

Pengembangan Sistem *Monitoring* Listrik Pada Ruangan Menggunakan NodeMCU dan MQTT

Arief Kurniawan¹, Dahnia Syauqy², Barlian Henryranu Prasetyo³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹arief.kurniawan.adransyah@gmail.com, ²dahnial87@ub.ac.id, ³barlian@ub.ac.id

Abstrak

Listrik merupakan kebutuhan utama pada masyarakat saat ini. Sebagai sumber energi penting untuk kebutuhan rumah tangga, industri, maupun pemerintahan. Dengan banyaknya permintaan listrik maka terjadilah pemborosan energi, saat ini untuk penggunaan energi listrik hanya dipantau menggunakan Kwh meter, sehingga untuk mengetahui banyaknya penggunaan listrik pada ruangan belum memungkinkan. Sistem monitoring penggunaan listrik pada ruangan menggunakan NodeMcu dan MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) menjadi solusi dari permasalahan diatas. Mikrokontroler NodeMcu sebagai MQTT Client Publisher yang diprogram menggunakan C++ serta menggunakan library PubSubClient. Dari penelitian ini dilakukan pengujian keseluruhan sistem untuk mengetahui performa masing-masing node untuk memantau penggunaan listrik pada ruangan. Pada saat pengujian sensor terdapat selisih nilai 0-0.3 ampere pada saat tidak ada aktifitas perangkat elektronik dan 0.17 ampere pada saat terjadi aktifitas perangkat elektronik. Pengiriman data menggunakan mqtt dapat dilakukan dan hasilnya dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Pada masing-masing node 1, 2 dan 3 perbedaannya adalah 1.50463 – 6.92544 watt-hour pada saat hair dryer level 1, setrika dan laptop menyala 1.4475 - 4.3209 watt-hour pada saat kondisi hair dryer level 2 setrika dan laptop menyala, serta 0.094254 - 2.981733 watt-hour pada saat semua perangkat elektronik dalam kondisi off.

Kata Kunci: *monitoring, ruangan, MQTT, NodeMCU, listrik*

Abstract

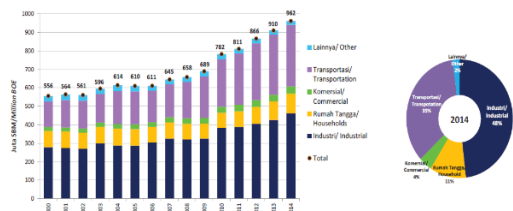
Electricity is major requirement in today's society. As an important source of energy for household, industrial even government. The increasing demand of electricity itself caused waste of energy. The energy use can be monitored by Kwh meter, to determine how much electricity that has been used in room is not yet possible. Electricity monitoring usage system in the room using NodeMcu and MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) would be a right solution. NodeMcu microcontroller as MQTT client publisher is using C++ program and using PubSubClient library. Then we perform a test to measure system performance of each node for monitoring electricity used in the room. There is a different value of ampere when we conduct the test that is 0-0.3 ampere when there is no electronic devices activity and 0.17 ampere when there is an activity of electronic device. It is possible to send the data using mqtt and the results can be displayed in graphical form. At each node 1, 2, and 3 the difference is 1.50463 – 6.92544 watt-hour when the hair conditioner at level 1, iron and laptop is on, 1.4475-4.3209 watt-hour when the hair dryer at level 2, iron, and laptop is on and 0.094254-2.981733 watt-hour when all of the electronic devices is off.

Keywords: *monitoring, room, MQTT, NodeMCU, electricity*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan energi final selalu terjadi setiap tahun pada periode 2000-2014, kecuali pada tahun 2005-2006. Rata-rata pertumbuhan tahunan selama periode 2000-2014 adalah 3,99% per tahun dari 555,88 juta SBM

(Setara Barel Minyak) pada tahun 2000 menjadi 961,39 juta SBM (Setara Barel Minyak) pada tahun 2014. Penggunaan energi tertinggi periode 2000-2014 terjadi pada sektor industri, dan diikuti rumah tangga, dan transportasi, serta yang paling rendah adalah komersial dan lainnya (Bppt, 2016).



