

PEMANFAATAN SMART KEY PADA MOBIL LISTRIK BERBASIS RFID

Muhamad Islakhudin¹, Sigit Joko Purnomo², A.Noor Setyo, H.D.³

^{1,2,3}Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar

muhamadislakhudin05@gmail.com, sigitjoko@untidar.ac.id, noorsetyo@untidar.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan *smart key* pada mobil listrik berbasis RFID menjadi bahan riset dalam laporan akhir ini. Komponen utama RFID dipilih karena mampu digunakan sesuai dengan kebutuhan kendaraan. *Smart key* RFID terdiri dari RFID-tag dan RFID-reader yang terintegrasi dengan sebuah LCD display. RFID-reader dikendalikan oleh microcontroller arduino. Ketika kartu RFID-tag ditempelkan pada RFID-reader, frekuensi dari RFID-tag akan dibaca oleh RFID-reader. LCD display akan menampilkan pemberitahuan untuk menempelkan kartu, setelah kartu ditempelkan untuk yang kedua kalinya, relay akan terhubung, LCD display akan menampilkan indikator "Mesin Menyala". Ketika kartu ditempelkan untuk yang ketiga kalinya, *relay* akan terputus, LCD display akan menampilkan indikator "Mesin Mati". Pengujian dilakukan di mobil listrik dengan daya 350 watt dan 1000 watt. Diperoleh hasil RFID dapat bekerja dibawah 1000 watt, jika diterapkan pada motor listrik dengan daya diatas 1000 watt perlu pengendali tegangan yang lebih tinggi sesuai dengan daya motor listrik yang digunakan, agar tidak terjadi konsleting pada pengendali tegangan yang terhubung langsung dengan baterai dan motor listrik. Durasi baca RFID-reader terhadap kartu yang ditempelkan yaitu 1-3 detik, sedangkan jarak penempelan kartu pada RFID-reader maksimal 2 cm.

Kata Kunci: mobil listrik, kunci kontak, *smart key*.

Abstract

The use of smart keys in RFID-based electric cars is the research focus in this final report. The main components of RFID were chosen because they were able to be used according to vehicle needs. RFID smart key consists of RFID-tag and RFID-reader integrated with an LCD display. The RFID-reader is controlled by an Arduino microcontroller. When an RFID-tag card is affixed to a RFID-reader, the frequency of the RFID-tag will be read by the RFID-reader. The LCD display will display a notification to paste the card, after the card is pasted for the second time, the relay will be connected, the LCD display will display the "Machine on" indicator. When the card is pasted for the third time, the relay will be disconnected, the LCD display will display the "Machine Off" indicator. Tests carried out in electric cars with 350 watts of power and 1000 watts. The RFID can work below 1000 watts, if applied to an electric motor with a power above 1000 watts, it needs a higher voltage controller in accordance with the electric motor power used, so as not to cause a short circuit in the voltage controller that is connected directly to the battery and electric motor. The duration of the RFID-reader reading to the embedded card is 1-3 seconds, while the maximum affixing distance of the card to the RFID-reader is 2 cm.

Keywords: electric car, key, smart key

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif saat ini semakin pesat, hal ini didasari atas pemikiran dan kebutuhan manusia yang juga berkembang pesat. Atas dasar itulah penerapan teknologi pada dunia otomotif terus berevolusi hingga tercipta teknologi yang kian canggih sesuai dengan perkembangan jaman. Perkembangan teknologi otomotif juga diikuti adanya perkembangan teknologi kunci kontak pada kendaraan. Kunci kontak pada kendaraan menjadi salah satu benda yang paling penting. Walaupun ukurannya kecil tetapi jika kendaraan tidak memiliki kunci kontak maka kendaraan tersebut tidak dapat dihidupkan dan tidak dapat dijalankan.

