

Perancangan *Smart Socket* untuk *Smart Home* berbasis *Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)*

Muhammad Nur Arifin¹, Agus Mulyana, M.T.²

Universitas Komputer Indonesia

¹ nurarifinmuhammad@gmail.com, ² agus.mulyana@email.unikom.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan listrik pada rumah dapat diukur menggunakan *KWH* meter yang telah diberikan oleh PLN, namun *KWH* meter hanya mampu menghitung penggunaan listrik secara total. Dalam melakukan pemantauan listrik dengan cara tersebut memiliki kekurangan karena penggunaan listrik pada setiap stop kontak di dalam rumah tentunya berbeda-beda. Kemudian pemilik rumah yang sering berpergian dalam jangka waktu lama akan merasa khawatir karena tidak dapat mengetahui informasi dari alat elektronik yang masih terpasang dengan listrik. Sistem yang dibuat ini adalah sebuah sistem aplikasi dari smart home yaitu dalam manajemen energi. Alat ini akan terpasang pada stop kontak sehingga penggunaan listrik pada stop kontak dapat dipantau dan dikontrol. Data dari listrik yang ditampilkan yaitu arus, daya, tegangan, kondisi alat dan *KWH*. Sistem ini menggunakan protokol MQTT dimana data dari alat akan dikirim ke broker. Selanjutnya data-data tersebut yang telah diterima broker akan diambil oleh sistem lain yaitu sistem informasi penggunaan listrik berbasis web dan android sehingga memudahkan pengguna dalam menyajikan informasi dari penggunaan listrik. Selain itu sistem ini dapat melakukan kendali jarak jauh sehingga memudahkan pemilik rumah dalam mengontrol listrik

Kata kunci: *listrik, smart home, pemantauan dan kendali, stop kontak, MQTT.*

The use of electricity at home can be measured using KWH meter which has been given by PLN, but KWH meter can only calculate the total electricity usage. In conducting electricity monitoring in such a way has a drawback because the use of electricity at each stop in the house of course different. Then homeowners who often travel in the long term will feel worried because they can not know information from electronic devices that are still installed with electricity. This system is made of a smart home application system is in energy management. This tool will be attached to the outlet so that the use of electricity in the outlet can be monitored and controlled. Data from electricity shown are current, power, voltage, tool condition and KWH. This system uses the MQTT protocol where data from the tool will be sent to the broker. Furthermore, these data that have been received by brokers will be taken by other systems that are web-based and web-based usage information system, making it easier for users to present information from electricity usage. In addition, this system can perform remote control so that it allows homeowners in controlling electricity.

Keywords: *measurements, electrical, monitoring and control, real-time, MQTT.*

I. PENDAHULUAN

Smart home merupakan aplikasi dari *Internet of Things*, dimana pengguna dapat mengukur kondisi rumah [1]. Konsep dari *smart home* yaitu menghubungkan perangkat-perangkat yang berada di rumah menjadi terintegrasi pada sebuah *server* dengan memanfaatkan konektivitas internet. Salah satu penerapannya yaitu dalam memantau penggunaan energi listrik [1].

Dalam melakukan pemantauan penggunaan listrik pada rumah saat ini hanya memakai *KWH* meter, dimana setiap rumah hanya memakai satu *KWH* meter. Namun metode tersebut tidak efisien karena pemakaian penggunaan listrik pada setiap stop

kontak tentunya berbeda, sehingga ketika terjadinya kenaikan dalam pembayaran listrik pemilik rumah tidak dapat mengetahui titik stop kontak mana yang menggunakan daya yang besar. Selain itu, pemilik rumah yang sering berpergian apalagi dalam jangka waktu yang lama akan merasa khawatir dengan penggunaan alat elektronik yang terhubung ke listrik.

Dalam mengatasi masalah tersebut, maka dibuat sebuah sistem yang mampu memantau penggunaan listrik pada setiap stop kontak serta mampu melakukan kendali jarak jauh. Perangkat ini terdiri dari *hardware* dan *software*, dimana informasi yang diberikan yaitu berupa tegangan, arus, daya, *KWH* dan status dari stop kontak, kemudian informasi listrik tersebut akan dikirim ke *broker* menggunakan protokol *MQTT*.

