

Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 14 NOMOR 2

AGUSTUS 2018

Rancang Bangun Otomatisasi Rumah Berbasis Wireless Sensor Network
Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queuing Telemetry Transport 83-90

Muhammad Yusuf Rizaldi, Erwin Susanto, dan Junartha Halomoan

JRE	Vol. 14	No. 2	Hal 83-144	Banda Aceh, Agustus 2018	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	------------	-----------------------------	--------------------------------------

Rancang Bangun Otomatisasi Rumah Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queuing Telemetry Transport

Muhammad Yusuf Rizaldi, Erwin Susanto, dan Junartha Halomoan
Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buah Batu, Sukapura, Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat 40257
e-mail: erwinelektro@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Perangkat elektronik dalam rumah tangga, seperti lampu, kipas, dan lain-lain telah menjadi bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat sekarang ini. Akan tetapi, perangkat-perangkat ini acapkali rentan akan pemborosan dalam pemakaiannya. Sebagai contoh adalah lampu rumah yang tetap dinyalakan sekalipun tak lagi digunakan. Untuk itu, dibutuhkan desain sebuah sistem otomatisasi rumah yang dapat membantu pengguna untuk memantau dan menyala-matikan perangkat elektronik secara remote melalui sebuah antarmuka pengguna. Penelitian ini menghasilkan perancangan sistem otomatisasi rumah menggunakan *Wireless Sensor Networks* (WSN) yang digunakan untuk menyala-matikan perangkat elektronik dan berkomunikasi dengan antarmuka pengguna. Komunikasi antara WSN dan antarmuka pengguna diatur melalui protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Hasil dari penelitian ini adalah rancangan sistem otomatisasi rumah yang dapat menyala-matikan perangkat elektronik secara remote dengan performa tunda (delay) rata-rata sebesar 0,509 detik. Kualitas WSN yang dirancang diklasifikasikan sebagai “baik” menggunakan standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON), di mana *round-trip time* (RTT) gateway memiliki nilai *latency* sebesar 16,452 ms, *jitter* sebesar 6,618 ms, dan *packet loss* sebesar 0%.

Kata kunci: *Otomatisasi rumah, MQTT, WSN*

Abstract—Home electronic devices, such as lights, fans, and etcetera are now an inseparable part from the daily life of current society. However, these devices are often used in a wasteful manner. A room light, for example, is often still lit even though it is no longer used. Therefore, a home automation system that can help users to monitor and switch their electronic devices remotely through a user interface must be designed. This research resulted in the design of home automation systems using *Wireless Sensor Networks* (WSN) which were used to switch the electronic devices and communicate with the user interface. Communication between WSN and the user interface was regulated through the *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) protocol. The results of this study were a design of home automation systems that can switch electronic devices remotely with an average delay performance of 0.509 seconds. The quality of the designed WSN was classified as “good” using the *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON) standards, where the *round-trip time* (RTT) gateway with a *latency* value was 16.452 ms, *jitter* was 6.618 ms, and *packet loss* was 0%.

Keywords: *Home automation, MQTT, WSN*

Copyright © 2018 Jurnal Rekayasa ElektriKa. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Otomatisasi rumah merupakan sebuah istilah yang berkisar pada kebutuhan otomatisasi dalam rumah tangga untuk meningkatkan kepraktisan, kenyamanan, manajemen daya, dan keamanan penghuninya. Otomatisasi rumah melibatkan otomatisasi sistem-sistem yang pokok untuk kebutuhan domestik seperti sistem penerangan, HVAC, keamanan, serta pengendalian dari berbagai piranti rumah tangga seperti kulkas, mesin cuci, dan seterusnya [1]-[3].

Suatu sistem otomatisasi rumah terdiri dari sejumlah

komponen utama, antara lain [2], [3]:

- Antarmuka pengguna: berupa monitor, komputer, atau *smartphone*, yang terhubung dan dapat memantau serta mengendalikan sistem otomatisasi rumah.
- Mode transmisi: protokol jaringan kabel seperti Ethernet ataupun nirkabel (gelombang radio, Bluetooth, GSM, ZigBee) dst.
- Kontroler utama: perangkat keras yang menghubungkan antarmuka pengguna dengan subsistem-subsistem yang ada dalam otomatisasi

rumah.

- Perangkat elektronik: lampu, AC, *heater*, dan seterusnya, yang menyusun suatu subsistem otomatisasi rumah dan terhubung dengan kontroler utama.

Dalam penelitian sistem otomatisasi rumah yang telah direalisasikan sebelumnya seperti pada [4], jaringan sistem otomatisasi rumah dibangun menggunakan medium transmisi kabel dan kontroler utama *Programmable Logic Controller (PLC)*. Desain sistem ini memiliki kekurangan, yaitu ketiadaan antarmuka pengguna yang dapat diakses secara *remote*, infleksibilitas dari medium transmisi kabel, serta ongkos desain, instalasi, dan ekspansi jaringan sistem yang relatif rumit dan mahal [5]. Dalam penelitian [6], alternatif sistem dirancang menggunakan kontroler utama mikrokontroler yang lebih ringkas. Tetapi, sistem ini pun belum memiliki antarmuka pengguna yang dapat diakses secara *remote*, dan masih menggunakan medium transmisi kabel untuk jaringan sistemnya. Penelitian [7]-[8] merupakan pengembangan lebih lanjut dari [6], di mana sistem telah memiliki antarmuka *remote* berbasis aplikasi *smartphone*, dan telah menggunakan medium transmisi nirkabel. Namun, rancangan jaringan dari sistem [7]-[8] menuntut spesifikasi performa kontroler utama yang relatif tinggi, sebab setiap proses pengambilan, pengolahan, dan pengiriman data dalam jaringan sistem (*network overhead*) dibebankan seluruhnya pada hanya satu mikrokontroler saja. Ditambah lagi, jumlah sensor dan aktuator yang dapat dihubungkan pada sistem bergantung pada jumlah pin I/O dari kontroler utama, sehingga lingkup cakupan dan kompleksitas sistem pun terbatas. Selain itu, antarmuka berbasis aplikasi *smartphone*, seperti dalam [7] dan [8], hanya dapat diakses melalui *smartphone* saja, dan tidak bersifat lintas *platform*. Pada penelitian [9], lebih dikembangkan pada *smart energy meter* untuk mendukung strategi transparansi konsumsi listrik berdasarkan jenis beban konsumen.