Gambar 1 Grafik Laju Penggunaan Energi Final Per Sektor
Sumber: (Bppt, 2016)

Banyaknya penggunaan listrik untuk pemakaian di rumah tanpa pengontrolan dapat menyebabkan pemborosan apabila tidak diperhatikan. Total konsumsi energi final di sektor rumah tangga pada tahun 2014 adalah 106 juta SBM (Setara Barel Minyak) dengan kontribusi listrik sebanyak 48% (CDIEMR, 2015). Melihat dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan energi listrik pada sektor rumah tangga cukup tinggi dan permintaan akan energi listrik terus bertambah. Akibatnya terjadi penurunan performa pada energi serta penurunan kualitas energi listrik itu sendiri kecuali dilakukan langkah untuk memonitor penggunaan energi dengan tujuan menumbuhkan kesadaran hemat energi sehingga dapat mengurangi penggunaan energi (Kamantham, 2011). Dengan adanya teknologi untuk melakukan pengontrolan serta pemantauan pada rumah dapat membantu untuk mengawasi penggunaan energi.

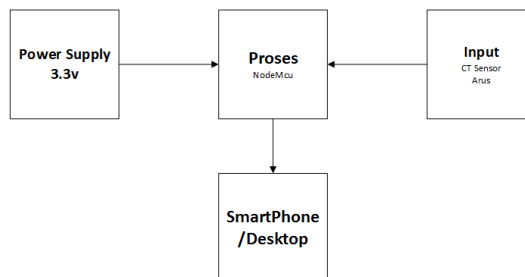
Teknologi *smart home* (rumah pintar) merupakan istilah yang digunakan untuk sebuah sistem yang dirancang di sebuah rumah atau bangunan yang memungkinkan penggunaannya untuk mengendalikan dan *memonitoring* rumah dengan perangkat sensor, aktuator, dan elemen komputasi di dalamnya. Sistem tersebut berjalan secara independen dan dapat berkomunikasi antara satu perangkat dengan perangkat lainnya (Robles, 2010). Sehingga teknologi *smart home* ini dapat membantu penggunaannya untuk *memonitoring* penggunaan listrik.

Namun pada saat ini penggunaan listrik di Indonesia dapat dipantau melalui KWh meter analog atau digital. Hal ini belum memungkinkan untuk memantau penggunaan listrik secara keseluruhan pada masing-masing ruangan yang ada di rumah serta untuk mengetahui kondisi penggunaan listrik pada ruangan tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut tersebut, penulis mengusulkan judul tugas akhir “Pengembangan Sistem *Monitoring* Penggunaan

Listrik Pada Ruangan.

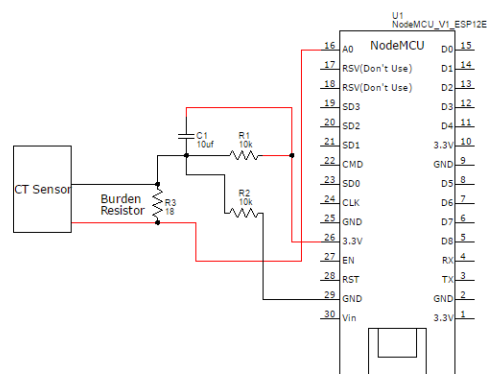
2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI



Gambar 2 Diagram Blok perangkat keras

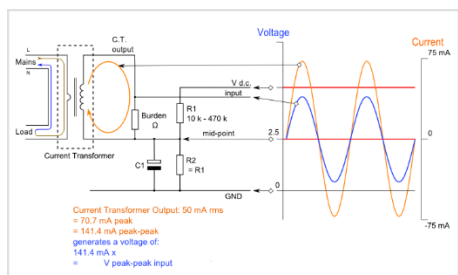
Pada gambar 2, NodeMcu merupakan sistem kendali utama dari perangkat keras yang dibentuk. Pada bagian *power supply*, tegangan masukan adalah 3.3v yang terhubung dengan NodeMcu. Pada bagian selanjutnya NodeMcu melakukan kendali atas input yang berupa Ct sensor arus. YHDC SCT-013-000 yang langsung terhubung dengan kabel *ground* pada sumber energi berfungsi untuk mengambil data berupa arus yang dialirkan pada kabel yang diukur.

Berikut adalah skema elektronik dari alat pemantau penggunaan listrik pada ruangan. Rangkaian elektronik ini bertindak sebagai alat untuk mengambil data arus yang digunakan pada kebel utama ruangan.



Gambar 3 Skematik PCB perangkat keras

Untuk menyambungkan Ct sensor dengan NodeMcu, output sinyal dari Ct sensor harus dikondisikan terlebih dahulu sehingga cocok dengan syarat *input* analog dari NodeMcu.



