dikirimkan oleh RFID *tag* yang berada dalam rentang frekuensinya. Hasil pengujian pembacaan data identitas *tag*, seperti yang ditunjukkan Tabel 3, memberi gambaran bahwa tiap *tag* memiliki data identitas yang berbeda. Data identitas inilah yang dipakai untuk mengidentifikasi suatu benda. Dari setiap *tag*, hanya akan diambil data ke-9 dan ke-10 untuk diolah menjadi teks nama stasiun kereta api. Tabel 4 menunjukkan pengolahan data identitas *tag* menjadi nama stasiun kereta api.

Tabel 3 Hasil Pengujian Pembacaan Data Identitas *Tag*

Nama <i>Tag</i>	Hasil Pembacaan (ASCII)	Sampel Data		Konversi ke Hex	
		Data ke-9	Data ke-10		
<i>Tag 1</i>	PIA80026A37459	3	7	03H	07H
<i>Tag 2</i>	PIA800269DC9DA	D	C	20H	19H
<i>Tag 3</i>	PIA800267CF90B	C	F	19H	22H
<i>Tag 4</i>	PIA8000B71D002	1	D	01H	20H
<i>Tag 5</i>	PIA8000B59FB01	9	F	09H	22H

Tabel 4 Konversi Data Identitas ke Nama Stasiun Kereta Api

Sampel ID <i>Tag</i>		Konversi ke Hex			Konversi ke Desimal	Konversi ke Nama Stasiun Kereta Api
Data ke-9	Data ke-10	Data ke-9	Data ke-10	Dijumlahkan		
3	7	03H	07H	0AH	10	Stasiun Tugu, Jogjakarta
D	C	20H	19H	27H	29	Stasiun Lempuyangan, Jogjakarta
C	F	19H	22H	29H	41	Stasiun Klaten, Klaten
1	D	01H	20H	15H	21	Stasiun Purwosari, Solo
9	F	09H	22H	1FH	31	Stasiun Balapan, Solo

Pengujian lainnya adalah mengenai rentang baca RFID yang digunakan, yang bertujuan untuk mengetahui jarak yang dibutuhkan agar *tag* dapat terbaca oleh *reader*. Dari hasil pengujian diketahui bahwa rentang baca RFID yang dipakai adalah 4,05 cm, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengukuran Rentang Baca *Tag* (dalam cm)

Kode <i>Tag</i>	31	41	39	10	21
Stasiun	Tugu	Lempuyangan	Klaten	Purwosari	Balapan
Pengukuran 1	3.8	4.0	4.0	3.7	3.7
Pengukuran 2	4.0	4.0	3.9	3.8	4.0
Pengukuran 3	3.9	3.8	4.1	4.3	3.9
Pengukuran 4	4.0	3.7	4.5	3.9	3.8
Pengukuran 5	4.0	3.9	4.1	4.1	4.0
Pengukuran 6	4.4	3.8	3.9	3.9	3.9
Pengukuran 7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3
Pengukuran 8	4.3	4.0	4.8	4.4	4.0
Pengukuran 9	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Pengukuran 10	4.4	4.3	4.2	4.3	4.1
Rerata	4.08	3.96	4.17	4.07	3.99
				Rerata Total	4.05

3.2 Pengujian Penyampaian Informasi

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan apakah tampilan teks di LCD dan penyampaian suara telah sesuai dengan data nama stasiun kereta api yang dikehendaki seperti yang telah dibuat dalam basis data program, untuk setiap *tag* yang dibaca. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6 Hasil Pengujian Tampilan Nama Stasiun Kereta Api Pada LCD