Penelitian ini mengusulkan desain sistem otomatisasi rumah menggunakan *wireless sensor networks (WSN)* [10]-[12]. WSN merupakan jaringan sekumpulan *node* yang saling mengirim dan menerima data antar satu sama lain menggunakan piranti *transceiver* dalam satu atau beberapa *cluster* [10]-[12]. Implementasi dari WSN telah dilakukan dalam penelitian [11] dan [12], di mana WSN



Gambar 1. Metode penelitian

diterapkan dalam piranti pengambilan dan pengolahan data temperatur [11], ataupun untuk menyala-matikan lampu LED secara *remote* [12]. Keuntungan dari WSN adalah berkurangnya beban kerja yang sebelumnya ditangani sepenuhnya oleh kontroler utama, di mana beban kerja dapat disebarkan kepada *node-node* WSN di dalam sistem.

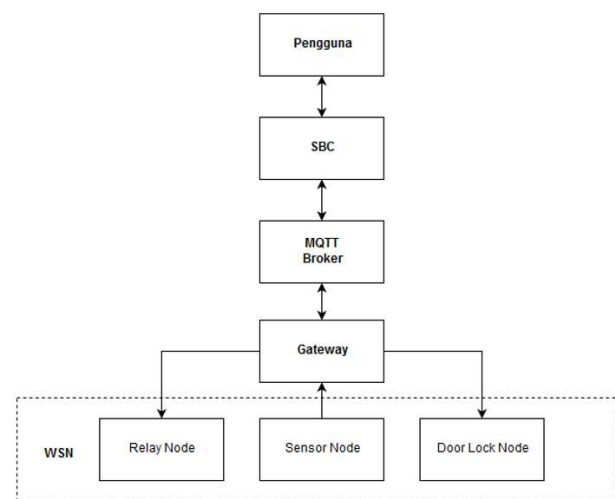
Permasalahan yang muncul selanjutnya adalah protokol *messaging* seperti apa yang sesuai untuk mengatur komunikasi paket data WSN dari sistem yang akan dirancang. Berdasarkan [13] dan [14], protokol *MQ Telemetry Transport (MQTT)* menunjukkan keunggulan dari segi kecepatan transmisi dan ukuran paket data yang lebih kecil dibandingkan protokol *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)*. Maka, penelitian ini mengusulkan implementasi MQTT sebagai protokol komunikasi data untuk WSN yang akan dirancang, dalam upaya mendesain suatu sistem otomatisasi rumah yang fleksibel, lintas *platform*, sekaligus berperforma kerja tinggi.

II. METODE

Metode yang dilaksanakan dalam penelitian ini terbagi dalam tiga langkah, yang secara umum digambarkan pada Gambar 1. Langkah pertama adalah perancangan perangkat keras, yang meliputi desain rangkaian elektronika untuk *Gateway* dan *node-node* dari WSN. Langkah kedua adalah perancangan perangkat lunak, yang meliputi rancangan format pesan WSN, rancangan format topik MQTT, pemrograman SBC sebagai platform sistem, pemrograman MQTT *Broker*, pemrograman *Gateway*, dan pemrograman WSN.

Adapun diagram blok topologi jaringan sistem ditunjukkan pada Gambar 2., dengan penjelasan masing-masing komponen sebagai berikut:

- SBC berfungsi menghubungkan pengguna terhadap sistem otomatisasi rumah dan menampilkan hasil pengukuran besaran-besaran fisis dari sensor kepada pengguna, serta menyediakan antarmuka bagi pengguna untuk membaca dan mengubah *state* milik perangkat-perangkat elektronik yang



Gambar 2. Diagram blok topologi jaringan sistem

terhubung dalam sistem otomatisasi rumah. SBC memakai platform *Home Assistant* yang dikonfigurasi melalui Raspberry Pi 3 Model B dengan OS Raspbian.

- b. MQTT *Broker* berfungsi menampung seluruh topik MQTT dari *publisher* dan *subscriber* pada sistem otomatisasi rumah.
- c. *Gateway* mengirim data-data besaran fisis yang dibaca oleh WSN dan mengolahnya menjadi topik MQTT ke MQTT *Broker*, serta mengambil pesan MQTT dari MQTT *Broker* dan mengolahnya menjadi perintah untuk mengubah *state* dari beban-beban yang terhubung pada WSN. *Gateway* menggunakan NodeMCU 1.0 yang dilengkapi dengan *transceiver* nRF24L01.
- d. WSN terdiri dari tiga *node*, yaitu *Relay Node*, *Sensor Node*, dan *Door Lock Node*. *Relay Node* berfungsi mengubah *state* dari beban lampu dan peralatan elektronik yang terhubung pada stop kontak. *Sensor Node* dapat digunakan untuk mengukur besaran fisis dari lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan memiliki kemampuan mendeteksi kebocoran gas LPG. *Door Lock Node* berfungsi mengubah *state* dari kunci solenoid untuk membuka dan mengunci pintu rumah.