Gambar 4 Penyambungan Ct sensor dengan NodeMcu
Sumber: (openenergymonitor)

Ct sensor dengan tipe YHDC STC-013-000, memiliki keluaran sinyal arus yang perlu dikonversi ke sinyal voltase dengan *burden* resistor, adapun proses penghitungan *burden* resistor yang digunakan pada sistem adalah sebagai berikut,

Arus pada Ct sensor

Ct sensor YHDC SCT-013-000 memiliki jarak ukur arus 0 hingga 100A.

Konversi nilai maksimal RMS ke *peak-current*

Dengan menggunakan persamaan 2.1 maka,
 $Primary\ peak-current = RMS\ current \times \sqrt{2} = 100\ A \times 1.414 = 141.4A$

Bagi *peak-current* dengan *nomor turns* pada Ct sensor

Sensor arus YHDC SCT-013-000 memiliki 2000 *turns*, dengan menggunakan persamaan 2.2 maka didapatkan,

$$Secondary\ peak-current = Primary\ peak-current / no.\ of\ turns = 141.4\ A / 2000 = 0.0707A$$

Perhitungan *burden* resistor

NodeMcu memiliki tegangan 3.3v, dengan menggunakan persamaan 2.3 sehingga *burden* resistor idealnya adalah:

$$Ideal\ burden\ resistance = (AREF/2) / Secondary\ peak-current = 1.35V / 0.0707A = 19.1\ \Omega$$

Dikarenakan 19Ohm bukanlah resistor yang umum. Maka diambil nilai resistor umum yang terdekat, yaitu 18Ohm atau 22Ohm.

Resistor R1 & R2 pada rangkaian diatas berfungsi sebagai *voltage divider* yang menyediakan sumber daya 1.65v. Kapasitor C1 memiliki *reactance* rendah-hanya beberapa ratus ohm-dan menyediakan arus bolak-balik, sehingga memilih 10uF kapasitor.

Untuk melakukan pengukuran arus menggunakan Ct sensor diperlukan nilai kalibrasi sehingga hasil pengukuran lebih akurat, dengan menggunakan persamaan 2.4 maka proses menghitung kalibrasi adalah sebagai berikut,

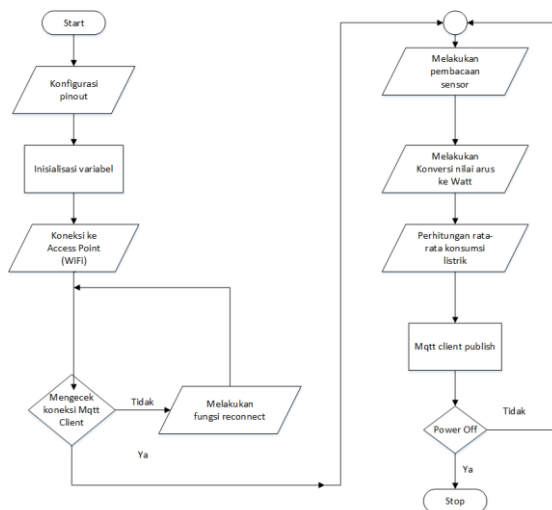
Penghitungan kalibrasi

$$calibration_value = (i(measured) / i(sensor)) / R(burden)$$

$$calibration_value = (141.4\ A / 0.0707A) / 18\Omega$$

$$calibration_value = 2000/18\Omega = 111.11$$

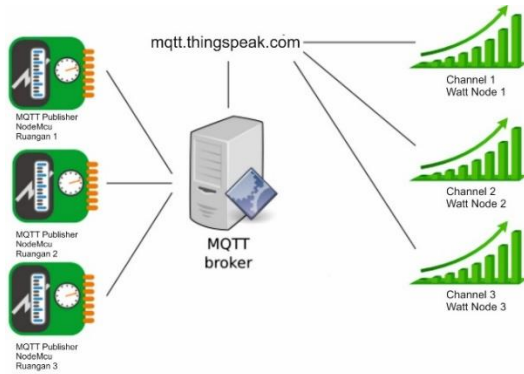
Adapun diagram penghubungan node ke jaringan, serta pengambilan data dan pengiriman data menggunakan MQTT.