Sebelumnya terdapat sebuah alat yang memiliki fungsi yang sama, namun terdapat beberapa perbedaan. Pada Tabel I.1 merupakan pembandingan dari sistem yang telah ada dengan sistem yang akan dibuat.

TABEL I. RANGKUMAN PENGATURAN FORMAT PENULISAN

No	Fitur	Sistem Monitoring Energi Listrik Menggunakan Mikrokontroler berbasis Web (2015) [2]	Perancangan Smart socket untuk Smart Home berbasis MQTT (2018)
1	Pengukur Arus	✓	✓
2	Pengukur Tegangan	-	✓
3	Pengukur Daya	✓	✓
4	Pemantauan	✓	✓
5	Kendali	✓	✓
6	Wireless	-	✓
7	UI Setting WiFi	-	✓

Dalam melakukan pengiriman data ke *broker* menggunakan protokol *MQTT*. Protokol ini menggunakan *layer* yang berjalan pada *layer application* dengan menggunakan arsitektur *publish/subscribe* yang dirancang secara terbuka dan mudah untuk diimplementasikan, serta memiliki pesan yang sederhana dan ringan [2].

II. STUDI PUSTAKA

Berikut ini adalah referensi yang digunakan untuk menunjang penelitian. Diantaranya *Smart Home*, *Message Queueing Telemetry Transport*, *Cloud MQTT*, Daya Listrik, Wemos D1 Mini, Arduino, Sensor Tegangan, dan Sensor Arus.

A Smart Home

Smart home merupakan salah teknologi berbasis otomasi yang memiliki manfaat untuk memudahkan manusia dalam melakukan pemantauan dan kendali alat elektronik melalui koneksi internet [3]. Teknologi *WiFi* biasanya diterapkan pada *Smart home* karena alat elektronik yang digunakan untuk pemantauan atau pengendalian biasanya menggunakan media komunikasi *wireless*. Hal ini bertujuan untuk memudahkan alat elektronik dapat digunakan secara portabel.

Dengan menggunakan konsep *Internet of Things* pemilik rumah dapat melakukan pemantauan dan pengendalian dengan menggunakan *gadget*. Terdapat banyak penerapan yang digunakan pada teknologi *smart home*, seperti *smart entertainment*, *security and surveillanve*, *temperature control*, *safety*, *smart light*, *energi management* dan sebagainya [4]. Pada Gambar 1 merupakan penerapan dari teknologi *smart home*.

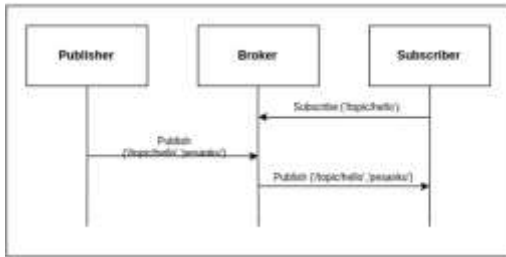


Gambar 1 Konsep dari *Internet of Things*

B Message Queueing Telemetry Transport

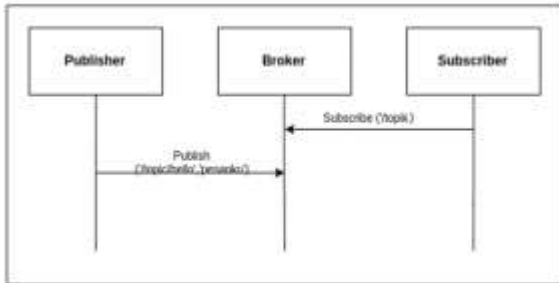
Protocol *Message Queueing Telemetry Transport (MQTT)* adalah protokol yang menggunakan arsitektur *publish/subscribe* yang dapat berjalan pada *layer application* yang mampu menangani ribuan *client* melalui koneksi *Internet* dengan hanya satu *server* yaitu *broker*. *MQTT* memiliki pesan yang sederhana dan ringan karena hanya memiliki *header* sebesar 2 bytes. *MQTT* meminimalkan *bandwidth* jaringan dan kebutuhan sumber daya perangkat ketika akan mengirimkan sebuah pesan sehingga penggunaan daya kecil. Pendekatan ini membuat protokol *MQTT* dapat digunakan untuk menghubungkan mesin ke mesin (M2M) yang merupakan bagian penting dari konsep *Internet of Things*. *MQTT* memiliki tiga pemeran yang yaitu *subscriber*, *publisher* dan *broker*. Gambar 2 merupakan arsitektur dari protokol *MQTT*. *Publish/subscribe* sendiri adalah sebuah pola pertukaran pesan di dalam komunikasi jaringan dimana pemeran dalam pengirim data disebut *publisher* dan pemeran penerima data disebut dengan *subscriber* [5].