Kode	Tertampil di LCD																																				
31	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td>S</td><td>T</td><td>A</td><td>S</td><td>I</td><td>U</td><td>N</td><td></td><td>T</td><td>U</td><td>G</td><td>U</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>J</td><td>O</td><td>G</td><td>J</td><td>A</td><td>K</td><td>A</td><td>R</td><td>T</td><td>A</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			S	T	A	S	I	U	N		T	U	G	U					J	O	G	J	A	K	A	R	T	A								
		S	T	A	S	I	U	N		T	U	G	U																								
		J	O	G	J	A	K	A	R	T	A																										
41	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td>S</td><td>T</td><td>.</td><td>L</td><td>E</td><td>M</td><td>P</td><td>U</td><td>Y</td><td>A</td><td>N</td><td>G</td><td>A</td><td>N</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>J</td><td>O</td><td>G</td><td>J</td><td>A</td><td>K</td><td>A</td><td>R</td><td>T</td><td>A</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			S	T	.	L	E	M	P	U	Y	A	N	G	A	N			J	O	G	J	A	K	A	R	T	A								
		S	T	.	L	E	M	P	U	Y	A	N	G	A	N																						
		J	O	G	J	A	K	A	R	T	A																										
39	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td>S</td><td>T</td><td>A</td><td>S</td><td>I</td><td>U</td><td>N</td><td></td><td>K</td><td>L</td><td>A</td><td>T</td><td>E</td><td>N</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>K</td><td>L</td><td>A</td><td>T</td><td>E</td><td>N</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			S	T	A	S	I	U	N		K	L	A	T	E	N							K	L	A	T	E	N								
		S	T	A	S	I	U	N		K	L	A	T	E	N																						
						K	L	A	T	E	N																										
10	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td>S</td><td>T</td><td>A</td><td>S</td><td>I</td><td>U</td><td>N</td><td>P</td><td>U</td><td>R</td><td>W</td><td>O</td><td>S</td><td>A</td><td>R</td><td>I</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>S</td><td>O</td><td>L</td><td>O</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			S	T	A	S	I	U	N	P	U	R	W	O	S	A	R	I							S	O	L	O								
		S	T	A	S	I	U	N	P	U	R	W	O	S	A	R	I																				
						S	O	L	O																												
21	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td>S</td><td>T</td><td>A</td><td>S</td><td>I</td><td>U</td><td>N</td><td>B</td><td>A</td><td>L</td><td>A</td><td>P</td><td>A</td><td>N</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>S</td><td>O</td><td>L</td><td>O</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			S	T	A	S	I	U	N	B	A	L	A	P	A	N							S	O	L	O										
		S	T	A	S	I	U	N	B	A	L	A	P	A	N																						
						S	O	L	O																												

Tabel 7 Hasil Pengujian Sistem Suara

Kode Tag	Bit I	Suara	Lama Waktu	Bit II	Suara	Lama Waktu	Bit III	Suara	Lama Waktu
31	00000000b	Stasiun	0,91 s	11110111b	Tugu	0,84 s	11111111b	Jogjakarta	1,14 s
41	00000000b	Stasiun	0,86 s	01111000b	Lempuyangan	1,04 s	11111111b	Jogjakarta	1,17 s
39	00000000b	Stasiun	0,90 s	00000011b	Klaten	0,87 s	00000011b	Klaten	0,85 s
10	00000000b	Stasiun	0,89 s	10000111b	Purwosari	1,06 s	10000001b	Solo	0,82 s
21	00000000b	Stasiun	0,90 s	00110011b	Balapan	0,90 s	10000001b	Solo	0,84 s

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada prototipe sistem identifikasi stasiun kereta api yang dilewati rangkaian kereta menggunakan RFID dan mikrokontroler AT89S51 ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe sistem identifikasi stasiun kereta api secara otomatis dapat mengenali *transponder (tag)* sebagai penanda stasiun kereta dan memberikan respon berupa informasi teks dan suara.
2. Data identitas yang unik (berbeda satu sama lain) pada setiap *tag* digunakan sebagai dasar dalam melakukan identifikasi suatu benda.
3. Rentang baca rata-rata antara RFID *tag* dan RFID *reader* LF 125 KHz yang digunakan dalam prototipe sistem ini adalah 4,05 cm.

5. SARAN

Pada pengembangan selanjutnya, diharapkan RFID yang digunakan dapat diganti dengan frekuensi yang lebih tinggi (HF, UHF, maupun gelombang mikro) dengan penambahan antena eksternal agar rentang bacanya dapat lebih jauh sehingga lebih memungkinkan untuk diaplikasikan secara nyata dalam sistem perkeretaapian nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Thornton F., Haines B., Das, A. M., Bhargava, H., Campbell, A., Kleinschmidt, J., 2006, *RFID Security*, Syngress Publishing Inc., Rockland Canada.
- [2] Islahudin, H., 2005, *RFID Untuk Alat Bantu Pengelolaan Parkir–Makalah Mata Kuliah Wireless/Mobile Computing*, Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung.

- [3] Hunt, V. D., Puglia, A., and Puglia, M., 2007, *RFID-A Guide to Radio Frequency Identification*, John Wiley & Sons Inc., New Jersey USA.
- [4] Finkenzeller, K. (translated by Waddington, R.), 2003, *RFID Handbook—Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification—2nd Edition*, John Wiley & Sons Ltd., West Sussex England.