Gambar 5 Diagram alir piranti lunak

Pada diagram 5, hal pertama kali yang dilakukan pada sistem ini adalah mengkonfigurasi keluaran sistem atau pinout lalu inialisasi variabel baik secara piranti lunak maupun piranti keras . Setelah kondisi sudah disesuaikan maka perangkat keras melakukan koneksi ke *access point*. Guna *access point* ini adalah untuk melakukan komunikasi serta mengirimkan data menggunakan MQTT. Jika sistem belum terhubung dengan MQTT maka dipanggil fungsi *reconnect* yang berguna untuk melakukan pengulangan koneksi dari perangkat keras ke MQTT server. Ketika koneksi telah terjadi antara *client* dan *broker* selanjutnya sistem melakukan pengambilan data dari sensor arus yang kemudian diolah menjadi Watt. Setelah itu hal terakhir yang dilakukan oleh sistem yaitu mengirimkan data dalam bentuk *char* ke MQTT *broker* yang kemudian diteruskan ke channel sehingga data dapat diakses oleh pengguna. Hal tersebut terus dilakukan oleh sistem secara berulang-ulang hingga pengguna memutuskan sumber daya dari sistem.

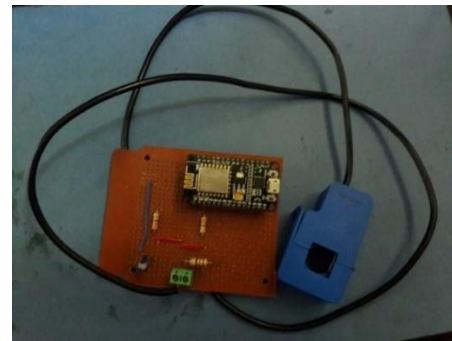
Pada diagram alir MQTT digambarkan bagaimana pengiriman data yang telah diolah oleh sistem dikirimkan ke *server/broker* hingga bisa ditampilkan ke channel pengguna.



Gambar 6 Diagram alir MQTT

Seperti pada diagram 6, hal pertama kali yang dilakukan sistem setelah mendapatkan koneksi ke *access point* adalah mencoba untuk terhubung ke MQTT *broker*, setelah itu MQTT *broker* akan merespon balik ke *publisher*, hal ini biasa disebut dengan *handshake*. Ketika *publisher* dan *broker* sudah terhubung maka *client* bisa mengirimkan data melalui *broker* untuk bisa diterima oleh *subscriber* atau *channel*. Masing-masing perangkat mengirimkan data penggunaan listrik yang berbeda dari masing-masing ruangan. *Publisher* ruangan 1 akan mengirimkan data penggunaan listrik pada ruangan satu ke *broker* yang kemudian akan diteruskan ke *channel* sehingga data penggunaan listrik pada ruangan pertama dapat dilihat dalam bentuk grafik di channel 1. Begitu juga dengan perangkat MQTT *publisher* NodeMcu ruangan 2 yang bertanggung jawab untuk mengelola data dari sensor ruangan dua menjadi Watt kemudian dikirimkan ke *broker* yang selanjutnya diteruskan ke *channel* dua sehingga pengguna akhirnya dapat mengetahui penggunaan listrik pada masing-masing ruangan.

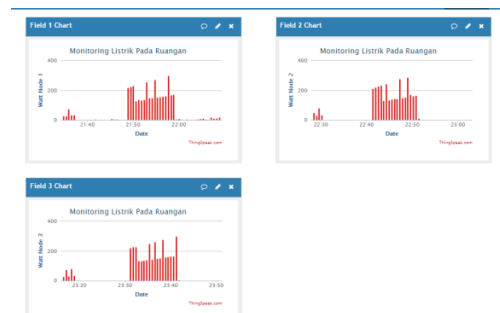
Implementasi sistem *monitoring* listrik pada ruangan menggunakan NodeMcu dan MQTT. Pada tahap awal adalah implementasi bentuk fisik dari sistem *monitoring* penggunaan listrik. Tampilan bentuk fisik seperti pada gambar 7.



Gambar 7 Bentuk hasil fisik perangkat keras

Pada implementasi pemantauan penggunaan listrik pada ruangan, implementasi dilakukan pada piranti keras dan piranti lunak. Piranti keras digunakan untuk mendapatkan nilai arus dan mengkonversinya ke dalam bentuk Watt-hour serta perangkat lunak digunakan untuk menghubungkan perangkat ke jaringan serta mengirimkan data Watt-hour menggunakan MQTT.

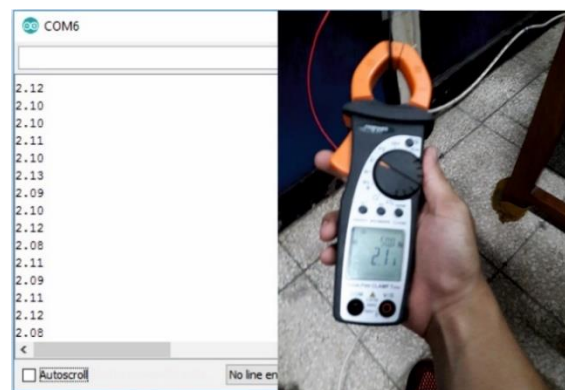
Hasil dari implemmentasi diwujudkan pada gambar 8.