Teknologi kunci kontak semakin berkembang secara digital. Kunci digital yang secara umum dikenal bernama *smart key* atau *keyless*. Ada kode-kode khusus untuk membuka atau menutupnya. Dengan demikian, hanya mengetahui kode atau PIN untuk dapat membukanya. Kelebihannya, *smart key* tidak dapat diduplikasi sehingga keamanan lebih terjaga. Selain itu *smart key* juga dapat menggantikan pengaman lain berupa alarm kendaraan yang hanya bekerja untuk menghasilkan bunyi jika terjadi pengaktifan mesin secara paksa. Kekurangannya, *smart key* butuh baterai sebagai sumber energi. Jika baterai habis akan menyulitkan akses masuk pada kendaraan dan menyalakan mesin. *Smart key* yang sudah ada saat ini juga lebih rumit dibandingkan dengan kunci konvensional. Semakin canggih teknologi, kemungkinan eror juga bertambah besar. Bila rusak atau hilang, biaya perbaikan atau penggantianannya juga lebih besar.

Salah satu teknologi *smart key* yang sudah menjadi bahan riset yaitu dengan menggunakan RFID. Penggunaan RFID sebagai *smart key* dikarenakan harga yang murah, mudah didapatkan, dan mampu

digunakan sesuai dengan kebutuhan kendaraan, berbeda dengan menggunakan *smart key* pabrikan dari bawaan kendaraan yang sulit untuk didapatkan dan jika ada kerusakan atau hilang, biaya perbaikan dan penggantianannya lebih mahal. Rangkaian perangkat RFID sebagai *smart key* pada mobil listrik dibuat sesederhana mungkin agar dalam memodifikasi sistem pengoperasian tidak membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang mahal.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai teknologi kunci otomatis telah dilakukan oleh Anto (2017), meneliti tentang rancang bangun *whistle starter* pada mobil toyota great corolla berbasis *whistle key finder*. Proses pengoperasian sistem ini dengan memposisikan kunci kontak ON lalu melakukan *wastle* (siul) maka secara otomatis motor starter akan bekerja sesuai dengan kebutuhan *engine*. Perangkat *whistle starter* menggunakan *whistle key finder* sebagai sensor pendeteksi *whistle*, tyristor FIR3D sebagai saklar pengendali yang akan mengalirkan arus tegangan listrik 12V melalui pin anoda ke pin katoda hanya dengan memberikan tegangan yang cukup kecil pada pin gate yang dihasilkan oleh sensor, dan didukung beberapa komponen lainnya seperti relay, transistor, kapasitor, dioda, ic, dan resistor.

Kurniawan dkk (2016), meneliti tentang perancangan *smart key* pada mobil menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) berbasis Arduino. *Smart key* terdiri dari RFID-tag dan RFID-reader yang terintegrasi dengan alarm. RFID-tag berupa kartu yang menggantikan fungsi kunci kontak mobil, yaitu membuka dan menutup kunci mobil, serta menghidupkan mesin. RFID-reader akan mengirimkan data yang ada dalam tag pada alarm dan alarm akan memproses

data tersebut dengan membandingkan dengan data yang ada dalam pemogram alarm, jika tidak sesuai maka sistem akan membaca pintu, jika pintu terjadi gangguan, maka alarm akan mengaktifkan *buzzer* dan lampu *hazard*, mengaktifkan *door lock* serta mengirimkan sms peringatan ke nomor telepon tertentu memperingatkan bahwa kendaraannya terjadi percobaan pencurian.

Multahada dkk (2016), meneliti tentang rancang bangun kunci otomatis kendaraan bermotor berbasis microcontroler menggunakan RFID. Sistem ini bekerja ketika RFID-tag didekatkan dengan RFID-reader maka sistem akan membaca ID yang tersimpan pada RFID-tag, apabila ID cocok maka sistem akan secara otomatis membuka kunci stang serta menghidupkan mesin motor. Sebaliknya jika ID yang dibaca RFID-reader tidak cocok dengan RFID-tag maka sistem tidak akan aktif.

Putri (2016), meneliti tentang pengaplikasian sensor RFID sebagai kunci kontak otomatis pada kendaraan bermotor roda dua berbasis Arduino Uno. Penelitian ini merupakan implementasi sensor menggunakan RFID-reader/writer MIFARE RC522 13.56 MHz yang berfungsi untuk membaca RFID-tag sebagai kunci kontak otomatis kendaraan bermotor roda dua. Arduino Uno mengolah data masukan dari modul RFID-reader/writer. Driver relay sebagai pemutus aliran listrik yang masuk ke koil sepeda motor dan *buzzer* akan menyala ketika ID RFID-tag yang digunakan tidak sesuai dengan program di Arduino Uno.