A. Desain Perangkat Keras

Dari segi perancangan perangkat keras, sistem otomatisasi rumah terdiri dari SBM NodeMCU 1.0, SBM Arduino Nano V4, *transceiver* nRF24L01, rangkaian *driver relay* dan *solenoid*, sensor DHT11 untuk membaca besaran suhu dan kelembaban, serta sensor MQ6 untuk membaca besaran tekanan gas LPG pada lingkungan sekitar.

1. Perancangan WSN

WSN pada sistem otomatisasi rumah ini terdiri dari 3 *node* WSN yaitu *Relay Node*, *Sensor Node*, dan *Door Lock Node*. Setiap *node* WSN dirancang menggunakan SBM Arduino Nano V4 yang terhubung dengan modul *transceiver* nRF24L01 sebagai piranti komunikasi nirkabel yang berfungsi baik untuk mengirim ataupun menerima data. Dalam implementasinya, setiap *node* WSN memiliki fungsi-fungsi tertentu yang dibutuhkan demi mencapai tujuan sistem yaitu untuk memantau dan menyalakan-perangkat elektronik rumah tangga.

2. Perancangan Gateway

Gateway pada sistem otomatisasi rumah ini berfungsi menjembatani komunikasi data antara SBC dan WSN. *Gateway* dirancang menggunakan SBM NodeMCU 1.0 yang dilengkapi oleh modul WiFi ESP-12 untuk berkomunikasi dengan SBC, di mana keduanya beroperasi di bawah satu protokol komunikasi yang sama, yaitu protokol komunikasi TCP/IP. *Gateway* juga terhubung dengan modul *transceiver* nRF24L01 agar *Gateway* dapat saling mengirim ataupun menerima data terhadap setiap *node-node* yang ada pada WSN.

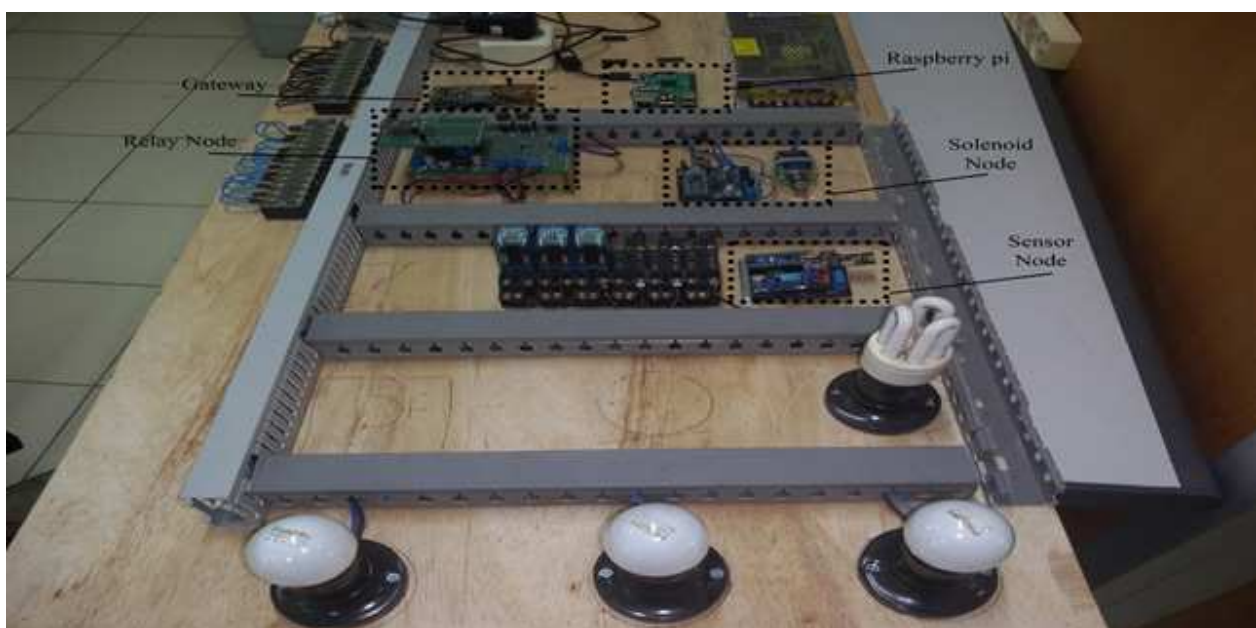
B. Desain Perangkat Lunak

1. Rancangan Format Paket Data WSN

Dalam rancangan sistem, masing-masing *node* WSN akan berkomunikasi dengan satu sama lain dalam komunikasi serial dengan format yang diatur oleh *application programming interface (API) framework* MySensors [16]. Format paket data MySensors menggunakan struktur yang ditunjukkan pada Tabel 1 sekaligus penjabarannya.

