Smart Home Raspberry Pi dengan *Framework Cayenne* Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Tri Aristi Saputri[1)], Budi Sutomo[2)]
Jurusan Teknik Informatika STMIK Dharma Wacana
Jl.Kenanga No.03 Mulyojati 16c Metro Barat Kota Metro Lampung 34125
Telp: (0725) 7850671
e-mail: arhlzty3@yahoo.co.id[1)], budi.atmel@gmail.com[2)]

Abstrak

Dengan meningkatnya kegiatan manusia diluar rumah, menyebabkan seseorang akan mengalami kesulitan berkomunikasi dengan peralatan elektronik yang berada di rumah. Peralalatan elektronik di rumah dapat dikendalikan menggunakan jaringan internet yang disebut dengan smarthome. Smarthome ini menggunakan komputer raspberry pi yang berfungsi sebagai server yang akan menghubungkan antara hardware dan software yang dikontrol melalui website mydevices.com berbasis platform cayenne sebagai interface yang digunakan pengguna untuk memasukkan input dan menghasilkan output.Salah satu platform IoT (Internet of Things) yang sekaligus menjadi server yang mampu menyimpan project dan mendukung berbagai jenis mikrokontroler adalah cayenne. Cayenne ini memiliki interface yang user-friendly serta berbagai macam tipe koneksi dalam menghubungkan antara mikrokontroler dengan platform internet. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah metode waterfall menurut Sommerville.

Kata kunci: *Smarthome, Raspberry Pi, Cayenne, Internet of Things*

1. Pendahuluan

Aktivitas manusia kini semakin meningkat menyebabkan manusia sering meninggalkan rumah, sehingga seseorang akan mengalami kesulitan berkomunikasi atau berinteraksi dengan peralatan elektronik yang ada di rumah. Misalkan saja ketika seseorang berpergian jauh dan pulang larut malam, tentunya ia harus mempersiapkan beberapa hal selama kepergiannya, salah satunya yaitu menyalakan lampu penerangan sebelum berpergian. Hal tersebut tentunya akan menyita waktu dan akan membuang energi listrik dengan sia-sia. Sehingga dapat disimpulkan bahwa komunikasi antara pemilik rumah dengan peralatan elektronik yang berada di sekitar rumah ternyata sangat penting.

Perkembangan teknologi digital yang pesat ikut mendorong perkembangan teknologi komputer. Sekarang ini, banyak perangkat listrik yang bekerja secara terintegrasi dengan sistem komputer. Hal ini tentunya akan sangat membantu pekerjaan manusia dalam mengoperasikan perangkat listrik tersebut. Salah satu penelitian yang sedang berkembang sekarang ini adalah mengenai *smarthome*. Perangkat *smarthome* adalah sebuah perangkat yang memiliki sistem otomatisasi untuk mengendalikan lampu dan suhu, perangkat multimedia untuk memantau dan menghidupkan peralatan elektronik serta beberapa fungsi lainnya.

Smarthome memiliki beberapa manfaat seperti memberikan kenyamanan yang lebih baik, keselamatan dan keamanan yang lebih terjamin, dan menghemat penggunaan energi listrik. Dengan menerapkan perangkat *smarthome* di rumah atau perkantoran, perangkat-perangkat elektronik akan dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengguna juga dapat memantau dan mengendalikan perangkat-perangkat elektronik di dalam rumah dari jarak jauh melalui suatu saluran komunikasi seperti melalui jaringan internet. Penggunaan komputer *raspberry pi* yang berfungsi sebagai *server* yang akan menghubungkan antara *hardware* dan *software* yang dikendalikan menggunakan website *mydevices.com* berbasis *platform cayenne* sebagai interface yang digunakan pengguna untuk memasukkan input dan menghasilkan output.

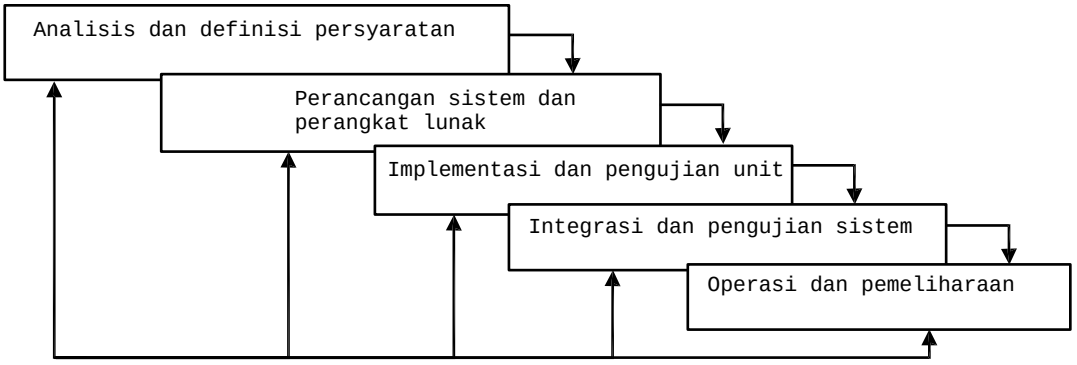
2. Metode Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Studi Literatur. Pengumpulan data dengan cara membaca literatur, jurnal, paper dan sumber bacaan yang mendukung dengan topik penelitian ini. Khususnya buku yang membahas tentang *smarthome, raspberry pi, cayenne, Internet of Things* dan pembangunan perangkat lunak.

2.2 Metode Pembangunan Perangkat Lunak

Metode pembangunan perangkat lunak yang digunakan menggunakan metode *waterfall.*Tahapan dalam metode *Waterfall* menurut *Sommerville* yang digunakan hanya sampai implementasi dan pengujian unit. Proses-proses yang terdapat dalam metode *waterfall* menurut *Sommerville*, diantaranya terdapat pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. *Metode Waterfall Menurut Sommervill*

1. Analisis dan Definisi Persyaratan
   Mengumpulkan kebutuhan informasi secara lengkap dari jurnal ataupun buku yang membahas tentang *smarthome*, *raspberry pi*, website dan *python.* Analisis kebutuhan perangkat keras yang dibutuhkan pada aplikasi ini adalah komputer *raspberry pi, modul relay, power supply,* lampu dan kipas angin, dan untuk analisis kebutuhan perangkat lunak adalah *python* dan website.
2. Perancangan Sistem dan Perangkat Lunak
   Melakukan perancangan sistem yang akan dibangun menggunakan UML, yaitu *use-case* diagram dan *activity* diagram. Sistem ini akan menggabungkan rangkaian listrik pada peralatan elektronik dan jaringan internet menjadi satu kesatuan dalam fungsi pengendaliannya.Pengguna dapat mengendalikannya dengan menyalakan dan mematikan peralatan elektronik, serta dapat mencegah terjadinya konsleting listrik. Sistem ini dikendalikan dengan *python* yang ada di *raspberry pi* yang terkoneksi internet, serta website untuk *interface* pengendalian peralatan elektronik bagi pengguna.
3. Implementasi dan Pengujian Unit
   Bentuk dari implementasi dari sistem berupa penulisan program dilakukan pada komputer *raspberry pi* menggunakan bahasa *python* dan perintah yang ada pada sistem operasi *raspbian,* serta penulisan program websitemenggunakan HTML. Setelah *python* dibuat perlu dilakukan pengujian beberapa unit yang terdapat dalam sistem tersebut menggunakan pengujian *blackbox.* Dengan mengajukan pertanyaan berdasarkan fungsionalitas sistem yang dibuat. Secara fungsionalitas sudah sesuai, tetapi secara proses masih mengalami kesalahan.

Smarthome dapat dikatakan sebagai ekstensi perumahan dari "otomatis bangunan/*building automation*". Hal ini berhubungan dengan kegiatan dan pekerjaan di rumah yang otomatis terlaksana. *Smarthome* mungkin termasuk *control* yang terpusat pada pencahayaan, HVAC (pemanas, ventilasi dan AC), peralatan, dan sistem lainnya, untuk memberikan kenyamanan, keamanan, efisiensi energi dan kemudahan yang lebih baik.Sebuah sistem otomatisasi rumah mampu mengintegrasikan perangkat listrik di rumah dengan satu

sama lainnya. Teknik-teknik yang digunakan dalam *smarthome* termasuk yang diotomatisasi bangunan dengan pengendalian kegiatan domestic seperti sistemhiburan rumah, *houseplant* dan penyiraman halaman dan lainya.

Perangkat dapat dihubungkan melalui jaringan komputer untuk memungkinkan *control* dengan komputer pribadi dan memungkinkan akses *remote* dari internet. Melalui integrasi teknologi informasi dengan lingkungan rumah, sistem dan peralatan dapat berkomunikasi secara terpadu yang menghasilkan kenyamanan, efisiensi energi dan manfaat keselamatan.

Jaringan Internet adalah gabungan jaringan-jaringan komputer di seluruh dunia dan merupakan rangkaian komputer terbesar di dunia yang memungkinkan komunikasi data antar komputer yang terhubung ke jaringan tersebut. Internet awalnya merupakan suatu rencana dari Departemen Pertahanan Amerika Serikat (*USDepartmentofDefense*) pada sekitar tahun 1960. Dimulai dari suatu proyek yang dinamakan ARPANET atau *Advanced Research Project Agency Network*. Beberapa universitas di Amerika Serikat diantaranya *UCLA, Stanford, UC Santa Barbara* dan *University of Utah*, diminta bantuan dalam mengerjakan proyek ini dan awalnya telah berhasil menghubungkan empat komputer di lokasi universitas berbeda tersebut.

Tahun 1985, Internet Modern memperoleh dukungan ketika *National Science foundation* membentuk NSFNET, menghubungkan lima pusat superkomputerdi *Princeton University, Pittsburgh,University of California*di *San Diego, University of Illinois di Urbana-Champaign,* dan *Universitas Cornell*. Beberapa jaringan regional segera dikembangkan. Akhirnya, pemerintah memindahkan bagian-bagian ARPANET untuk NSFNET.

Raspberry Pi adalah komputer berukuran kartu kredit yang dihubungkan ke TV dan keyboard. Ini adalah komputer kecil yang mumpuni yang dapat digunakan dalam proyek elektronik, dan untuk banyak hal yang dilakukan PC desktop seperti spreadsheet, pengolah kata, browsing internet, dan permainan. Ini juga memainkan video berkualitas tinggi. *Raspberry Pi* dapat digunakan oleh orang dewasa dan anak-anak di seluruh dunia untuk belajar pemrograman dan pembuatan digital.

Ide dibalik sebuah komputer kecil dan murah untuk anak-anak muncul pada 2006, ketika Eben Upton dan rekan-rekannya di *University of Laboratorium Computer Cambridge*, termasuk Rob Mullins, Jack Lang dan Alan Mycroft, khawatir tentang penurunan tahun ke tahun tingkat keterampilan siswa Tingkat A yang menerapkan Ilmu Komputer pada setiap tahun akademik. Pada 1990-an dimana sebagian besar anak-anak menerapkan hobi mereka sebagai programmer, tetapi pemandangan di tahun 2000-an sangat berbeda. Kebanyakan dari mereka hanya mempunyai keterampilan mendesain sebuah web. Dari 2006 hingga 2008, Eben merancang beberapa versi dari apa yang sekarang telah menjadi *Raspberry Pi.*

Python adalah bahasan pemrograman *interpretatif* multiguna. Tidak seperti bahasa lain yang susah untuk dibaca dan dipahami, Python lebih menekankan pada keterbacaan kode agar lebih mudah untuk memahami sintaks. Hal ini membuat Python sangat mudah dipelajari baik untuk pemula maupun untuk yang sudah menguasai bahasa pemrograman lain. Bahasa ini muncul pertama kali pada tahun 1991, dirancang oleh seseorang bernama Guido van Rossum. Sampai saat ini Python masih dikembangkan oleh Python Software Foundation. Bahasa python mendukung hampir semua sistem operasi, bahkan untuk sistem operasi Linux, hampir semua distronya sudah menyertakan Python di dalamnya.

Merupakan platform pengembangan dengan sistem dragand-drop milik myDevices yang menyediakan akses untuk fitur-fitur Arduino saat akan digunakan menjadi *board Internet of Things* alternatif. Pengguna dapat memanfaatkan berbagai macam *shield* untuk digunakan sebagai platform IoT dengan pengaturan cukup mudah, termasuk di dalamnya Wifi, BLE, IR, NFC, dan lain sebagainya. *Platform* yang dibangun dengan tujuan mempermudah pembangunan ekosistem IoT ini, menyediakan set alat yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan data yang diperoleh dari sensor, maupun mengendalikan aktuator yang terhubung dengan layanan, melalui *web dashboard* ataupun aplikasi *mobile*. Hal tersebut sangat dimungkinkan karena Cayenne menawarkan layanan *cloud* yang dapat terkoneksi dengan berbagai macam jenis arduino dengan variasi *shield*-nya yang

sangat banyak. Selain itu, sebagai fitur unggulan *Cayenne* menawarkan kemudahan dalam mengatur, melakukan konfigurasi, dan integrasi dengan hanya menggunakan metode drag-and-drop untuk papan pengelolanya. Platform IoT project builder ini juga menyediakan berbagai macam sketch untuk Arduino IDE yang dapat digunakan dengan mudah dan aman dalam menghubungkan platform tersebut dengan perangkat Arduino. Selain itu, platform ini dapat digunakan untuk membangun peringatan dan pemicu antara dua platform board yang akan digunakan. Pada *Platform* pengembangan ekosistem IoT ini juga diberikan kemudahan untuk membuat widget baru untuk sensor ataupun aktuator yang terkoneksi dengan layanan.

Kehadiran internet di tengah peradaban manusia telah mengubah banyak aspek dalam perilaku manusia, baik dalam berinteraksi, berkomunikasi, bersosial dan berbudaya. Internet sudah ada sejak lama, bahkan mungkin sudah mengenal dan menikmati kecanggihan internet tanpa tahu darimana internet bermula dan bagaimana internet bekerja. Kehadiran internet sebagai penghubung antar manusia telah mengubah dunia dan membentuk budaya baru. Internet tidak lagi hanya menghubungkan antar manusia, tapi menghubungkan antar benda apapun yang dapat terhubung. Era baru internet sekarang telah hadir, yaitu *Internet of Things* atau yang lebih akrab disingkat IoT. *Internet of Things* adalah jaringan dari benda-benda yang saling terhubung satu sama lain melalui internet. Akan sangat mudah mengatakan bahwa *smartphone* yang bertebaran saat ini merupakan perangkat IoT. *Smartphone* sudah memiliki kemampuan untuk terkoneksi dengan internet, dan rata-rata dilengkapi dengan beberapa sensor seperti layar sentuh, sensor cahaya, akselerometer, gyroskop, dan kompas. Akan tetapi satu hal yang terpenting dalam IoT, bahwa sensor-sensor ini harus dapat berkomunikasi dengan perangkat lain, dan ini yang tidak kita temukan pada smartphone terkecuali kita memasang aplikasi yang membuatnya melakukan hal tersebut. Dengan perkembangan teknologi mikrokontroler dan juga koneksi internet yang semakin mudah dijangkau, IoT akan menjadi tren dan budaya baru yang akan mengubah kehidupan manusia. Dimulai pada awal tahun 90-an orang- orang mulai memperbincangkan tentang teknologi Internet of Things. Mark Weiser pada tahun 1991 menerbitkan paper tentang ubiquitous computing dengan judul "The Computer of the 21st Century" yang menjelaskan tentang visi kontemporer terkait hal ini. Kemudian pada tahun 2009, muncul istilah Internet of Things yang disingkat IoT. Istilah ini diperkenalkan oleh Kevin Ashton, seorang entrepreneur yang fokus pada teknologi asal UK. Kevin adalah salah satu cofounder dari Auto-ID Center, perusahaan yang menemukan sistem global untuk RFID (Radio Frequency Identification). Ia menggunakan istilah Internet of Things sebagai judul presentasinya di depan perusahaan penyedia produk harian dari Amerika, Procter & Gamble (P&G). Ia menjelaskan IoT sebagai sistem dimana benda-benda fisik terhubung ke internet melalui sensor yang ada di mana- mana. Dalam artikelnya tersebut, Kevin Asthon (2009) menyebutkan: “Hari ini komputer dan internet hampir sepenuhnya tergantung kepada manusia. Hampir semua dari sekitar 50 petabyte (1,024 terabyte) dari data yang tersedia di internet diciptakan oleh manusia yang mengetik, merekam, memotret, atau membaca barcode. Tetapi masalahnya, manusia memiliki keterbatasan waktu, ketelitian, dan ketepatan, yang semuanya berarti mereka tidak pandai memperoleh data tentang hal-hal di dunia nyata. Ini adalah suatu masalah besar. Kita adalah benda fisik, begitu pula dengan lingkungan kita. Ide dan informasi sangat penting.

Namun, teknologi informasi saat ini sangat bergantung pada data yang berasal dari manusia. Jika kita memiliki komputer yang tahu segala sesuatu, yang bisa mengolah datanya sendiri tanpa bantuan manusia, kita akan bisa melacak dan menghitung segala sesuatu, dan akan sangat mengurangi kerugian biaya. Kita akan tahu kapan suatu hal perlu diganti, diperbaiki, atau diingatkan, dan apakah mereka masih baru atau sudah usang. Internet of things memiliki potensi untuk mengubah dunia, seperti yang telah dilakukan oleh internet. Bahkan lebih dari pada itu.” Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa internet of things dimulai dengan membuat suatu koneksi antara mesin dengan mesin, sehingga mesin - mesin tersebut dapat berinteraksi dan dapat bekerja secara independen sesuai dengan data yang diperoleh dan

diolah secara mandiri. Tujuannya adalah untuk membuat manusia berinteraksi dengan benda lebih mudah, bahkan supaya benda juga bisa berkomunikasi dengan benda yang lain.

Cara kerja dari internet of things cukup mudah. Setiap benda harus memiliki sebuah IP Address. IP Address adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama. Selanjutnya, IP address dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet. Saat ini, koneksi internet sudah sangat mudah kita dapatkan. Dengan demikian, kita dapat memantau benda tersebut bahkan memberi perintah kepada benda tersebut. Setelah benda memiliki IP address dan terkoneksi dengan internet, pada benda tersebut juga dipasang sebuah sensor. Sensor pada benda memungkinkan benda tersebut memperoleh informasi yang dibutuhkan. Setelah memperoleh informasi, benda tersebut dapat mengolah informasi itu sendiri, bahkan berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki IP address dan terkoneksi dengan internet juga. Akan terjadi pertukaran informasi dalam komunikasi antara benda - benda tersebut. Setelah pengolahan informasi selesai, benda tersebut dapat bekerja dengan sendiri, atau bahkan memerintahkan benda lain untuk ikut bekerja.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Masalah

Pembangunan *smarthome* ini menggunakan *raspberry pi*, jaringan internet dan *website* yang merupakan suatu mekanisme yang dirancang sedemikian rupa dan digunakan hanya untuk mengendalikan peralatan elektronik di rumah. Adapun berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat permasalahan yang terjadi sehingga dibuatnya sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Kurangnya kenyamanan pemilik rumah ketika ditinggal bepergian dalam jangka waktu yang tidak tentu.
2. Terbatasnya jarak untuk mengendalikan peralatan elektronik dari jarak tertentu.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu solusi untuk menangani permasalahan yang sedang terjadi yaitu dibutuhkan suatu sistem *smarthome* yang bertujuan untuk:

a. Memberi kenyamanan kepada pemilik rumah ketika ditinggal bepergian dalam jangka waktu yang tidak tentu.
b. Memudahkan dalam mengendalian peralatan elektronik di rumah dari jarak jauh melalui website *mydevices.com* berbasis *platform cayenne* sebagai interface yang digunakan pengguna untuk memasukkan input dan menghasilkan output.

3.2. Analisis Sistem

Pembangunan *smarthome* adalah sistem yang digunakan untuk mengendalikan peralatan elektronik pada rumah. Sistem ini akan menggabungkan rangkaian listrik pada peralatan elektronik dan jaringan internet yang digabungkan dengan komputer *raspberry pi*. Dengan pembangunan sistem ini pengguna tidak harus mengendalikan lampu ataupun kipas angin dengan datang ke tempat pusat pengendalian lampu ataupun kipas angin serta peralatan elektronik lainnya saat ditinggal pergi. Pengguna dapat mengendalikan penggunaan peralatan elektronik lainnya yang dikendalikan oleh komputer *raspberry pi* yang dihubungkan menggunakan website *mydevices.com* berbasis *platform cayenne.*

Berikut analisis sistem yang ada pada sistem *smarthome* ini :

1. Menyalakan dan mematikan peralatan terkoneksi di rumah dengan menekan tombol aktuator pada *cayenne*.
2. *Smarthome* dikendalikan melalui jaringan internet menggunakan computer *raspberry pi.*
3. Platform cayenne akan menampilkan status peralatan elektronik *ON-OFF* ketika dinyalakan dan dimatikan sebagai pemantauan oleh pemilik rumah.

3.3. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan digunakan berdasarkan kebutuhan minimal yang harus terpenuhi yaitu:

a. Perangkat Keras *Raspberry Pi*

Sistem ini membutuhkan perangkat keras *raspberry pi* sebagai alat pemrosesan antara perangkat *input* dan *output*. Spesifikasi perangkat keras *raspberry pi* ditunjukan pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Keras *Raspberry Pi*

Perangkat	Spesifiksi
Komputer	*Raspberry Pi 3 Model B*
System-ON-Chip (SoC)	*Broadcom BCM2837*
CPU	*4× ARM Cortex-A53, 1.2GHz*
GPU	*Broadcom VideoCore IV*
RAM	*1GB LPDDR2 (900 MHz)*
Networking	*10/100 Ethernet, 2.4GHz 802.11n wireless*
Bluetooth	*Bluetooth 4.1 Classic, Bluetooth Low Energy*
Storage	*microSD*
GPIO	*40-pin header, populated*
Ports	*HDMI, 3.5mm analogue audio-video jack, 4× USB 2.0 Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Seria Interface (DSI)*

b. Perangkat Keras Tambahan

Spesifikasi pada perangkat keras tambahan yang digunakan. Kebutuhan perangkat keras tambahan ditunjukkan pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat Keras Tambahan

Perangkat Keras	Spesifikasi
Power Supply Komputer	*Power Supply 220 V*
Relay	*6 channel*
Lampu	*AC 220Volt*

3.4 Implementasi

3.4.1 Hasil Tampilan

User dapat melihat tampilan beberapa tombol actuator pada cayenne yang dapat mengoperasikan penggunaan lampu di setiap ruangan. Gambar 2 berikut merupakan Tampilan halaman utama:

Gambar 2. Tampilan Utama Cayenne

3.5. Skenario Penggunaan Cayenne

Untuk penjelasan lebih lanjut mengenai skenario penggunaan aplikasi smarthome menggunakan raspberry pi dengan framework cayenee dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Skenario Penggunaan Cayenne

No	Fungsi	Keterangan
1.	Menyalakan dan mematikan lampu ruang tamu	Button *ON* menyalakan lampu ruang tamu Button *OFF* mematikan lampu ruang tamu
2.	Menyalakan dan mematikan lampu kamar utama	Button *ON* menyalakan lampu kamar utama Button *OFF* mematikan lampu kamar utama
3.	Menyalakan dan mematikan lampu kamar anak	Button *ON* menyalakan lampu kamar anak Button *OFF* mematikan lampu kamar anak
4.	Menyalakan dan mematikan lampu teras	Button *ON* menyalakan lampu teras Button *OFF* mematikan lampu teras
5	Menyalakan dan mematikan lampu ruang keluarga	Button *ON* menyalakan lampu ruang keluarga
6.	Menyalakan dan mematikan lampu dapur	Button *ON* menyalakan lampu dapur Button *OFF* mematikan lampu dapur

4. Simpulan

4.1. Simpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan dalam penyusunan penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1.Penggunaan komputer *raspberry pi* sangat efisien untuk pengendalian peralatan elektronik dari jarak jauh.

2.Pada penelitian ini, jumlah lampu yang dikendalikan bisa ditambah hingga 26 lampu.

3.Untuk penerapan *smarthome* menggunakan komputer *raspberry pi* sangat tepat, dikarenakan sesuai dengan kebutuhan sistem yang bertujuan untuk pengendalian peralatan elektronik di rumah.

4.2. Saran

Agar penelitian tentang *smarthome* ini dapat dikembangkan lagi tidak hanya pengendalian peralatan listrik saja melainkan mencakup keamanan rumah dan lain sebagainya.

Daftar Pustaka

[1] Home Automation, Golden Solution, [Online]. Available: http://www.homeautomation.co.id. [Accessed 12 Juni 2017]. 2017.
[2] I. Sommerville, Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak), Jakarta: Erlangga. 2003.
[3] NESABA MEDIA. [Online]. Available: http://www.nesabamedia.com/. [Accessed 06 12 2017]. 2017.
[4] R. P. Foundation, Raspberry Pi, Raspberry Pi, [Online]. Available: http://www.raspberrypi.org/. 2017.
[5] R. S and S. M, Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat (Terstruktur dan Berorientasi Objek). Bandung: Modula. 2011.
[6] Teknik Elektronika. [Online]. Available: http://teknikelektronika.com/. [Accessed 06 12 2017]. 2017.
[7] The MagPi Magazine, The offical Raspberry Pi magazine, 2016. [Online]. Available: https://www.raspberrypi.org/magpi/raspberry-pi-3-specs-benchmarks/. [Accessed 3 November 2017].
[8] Artono, Budi. *LED Control system with cayenne framework for the Internet of Things (IoT)*. JEECAE. 2017; vol 2(no 1).