

Aplikasi Android Smartkey 3 in 1 sebagai Sistem Monitoring dan Kendali serta Safety pada Sepeda Motor

Ian Hardianto Siahaan^{1*}, Romario Rulando Putra Irawan², Roche Alimin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

* Penulis korespondensi; E-mail: ian@petra.ac.id

ABSTRAK

Smart key system merupakan salah satu teknologi terbaru yang dimiliki beberapa pabrikan sepeda motor khususnya sepeda motor yang sudah memiliki ECU. Sistem ini memberikan kemudahan bagi konsumen dalam mengoperasikannya karena tidak lagi menggunakan anak kunci atau keyless. Penyematan fitur canggih ini justru dapat meningkatkan rasa aman dan nyaman bagi pengguna. Pada sepeda motor yang masih non ECU tentunya perlu juga diterapkan agar dapat memiliki sistem unggul sebagaimana sepeda motor yang memiliki ECU. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan bahwa smart key custom yang dijual di pasaran memiliki 2-3 fitur saja dan itupun masih menggunakan sistem receiver dan transmitter sehingga tidak dapat digunakan untuk jarak jauh. Solusinya adalah mengembangkan sistem smart key yang dapat berfungsi dari jarak yang jauh, khususnya penerapan pada motor non ECU. Tahap awal perancangan adalah mengevaluasi kekurangan pada pengembangan smart key yang sudah ada, dan tahap berikutnya menyusun konsep sistem globalnya meliputi microcontroller, komponen utama dan pendukung serta pemrograman sistem kontrol, sistem monitoring, dan sistem safety. Tahap akhir, merakit dan memasangnya pada sepeda motor serta melakukan serangkaian uji coba guna mengetahui fungsional termasuk ketahanan dari perangkat. Hasil pengujian aplikasi android smart key 3 in 1 dapat berfungsi dengan baik pada kondisi dan jarak berapapun, meskipun pengujian sistem safety ditemukan delay waktu pada range 10,03-13,2 second.

Kata kunci: Smart key system; keyless; microcontroller; receiver; transmitter.

ABSTRACT

The smart key system is one of the latest technologies owned by several motorcycle manufacturers, especially motorcycles that already have an ECU. This system makes it easier for consumers to operate it because they no longer use a key or keyless. Embedding this advanced feature can increase the sense of security and comfort for users. On motorcycles that are still non-ECU, of course, it also needs to be implemented in order to have a superior system such as motorcycles that have an ECU. Based on observations made that custom smart keys sold in the market only have 2-3 features and even then they still use a receiver and transmitter system so they cannot be used for long distances. The solution is to develop a smart key system that can function remotely, especially in non-ECU motor applications. The initial stage of design is to evaluate the shortcomings in the development of existing smart keys, and the next stage is to develop a global system concept that includes a microcontroller, main and supporting components as well as programming control systems, monitoring systems, and security systems. The last stage, assemble and install it on the motorcycle and perform a series of tests to determine the functionality, including the durability of the device. The results of testing the 3 in 1 smart key android application can function properly at any condition and distance, although testing the security system found the delay time in the range of 10.03-13.2 seconds.

Keywords: Smart key system; keyless; microcontroller; receiver; transmitter.

PENDAHULUAN

Revolusi industri yang terjadi menyebabkan perkembangan fitur teknologi di berbagai lini

termasuk pada perkembangan sepeda motor semakin meningkat, hal ini mengingat karena sepeda bermotor ini mudah digunakan dan ekonomis ketika bepergian [1].

Tabel 1. Data Peningkatan Jumlah Kendaraan Bermotor [2]

Jenis kendaraan bermotor	Tahun		
	2016	2017	2018
Mobil penumpang	14.580.666	15.423.968	16.440.987
Mobil bis	2.486.898	2.509.258	2.538.182
Mobil barang	7.063.433	7.289.910	7.778.544
Sepeda motor	105.150.082	111.988.683	120.101.047
Jumlah	129.281.079	137.211.818	146.858.759

Semakin tingginya pengguna sepeda motor maka semakin tinggi juga tingkat kejahatan yang terjadi [3]. Dalam upaya mengantisipasi permasalahan tersebut maka berkembang teknologi sistem safety pada sepeda motor termasuk teknologi keyless [3]. Saat ini, sudah banyak sepeda motor hadir dengan teknologi keyless. Seperti namanya, teknologi ini merupakan fitur kunci tanpa anak kunci secara fisik, yang tidak perlu dimasukkan ke lubang kunci untuk menyalakan atau mematikan sepeda motor. Namun dari beberapa teknologi yang diterapkan masih ada ditemukan kelemahannya dimana pada smart key custom yang dijual di pasaran memiliki 2-3 fitur saja dan masih ada menggunakan sistem receiver dan transmitter sehingga terbatas pemakaiannya pada jarak tertentu saja. Penyematan fitur canggih smart key system ini sebenarnya dapat meningkatkan rasa aman dan nyaman bagi pengguna sepeda motor.

Berdasarkan beberapa literatur yang terkait dengan pengembangan smart key system yang beredar bahwa produk sepeda motor tetap masih mengutamakan pengembangan pada sistem safety-nya [4]. Sedangkan, sedangkan bila mengikuti terkait informasi laporan statistik kriminal dari BPS bahwa pencurian sepeda motor masih terbilang besar.

Tabel 2. Data Jumlah Kasus kriminal

Kelompok/Jenis Kejahatan	Tahun		
	2016	2017	2018
Kejahatan terhadap Nyawa			
Pembunuhan	1.292	1.150	1.024
Kejahatan terhadap Hak Milik/Barang			
Pencurian	26.636	28.313	25.269
Pencurian dengan pemberatan	46.277	36.467	31.571
Pencurian Kendaraan bermotor	37.871	35.226	27.731
Pengrusakan/penghancuran Barang	7.926	5.954	4.910
Pembakaran dengan Sengaja	650	468	521
Penadahan	666	614	755

Saat ini pihak yang memproduksi kendaraan sepeda motor sudah menambahkan sistem safety kepada sepeda motor yang diproduksinya, salah satunya menggunakan penutup kunci sepeda motor. Namun keamanan yang diberikan masih belum mampu untuk mencegah kasus pencurian sepeda motor yang justru masih mengalami peningkatan signifikan. Hal ini bisa terjadi, karena berbagai faktor antara lain: sistem keamanan yang minim pada sepeda motor tersebut, kurangnya pengawasan

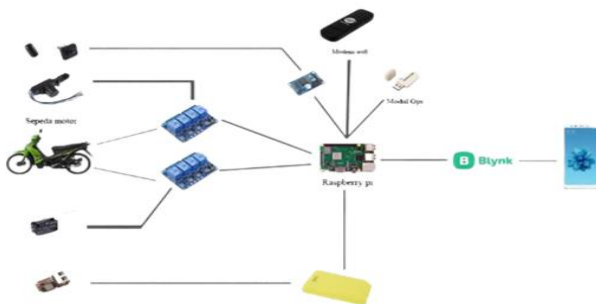
dari pihak tertentu atau pemilik kendaraan ketika diparkirkan, dan lokasi yang mudah untuk melakukan pencurian [5]. Cara yang efektif yang dapat mencegah tindak pencurian tersebut adalah sistem safety yang dapat mematikan aliran listrik ke coil sepeda motor [6]. Pengembangan smart key system konvensional menjadi smart key system berbasis smart phone merupakan model pengembangan signifikant yang diterapkan untuk mengantisipasi masih lemahnya sistem yang ada saat ini terutama pada sepeda motor yang non ECU tentunya perlu juga diterapkan agar dapat memiliki sistem unggul sebagaimana sepeda motor yang sudah memiliki ECU.

Berdasarkan beberapa permasalahan yang telah dijelaskan di atas, apalagi dengan sistem dayanya menggunakan accu sebagai sumber daya maka akan rawan untuk diputuskan oleh si pencuri, maka dari itu di buatnyalah android smart key system 3 in 1, dimana android smart key dapat dioperasikan dengan jarak yang tidak terbatas selama adanya sinyal dan memiliki daya cadangan yang berguna pada saat arus listrik accu dipotong oleh si pencuri sehingga pemilik kendaraan tetap dapat memantau secara langsung pergerakan sepeda motor melalui GPS yang tersedia di smart phonenya, selain itu android smart key 3 in 1 ini juga memiliki fitur yang bisa saja lebih banyak yang dapat membantu konsumen untuk mengakses kendaraan dengan mudah dari jarak yang unlimited.

METODE PENELITIAN

Perancangan dan pembuatan smart key system pada sepeda motor ini secara keseluruhan menggunakan metode reverse engineering, yaitu kegiatan evaluasi sebuah produk yang sudah ada digunakan sebagai dasar untuk mendesain sebuah produk baru lainnya dengan pengembangan pada komponen produk tertentu sehingga hasilnya lebih optimal dari yang sudah ada [7].

Tahap awal perancangan yang dilakukan adalah mengevaluasi sistem smart key sepeda motor dari perkembangannya yang sudah ada. Pada tahap ini dilakukan analisa untuk mengetahui prinsip kerja sistem dan juga kelemahan yang masih dapat dikembangkan lagi. Setelah itu melakukan perancangan android smart key 3 in 1. Sebelum melakukan perancangan android smartkey 3 in 1 pada sepeda motor, maka ditentukan lebih dahulu skema mekanisme sistemnya secara menyeluruh sehingga dapat ditetapkan komponen utama maupun pendukungnya sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 1. Komponen utama dan pendukungnya tersebut dirakit menjadi sebuah sistem yang terpadu yaitu smart key 3 in 1 yang dapat berfungsi guna melakukan monitoring, dan juga mengkontrol sistem kelistrikan termasuk sistem safety-nya.



Gambar 1. Skema Mekanisme Sistem Android Smart Key 3 in 1

Aplikasi android smart key 3 in 1 ini dapat dikendalikan dengan menggunakan smart phone android, dimana smart phone tersebut dihubungkan ke raspberry pi melalui sebuah internet of thing (IOT) atau server cloud (arest.com, mydevice.com, blynk, dan raspberry pi controller) yang memungkinkan untuk smart phone android dapat berkomunikasi dengan raspberry pi dari jarak yang unlimited. Dalam hal ini, raspberry pi dihubungkan ke modem sehingga dapat terhubung ke dengan internet. Kemudian, raspberry pi akan mengirimkan feedback ke dalam IOT dan di teruskan ke smart phone android pemilik kendaraan, demikian sebaliknya smart phone android pemilik kendaraan tersebut akan memberikan perintah kepada sepeda motor untuk menyalakan mesin, memberikan informasi terkait lokasi koordinat saat itu, dan bahkan mematikan mesin melalui IOT atau server cloud yang selanjutnya diteruskan ke raspberry pi, langkah berikutnya dieksekusi oleh relay yang terhubung pada raspberry pi tersebut. Dalam hal ini raspberry pi bertugas sebagai pengolah data untuk mengambil keputusan dalam hal memutuskan atau menghubungkan arus pada kunci kontak dan juga mengatur sistem pengapian starter. Kemudian bila mana jok sepeda motor di buka paksa maka sepeda motor akan mengeluarkan sinyal berbentuk alarm, dimana sistem alarm ini menggunakan limit switch yang ditempatkan pada bagian jok sepeda motor yang akan mengirimkan sinyal ke raspberry pi. Dalam hal ini, bila arus dari accu diputus maka raspberry pi akan mati dan tidak dapat berfungsi, maka perlu disiapkan baterai cadangan agar raspberry pi tetap menyala meskipun arus accu diputus, sehingga pemilik kendaraan dapat selalu memonitor kendaraan lokasi terkini dari kendaraan tersebut berada.

Setelah itu masuk ke tahap pembuatan android smart key 3 in 1, dalam hal ini raspberry pi harus terlebih dahulu dilakukan pengisian software, dan harus dilakukan juga pemrograman mengikuti algoritma yang telah disusun. Raspberry pi memerlukan operating system (windows, linux, mac, unix) yang dapat dijalankan dari SD card pada board raspberry pi yang tidak seperti pada board microcontroller AVR yang selama ini dipakai tanpa operating system. Operating system yang dapat

dipakai pada raspberry pi antara lain: arch linux ARM, debian GNU/linux, gentoo, fedora, free BSD, netBSD, plan 9, inferno, raspbian OS, RISC OS dan slackware linux. Operating system disimpan di SD card dan saat proses boot operating system hanya bisa dilakukan dari SD card. Setelah proses instalasi operating system selesai, maka dilakukan pemasangan GPS ke raspberry pi melalui port USB yang tersedia, selanjutnya dilakukan pemrograman terhadap raspberry pi. Seterusnya raspberry pi dihubungkan ke relay yang berfungsi sebagai aktuator ke sistem lainnya. Kemudian dilakukan uji coba menggunakan smart phone android melalui aplikasi yang terhubung dengan internet yang kemudian akan tersambung pada sistem pengaman raspberry pi melalui modem, kemudian ditekan tombol untuk mengecek indikator menyala, jika menyala maka raspberry pi dan relay telah bekerja dengan baik. Perangkat ini disebut dengan MCU (Monitoring and Control Unit) karena MCU inilah yang mengeksekusi perintah dari smart key yang ada pada smart phone android.

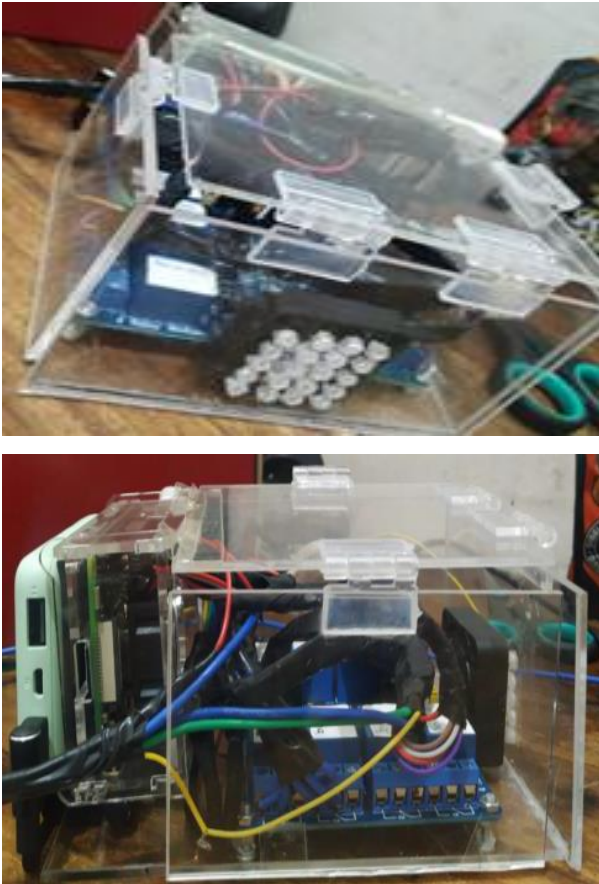
Perakitan MCU dimulai dengan menghubungkan pin general purpose input dan output (GPIO) sesuai program ke masing-masing pin relay, yang kemudian dari relay akan disambungkan ke masing-masing sistem yang dibagi menjadi 3 yaitu sistem kontrol, sistem monitoring, sistem keamanan, dan juga sistem tambahan yaitu indikator sebagai feedback dari raspberry pi bila telah menjalankan perintah, serta juga kipas pendingin otomatis untuk MCU dan raspberry pi. Monitoring dan Control Unit (MCU) merupakan pusat untuk melaksanakan perintah yang diterima dari smart phone android, karena ruang tempat menempatkan MCU terbatas pada ukurannya pada bagasi sepeda motor, maka ukurannya dirancang menyesuaikan ruang yang tersedia pada sepeda motor tersebut. Ruang MCU ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Ruang MCU pada Bagasi Sepeda Motor

Casing MCU memiliki beberapa pertimbangan mengingat bagasi sepeda motor memiliki tempat yang terbatas sebagaimana telah dijelaskan pada gambar sebelumnya, maka perlu dilakukan pengukuran dan proses 3D modeling agar dapat

dengan mudah menentukan bentuk casing dari MCU yang sesuai dengan bagasi sepeda motor, berikut adalah hasil dari desain MCU yang di buat sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. 3D Modelling MCU

Kemudian pada tahap uji coba dilakukan untuk mengetahui semua fitur dan sistem pada android smartkey 3 in 1 telah dapat berfungsi dengan normal dan memenuhi tujuan dibuatnya android smartkey 3 in 1 tersebut. Pengujian ini dilakukan 2 kali yaitu pada saat MCU belum terpasang dan setelah MCU terpasang pada sepeda motor. Pengujian pertama dilakukan untuk memastikan MCU telah dapat berfungsi dengan baik dan siap untuk dilakukan proses pemasangan pada sepeda motor. Kemudian untuk uji coba yang kedua selain untuk mengetahui MCU tetap dapat bekerja dengan baik, tetapi juga untuk mengetahui resistansinya agar pada saat di pakai berkendara sehari-hari tidak terjadi kendala atau kerusakan mendadak. Berikut adalah hasil pengujian MCU pada saat sudah dilakukan pemasangan di dalam bagasi sepeda motor.

Setelah itu dilakukan proses pemasangan MCU pada sepeda motor sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4, dalam hal ini MCU yang di pasang di dalam jok sepeda motor sudah diuji coba, setelah itu limit switch di pasang di dalam jok sepeda motor.

Kemudian relay disambungkan pada pin raspberry pi. Pada modul stepdown dipasang battery (accu) sebagai sumber tenaga dan kemudian disambungkan ke powerbank. Proses uji coba kembali dilakukan pada beberapa kondisi seperti kondisi cuaca panas, kondisi hujan, dan tipe jaringan internet. Jika berhasil sesuai target maka android smart key 3 in 1 dapat bekerja di berbagai situasi selama adanya sinyal pada sepeda motor dan smart phone android proses pengujian dianggap berhasil, tetapi bilamana sistem gagal atau tidak berfungsi meskipun ada sinyal pada sepeda motor dan smart phone android kembali dilakukan evaluasi dari tahap awal perancangan system tersebut. Setelah semua uji coba dilakukan maka ditarik kesimpulan hasil pengujian dan performa smart key 3 in 1 tersebut.



Gambar 4. MCU pada Bagasi Sepeda Motor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian android smart key 3 in 1 pada beberapa fungsi yang dilakukan meliputi monitoring, sistem kontrol dan sistem safety maka dapat ditunjukkan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan termasuk pada berbagai kondisi atau situasi pengujian yang dilakukan.

Pada sistem monitoring, pengujian fuel meter tipe 1 dilakukan dengan cara menguras isi tangki hingga kosong dan melihat indikator fuel level pada android, menambahkan isi tangki secara bertahap dan melihat indikator pada smart phone android bilamana naik seiring dengan pengisian bahan bakarnya atau tidak. Jika tidak maka perlu dilakukan evaluasi lanjutan bila indikator fuel level tidak dapat naik atau turun seiring dengan penambahan atau pengurangan volume tangki bahan bakar.

Tabel 3. Pengujian Sistem Monitoring Fuel Meter Tipe 1 dan Tipe 2

Fuel Meter Tipe 1		Fuel Meter Tipe 2	
Kondisi Tangki	Hasil	Kondisi Tangki	Hasil
Penuh	Pada android smartkey, fuel meter tertera 100 (penuh)	Tangki penuh, kecepatan 10 – 30 km/h, aspal, paving, pasir batuan kecil	Fuel meter pada smartkey tertera 100 dan stabil
Kosong	Pada android smartkey, fuel meter tertera 0 (kosong)	Tangki Penuh, kecepatan 40 – 50 km/h, aspal, paving, pasir batuan kecil	Pada fuel meter ikut berkurang sesuai isi tangki
Naik bertahap	Berfungsi normal, dengan delay sesuai program normal.	Tangki tidak penuh ($\pm 50\%$), kecepatan 10 – 30 km/h, polisi tidur, bebatuan, lubang	Indikator kadang bergerak ± 2 diatas atau dibawah value, (berfungsi baik dan stabil)
Turun bertahap	Berfungsi normal, dengan delay sesuai program normal.	Tangki tidak penuh ($+50\%$), kecepatan 40 – 50 km/h, polisi tidur, bebatuan, lubang	Ada kendala pada medan tidak rata (berfungsi baik namun tidak stabil)

Pengujian berikutnya fuel meter tipe 2 dilakukan secara dinamis yaitu melakukan perjalanan dengan 2 range kecepatan yaitu kecepatan rendah 10 – 30 km/h dan pada kecepatan tinggi 40–50 km/h, serta menjalani beberapa medan, kemudian dilakukan pengecekan indikator fuel pada smartkey kestabuilannya, jika ada problem maka perlu dilakukan perbaikan. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.

Pada sistem kontrol, pengujian dilakukan dengan menekan masing-masing tombol pada smart phone (key button, start engine/callback, seat, pemutus sumber accu) secara berulang sebanyak 5 kali, kemudian bila ditekan maka indikator relay pada MCU akan menyala, tetapi bila indikator relay tidak menyala maka perlu dilakukan evaluasi terhadap relaynya bilamana tidak merespon perintah, dan juga akan dilakukan penghitungan waktu dengan stopwatch bila terdapat delay pada komunikasi smart phone dan raspberry pi. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan 3 kondisi jaringan yaitu pertama menggunakan jaringan hotspot yang sama, dan yang kedua menggunakan jaringan hotspot yang berbeda, dan yang ketiga menggunakan jaringan hotspot yang berbeda tetapi jaringan pada android akan di setting menjadi 3G.

Tabel 4. Pengujian Sistem Kontrol di Luar dan di Dalam

TOMBOL	BERFUNGSI DELAY											
	1 Hotspot				3G				4G			
ON/OFF	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
START ENGINE/ CALLBACK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SEAT / JOK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PEMUTUS SUMBER ACCU	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Keterangan:
 ✓ Berfungsi dengan baik, tidak ada delay
 ✓ Berfungsi dengan baik, ada delay
 ✗ Tidak berfungsi

Pada sistem safety, GPS tracking yaitu melakukan perjalanan dan melihat tampilan di android smart phone bilamana masih dapat mengikuti dan menampilkan lokasi dengan akurat, dan jika tidak dapat mengikuti lokasi maka perlu dilakukan evaluasi permasalahan. Sedangkan untuk sistem alarm yaitu dengan menekan tombol on alarm, dan jika sudah mengaktifkan tombol alarm dan jok dibuka secara paksa maka alarm harusnya sudah berbunyi. Jika alarm tidak berbunyi maka perlu dievaluasi. Kemudian, untuk indikator yaitu dengan menekan tombol secara bergantian dan berulang sebanyak 5 kali, bila tombol ditekan dan motor merespon perintah maka indikator buzzer harus berbunyi dan lampu hazard berkedip sesuai dengan jumlah yang sudah ditentukan. Bilamana terjadi delay antara menekan tombol dan bunyi buzzer maka perlu dilakukan evaluasi permasalahan. Selanjutnya, untuk daya powerbank juga diuji pada kapasitas baterainya karena akan memberikan power ke raspberry pi secara terus menerus. Pengujian ini akan menghasilkan durasi powerbank dapat bertahan memberikan daya secara terus menerus tanpa diberi masukan dalam berbagai kondisi kerja. Pengujian durasi pada proses pengisian powerbank hingga penuh dalam kondisi kerja dan istirahat. Automatic fan di setting dan disesuaikan dengan suhu dalam jok sepeda motor, dan jika kipas tidak dapat berhenti berputar maka batas atas dan batas bawah temperatur kerjanya perlu dinaikan dengan tetap memperhatikan range temperatur kerja raspberry pi. Kemudian dilakukan pencatatan selama 10 kali interval waktu fan menyala dan mati. Pada USB charging dengan pemutus arus otomatis, pada saat kondisi powerbank penuh dan dalam kondisi saklar pemutus arus on (arus dari accu mengalir ke charger modul) dan kabel charger terpasang pada powerbank maka indikator USB charging dipastikan tidak menyala/tidak ada arus yang masuk ke powerbank, dan pada saat kondisi baterai mulai berkurang maka USB akan mengisi powerbank kembali.

Tabel 5. Pengujian Sistem Safety

TOMBOL	BERFUNGSI DELAY														
	1 Hotspot					3G					4G				
Percobaan ke-	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ALARM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
GPS TRACKER	Waktu delay: ✓ 10.7 s - 11.6 s					Waktu delay: ✓ 11.04 s - 13.2 s					Waktu delay: ✓ 10.3 s - 10.09 s				

Keterangan:

✓ Berfungsi dengan baik, tidak ada delay ✓ Berfungsi dengan baik, ada delay ✗ Tidak berfungsi

KESIMPULAN

Pada sistem monitoring terkadang ditemukan adanya delay yang melebihi pengaturan pada node red pada pembacaan volume bahan bakar di dalam tangki hal ini disebabkan aplikasinya yang masih menggunakan server gratis dari blynk sehingga terkadang respon sedikit lambat dalam mengirim data ke servernya, meskipun pada android smart key sudah ditetapkan re-fresh rate 1 second.

Pada sistem kontrol tidak ditemukan adanya kesalahan atau malfungsi, dimana sistem bekerja normal pada beberapa keadaan pengujian. Kekuatan sinyal merupakan kuncinya. Jika sinyal pada salah satu perangkat MCU maupun android smart key lemah atau bahkan tidak ada sinyal sama sekali maka kedua perangkat akan ditemui kesulitan berkomunikasi (delay), maka untuk itu diperlukannya modem/router wifi yang memiliki sinyal kuat, tetapi karna pengujian dilakukan di daerah perkotaan dan memakai provider internet yang kuat maka pada saat menggunakan sinyal 3G pun tidak ada masalah delay yang berarti.

Pada sistem keamanan adanya delay pada pergerakan point GPS tracker, tetapi delay masih dapat dikategorikan wajar karena refresh rate pada node red diatur pada 10 second agar GPS tidak terlalu banyak bergerak pada saat berdiam di suatu tempat dan cenderung lebih stabil. Ketahanan baterai sangat tergantung pada pemakaian. Semakin banyak menekan tombol semakin cepat baterai berkurang/konsumsi daya baterainya lebih besar daripada saat tidak mengoperasikan tombol.

Pada perhitungan secara teori sedikit berbeda dengan yang terjadi di lapangan dikarenakan pada perhitungan analitis menggunakan asumsi bila tombol ditekan dan relay menyala terus menerus, bila tombol tidak ditekan tapi relay menyala, dan bila tidak ada tombol yang ditekan dan relay tidak ada yang menyala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hadari, A., Supriyanto, A., Herpendi, 2021, "Purwarupa Sepeda Motor Pintar dengan Aplikasi Smart Rider Berbasis Android", *Jurnal Sains dan Informatika*, Volume 7, Nomor 1, p.p 77-86.
- [2]. Badan Pusat Statistik, 2022, "Statistik Indonesia 2022.", Katalog 1101001, Direktorat Diseminasi Statistik, p.p 1-780.
- [3]. Mahaputra, I G. A. M. Y., Agung, I G. A. P. R., Jasa, L., 2019, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan GPS Tracker Berbasis Mikrokontroler dan Aplikasi Andrloid", *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 18, No. 3, p.p 361-368.
- [4]. Parwanto, Rohmadi, M., Syar, N. I., 2021, "Kunci Sepeda Motor Dengan RFID RC522 Menggunakan e-SIM dan e-KTP Sebagai Tag Berbasis Mikrokontroler", *Wahana Fisika*, 6(2), p.p 130 - 141.
- [5]. Don, S., Pollo E. D. G, Doo, S.Y., Djahi, H. J., 2019, "Sistem Pengaman Ganda Kendaraan Bermotor Berbasis Arduino", *JME*, Vol. VIII / No. 2, p.p 132 - 137.
- [6]. Tantowi, D., Kurnia, Y., 2020, "Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino", *Jurnal Algor*, Vol. 1 No. 2, pp.9-15.
- [7]. Yugiansyah, D., Amaludin, M P, Muhammad, R., 2017, "Pengaman Pengaktifan Kunci Kontak Motor Berbasis Arduino Mega 2560", *Jurnal Autocracy*, Vol. 4, No.2, p.p 104-114.
- [8]. Putra, Y.P., Edidas, 2020, "Pengembangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Arduino Uno Berbasis Smartphone Android", *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, Vol. 8, No. 1, pp.106-115.