2. Rancangan Format Topik MQTT

Berdasarkan format pesan WSN, format topik MQTT dibagi menjadi dua topik yaitu topik "PUB" dan topik



Gambar 3. Desain keseluruhan perangkat keras WSN

Tabel 1. Struktur API *MySensors* [15]

Istilah	Keterangan
<i>node-id</i>	Alamat khusus dari sebuah node.
<i>child-id</i>	Alamat khusus dari sensor/aktuator yang terhubung dalam sebuah node. Satu child-id mendefinisikan satu sensor/aktuator.
<i>command</i>	Jenis-jenis perintah yang dapat diberikan pada suatu node. Perintah umum pada command terdiri dari: presentation: memberi perintah pada node untuk mempresentasikan seluruh sensor dan aktuator yang terhubung pada node itu kepada kontroler sistem. set: memberi perintah pada node untuk mengirim harga pengukuran dari suatu sensor/aktuator ke kontroler sistem ataupun mengubah harga pengukuran dari suatu sensor/aktuator melalui kontroler sistem. req: memberi perintah pada node untuk mengambil suatu nilai variabel parameter dari kontroler sistem.
<i>ack</i>	Mendefinisikan apakah pesan dari suatu node memuat parameter ACK (Acknowledgement) yang diakui oleh kontroler sistem.
<i>type</i>	Mendefinisikan variabel parameter suatu sensor/aktuator dalam suatu node. Nilai type tergantung dari nilai command yang ditentukan di dalam pesan.
<i>payload</i>	Mendefinisikan muatan data yang ditransmisikan dalam suatu pesan WSN. Sebagai contoh adalah data float dari hasil pembacaan sensor, ataupun data bool yang dikirim oleh pengguna melalui antarmuka, di mana data bool tersebut digunakan untuk menyalakan-matikan beban.

“SUB”. Kedua format tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

3. Pemrograman MQTT Broker

Pada sistem otomatisasi rumah ini, MQTT *Broker* dikonfigurasi di SBC menggunakan Mosquitto, sebuah *message broker* yang mengimplementasikan MQTT sebagai protokol *messaging*-nya.

4. Pemrograman Antarmuka Web Server

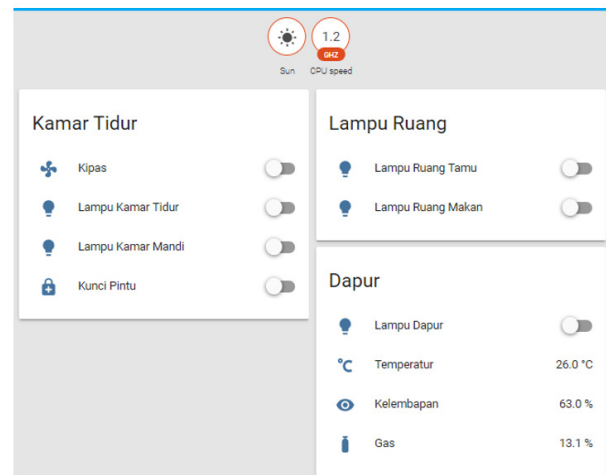
Sistem otomatisasi rumah dalam penelitian ini memakai *open-source home automation platform* berupa *Home Assistant* yang menyediakan antarmuka *web server* untuk pengguna. *Home Assistant* dikonfigurasi melalui bahasa pemrograman YAML. *Home Assistant* mengolah data yang di-*publish* dari WSN menjadi tampilan antarmuka yang dapat dibaca oleh pengguna, kemudian mengolah perintah pengguna menjadi topik MQTT yang

Tabel 2. Format topik MQTT untuk *publisher*

PUB/node-id/child-id/command/ack/type/payload
Topik “PUB” merupakan topik yang dikirim oleh publisher kepada MQTT Broker.

Tabel 3. Format topik MQTT untuk *subscriber*

SUB/node-id/child-id/command/ack/type/payload
Topik “SUB” merupakan topik yang diterima oleh subscriber dari MQTT Broker.

Gambar 4. Antarmuka *web server* menggunakan *home assistant*

diperlukan untuk mengubah *state* beban-beban perangkat elektronik rumah tangga yang terhubung pada WSN. Antarmuka *web server* menggunakan port TCP/IP 8123.

5. Pemrograman Gateway

Pemrograman *Gateway* mencakup algoritma untuk mengidentifikasi serta mencatat setiap *node* dalam jaringan WSN dalam alamat yang bersifat unik, mengolah pesan WSN yang dikirim dari WSN menjadi topik MQTT untuk diteruskan menuju MQTT *Broker*, serta mengolah topik MQTT dari MQTT *Broker* menjadi pesan WSN yang diterima oleh WSN.

6. Pemrograman WSN

Pemrograman WSN mencakup algoritma untuk mengirim pesan WSN yang dikirim dari Sensor Node ke Gateway serta algoritma untuk menerima pesan WSN dari Gateway dan mengolahnya sebagai instruksi untuk mengubah *state* beban-beban perangkat elektronik yang terhubung dengan Relay Node dan Door Lock Node.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Kualitas Latency dan Packet Loss dari Node WSN

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui keandalan transmisi paket data dari *node* WSN berdasarkan jarak transmisinya. Keandalan ditentukan melalui parameter *latency* dan *packet loss*. *Jitter* adalah variasi dari waktu yang dibutuhkan oleh *transmitter* untuk mengirim data hingga *transmitter* mendapat sinyal *acknowledgement* dari *receiver*, dikurangi dengan waktu

paket data yang sebelumnya. *Jitter* dihitung melalui persamaan sebagaimana berikut:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_{i+1} - x_i)^2}{N}, \quad (1)$$

dimana x_i adalah waktu tiba paket pada iterasi ke- i dan N adalah banyaknya sampling paket data.

Packet loss adalah perbandingan antara seluruh paket yang hilang dengan seluruh paket yang dikirimkan dari titik pengirim ke titik penerima. *Packet loss* dihitung melalui persamaan berikut:

$$Packet\ loss = \frac{P_d}{N} \times 100\%, \quad (2)$$

dimana P_d adalah jumlah paket yang gagal terkirim dan N adalah banyaknya sampling paket data.

Hasil dari pengujian rata-rata *jitter* dan *packet loss* suatu jaringan sistem kemudian dibandingkan dengan parameter kualitas yang berlaku secara internasional. Penelitian ini menggunakan *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON) sebagai rujukan standar kualitas untuk menentukan keandalan komunikasi data suatu jaringan [17], tersaji pada Tabel 4.

Pengujian dilakukan dengan menulis program pada piranti *transmitter* (Arduino Nano V4 yang dilengkapi dengan *transceiver* nRF24L01) untuk mengirimkan

Tabel 4. Parameter kualitas menggunakan standar TIPHON [17]

Kualitas	Packet loss	Jitter maksimum
Ideal	0%	0 ms
Baik	3%	75 ms
Sedang	15%	125 ms
Buruk	25%	225 ms

Tabel 5. Pengujian kualitas transmisi paket data WSN terhadap Gateway

Jumlah paket yang dikirim	Jarak	Rata-rata jitter	Packet loss	Kualitas TIPHON
30	5 meter, ruang terbuka	6.090 ms	0%	Baik
30	5 meter, ruang tertutup	6.583 ms	0%	Baik
30	10 meter, ruang terbuka	22.933 ms	6.7%	Baik
30	10 meter, ruang tertutup	25.133 ms	6.7%	Baik
30	15 meter, ruang terbuka	25.55 ms	20%	Sedang
30	15 meter, ruang tertutup	27.90 ms	26.7%	Buruk

Tabel 6. Topik MQTT *sensor node*

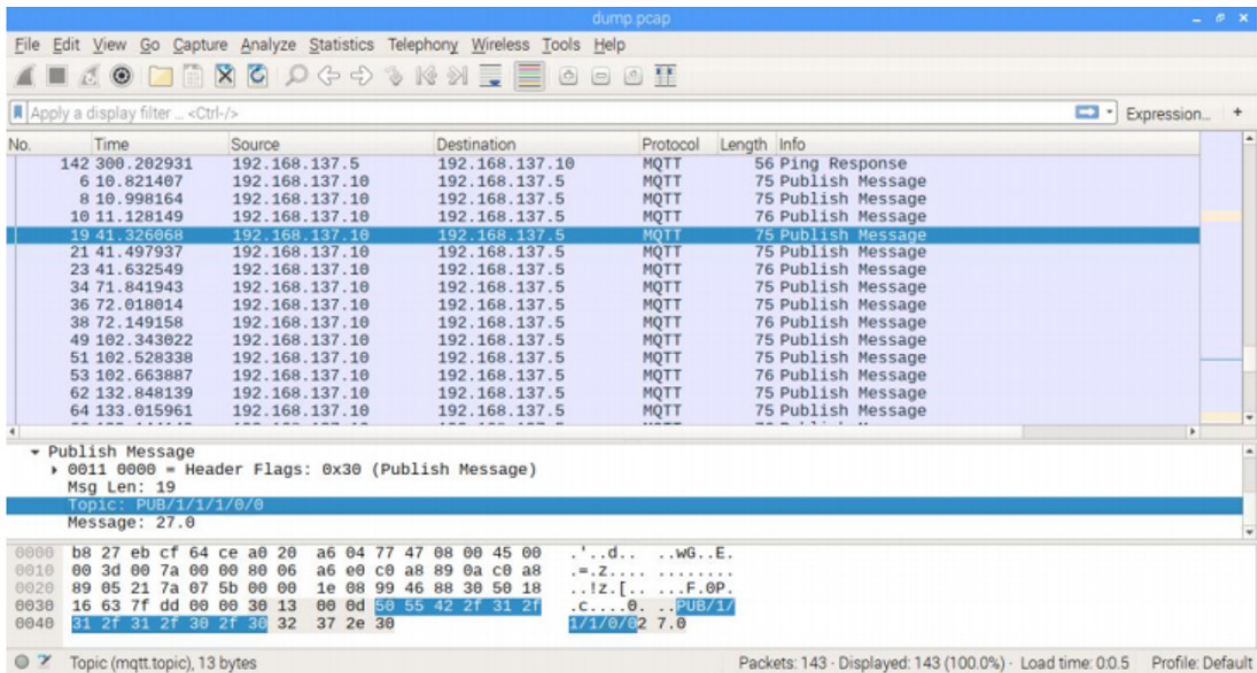
No	Sensor	Topik
1	DHT11	PUB/1/1/1/0/0/
2	DHT11	PUB/1/2/1/0/1/
3	MQ-6	PUB/1/3/1/0/54/

paket data setiap 30 detik sekali kepada piranti *receiver* (NodeMCU 1.0 yang dilengkapi dengan *transceiver* nRF24L01). Kemudian, *receiver* akan menerima paket data dan mengirimkan sinyal *acknowledgment* kepada *transmitter* bahwa paket berhasil diterima. Dengan proses ini, maka *jitter* dan *packet loss* dari jaringan dapat ditentukan. Pengujian antara *transmitter* dan *receiver* dilakukan dalam jangkauan jarak sebesar 5, 10, dan 15 meter di ruang terbuka maupun ruang tertutup, di mana transmisi data melalui udara bebas dari *transceiver* dihalangi sekat pembatas berupa *tupperware* berbahan plastik. Penyampelan dilakukan sebanyak 30 kali untuk masing-masing jarak yang diuji.

Hasil dari pengujian pada Tabel 5 menunjukkan bahwa jaringan dapat mengirim dan menerima data dengan baik menurut standar TIPHON hingga pada jarak 10 meter untuk ruang terbuka maupun ruang tertutup, sedang pada jarak 15 meter untuk ruang terbuka, dan buruk pada jarak 15 meter untuk ruang tertutup.

Tabel 7. Delay dari data yang dikirim publisher Sensor Node dalam sistem

No	Topik	Payload	Timestamp	Delay
1	PUB/1/1/1/0/0	27.0	10.822 s	-
2	PUB/1/2/1/0/1	64.0	10.988 s	-
3	PUB/1/1/1/0/0	27.0	41.326 s	0.504 s
4	PUB/1/2/1/0/1	64.0	41.498 s	0.51 s
5	PUB/1/1/1/0/0	27.0	71.842 s	0.516 s
6	PUB/1/2/1/0/1	53.0	72.018 s	0.52 s
7	PUB/1/1/1/0/0	27.0	102.343 s	0.501 s
8	PUB/1/2/1/0/1	54.0	102.528 s	0.51 s
9	PUB/1/1/1/0/0	27.0	132.848 s	0.505 s
10	PUB/1/2/1/0/1	53.0	133.016 s	0.488 s
11	PUB/1/1/1/0/0	27.0	163.357 s	0.509 s
12	PUB/1/2/1/0/1	53.0	163.526 s	0.51 s
13	PUB/1/1/1/0/0	28.0	193.865 s	0.508 s
14	PUB/1/2/1/0/1	53.0	194.038 s	0.512 s
15	PUB/1/1/1/0/0	26.0	224.374 s	0.509 s
16	PUB/1/2/1/0/1	53.0	224.558 s	0.52 s
17	PUB/1/1/1/0/0	26.0	254.882 s	0.508 s
18	PUB/1/2/1/0/1	54.0	255.058 s	0.5 s
19	PUB/1/1/1/0/0	26.0	285.39 s	0.508 s
20	PUB/1/2/1/0/1	54.0	285.573 s	0.515 s
21	PUB/1/3/1/0/54	10.7	11.128 s	-
22	PUB/1/3/1/0/54	10.5	41.636 s	0.508 s
23	PUB/1/3/1/0/54	10.9	72.15 s	0.514 s
24	PUB/1/3/1/0/54	11.0	102.664 s	0.514 s
25	PUB/1/3/1/0/54	10.5	133.144 s	0.48 s
26	PUB/1/3/1/0/54	10.3	163.651 s	0.507 s
27	PUB/1/3/1/0/54	10.5	194.168 s	0.517 s
28	PUB/1/3/1/0/54	10.4	224.689 s	0.521 s
29	PUB/1/3/1/0/54	10.4	255.189 s	0.5 s
30	PUB/1/3/1/0/54	10.6	285.704 s	0.515 s
Rata-rata				0.509 s



Gambar 5. Penyampelan topik MQTT menggunakan Wireshark

Tabel 8. Topik MQTT solenoid node dan relay node

No	Aktuator	Topik
1	Solenoid	SUB/2/1/1/0/2/
2	Relai	SUB/3/1/1/0/2/

B. Pengujian Performa Akuisisi Topik MQTT

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui performa *delay* keseluruhan sistem dalam mengakuisisi topik MQTT dari WSN ke SBC. Topik MQTT yang diakuisisi *broker* adalah data pembacaan sensor dari *publisher* WSN. Hasil pengujian akuisisi topik MQTT digunakan sebagai rujukan keandalan sistem dalam mengakuisisi topik MQTT dari WSN.

Pada pengujian ini, WSN diprogram untuk mengirimkan topik MQTT yang memuat *payload* variabel data *float* pembacaan sensor DHT11 dan MQ-6 milik *Sensor Node*, di mana DHT11 membaca suhu dan kelembaban, sedang MQ-6 membaca tekanan gas LPG. *Sensor Node* memiliki tiga topik MQTT yang harus dikirim, dengan penjelasan di Tabel 6. Pengiriman topik dari *Sensor Node* dilakukan secara otomatis dalam kurun waktu setiap 30 detik. Data kemudian diteruskan ke *Gateway* dan diubah menjadi topik MQTT untuk ditampung ke dalam MQTT *Broker*.

Wireshark difungsikan sebagai aplikasi untuk mencatat log topik MQTT yang dikirim oleh WSN. Log memuat nama topik, isi *payload*, serta *timestamp* ketika MQTT *Broker* menerima sinyal *acknowledgement* dari penerima. Selisih dari log *timestamp* kemudian dikurangi oleh harga interval pengiriman data dari WSN. Hasil selisih tersebut adalah *delay* ketika WSN mengirimkan paket data selaku *publisher* MQTT dalam jaringan sistem.

Dapat dilihat pada Tabel 7 bahwa rata-rata *delay* dari

publisher Sensor Node adalah sebesar 0.509 detik. Dengan panjang karakter *payload* sejumlah 4 karakter, maka ukuran *payload* dalam paket MQTT adalah sebesar 4 byte dengan total panjang paket data sebesar 13 byte.