Gambar 8 Hasil implementasi

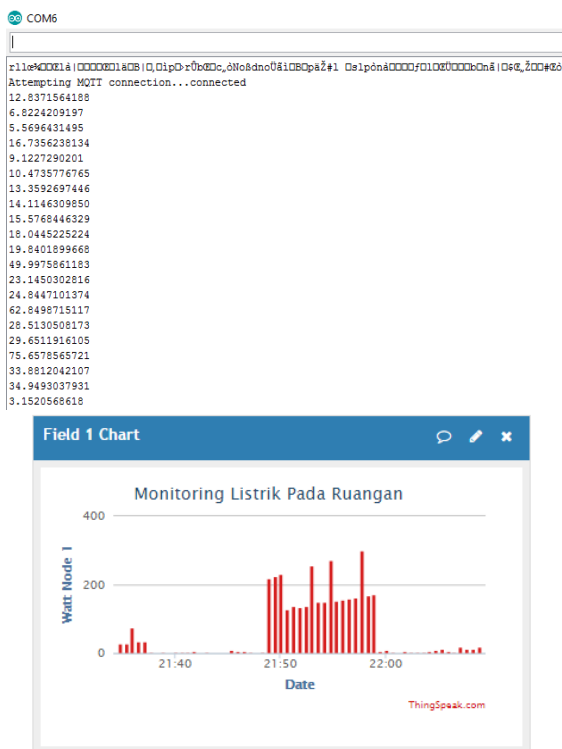
3. PENGUJIAN

Tujuan dari pengujian ini adalah mendapatkan hasil pengujian sesuai dengan prasyarat yang telah ditentukan. Hasil pengujian adalah sistem dapat mendeteksi penggunaan listrik pada ruangan.



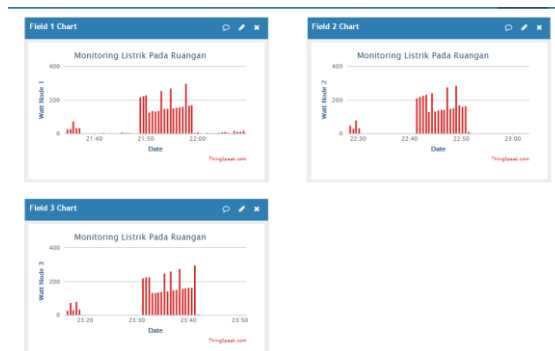
Gambar 9 Perbandingan sensor

Pengujian komunikasi data ini dilakukan setelah perangkat mampu terhubung dengan jaringan internet via WiFi kemudian melakukan pengiriman data ke server menggunakan MQTT *publisher subscriber*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah NodeMcu dapat terhubung ke *broker* atau server MQTT dan mengirimkan data ke *broker* tersebut yang kemudian didistribusikan ke channel pengguna. Sesuai dengan rancangan perangkat lunak, maka NodeMcu yang berfungsi sebagai *publisher* mengirimkan data yang berupa watt dengan tipe data *double* yang terlebih dahulu dirubah ke dalam bentuk *char* ke server atau broker MQTT. Berikut merupakan gambar jika NodeMcu berhasil mengirim data ke *broker*.



Gambar 10 Hasil pengiriman data

Pada pengujian ini sistem diuji secara keseluruhan dengan membandingkan ke tiga node hasil ukur dari sensor YHDC SCT-013-000 untuk memantau aktifitas perangkat elektronik. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dalam mendeteksi aktivitas perangkat elektronik di keadaan nyata serta performa masing-masing node dalam mendeteksi perangkat elektronik yang sama dengan rentang waktu yang sama pula.