Sumardi (2017), meneliti tentang perancangan starter sepeda motor menggunakan aplikasi android berbasis Arduino Uno. Proses pengoperasian starter sepeda motor menggunakan aplikasi STAMOR yang dihubungkan melalui koneksi bluetooth pada *smartphone* ke

bluetooth pada mesin bernama HC-05 (6886).

METODOLOGI

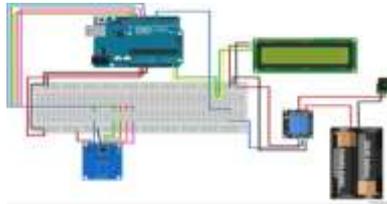
Penelitian ini dimulai dengan membuat perangkat *smart key* yang disusun berdasarkan tujuan utama, yaitu membuat perangkat *smart key* yang digunakan sebagai pengganti kunci kontak untuk menghidupkan dan mematikan mobil listrik. Diagram alir pengerjaan perangkat *smart key* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pengerjaan

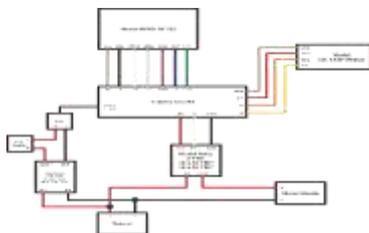
Setelah dilakukan perancangan pengerjaan, langkah selanjutnya melakukan proses perancangan perangkat *smart key* seperti pembuatan desain rangkaian, pembuatan *wiring diagram*, dan pembuatan diagram alir kerja perangkat *smart key*. Tahap perancangan merupakan proses awal dalam melakukan pembuatan

perangkat *smart key*, karena untuk mengurangi resiko gagal saat melakukan proses perakitan. Perancangan desain rangkaian perangkat *smart key* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain rangkaian

Rangkaian kelistrikan sistem microcontroller menggunakan *board* Arduino Uno R3 karena sifatnya yang open source sehingga memudahkan dalam proses pemrograman. *Smart key* yang digunakan menggunakan RFID karena dapat diprogram dengan menggunakan beberapa kartu yang memiliki kode frekuensi yang dapat dibaca oleh pembaca RFID dan mampu digunakan sesuai dengan kebutuhan kendaraan. Modul RFID yang digunakan menggunakan tipe MFRC522 sebagai pengirim kode dari kartu RFID ke microcontroller. Komponen kelistrikan pada perangkat *smart key* pada umumnya membutuhkan tegangan 3.3V - 5V, sehingga perlu adanya step down sebagai power supply microcontroller dan relay sebagai saklar otomatis motor listrik. *Wiring diagram* perangkat *smart key* ditunjukkan pada Gambar 3.

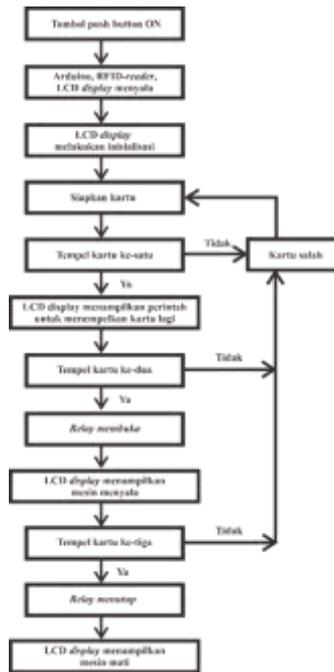


Gambar 3. *Wiring Diagram*

Proses kerja perangkat *smart key* dijelaskan dalam diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 4.

1. Cara kerja perangkat *smart key* ketika tombol *push button* dihidupkan.

Apabila tombol *push button* dihidupkan, arus dari baterai mengalir pada input step down. *Step down* akan menurunkan tegangan dari baterai. Output dari *step down* akan masuk ke power arduino, sehingga arduino dan perangkat yang terhubung pada arduino dapat menyala. Arduino akan melakukan perintah inialisasi pada LCD.