C. Pengujian Performa Pengiriman Topik MQTT

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui performa *delay* sistem dalam mengirim topik MQTT dari SBC. Topik MQTT yang dikirim SBC adalah data *bool* untuk *subscriber-subscriber* WSN, di mana data *bool* tersebut digunakan sebagai acuan *subscriber* untuk menyala-matikan beban. Hasil pengujian akuisisi topik MQTT digunakan sebagai rujukan keandalan jaringan sistem dalam mengirim topik MQTT dari SBC hingga ke WSN. Pada pengujian ini, SBC diprogram untuk mengirimkan topik MQTT ke WSN yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Wireshark difungsikan sebagai aplikasi untuk mencatat log topik MQTT yang dikirim oleh SBC. Log memuat nama topik, isi *payload*, serta *timestamp* ketika MQTT *Broker* menerima sinyal *acknowledgement* dari penerima. Hasil selisih tersebut adalah *delay* jaringan ketika WSN menerima paket data selaku *subscriber* MQTT dalam jaringan sistem.

Dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10 bahwa tidak terdapat perbedaan *delay* dari *subscriber Solenoid Node* dan *Relay Node*, yaitu sebesar 0,483 detik. Hal ini disebabkan oleh ukuran *payload* yang sama antara *Solenoid Node* dan *Relay Node*, yaitu sebesar 1 byte dengan total panjang paket data sebesar 10 byte. Membandingkan Tabel 7 dengan Tabel 9-10, dapat disimpulkan bahwa ukuran *payload* berpengaruh terhadap *delay* paket data.

Tabel 9. Delay dari paket data yang diterima subscriber solenoid node dan relay node dalam sistem

No	Topik	Payload	Timestamp	Delay
1	SUB/2/1/1/0/2	1	2.583 s	-
2	SUB/2/1/1/0/2	0	33.083 s	0.496 s
3	SUB/2/1/1/0/2	1	64.079 s	0.507 s
4	SUB/2/1/1/0/2	0	95.086 s	0.506 s
5	SUB/2/1/1/0/2	1	126.092 s	0.493 s
6	SUB/2/1/1/0/2	0	157.085 s	0.495 s
7	SUB/2/1/1/0/2	1	188.08 s	0.511 s
8	SUB/2/1/1/0/2	0	219.091 s	0.506 s
9	SUB/2/1/1/0/2	1	250.097 s	0.495 s
10	SUB/2/1/1/0/2	0	281.092 s	0.5 s
11	SUB/2/1/1/0/2	1	312.092 s	0.492 s
12	SUB/2/1/1/0/2	0	343.084 s	0.512 s
13	SUB/2/1/1/0/2	1	374.096 s	0.489 s
14	SUB/2/1/1/0/2	0	405.085 s	0.503 s
15	SUB/2/1/1/0/2	1	436.088 s	0.504 s
16	SUB/2/1/1/0/2	0	467.092 s	0.498 s
17	SUB/2/1/1/0/2	1	498.09 s	0.5 s
18	SUB/2/1/1/0/2	0	529.09 s	0.49 s
19	SUB/2/1/1/0/2	1	560.08 s	0.504 s
20	SUB/2/1/1/0/2	0	591.084 s	0.51 s
21	SUB/2/1/1/0/2	1	622.094 s	0.498 s
22	SUB/2/1/1/0/2	0	653.092 s	0.492 s
23	SUB/2/1/1/0/2	1	684.084 s	0.505 s
24	SUB/2/1/1/0/2	0	715.089 s	0.498 s
25	SUB/2/1/1/0/2	1	746.087 s	0.498 s
26	SUB/2/1/1/0/2	0	777.085 s	0.505 s
27	SUB/2/1/1/0/2	1	808.09 s	0.49 s
28	SUB/2/1/1/0/2	0	839.08 s	0.512 s
29	SUB/2/1/1/0/2	1	870.092 s	0.49 s
30	SUB/2/1/1/0/2	0	901.082 s	0.496 s
Rata-rata				0.483 s

Tabel 10. Delay dari paket data yang diterima subscriber solenoid node dan relay node dalam sistem

No	Topik	Payload	Timestamp	Delay
1	SUB/3/1/1/0/2	1	3.9 s	-
2	SUB/3/1/1/0/2	0	39.79 s	0.49 s
3	SUB/3/1/1/0/2	1	71.782 s	0.492 s
4	SUB/3/1/1/0/2	0	103.776 s	0.494 s
5	SUB/3/1/1/0/2	1	135.784 s	0.508 s
6	SUB/3/1/1/0/2	0	167.764 s	0.48 s
7	SUB/3/1/1/0/2	1	199.788 s	0.524 s
8	SUB/3/1/1/0/2	0	231.768 s	0.48 s
9	SUB/3/1/1/0/2	1	263.78 s	0.512 s
10	SUB/3/1/1/0/2	0	295.782 s	0.502 s
11	SUB/3/1/1/0/2	1	327.79 s	0.508 s
12	SUB/3/1/1/0/2	0	359.806 s	0.516 s
13	SUB/3/1/1/0/2	1	391.766 s	0.46 s
14	SUB/3/1/1/0/2	0	423.772 s	0.506 s
15	SUB/3/1/1/0/2	1	455.804 s	0.532 s
16	SUB/3/1/1/0/2	0	487.79 s	0.486 s
17	SUB/3/1/1/0/2	1	519.79 s	0.5 s
18	SUB/3/1/1/0/2	0	551.78 s	0.49 s
19	SUB/3/1/1/0/2	1	583.788 s	0.508 s
20	SUB/3/1/1/0/2	0	615.784 s	0.496 s
21	SUB/3/1/1/0/2	1	647.782 s	0.498 s
22	SUB/3/1/1/0/2	0	679.816 s	0.534 s
23	SUB/3/1/1/0/2	1	711.768 s	0.452 s
24	SUB/3/1/1/0/2	0	743.786 s	0.518 s
25	SUB/3/1/1/0/2	1	775.786 s	0.5 s
26	SUB/3/1/1/0/2	0	807.784 s	0.498 s
27	SUB/3/1/1/0/2	1	839.772 s	0.488 s
28	SUB/3/1/1/0/2	0	871.768 s	0.496 s
29	SUB/3/1/1/0/2	1	903.792 s	0.524 s
30	SUB/3/1/1/0/2	0	935.876 s	0.494 s
Rata-rata				0.483 s