Pada Gambar 2 *publisher* mengirimkan pesan yang berisi "pesanku" dengan topik "/topic/hello" ke *broker* selanjutnya *subscriber* mengirim permintaan untuk *subscribe* dari topik "/topic/hello". Karena topik yang dikirim *subscriber* dan *publisher* sama maka *broker* akan meneruskan pesan ke *subscriber*.



Gambar 2 Pengiriman data dari publisher ke subscriber yang berhasil

Pada Gambar 3 *publisher* mengirimkan pesan yang berisi “pesanaku” dengan topik “/topic/hello” ke *broker* selanjutnya *subscriber* mengirim permintaan untuk *subscribe* dari topik “/topic”. Pesan yang dikirim *publisher* tidak akan dikirim ke *broker* karena memiliki topik yang berbeda dengan *subscriber*.



Gambar 3 Pengiriman data dari publisher ke subscriber yang gagal

Selain itu protokol *MQTT* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan *HTTP*. Kelebihan dari protokol *MQTT* yaitu header lebih ringkas sehingga dapat menghemat sumber daya dan lebih ringan dibandingkan *HTTP*. Selanjutnya keamanan pada protokol *MQTT* sudah mendukung *TLS* dan otentikasi pada pengguna.

Pada Tabel II merupakan tipe sinyal dari *MQTT*. Terdapat 14 tipe sinyal yang digunakan protokol *MQTT*, sinyal tersebut meliputi :

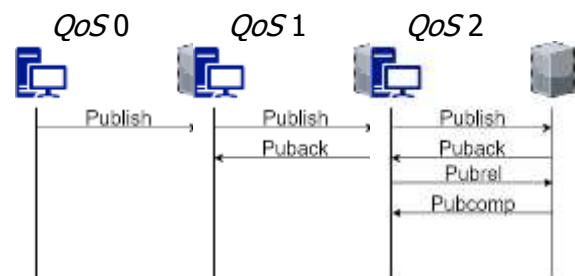
TABEL II. TIPE SINYAL MQTT

No	Nama	Fungsi
1	CONNECT	Client meminta untuk terhubung ke server
2	CONNACK	Server mengakui koneksi yang terhubung
3	PUBLISH	Pesan yang dipublikasi
4	PUBACK	QoS 1 respon atas pesan yang terpublikasi
5	PUBREC	Bagian pertama dari QoS 2
6	PUBREL	Bagian kedua dari QoS

		2
7	PUBCOMP	Bagian terakhir dari QoS 2
8	SUBSCRIBE	Pesan yang digunakan oleh client dalam penerimaan pesan dari topik tertentu
9	SUBACK	balasan pesan SUBSCRIBE
10	UNSUBSCRIBE	Pesan yang digunakan client ketika berhenti dalam penerimaan pesan dari topik tertentu
11	UNSUBACK	Balasan dari UNSUBSCRIBE
12	PINGREQ	Memeriksa konektivitas
13	PINGRESP	Balasan dalam memeriksa PINREQ
14	DISCONNECT	Pesan disconnect yang dikirimkan oleh client

Dalam melakukan *publish/subscribe MQTT* memiliki 3 level QoS dalam melakukan pengiriman pesan yaitu QoS level 0 *at-most-once*, QoS level 1 *at-least-one* dan QoS level 2 *exactly-once*.

- QoS level 0 pengiriman hanya dikirim satu kali, sehingga keberhasilan pengiriman data bergantung pada jaringan yang digunakan.
- QoS level 1 pengiriman pesan dikirim *publisher* ketika terjadinya kegagalan pengiriman pesan *publisher* akan mengirim pesan dengan menyertakan bit DUP.
- QoS level 2 pengiriman pesan akan diterima satu kali tanpa adanya sebuah pesan yang terduplikasi yang dikirim oleh server. QoS level 2 digunakan ketika duplikasi pesan yang dikirim tidak dapat diterima oleh server.



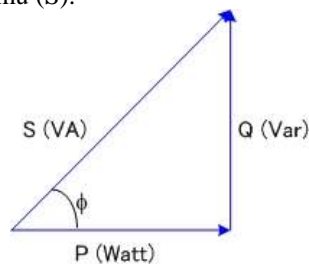
Gambar 4 Metode transmisi QoS

C Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan dengan besaran penggunaan dalam mengkonsumsi listrik setiap waktu. Berdasarkan jenis daya pada listrik AC terbagi

menjadi 3 jenis, yaitu daya semua, daya nyata, dan daya reaktif. Perbandingan antara besar daya aktif dengan daya semu disebut faktor daya ($\cos \phi$), sedangkan besarnya ϕ adalah sudut yang dibentuk antara daya aktif dan daya semu. Faktor daya ini terjadi karena adanya pergeseran fasa yang disebabkan oleh adanya beban induktif/kumparan atau beban kapasitif. Dalam teori listrik arus bolak-balik dilakukan secara vektoris, yang dibentuk vektornya merupakan segitiga siku-siku, yang dikenal dengan segitiga daya.

Gambar 5 merupakan gambar dari segitiga daya listrik yang nilainya saling berkaitan satu dengan lainnya yaitu daya nyata (P), daya reaktif (Q) dan daya semu (S).



Gambar 5 Metode transmisi QoS

Pengukuran daya listrik dapat dilakukan dengan metode ampermeter, voltmeter, dan faktor daya. Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam menghitung daya nyata [10]:

$$P = \frac{1}{T} \int v(t) \cdot i(t) = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (2.1)$$

Dari persamaan tersebut akan dimasukkan dalam waktu diskrit yang diterapkan pada mikrokontroler untuk menghitung daya nyata. Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam menghitung daya nyata pada mikrokontroler :

$$P = \frac{1}{N} \sum_{N=0}^{N=1} v(n) \cdot i(n) \quad (2.2)$$

Berikut rumus yang digunakan dalam menghitung penggunaan daya listrik setiap jam:

$$KWH = \frac{P \cdot t}{1000} \quad (2.3)$$

Keterangan :

V	=	Tegangan
I	=	Arus
$\cos \phi$	=	Faktor daya
t	=	Waktu pemakaian (jam)
KWH	=	Kilowatt hour
P	=	Daya nyata
S	=	Daya Semu

D CloudMQTT

Dalam perkembangan *IoT*, *broker* sangat dibutuhkan dalam penyimpanan data. CloudMQTT adalah salah satu *broker IoT* yang mengimplementasikan protokol MQTT dan mendukung 3 level QoS *level 1, 2* dan *3*. Selain itu

CloudMQTT mendukung *websocket* yaitu standar yang biasa digunakan untuk realtime pada web dan aplikasi pada mobile. *Broker* yang disediakan pada CloudMQTT bermacam-macam namun yang digunakan sebagai *broker* pada penelitian ini memiliki batasan kemampuan kecepatan 10kbps dengan 5 batasan koneksi [5].

E Wemos D1 Mini

Wemos merupakan salah satu modul board yang dapat berfungsi dengan arduino khususnya untuk project yang mengusung konsep *IoT*. Wemos D1 Mini dapat *running standalone* tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler, berbeda dengan modul *WiFi* lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak dari rangkaian tersebut, Wemos D1 Mini dapat *running stand-alone* karena didalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui *serial port* atau via *OTA* serta transfer program secara *wireless*. *Chipset* yang digunakan ESP8266 yang memiliki *WiFi* dan mendukung *stack TCP/IP* dengan *clock 80Mhz* serta dibekali 4MB *eksternal RAM*, sedangkan *chipset* untuk *USB serial* menggunakan CH340 [6].

F Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan menggunakan metode *Hall Effect Sensor*. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya lebih akurat. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi. [7].

G Sensor Tegangan ZMPT101B

ZMPT101B merupakan sensor tegangan AC satu fasa yang tertanam transformer *step down* sebagai media untuk mengkonversikan dari tegangan AC ke tegangan DC. Output dari sensor ini yaitu berbentuk sinyal analog sehingga mikrokontroler dapat melakukan kalkulasi nilai analog ke digital. Pada modul ini telah terdapat rangkaian *op-amp* sehingga sinyal untuk pengambilan sampel dan kompensasi akurat [8].

III. METODELOGI

A Data Penelitian

Untuk dapat membangun sebuah sistem dibutuhkan sejumlah data input. Data yang dilibatkan adalah data kuantitatif yang berasal dari hasil pengukuran alat. Diantara lain id, arus, tegangan, daya, KWH, dan keadaan alat.

B. Data Penelitian

Teknik pengambilan data dilakukan dengan cara pengujian alat. Data akan diuji melalui beberapa tahapan, mulai dari pengujian modular hingga sistem

terdapat memiliki nilai akurasi yang baik dengan rata-rata nilai kesalahan 1.33%, data tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL III PENGUJIAN PENGUKURAN TEGANGAN

No	Multimeter (V)	Smart Socket(V)	Galat (%)
1	194.8	192.46	1.20
2	198.1	195.3	1.41
3	197.2	194.96	1.14
4	195.6	192.54	1.56
5	193.2	190.12	1.59
6	191.1	187.74	1.76
7	189.2	186.55	1.40
8	193.1	191.13	1.02
9	194.6	192.21	1.23
10	195.6	193.6	1.02
Rata-rata			1.33

Pada Tabel V alat dibandingkan dengan data pada wattmeter dimana hasil pengukuran tersebut terdapat nilai Kesalahan dengan rata-rata kesalahan 2.49%, data tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL V. PENGUJIAN PENGUKURAN DAYA

No	Beban	Alat Pengukur (Watt)	Smart Socket (Watt)	Galat (%)
1	Charger Laptop	39.63	38.98	1.65
2	Salon essential (Level 1)	105.10	103.44	1.57
3	Salon essential (Level 2)	118.41	116.35	1.73
4	Salon essential (Level 3)	242.15	237.57	1.89
5	Solder	20.21	19.33	4.35
6	Strika	225.19	221.30	1.73
7	Rice Cooker	44.29	42.35	4.38
8	Monitor	9.44	9.19	2.65
Rata-rata				2.49

Pada Tabel VI menunjukkan bahwa alat berhasil mengukur KWH dengan benar sesuai dengan alat konvensional.

TABEL III PENGUJIAN PENGUKURAN KWH

No	Waktu	Smart Socket				Wattmeter			
		I(A)	V(V)	P(Watt)	kWh	I(A)	V(V)	P(Watt)	kWh
1	07:00	0.12	188.41	18.44	0.00	0.12	188	20.33	0.00
2	07:10	0.12	189.87	19.02	0.00	0.12	188	19.39	0.00
3	07:20	0.12	186.79	17.95	0.00	0.12	185	20.55	0.00
4	07:30	0.12	189.66	18.05	0.01	0.12	180	21.53	0.01
5	07:40	0.12	186.27	17.72	0.01	0.12	187	21.14	0.01
6	07:50	0.12	188.57	19.32	0.01	0.12	189	20.99	0.02
7	08:00	0.12	183.72	17.70	0.02	0.12	184	19.41	0.02

Data hasil pengukuran oleh sensor akan dikirim ke CloudMQTT dengan interval 5 detik, yang selanjutnya akan sistem lain akan mengambil data dari alat. Tabel VII menunjukkan data yang telah dikirim dari alat telah diterima di halaman *web socket* CloudMQTT.

TABEL IV. PENGUJIAN PUBLISH DATA

No	Waktu	Ukuran Data (bytes)	Status
1	10:55:02	61	Berhasil
2	10:55:07	61	Berhasil
3	10:55:12	61	Berhasil
5	10:55:22	61	Berhasil
6	10:55:27	61	Berhasil
4	10:55:17	61	Berhasil
7	10:55:33	61	Berhasil
8	10:55:38	61	Berhasil
9	10:55:43	61	Berhasil
10	10:55:48	61	Berhasil

Selanjutnya, melakukan pengujian subscribe yaitu mengetahui fungsi dari data yang telah dikirimkan pengguna ke CloudMQTT yang selanjutnya akan dieksekusi oleh alat tergantung dari data yang diterima. Gambar 7 menunjukkan beberapa data yang dikirim oleh pengguna yang telah berhasil diambil yang kemudian dieksekusi oleh alat.

TABEL VIII. PENGUJIAN SUBSCRIBE DATA

No	Waktu	Ukuran Data (bytes)	Status
1	09:50:17	1	Berhasil
2	09:55:04	1	Berhasil
3	09:00:05	1	Berhasil
4	09:05:02	1	Berhasil
5	09:10:21	1	Berhasil
5	09:10:21	1	Berhasil
6	09:15:06	1	Berhasil
7	09:20:23	1	Berhasil
8	09:25:43	1	Berhasil
9	09:30:21	1	Berhasil
10	09:35:11	1	Berhasil

```

2018-07-18 00:58:18: Received SUBSCRIBE from ESPClient008
2018-07-18 00:58:18: /MQTT/ret (0/0)
2018-07-18 00:58:18: Sending SUBACK to ESPClient008
2018-07-18 00:58:17: Received PUBLISH from cloudmqtt-ws-01-23407152344000 (0, 0, 0, 0, 'MQTT/ret', ... (1 bytes))
2018-07-18 00:58:17: Sending PUBLISH to cloudmqtt-ws-01-23407152344000 (0, 0, 0, 0, 'MQTT/ret', ... (1 bytes))
2018-07-18 00:58:17: Sending PUBLISH to ESPClient006 (0, 0, 0, 0, 'MQTT/ret', ... (1 bytes))
2018-07-18 00:58:18: Received PUBLISH from ESPClient006 (0, 0, 0, 0, 'MQTT/ret', ... (0 bytes))
2018-07-18 00:58:24: Sending PUBLISH to cloudmqtt-ws-01-23407152344000 (0, 0, 0, 0, 'MQTT/ret', ... (0 bytes))
2018-07-18 00:58:24: Received PUBLISH from cloudmqtt-ws-01-23407152344000 (0, 0, 0, 0, 'MQTT/ret', ... (1 bytes))
2018-07-18 00:58:24: Sending PUBLISH to cloudmqtt-ws-01-23407152344000 (0, 0, 0, 0, 'MQTT/ret', ... (1 bytes))
2018-07-18 00:58:24: Sending PUBLISH to ESPClient006 (0, 0, 0, 0, 'MQTT/ret', ... (1 bytes))

```

Gambar 7 Pengujian Subscribe

Mengacu pada Tabel III sampai Tabel VII menunjukkan bahwa data berhasil diterima dan dikirim dan Gambar 9 menjelaskan bahwa data berhasil *publish* dan *client* meminta untuk *subscribe*.

Pada Tabel IX menunjukkan bahwa respon sistem terhadap data yang dikirim ke *broker* dapat diterima oleh *subscriber* namun memiliki waktu *delay* terbesar 153ms.

TABEL IV. PENGUJIAN RESPON ALAT

No	Waktu	Pesan (1 bytes)	Status	Delay (s)
1	00:20:00	1	Berhasil	0.66
2	00:25:00	0	Berhasil	0.47
3	00:30:00	1	Berhasil	1.03
4	00:35:00	0	Berhasil	0.70
5	00:40:00	1	Berhasil	0.90
6	00:45:00	0	Berhasil	1.53



(a) (b)

Gambar 5 Respon alat (a) Relay menyala (b) Relay mati

Gambar 9(a) merupakan respon alat ketika menerima pesan 0 dan Gambar 10(b) merupakan respon alat ketika menerima pesan 1.

V. KESIMPULAN

Mengacu pada hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Tingkat presentase galat hasil pengukuran terhadap alat ukur lain, yaitu arus 2.2%, tegangan 1.33% dan daya 2.49%. Dari hasil pengujian pengukura diketahui bahwa alat yang dibuat termasuk dalam ukuran golongan 4 yang dapat digunakan pada panel yang tidak memperhatikan presisi dan ketelitian.

2. Alat telah berhasil berfungsi dalam melakukan konfigurasi WiFi dengan nilai keberhasilan 100%.
3. Alat mampu mengirim data secara realtime ke server, namun terdapat delay pengiriman data sebesar ±1 detik.
4. Alat telah berhasil berfungsi dalam fungsi kendali on, off dan reset *KWH* dengan nilai keberhasilan 100% namun terdapat delay respon penerimaan sebesar 1.53 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. G. Aditya, S. Hafidudin and I. M. Agus Ganda Permana, "Analisa dan Perancangan *Prototype Smart Home* dengan Sistem *Client Server* berbasis Platform Android melalui Komunikasi Wireless," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 3070- 3077, 2015.
- [2] H. Angraini and Y. H. Putra, "Sistem Monitoring Energi Listrik menggunakan Mikrokontroler Berbasis Web," *Jurnal Sistem Komputer Unikom – Komputika*, vol. 1, no. 1, 2015.
- [3] N. Y. D. Setyaningsih, I. A. Rozaq and Solekhan, "Efisiensi Beban *Smart Home* (Rumah Pintar) berbasis Arduino Uno," *Prosiding SNATIF Ke-4*, pp. 297-302, 2017.
- [4] Z. K. A. Mohammed and E. S. A. Ahmed, "*Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies*," *World Scientific News*, vol. 2, pp. 126-148, 2017.
- [5] H. A. Rochman, R. Primananda and H. Nurwasito, "Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Protokol MQTT pada *Smarthome*," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 6, pp. 445-455, 2017.
- [6] Halliday and R. (1974), *Power Fundamentals of Physics*, 1974.
- [7] Yulizar, I. D. Sara and M. Syukri, "Prototipe Pengukuran Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos dalam SatuHunian berbasis Arduino Uno R3 dan GSM Shield SIM900," *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 47-56, 2016.
- [8] B. Priyandono, "Pengukuran Arus dan Tegangan pada Rangkaian Instalasi Listrik," 2012.
- [9] N. Amaro, "Sistem monitoring besaran listrik dengan teknologi IoT (*Internet of Things*)," Bandar Lampung, 2017.
- [10] Arduino, "Arduino Nano," Arduino, [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>. [Accessed 2018 April 27].
- [11] "Wemos Electronics," Wemos D1 Mini, [Online]. Available: https://wiki.wemos.cc/products:di:d1_mini.

[Accessed 27 April 2018].

- [12] "Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistancse Current Conducto," Allegro MicroSystems, Worcester, 2006.
- [13] S. electronics, "SENSOR TEGANGAN AC 1 FASA ZMPT101B," SFE, [Online]. Available: <http://www.sfe-electronics.com/blog/arduino/cara-akses-sensor-tegangan-ac-1-fasa-ZMPT101B->. [Accessed 2018 April 27].
- [14] A. Mulyana and S. Sofyan, "Alat Ukur Parameter Tanah dan Lingkungan Berbasis Smartphone Android," *Scientiic Journal of Informatics*, vol. 2, no. 2, pp. 165-169, 2017.
- [15] 84codes, "Documentation," CloudMQTT, [Online]. Available: <https://www.CloudMQTT.com/docs.html>. [Accessed 29 April 2018].