Gambar 4. Diagram alir kerja perangkat

2. Cara kerja perangkat *smart key* ketika kartu ditempel pertama.

Apabila kartu ditempelkan untuk yang pertama, RFID-reader akan menerima frekuensi dari kartu. Frekuensi yang diterima oleh RFID-reader dikendalikan oleh arduino. Arduino akan melakukan perintah ke LCD untuk menampilkan “Tap Kartu Anda”. Setelah LCD menampilkan perintah tap kartu, maka dilakukan penempelan kartu kembali untuk yang kedua.

3. Cara kerja *smart key* ketika kartu ditempel kedua

Apabila kartu ditempelkan untuk yang kedua, RFID-reader akan menerima frekuensi dari kartu. Frekuensi yang diterima oleh RFID-reader dikendalikan oleh arduino. Arduino akan melakukan perintah ke *relay* untuk terhubung. Saat

relay terhubung arus dari relay akan masuk ke *input step up*. *Step up* akan menaikkan tegangan dari relay yang semula 30 VDC menjadi 48 VDC untuk dapat menghidupkan *controller* BLDC. Arus dari *step up* akan mengalir melalui *output step up* untuk kemudian masuk ke *controller* BLDC. Setelah *controller* BLDC menyala maka mobil listrik dapat dijalankan.

4. Cara kerja *smart key* ketika kartu ditempel ketiga

Apabila kartu ditempelkan untuk yang ketiga, RFID-reader akan menerima frekuensi dari kartu. Frekuensi yang diterima oleh RFID-reader dikendalikan oleh arduino. Arduino akan melakukan perintah ke *relay* untuk terputus. Saat *relay* terputus, arus *output* dari *relay* juga akan terputus dan *controller* BLDC mati.

Perakitan

Setelah proses perancangan selesai, berikutnya proses perakitan. Perakitan komponen perangkat *smart key* pada mobil listrik yaitu membuat rancangan perangkat keras serta mempersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan. Pemeriksaan setiap komponen diperlukan untuk mengetahui kondisi komponen sebelum dipasang. Jika bahan dan alat sudah dipersiapkan, maka siap untuk dilakukan perakitan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perakitan komponen perangkat *smart key* adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan

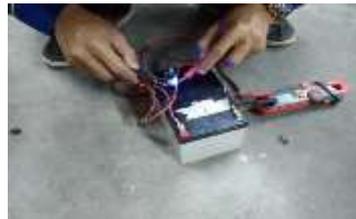
Dalam merakit perangkat *smart key* perlu menyiapkan alat dan bahan terlebih dahulu, alat yang dipersiapkan diantaranya gunting, *cutter*, solder, obeng, *clampmeter*, tembakan lem bakar. Sedangkan untuk bahan diantaranya arduino, RFID, LCD, *relay*, *step down*, *step up*. Gambar 4. menunjukkan alat dan bahan yang disiapkan.



Gambar 5. Alat dan Bahan

2. Memeriksa kondisi setiap komponen

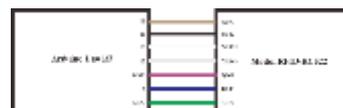
Memeriksa kondisi setiap komponen diperlukan untuk mengetahui kondisi komponen yang akan digunakan, seperti Arduino, RFID, LCD, *relay*, *step down*, *step up* dll. Pemeriksaan komponen dilakukan sebelum semua komponen dipasang, hal ini bertujuan untuk mengurangi resiko gagal dalam proses pembuatan perangkat *smart key*. Gambar 5 menunjukkan pemeriksaan salah satu komponen.



Gambar 6. Pemeriksaan salah satu komponen

3. Memasang modul MFRC522 dengan arduino

Modul MFRC522 digunakan sebagai pengganti kunci kontak. Fungsinya yaitu modul MFRC522 akan menerima frekuensi dari kartu yang ditempelkan. Kemudian modul MFRC522 akan mengirimkan data kode kartu ke arduino. Arduino sendiri berfungsi sebagai sistem kendali untuk modul MFRC522. Gambar 7 menunjukkan pemasangan instalasi modul MFRC522 dengan arduino.



Gambar 7. Instalasi MFRC522

4. Memasang modul I2C LCD *display* dengan arduino

Modul I2C LCD *display* berguna sebagai komponen komunikasi antara arduino dengan pengguna. LCD *display* akan menunjukkan hasil kerja dari modul MFRC522. Gambar 8 menunjukkan pemasangan instalasi modul I2C LCD *display*.



Gambar 8. Instalasi I2C LCD *display*

5. Pemasangan modul *relay*

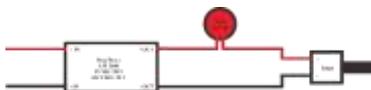
Modul *relay* sebagai saklar otomatis yang fungsinya untuk melaksanakan perintah dari arduino sebagai penghubung dan pemutus arus dari baterai ke motor listrik. Gambar 9 menunjukkan pemasangan instalasi modul *relay*.



Gambar 9. Instalasi *relay*

6. Memasang *power supply*

Power supply adalah komponen yang berguna sebagai sumber listrik. Pemasangan *power supply* berfungsi untuk menghidupkan semua komponen yang terhubung dengan arduino. Pada board arduino ada dua cara untuk menghidupkannya. Pertama dengan menggunakan *power supply* kabel USB pemrograman yang dapat dihubungkan langsung dengan *personal computer* atau dengan adaptor yang dihubungkan ke sumber listrik AC. Kedua dengan menggunakan *power supply* yang dihubungkan langsung ke baterai, akan tetapi kapasitas tegangan dari arduino sendiri sangat terbatas, yaitu 7 – 12 Volt DC. Oleh karena itu perlu adanya komponen *step down* untuk mengatur tegangan dari baterai yang akan masuk ke arduino. Gambar 10 menunjukkan pemasangan instalasi *step down*.



Gambar 10. Instalasi *power supply*

7. Memasang *step up*

Komponen *step up* digunakan untuk menaikkan tegangan dari *relay* yang semula 30 volt menjadi 48 volt untuk dapat menghidupkan *controller* BLDC. *Step up* terdiri dari *input* dan *output*. *Input step up* tersambung dengan *relay* (+) dan baterai (-). Sedangkan *output step up* tersambung dengan *controller* BLDC (+) dan baterai (-). Gambar 11 menunjukkan pemasangan instalasi *step up*.



Gambar 11. Instalasi *step up*

8. Melubangi kotak untuk komponen utama

Agar komponen utama lebih rapi maka perlu dimasukkan ke dalam kotak. Pembuatan lubang pada kotak sebagai akses instalasi dari setiap ke komponen ke komponen lainnya agar lebih mudah. Beberapa komponen utama yang dimasukkan ke dalam kotak seperti arduino, RFID, LCD *display*, dan *projectboard*. Gambar 12 menunjukkan pembuatan lubang pada kotak.



Gambar 12. Pembuatan lubang pada kotak untuk akses instalasi komponen utama

9. Memasang komponen utama pada kotak

Komponen utama seperti arduino, RFID, LCD *display*, dan *projectboard* dipasang di kotak yang sudah disiapkan. Gambar 13 menunjukkan pemasangan arduino pada kotak.



Gambar 13. Memasang komponen utama pada kotak

10. Pemasangan instalasi kabel ke setiap komponen

Untuk menghubungkan komponen satu dengan komponen lain perlu dipasang kabel agar komponen dapat bekerja. Kabel-kabel dihubungkan mulai dari komponen utama yang terhubung ke arduino hingga output dari relay yang terhubung ke motor listrik. Dalam pemasangan kabel pastikan instalasinya benar agar tidak terjadi konsleting pada komponen. Gambar 14 menunjukkan pemasangan instalasi kabel ke setiap komponen.