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhubungan dengan implementasi teknologi WSN sebagai komponen rancang bangun suatu sistem otomatisasi rumah, di mana sistem digunakan untuk memantau dan menyala-matikan perangkat-perangkat elektronik rumah tangga secara remote. Transceiver nRF24L01 layak digunakan sebagai modul transceiver suatu node WSN berkualitas baik dalam standar TIPHON pada jarak kurang lebih 10 meter. Kondisi ruang terbuka atau tertutup ditemukan memengaruhi kinerja dari transmisi data transceiver nRF24L01.

Melalui pengujian, sistem otomatisasi rumah berhasil mengakuisisi data melalui jaringan nirkabel menggunakan protokol messaging MQTT dengan performa delay sebesar 0,509 detik. dan menyala-matikan beban-beban perangkat elektronik melalui jaringan nirkabel menggunakan protokol messaging MQTT dengan performa delay sebesar 0,483 detik.

Untuk penelitian selanjutnya, dibutuhkan solusi rancang bangun yang lebih baik dalam mengurangi delay sistem serta meningkatkan keandalan dan jarak transmisi dari node WSN.

REFERENSI

- [1] S. Palaniappan, N. Hariharan, N. T. Kesh, Vidhyalakshimi, and A. Deborah. "Home Automation Systems - A Study", *International Journal of Computer Applications (IJCA)*, Vol. 116, Issue 11, Apr. 2015, pp. 11-18.
- [2] S. G. Vaishnavi and S. Y. Pratibha. "Smart Home Automation: A Literature Review", *International Journal of Computer Applications (IJCA) Proceedings on National Seminar on Recent Trends in Data Mining*, Vol. 2016 (2016), Issue 1, pp. 6-10, Apr. 2016.
- [3] D. Purohit and M. Ghosh. "Challenges and Types of Home Automation Systems", *International Journal of Computer Science and Mobile Computing (IJCSMC)*, Vol. 6, Issue. 4, Apr. 2017, pp. 369-375.

- [4] S. Mahapatra, A. Jain, and D. Singh, "PLC-Based Home Automation System", *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (ITEE)*, Vol. 4, Issue 5, Oct. 2014, pp. 12-15.
- [5] P. Radja. "The Overview of Wired and Wireless Networks and the Need for the Transition from Wired to Wireless Networks", *International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering*, Vol. 3, Issue 8, Aug. 2015, pp. 52-56.
- [6] I. Kaur, "Microcontroller Based Home Automation System with Security", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 1, No. 6, Dec. 2010, pp. 60-65.
- [7] T. Sehgal and S. More, "Home Automation using IOT and Mobile App", *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 04, Issue 2, Feb. 2017, pp. 694-698.
- [8] H.B. Shinde, A. Chaudhari, P. Chaure, M. Chandgude, and P. Waghmare. "Smart Home Automation System using Android Application", *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 04, Issue 4, Apr. 2017, pp. 2408-2411.
- [9] A. B. Muljono, I. M. A. Nrartha, I. M. Ginarsa dan I. M. B. Suksmadana, "Rancang Bangun Smart Energy Meter Berbasis UNO dan Raspberry Pi", *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, Vol 14, No 1, April 2018, hal. 9-18.
- [10] A. Hác. *Wireless Sensor Network Designs*. San Francisco, United States of America: Jossey-Bass. 2003.
- [11] B.R. Stojkoska, A.P. Avramova, and P. Chatzimisios, "Application of Wireless Sensor Networks for Indoor Temperature Regulation," *International Journal of Distributed Sensor Network*, Vol. 2014 (2014), issue 5, May 2014, 10 pages.
- [12] R. Meenakshi and D.M. Yadav, "Indoor LED Lighting Control System using WSN considering User Satisfaction," *International Journal of Innovative Research in Computer Engineering*, Vol. 3, Issue 4, Apr. 2015. pp. 2941-2948.
- [13] T. Yokotani and Y. Sakaki. "Comparison with HTTP and MQTT on Required Network Resources for IoT," in *Proc. 2016 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC)*, pp. 113-117.
- [14] S. Mounica and S. Kumar. "Zigbee Based Communication System for Future Micro-Grids Using Http and MQTT Protocols," *Sreyas International Journal of Scientists and Technocrats*, Vol. 1, Issue 11, Oct. 2017, pp. 44-50.
- [15] (2017) Home Assistant website. [Online]. Available: <https://home-assistant.io/>
- [16] (2017) MySensors website. [Online]. Available: <https://www.mysensors.org/>
- [17] *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)*; General aspects of Quality of Service (QoS), ETSI, 1998.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