Gambar 11 Hasil sensor dalam graph

4. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah serta hasil dari perancangan, implementasi, dan pengujian pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Untuk membuat sistem monitoring konsumsi listrik pada ruangan diperlukan alat yang mampu memantau data arus listrik dari sumber energi utama, dapat berupa stop kontak. Alat ini dibuat dengan mikrokontroler NodeMcu, Ct sensor YHDC SCT-013, *library* pemrograman Open Energy Monitor, dan juga *library* pemrograman *Publisher Subscriber Client*. Data yang diperoleh dari sensor arus tersebut nantinya dikirim menggunakan *publisher* ke *server/broker* thingspeak dan ditampilkan pada channel pribadi pengguna thingspeak serta dapat ditampilkan pada web ataupun aplikasi android thingspeak untuk disajikan ke pengguna.
2. Sistem sudah menunjukkan performa yang bagus dalam implementasi untuk memantau penggunaan listrik pada ruangan, hal ini dibuktikan dari hasil uji coba sensor, pengiriman data, dan pengujian keseluruhan sistem, yaitu pada saat pengujian sensor terdapat selisih nilai 0-0.3 Ampere pada saat tidak ada aktifitas perangkat elektronik dan 0.17 Ampere pada saat terjadi aktifitas perangkat elektronik, pengiriman data menggunakan mqtt dapat dilakukan dan hasilnya dapat ditampilkan dalam bentuk grafik, dan tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara pengukuran pada masing-masing node, yaitu dengan perbandingan 1.50463 – 6.92544 Watt-hour antara node 1, node 2, dan node 3 pada saat hair dryer pada level 1, setrika dan laptop menyala, 1.4475-4.3209 Watt-hour pada saat

kondisi hair dryer level 2 setrika, dan laptop menyala, dan 0.094254 - 2.981733 Watt-hour pada saat semua perangkat elektronik dalam kondisi off.

3. Sistem menunjukkan performa yang bagus dalam pengiriman data ke channel menggunakan MQTT. Berdasarkan pengujian didapatkan hasil bahwa pengiriman data dimulai sejak terjadi hubungan antara publisher dan server, nilai yang ditampilkan pada channel dalam bentuk graph sama dengan nilai yang dikirim oleh publisher, namun pada saat melakukan pengiriman data secara bersamaan antara ketiga node terjadi proses permintaan koneksi secara berulang-ulang sehingga proses pengiriman data ke channel menjadi terganggu.
4. Ketiga sistem mengalami digital noise saat melakukan pengukuran arus baik saat kondisi adanya aktifias elektronik ataupun tidak. Digital noise yang dihasilkan oleh sistem ini dapat dikarenakan oleh penempatan rangkaian elektrik pada tempat yang bisa berfungsi sebagai ground, pembuatan rangkaian elektrik yang kurang rapi, pengkabelan antar komponen yang kurang sesuai ataupun kondisi sensor yang digunakan kurang bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- Belkin (2017). Tersedia di: <<http://www.belkin.com/conserva/>> [Diakses 10 Februari 2017].
- BPPT (2016) Outlook Energi Indonesia 2016, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta. Tersedia di: <www.bppt.go.id/unduh/outlook-energi> [Diakses 27 Agustus 2016].
- CDIEMR (2015) *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2015*, Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta. Tersedia di: <www.esdm.go.id/publikasi/statistik/handbook.html> [Diakses 27 Agustus 2016].
- Espressif, 2016. ESP8266EX *Datasheet*. Tersedia di: <<http://espressif.com/>> [Diakses 25 Januari 2017].
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M., 2013. Future Generation Computer Systems 29. *Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions*.
- Hart, George W. (1985). *PROGRESS REPORT #2 : Prototype Nonintrusive Load Monitor*. Massachusetts, United States.
- Hudson, Glyn. (2016). emonPi/ emonBase Raspberry Pi 3. Tersedia di: <www.blog.openenergymonitor.org> [Diakses 2 Februari 2017].
- Kamanthan, A, Morsi, W.G. (2011). *A Survei on Home Energy Management and Monitoring Devices*. Canada.
- Madakam, S., Ramaswami, R. and Tripathi, S. 2015. *Journal of Computer and Communications. Internet of Things (IoT): A literature review*. [Diakses 30 Januari 2017].
- POSTNote, 2006. London: The Parliamentary Office of Science and Technology di: <<http://www.parliament.uk/documents/>> [Diakses 29 Januari 2017].
- R. J. Cohn, "MQTT Version 3.1.1," 2014.
- Ruzzeli, Antonio G. (2010). *Real-time recognition and profiling of appliances through a single electricity sensor*. Dublin.
- Robles, R.J. and Kim, T.H., 2010. [online] *Applications, systems and methods in smart home technology: a review*. [Diakses 29 Januari 2017]
- Saha, Manaswi (2014). *EnergyLens : Combining Smartphones with Electricity Meter for Accurate Activity Detection and User Annotation*. Delhi.
- Wasito, S., 2001. *Vademekum Elektronika*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama