

PENERAPAN PROTOKOL MQTT-SN PADA SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS MIKROKONTROLLER NODEMCU

Oleh:

Kevin Suharto^{*1}, Mohammad Fajar², Hasniati³
^{1,2,3}Informatika, STMIK KHARISMA Makassar

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan protokol komunikasi MQTT-SN pada sistem keamanan rumah berbasis mikrokontroler NodeMCU yang memungkinkan pengembangan sistem berbasis IoT ekonomis. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan eksperimen. Sistem keamanan rumah hasil rancangan terdiri dari MQTT-SN client, MQTT-SN Gateway dan MQTT broker. Aplikasi sistem keamanan rumah yang dirancang berjalan di atas perangkat Smartphone *Android*. Hasil evaluasi sistem dengan jumlah node 2 hingga 10 node terlihat bahwa protokol MQTT-SN memiliki performa QoS seperti delay, packet loss dan throughput yang cukup baik dan dapat diterima. Pengiriman rata-rata ukuran data MQTT-SN lebih kecil daripada protokol MQTT. Selain itu, sistem keamanan rumah yang dirancang berhasil mengirimkan notifikasi ke perangkat handphone user sebagai respon adanya deteksi pergerakan di sekitar titik-titik lokasi sensor yang dipasang.

Kata kunci: MQTT-SN, MQTT, IoT, Sistem Keamanan Rumah, QoS

Abstract: *This study aims to apply the MQTT-SN communication protocol to a low-cost home security system based on the NodeMCU microcontroller. Data was collected through literature studies and experiments. The designed home security system consists of MQTT-SN client, MQTT-SN Gateway, and MQTT broker. Home security system application designed to run on Android Smartphone devices. Evaluation results of the system with a number of nodes from 2 to 10 nodes show that the MQTT-SN protocol QoS performance such as delay, packet loss, and throughput is good and acceptable. The average size of the delivery packet of MQTT-SN is smaller than that of the MQTT protocol. In addition, the designed home security system successfully sent notifications to the user's mobile device in response to the detection of movement around the sensor location points installed.*

Keywords: MQTT-SN, MQTT, IoT, Home Security System, QoS

PENDAHULUAN

Dalam penelitian [1] disebutkan bahwa arah perkembangan teknologi di masa depan akan dipenuhi oleh alat-alat yang saling berkomunikasi dan saling terhubung satu sama lain melalui jaringan internet atau dikenal sebagai Internet of Things (IoT). Saat ini teknologi IoT semakin berkembang pesat dan telah banyak digunakan untuk membantu aktifitas sehari-hari manusia di berbagai bidang, termasuk sebagai teknologi pendukung sistem keamanan rumah atau gedung. Rumah atau gedung yang ditinggalkan oleh penghuninya, misalnya ketika libur atau keluar kota tanpa adanya pengawasan akan berpotensi terjadinya pencurian atau sesuatu yang tidak diinginkan yang mengakibatkan kerugian [2]. Sehingga diperlukan sistem

*Corresponding author : Kevin Suharto (kevinsuharto_19@kharisma.ac.id)

berbasis IoT yang dapat memberikan informasi kondisi rumah, meskipun pemilik berada jauh dari rumah.

Salah satu komponen penting dalam jaringan IoT yaitu protokol komunikasi yang digunakan untuk mengatur pesan masuk dan keluar antar jaringan serta menghubungkan jaringan satu dengan yang lain hingga dapat bertukar informasi meskipun perangkat-perangkatnya berbeda tipe atau platform. Demikian pentingnya fungsi protokol ini, sehingga pemilihan protokol komunikasi di jaringan IoT perlu dilakukan dengan pertimbangan yang baik [3]. Beberapa protokol telah dikembangkan dan digunakan untuk IoT, diantaranya: Constrained Application Protocol (CoAP) [4][5], Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP)[6], dan Message Queue Telemetry Transport (MQTT)[7] serta MQTT for sensor networks (MQTT-SN)[8]. Dalam tulisan [9] dijelaskan bahwa MQTT-SN merupakan protokol komunikasi yang menggunakan jenis protokol datagram (UDP) yang lebih beradaptasi terhadap koneksi jaringan *wireless* serta lebih mendukung terhadap *unreliable network*, memiliki ukuran pengiriman data yang lebih kecil daripada MQTT [9]. Sedangkan studi yang dilakukan oleh [10] terkait pengujian performa parameter Quality of Services (QoS) protokol MQTT-SN pada sistem smart home dipandang lebih bagus, karena memiliki data *throughput* dan *packet received yang* lebih baik daripada protokol CoaP.

