

LED control system with cayenne framework for the Internet of Things (IoT)

Budi Artono

Teknik Komputer Kontrol
Politeknik Negeri Madiun
Madiun, Indonesia
budiartono@pnm.ac.id

Fredy Susanto

Teknik Komputer Kontrol
Politeknik Negeri Madiun
Madiun, Indonesia
fredy@pnm.ac.id

Abstrak— Internet (*interconnected-networking*) ialah rangkaian komputer yang terhubung secara global di dalam beberapa rangkaian dan menggunakan TCP/IP sebagai protokol pertukaran paket (*packet switching communication protocol*). Internet seperti benang-benang maya yang menghubungkan satu dengan yang lain, meneruskan data dan menyampaikan data dari satu titik ke titik lain. Internet tidak lagi hanya untuk menghubungkan antar manusia tapi juga menghubungkan antar benda apapun yang dapat terhubung. *Cayenne* merupakan salah satu *platform* IoT (*Internet of Things*) sekaligus sebagai server yang mampu menyimpan project serta mendukung berbagai jenis mikrokontroler, memiliki *interface* yang *user-friendly* dan mempunyai berbagai macam tipe koneksi dalam menghubungkan antara mikrokontroler dengan *platform* internet. Dalam penelitian ini dikembangkan skema untuk kontrol perangkat elektronik melalui internet dengan berbasis web dan mobile. Pengendalian perangkat elektronik berupa lampu LED menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan memanfaatkan *platform* IoT *Cayenne*. Hasil dari perancangan adalah sistem kontrol lampu LED yang dapat dikendalikan melalui *platform* IoT *Cayenne*. Desain arsitektur dan desain skenario diusulkan sebagai pedoman bagi penelitian selanjutnya.

Kata kunci— LED control system; Arduino; Internet of Things; Cayenne.

I. PENDAHULUAN

Zaman yang serba modern, perkembangan teknologi di kalangan perangkat elektronik semakin pesat dan manusia semakin termudahkan oleh adanya teknologi tersebut. Mikrokontroler adalah salah satu produk dari perkembangan elektronika. Mikrokontroler adalah perangkat yang mampu di program sesuai dengan keinginan. Harga yang murah dan mudah dalam memprogram merupakan keunggulan dari mikrokontroler. Mudah dikarenakan menggunakan bahasa pemrograman yang familiar dengan bahasa sehari-hari.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat membawa perubahan terhadap pola pikir manusia. Manusia butuh sesuatu device yang dapat mengontrol berbagai hal untuk membantu pekerjaannya dalam kehidupan sehari - sehari. Selama ini masyarakat mengendalikan sesuatu dari jarak jauh dengan menggunakan remote control yang berbasis *infrared* atau dengan saklar yang melalui kabel dan itu dibatasi oleh

jarak terhadap jangkauannya. Agar cakupan jarak semakin luas dan mudah salah satu solusinya adalah dengan menggunakan jaringan internet yang penggunaannya sudah semakin luas dan fleksibel. Permasalahan lain untuk kendali perangkat jarak jauh adalah mahal dan rumitnya skema pengendalian tersebut (Dhit:2010) [2].

Internet memungkinkan untuk digunakan sebagai *device* kontrol yang mampu untuk melakukan kontrol terhadap perangkat dari jarak jauh bahkan lintas negara ataupun lintas benua selama masih saling terhubung dengan relatif murah dan mudah. Sebuah trend yang baru di kalangan penggemar teknologi dan elektronika dengan sebutan *Internet of Things* (IoT).

Kolaborasi antara peralatan elektronika dan jaringan internet membutuhkan *interface* atau *platform* agar bisa terhubung dengan baik. *Cayenne* merupakan salah satu *platform* IoT (*Internet of Things*) sekaligus sebagai server yang mampu menyimpan *project* yang sedang dibuat. *Cayenne* mendukung berbagai jenis mikrokontroler seperti Raspberry, Arduino, dan lain-lain. *Cayenne* memiliki *interface* yang *user-friendly* dan mempunyai berbagai macam tipe koneksi dalam menghubungkan antara mikrokontroler dengan *platform* internet. Selain berbagai kelebihan tersebut, masih ada fitur yang membuat *Cayenne* lebih *user-friendly* yaitu adanya aplikasi berbasis smartphone dengan OS Android, IOS, maupun Windows Phone sehingga lebih memudahkan dalam membuat berbagai macam perangkat elektronik dengan kendali jarak jauh melalui internet, atau *Internet of Things* (IoT).

Penelitian terdahulu telah membuat web server yang berfungsi untuk mengontrol peralatan rumah tangga berdasarkan protokol Zigbee berkomunikasi secara online lewat sebuah web server yang dinamakan Boa. Web server ini berukuran 60KB dan berjalan secara *embedded* di mikroprosessor 009 [1]. Kemudian Penelitian tentang pengontrolan peralatan listrik rumah dengan mode otomatis dalam menangani kondisi lampu dengan jarak jauh via wifi dan mode manual yang menggunakan saklar sebagai kendali lampu telah dilakukan [2]. Penelitian berjudul penerapan *internet of things* (IoT) dalam pembelajaran di Unisnu Jepara

didapatkan hasil bahwa sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dapat digunakan untuk mengontrol lampu LED secara otomatis menggunakan web [3].

II. METODOLOGI

A. *Internet of Things*

Kehadiran internet di tengah-tengah peradaban manusia, telah mengubah banyak aspek dalam perilaku manusia, baik dalam berinteraksi, berkomunikasi, bersosial dan berbudaya. Internet mengubah dunia. Internet sudah ada sejak lama. Kita bahkan mungkin sudah mengenal dan menikmati kecanggihan internet tanpa kita tahu darimana internet bermula dan bagaimana internet bekerja. Kehadiran internet sebagai penghubung antar manusia telah mengubah dunia dan membentuk budaya baru. Dan sekali lagi, perubahan dunia akan terjadi. Internet tidak lagi hanya menghubungkan antar manusia, tapi menghubungkan antar benda apapun yang dapat terhubung. Era baru internet sudah hadir, *Internet of Things* atau lebih akrab disingkat IoT.

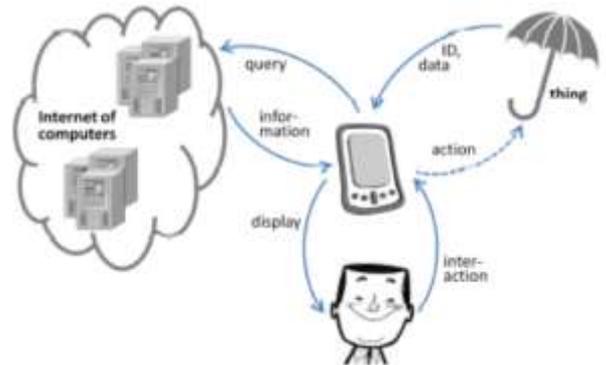
Internet of Things adalah jaringan dari benda-benda yang saling terhubung satu sama lain melalui internet, Akan sangat mudah mengatakan bahwa smartphone yang bertebaran saat ini merupakan perangkat IoT. Smartphone sudah memiliki kemampuan untuk terkoneksi dengan internet, dan rata-rata sudah dilengkapi 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 [4]. 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 [5].

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." [6]

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.



Gambar 1. Smartphone sebagai mediator orang, benda dan internet [6]

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-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.

B. Cayenne

Merupakan *platform* pengembangan dengan sistem *drag-and-drop* milik *myDevices*, *Cayenne* 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 pemacu 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.



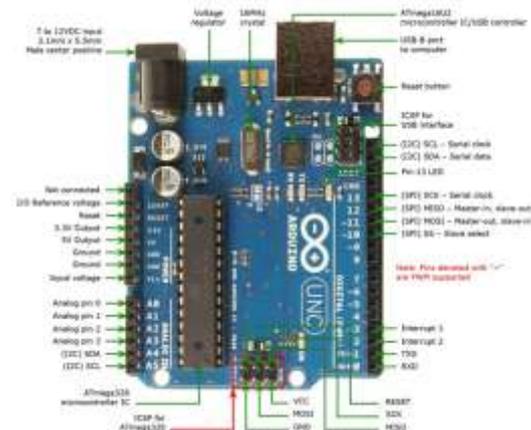
Gambar 2. Tampilan pada web *Cayenne.mydevice*

C. Arduino

Arduino UNO adalah pengendali *single board* yang bersifat *Open Source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino UNO berupa modul elektronik *open source* berbasis mikrokontroler Atmel AVR Atmega328. Arduino dirancang untuk memudahkan dalam perancangan *prototipe hardware* elektronik. Modul ini memiliki 14 pin digital

input/output, 6 analog input, dan 5 volt power input yang dapat disediakan melalui power supply eksternal maupun konektor USB yang telah disediakan. Selain itu terdapat sebuah tombol *reset* yang dapat digunakan untuk menjalankan program yang telah di-*upload* kedalam *chip* dari awal. Masing-masing pin digital dapat berfungsi sebagai input atau output, tergantung kebutuhan pengguna yang dapat dipilih melalui *coding* program. Terdapat beberapa versi Arduino UNO, Arduino UNO Rev. 3 adalah versi yang dirilis pada tahun 2012. Arduino UNO dapat diprogram menggunakan software Arduino *Sketch* dengan menggunakan bahasa pemrograman C.

Arduino tidak perlu perangkat *chip* programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port Serial dapat menggunakan port USB yang memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada *Board* Arduino. Input dan Output berupa digital dan analog yang menghubungkan Arduino dengan komponen atau rangkaian digital dan analog pada pin-pin yang sudah disediakan pada arduino.

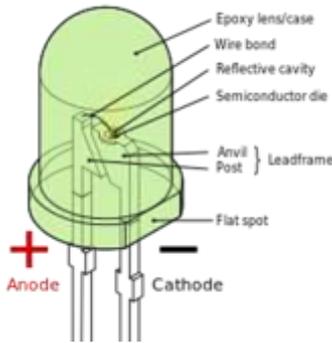


Gambar 3. Arduino UNO

D. LED (Light Emitting Diode)

LED (*Light Emitting Diode*) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). LED (*Light Emitting Diode*) merupakan salah satu jenis dioda, sehingga hanya akan mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan listrik dengan konfigurasi *forward bias*. Berbeda dengan dioda pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED (*Light Emitting Diode*) cukup rendah yaitu maksimal 20 mA. Apabila LED (*Light Emitting Diode*) dialiri arus lebih besar dari 20 mA maka LED akan rusak, sehingga pada rangkaian LED dipasang sebuah resistor sebagai pembatas arus. LED memiliki kaki 2 buah seperti dengan dioda yaitu kaki anoda dan kaki katoda. Pemasangan LED (*Light Emitting Diode*) agar dapat menyala adalah

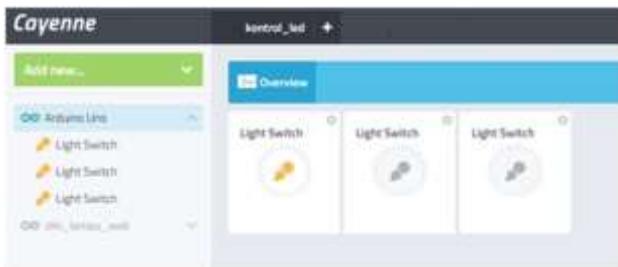
dengan memberikan tegangan bias maju yaitu dengan memberikan tegangan positif ke kaki anoda dan tegangan negatif ke kaki katoda.



Gambar 4. LED (Light Emitting Diode)

III. HASIL DAN ANALISA

Dalam uji coba, mikrokontroler arduino uno dihubungkan dengan platform IoT yaitu *cayenne* melalui koneksi wifi. Kontrol terhadap 3 buah LED dilakukan dengan menggunakan *smartphone* atau dapat juga dengan menggunakan web browser. Skema rangkaian untuk kontrol LED ini adalah dengan memanfaatkan Arduino uno pin 1, pin 2, dan pin 3 yang terhubung dengan lampu LED tanpa menambahkan suatu modul tambahan pada mikrokontroler arduino uno. Ini dapat dilakukan hanya dengan melakukan setting IP PC yg dihubungkan pada *smartphone* dan melakukan setting mikrokontroler arduino uno lewat pin mana yang akan dikontrol.



Gambar 5. Tampilan pada web Cayenne.mydevice

Pada percobaan 3 buah lampu LED diakses melalui *cayenne* sebagai board Internet of Things. Proses pertama yang harus dilakukan adalah masuk ke web *cayenne.mydevice*. Pada menu *dashboard* akan ditentukan type Arduino yang nantinya akan dipakai. Selanjutnya memilih dan menentukan jenis komponen yang akan dipakai sebagai input dan output dari kontrol LED yang akan dibuat. Setelah selesai project akan menampilkan *source code* untuk kemudian dapat dicopy dan di *compile* ke dalam pemrograman pada Arduino Uno.

Kemudian untuk dapat mengkoneksikan perlu dilakukan setting IP PC yang harus disesuaikan dengan *port com* yang digunakan pada PC dengan *port com* pada Arduino uno. Setelah dilakukan setting untuk koneksi dengan arduino uno maka bisa dilakukan kontrol terhadap LED melalui *dashboard*



Gambar 6. Led 1 menyala

cayenne sesuai dengan tampilan web pada Gambar 5 dan pada Gambar 6, dari gambar 6 ditampilkan bahwa *Light Switch 1* berwarna kuning ini menunjukkan bahwa LED dalam kondisi aktif (menyala).

Selanjutnya ketika pada *light switch 1* dan *light switch 2* ditekan (berwarna kuning) maka tampilan pada LED secara *hardware* ditampilkan bahwa LED 1 dan LED 2 menyala sesuai dengan Gambar 7 dan Gambar 8. Berikutnya ketika pada *light switch 1*, *switch 2* dan *switch 3* ditekan (berwarna kuning) maka tampilan secara *hardware* pada LED 1, LED 2 dan LED 3 menyala sesuai dengan Gambar 9 dan Gambar 10.

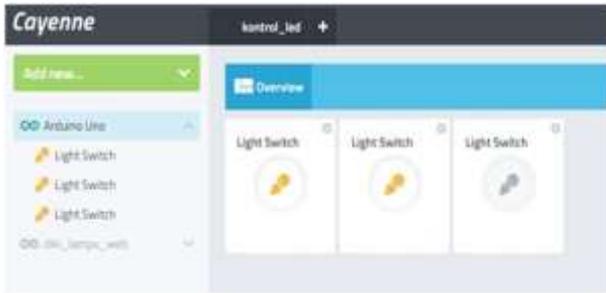
Pada penelitian ini dilakukan percobaan terhadap kontrol LED dengan *cayenne* sebanyak 10 kali percobaan dengan kondisi masing – masing berbeda. Dari percobaan muncul koneksi internet memberikan pengaruh terhadap kontrol lewat *cayenne* dari 10 kali percobaan terdapat 2 kali koneksi yang putus terhadap jaringan wifi, akses internet (*dashboard cayenne*). Gambar.11 menunjukkan koneksi yang gagal atau terputus. Pada Table.1 ditunjukkan hasil dari 10 kali percobaan yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Pengujian

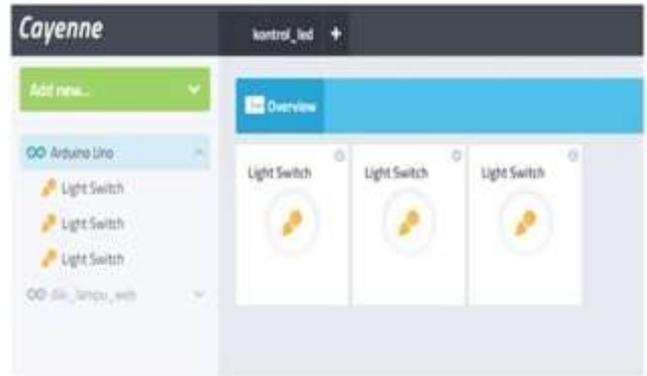
	Skenario Pengujian			Hasil Output LED			Status Koneksi Wifi
	Switch 1	Switch 2	Switch 3	LED 1	LED 2	LED 3	
1	Ditekan	-	-	Nyala	Mati	Mati	Terkoneksi
2	-	Ditekan	-	Mati	Nyala	Mati	Terkoneksi
3	-	Ditekan	-	Mati	Mati	Mati	Terputus
4	-	-	Ditekan	Mati	Mati	Nyala	Terkoneksi
5	Ditekan	Ditekan	-	Nyala	Nyala	Mati	Terkoneksi
6	Ditekan	-	-	Mati	Mati	Mati	Terputus
7	Ditekan	-	Ditekan	Nyala	Mati	Nyala	Terkoneksi
8	-	Ditekan	Ditekan	Mati	Nyala	Nyala	Terkoneksi
9	-	-	-	Mati	Mati	Mati	Terkoneksi

Dari Tabel 1. data hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa dari 10 kali percobaan yang telah dilakukan terdapat 2 kali percobaan gagal kontrol terhadap LED

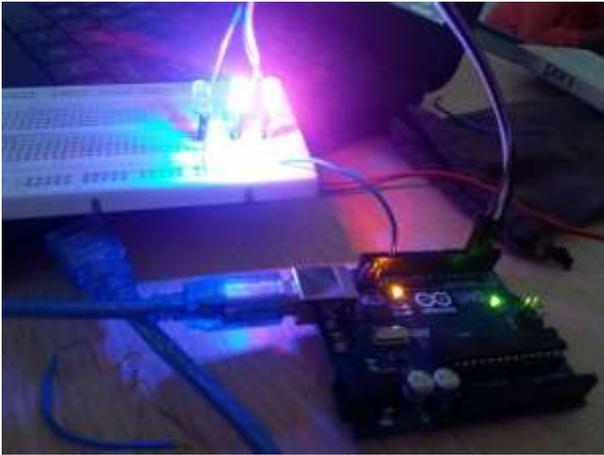
dikarenakan terjadi putus koneksi pada jaringan wifi yang dipakai.



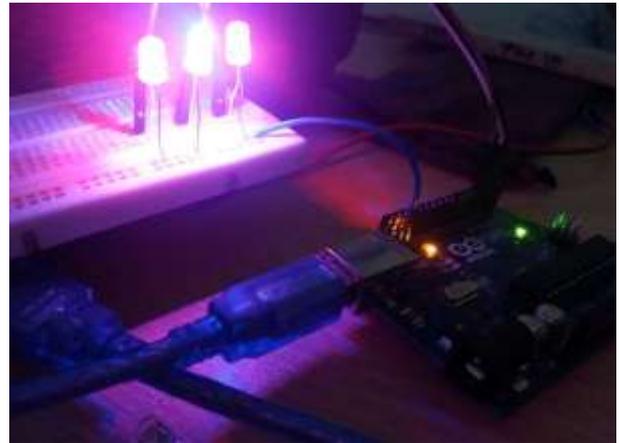
Gambar 7. Tampilan pada web Cayenne.mydevice



Gambar 9. Tampilan pada web Cayenne.mydevice



Gambar 8. Led 1 dan led 2 menyala

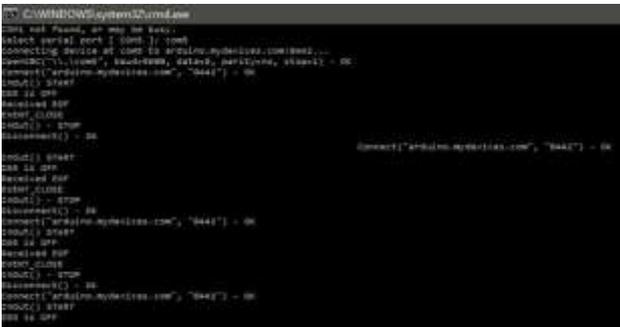


Gambar 10. Led 1 dan led 2 menyala

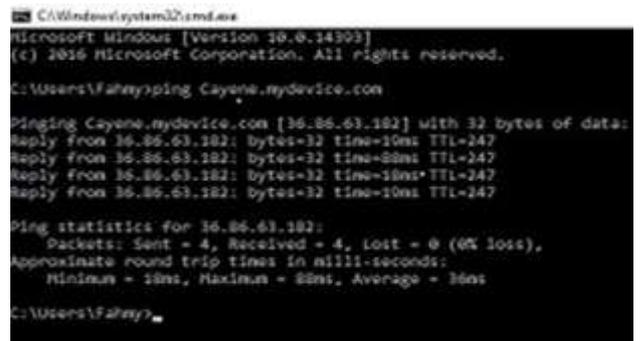
Pengujian kontrol LED dengan *cayenne* lewat jaringan wifi terdiri dari pengujian verifikasi dan pengujian prototype.

a) Pengujian Verifikasi

Pengujian verifikasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah prototype yang terbentuk telah berjalan sesuai rancangan. Pengujian verifikasi yang dilakukan adalah verifikasi rancangan antarmuka sehingga dapat di akses oleh *cayenne* lewat jaringan wifi.



Gambar 11. Status Koneksi Jaringan Wifi



Gambar 12. Status Koneksi Jaringan Wifi

b) Validasi

Validasi pengujian pada kontrol terhadap 3 buah LED dilakukan dengan menggunakan *dashboard cayenne* dengan melakukan penilaian terhadap percobaan dengan skenario masing – masing yang berbeda kondisi sehingga akan tampak hasil output sistem apakah sudah berhasil sesuai berdasarkan input *switch* yang dipilih. Nilai prosentase keberhasilan dihitung dengan persamaan (1).

$$\% \text{ Tingkat keberhasilan} = \frac{\sum n}{\sum nt} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

$\sum n$ = Total hasil sesuai

$\sum nt$ = Total seluruh data.

Berdasarkan perbandingan hasil analisis yang dilakukan validasi maka terlihat ada beberapa kasus yang mengalami kondisi tidak sesuai dikarenakan terjadi putus koneksi untuk komunikasi lewat jaringan wifi. Kontrol LED dari *cayenne* lewat jaringan wifi sangat dipengaruhi oleh koneksi jaringan wifi meskipun pada dasarnya proses kontrolnya telah berhasil dilakukan. Prosentase hasil analisis percobaan yang telah dilakukan didapatkan nilai seperti berikut :

$$\begin{aligned} \text{Prosentase tingkat keberhasilan} &= \frac{(8/10) \times 100\%}{100\%} \\ &= 80\% \end{aligned}$$

Hasil yang didapat adalah prosentase tingkat keberhasilan sebesar 80%. Hasil keseluruhan sistem akan didapatkan nilai 100% setelah koneksi jaringan wifi dapat terkoneksi dengan baik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas maka diperoleh kesimpulan terhadap keseluruhan proses adalah sebagai berikut :

- Penelitian telah menghasilkan Sistem Kontrol Lampu LED dengan memanfaatkan *cayenne* melalui internet sebagai kontrol dengan media koneksi jaringan wifi.
- Hasil dari proses kontrol LED dengan *cayenne* melalui internet dan mikrokontroler arduino uno berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan sebesar 80%.
- Dengan *cayenne* kita bisa mengontrol maupun memantau peralatan dengan praktis melalui smartphone dan dengan web melalui jaringan internet meski begitu sinyal dan koneksi wifi mempengaruhi terhadap kontrol LED
- *Internet of Things* (IoT) telah mulai dirancang dan untuk dapat dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yongping J, Zehao F, and Du X. 2009. Design and application of wireless sensor network web server based on S3C2410 and zigbee protocol. in Proc. Int. Conf. Netw. Security, Wireless Commun. Trusted Comput. , vol. 2, hlm. 28–31.
- [2] Farisqi Panduardi, Endi Sailul Haq, 2016. Wireless Smart Home System Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android. Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan, Vol. 03, No. 01, Juli-Desember 2016 ISSN: 2354-838X
- [3] Dias Prihatmoko, 2016. Penerapan Internet Of Things (IoT) Dalam Pembelajaran Di Unisnu Jepara. Jurnal SIMETRIS, Vol 7 No 2 November 2016 ISSN: 2252-4983
- [4] Weiser, M.: The Computer for the 21st Century. Scientific American 265(9):66–75 (1991)
- [5] Asthon, Kevin. That ‘Internet of Things’ Thing. RFID Journal, 2009.
- [6] Mattern, F., Floerkemeier, C.: From the Internet of Computers to the Internet of Things
- [7] Iswanto. 2011. Belajar Microcontroller AT89s51. Yogyakarta: Andi.
- [8] Bruhlman, Thomas. 2015. Arduino Praxiseinstieg. Jakarta :MITP.
- [9] CodePolitan_Magazine_#19-Internet_of_Things, Maret 2016
- [10] Yuhefizar. 2008. 10 Jam Menguasai Internet Teknologi dan Aplikasi. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo.
- [11] Malvino, Albert Paul. 1999. Prinsip-prinsip Elektronika Jilid II. Jakarta: Erlangga.
- [12] Tanenbaum, AS, Computer Networks, Prentise Hall, 1996
- [13] Stallings, W. Data and Computer Communications, Macmillan Publishing Company, 1985
- [14] Black, U.D, Data Communications and Distributed Networks, Prentise Hall.
- [15] <https://cayenne.mydevices.com/cayenne/login>
- [16] www.windriver.com/whitepapers/security-in-the-internet-of-things/wr_security-in-the-internet-of-things.pdf
- [17] www.structureconnect.com/open-connectivity-foundation
- [18] www.techtimes.com/articles/135186/20160220/microsoft-intel-samsung-other-tech-companies-form-new-iot-alliance-why-this-is-good-for-future-of-smart-homes.htm