Gambar 14. Pemasngan instalasi kabel ke setiap komponen

Pengujian

Dalam melakukan penelitian mengenai Pemanfaatan *Smart Key* pada Mobil Listrik Berbasis RFID tentu perlu adanya pengujian perangkat guna mengetahui unjuk kerja dari perangkat yang dibuat. Pengujian yang dilakukan pada perangkat *smart key* adalah pengujian jarak dan waktu penempelan kartu pada RFID-reader

Kartu RFID dan RFID-reader memiliki minimal dan maksimal jarak penempelan. Jika jaraknya terlalu jauh maka reader tidak dapat membaca kartu yang digunakan. Selain jarak, perlu mengetahui waktu yang dibutuhkan RFID-reader dalam inisialisasi kartu yang ditempelkan. Dalam hal ini perlu adanya pengujian

variasi jarak dan waktu penempelan kartu agar diketahui jarak dan waktu yang efektif dalam menempelkan kartu pada RFID-reader. Gambar 15 menunjukkan pengujian jarak dan waktu penempelan kartu.



Gambar 15. Pengujian jarak dan waktu penempelan kartu pada RFID-reader

HASIL DAN PEMBAHASAN

Smart key merupakan suatu perangkat yang dapat menggantikan kunci kontak yang diterapkan pada mobil listrik untuk menghidupkan dan mematikan controller BLDC mobil listrik, sehingga memberikan kemudahan bagi pengguna dalam menghidupkan dan mematikan mobil listrik. Karena pengguna hanya menempelkan kartu atau tag untuk dapat menghidupkan dan mematikan mobil listrik, serta sebagai sistem keamanan pada mobil listrik.

Perangkat *smart key* bekerja dengan sistem frekuensi dimana kartu yang memiliki kode ditempelkan pada RFID-reader selama 2 detik kemudian RFID-reader akan menerima sinyal frekuensi dari kartu. RFID-reader dikendalikan oleh perangkat arduino. Hasil dari data yang diterima oleh arduino akan diteruskan ke relay, sehingga relay akan terhubung dan controller BLDC pada mobil listrik dapat menyala. Perangkat *smart key* dibuat sesederhana mungkin agar mudah dalam pengaplikasian dan pengoperasiannya sehingga pengguna tidak kebingungan dalam mengaplikasikan dan mengoperasikan, serta lebih menghemat biaya yang dikeluarkan. Gambar 16 menunjukkan hasil pembuatan perangkat

perangkat *smart key* yang diterapkan pada mobil listrik.



Gambar 16. Hasil pembuatan perangkat *smart key*

Hasil

1. Hasil pengujian jarak dan waktu penempelan kartu pada RFID-reader

Tabel 1. Jarak 0-1 cm

Percobaan	Waktu (s)
1	1,2
2	2,3
3	2,1

Tabel 2. Jarak 1-2 cm

Percobaan	Waktu (s)
1	2,3
2	2
3	2,5

Tabel 3. Jarak 2-3 cm

Percobaan	Waktu (s)
1	<i>Not Responding</i>
2	<i>Not Responding</i>
3	<i>Not Responding</i>

Tabel 4. Jarak ≥ 3 cm

Percobaan	Waktu (s)
1	<i>Not Responding</i>
2	<i>Not Responding</i>
3	<i>Not Responding</i>

Pembahasan

Setelah dilakukan serangkaian uji coba perangkat *smart key* pada mobil listrik didapatkan bahwa perangkat *smart key* dapat bekerja dengan baik pada mobil listrik. Perangkat *smart key* dapat

menggantikan kunci kontak untuk menghidupkan dan mematikan sistem *controller* BLDC. Perangkat *smart key* dapat dihidupkan dengan tegangan input 7-12 volt dari baterai. Penempelan kartu dilakukan selama tiga kali dengan satu kartu yaitu e-KTP yang sudah terprogram. Penempelan kartu yang pertama untuk memberikan perintah menempelkan kartu yang diperlihatkan pada LCD, penempelan kartu yang kedua untuk menghidupkan mesin, dan penempelan kartu yang ketiga untuk mematikan mesin. Jarak penempelan kartu minimal 0 cm dan maksimal 2 cm. Sedangkan waktu yang dibutuhkan RFID-reader dalam melakukan inisialisasi yaitu 1-3 detik. Diagram berikut menunjukkan hasil pengujian jarak dan waktu penempelan kartu pada RFID-reader.

Perangkat *smart key* tidak hanya dapat digunakan untuk mengendalikan *controller* BLDC pada mobil listrik, tetapi juga dapat digunakan untuk sistem kendali perangkat lain seperti lampu, van, dinamo motor DC, *starter*, dan perangkat lainnya. Perangkat *smart key* dapat digunakan untuk mengoperasikan perangkat lain dengan tegangan diatas 1000 watt, tetapi harus membutuhkan suatu komponen pengendali tegangan agar sesuai dengan kebutuhan perangkat yang dikendalikan, karena jika tidak menggunakan pengendali tegangan, *relay* tidak akan kuat mengendalikan tegangan secara langsung. Saat ini *relay* yang ada di pasaran hanya mampu mengendalikan tegangan maksimal 30VDC 10A.

Pengujian dengan menggunakan beberapa kartu telah dilakukan untuk mengetahui kartu apa saja yang dapat dibaca oleh RFID-reader. dalam melakukan pengujian variasi kartu dilakukan dengan menggunakan kartu tanda mahasiswa, kartu atm, kartu sim, kartu e-KTP, kartu *e-money*, dan kartu bawaan dari perangkat RFID. Hasilnya, kartu yang dapat digunakan yaitu hanya kartu e-KTP, kartu *e-money*, dan kartu bawaan dari perangkat RFID.

KESIMPULAN

Hasil laporan akhir dengan judul “Pemanfaatan *Smart Key* pada Mobil Listrik Berbasis RFID” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dalam membuat perangkat *smart key* komponen utama yang dipilih yaitu RFID, karena mampu dipasang sesuai dengan kebutuhan kendaraan. Selain dapat diterapkan pada mobil listrik dengan daya lebih dari 1000 watt, perangkat *smart key* juga dapat diterapkan di beberapa kendaraan lain seperti mobil dan motor.
2. Durasi baca RFID-reader terhadap kartu yang ditempelkan yaitu 1-3 detik, sedangkan jarak penempelan kartu pada RFID-reader yaitu maksimal 2 cm.
3. Dalam pengujian ke motor BLDC dengan daya 350 watt tidak terjadi *trouble* pada step up. Tetapi saat pengujian pada motor BLDC dengan daya 1000 watt terjadi konsleting pada komponen *step up*. Hal tersebut terjadi karena *step up* hanya mampu menerima beban dengan daya 600 watt, sedangkan beban yang digunakan untuk pengujian menggunakan daya 1000 watt, sehingga terjadi konsleting.

DAFTAR PUSTAKA

- Anto, Dwi Ary. 2017. *Rancang Bangun Whistle Starter Pada Mobil Toyota Great Corolla Berbasis Whistle Key Finder*. Tugas Akhir. Universitas Tidar. Magelang.
- e-Gizmo Mechatronic Central. 2017. <https://e-gizmo.net/oc/kits%20documents/MFR-C-522%20RFID%20NFC%20reader/NFC%20RFID-RC522.pdf>. Online 16 Agustus 2019.
- Future Electronic Company. <https://www.fecegypt.com/uploads/dat>

[aSheet/15222750_arduino%20uno%20r3.pdf](#). Online 16 Agustus 2019.

- Hanson Technology. <https://www.handsontec.com/dataspecs/4Ch-relay.pdf>. Online 16 Agustus 2019.
- Kristanto, Philip. 2015. *Sistem Kelistrikan Otomotif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kurniawan, Chandra Putra Adi. 2016. *Perancangan Sistem Smart Key Pada Mobil Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID) Berbasis Arduino*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Multahada dkk. 2016. *Rancang Bangun Sistem Kunci Otomatis Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler Menggunakan RFID*. Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan. 4 (3): 129-137.
- Putri, Debi Cynthia. 2016. *Pengapliksian Sensor RFID Sebagai Kunci Kontak Otomatis Pada Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis Arduino Uno*. Politeknik Negeri Padang. <http://repo.polinpdg.ac.id/986/>. Online 15 April 2019.
- Sumardi. 2007. *Perancangan Sistem Starter Sepeda Motor Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Uno*. Prodising Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi. 2 (1).
- Zhenghou Ming He Electric Technology Co., Ltd. 2013. <https://electronclub.co/wp-content/uploads/2015/BOOST-600W-user-manual.pdf>. Online 16 Agustus 2019.