Oleh karena itu dalam penelitian ini, penulis menerapkan protokol komunikasi MQTT-SN pada pengembangan sistem keamanan rumah berbasis mikrokontroler NodeMCU. Pemakaian perangkat mikrokontroler NodeMCU memungkinkan pengembangan sistem IoT yang lebih ekonomis.

METODOLOGI

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui studi literatur terkait protokol MQTT-SN dan data eksperimen hasil evaluasi kualitas (QoS) sistem yang dikembangkan. Data hasil evaluasi dijadikan sebagai dasar dalam menyusun kesimpulan akhir penelitian.

Adapun tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah penelitian
2. Studi literatur makalah-makalah di jurnal terkait Internet of Things (IoT), sistem keamanan rumah, dan protokol MQTT-SN.
3. Perancangan Sistem Keamanan Rumah. Pada tahapan ini dirancang sistem monitoring keamanan rumah menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler dan MQTT-SN sebagai protokol komunikasi dan Sensor PIR sebagai alat pendeteksi untuk pergerakan. Jumlah node yang digunakan sebanyak 10 node.
4. Evaluasi dan pengujian performa sistem, secara khusus performansi protokol MQTT-SN yang digunakan. Pada evaluasi ini pengukuran dilakukan untuk mendapatkan informasi QoS sistem seperti Throughput, Packet loss, dan Delay. Evaluasi dilakukan dengan beberapa skenario jumlah node yang terlibat yaitu 2 node, 5 node, 8 node hingga 10 node. Selain itu juga akan diuji apakah sistem dapat memberikan notifikasi kepada user jika dideteksi pergerakan di sekitar titik-titik yang diamati.

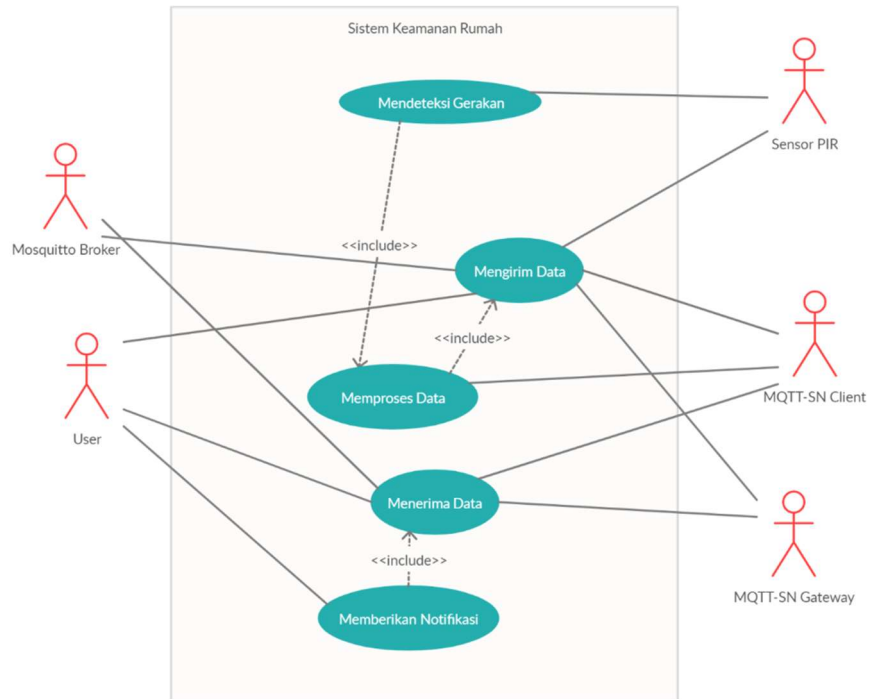
Pada tahap perancangan, perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan yaitu:

- a. Eclipse Mosquitto, digunakan sebagai broker atau server dari MQTT-SN
- b) Arduino IDE, merupakan software yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler agar dapat bekerja dengan semestinya.
- c) NodeMCU ESP8266, merupakan mikrokontroler yang digunakan oleh peneliti.
- d) Library paho.mqtt-sn.embedded-c, library yang digunakan peneliti untuk menjalankan MQTT-SN Gateway
- e) Library arduino-mqtt-sn-client, library yang digunakan peneliti untuk menjalankan MQTT-SN Client
- f) Sensor PIR, digunakan sebagai sensor pendeteksi jika ada gerakan
- g) *Wireshark*, merupakan software yang digunakan peneliti untuk menganalisis protokol yang digunakan dan melakukan pengukuran evaluasi
- h) Virtualbox, merupakan software yang digunakan peneliti untuk menjalankan OS LINUX agar dapat menjalankan MQTT-SN Gateway
- i) ASUS A442U, merupakan laptop yang digunakan sebagai MQTT-SN Gateway sekaligus MQTT broker serta menjadi hotspot untuk klien
- j) Android Studio, merupakan software yang digunakan untuk membuat aplikasi user di platform android
- k) Xiaomi Redmi Note 4, merupakan handphone yang digunakan sebagai user untuk menerima pesan dari klien node sensor
- l) Kabel Jumper dan USB, merupakan kabel yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan sensor serta sebagai kabel power untuk mikrokontroler.

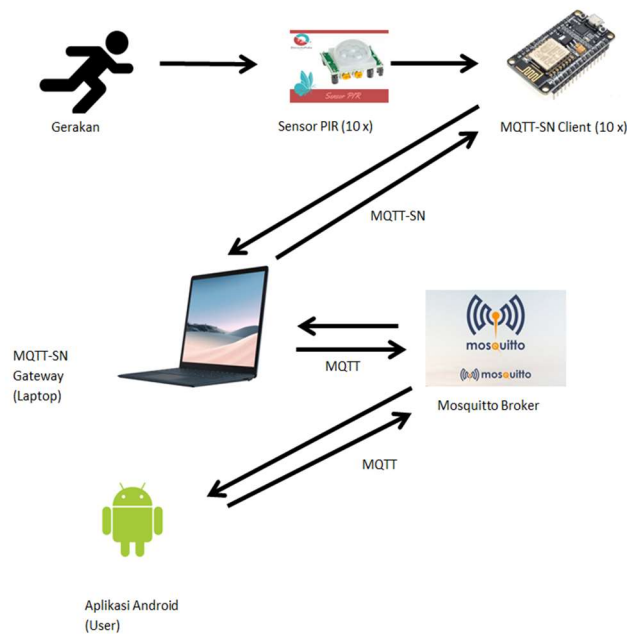
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sistem Keamanan Rumah

Hasil analisis sistem disajikan melalui diagram usecase, seperti pada Gambar 1 terlihat sistem memiliki kemampuan mendeteksi gerakan, mengirim data, memproses data, menerima data, dan memberikan atau mengirim notifikasi ke user. Pada hasil analisis ini juga diperlihatkan bahwa sistem berinteraksi dengan sejumlah aktor (pemeran) yaitu sensor, mosquito broker, mqtt-sn client, mqtt-sn gateway dan user. Aktor-aktor ini dapat memberikan semacam stimulan ke sistem atau menerima respon dari sistem.



Gambar 1. Diagram use-case spesifikasi sistem keamanan rumah
 Desain Sistem Keamanan Rumah



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Pada Gambar 2 ditunjukkan skenario sistem yang dirancang, jika gerakan yang terjadi di sekitar rumah akan dideteksi oleh sensor PIR, setelah itu sensor PIR akan mengirimkan data ke NodeMCU untuk diproses dan diberikan ke MQTT-SN Gateway dengan menggunakan protokol MQTT-SN. Data kemudian dikirim ke MQTT broker menggunakan protokol MQTT. Dari MQTT broker data di kirim ke aplikasi android untuk ditampilkan sebagai notifikasi ke

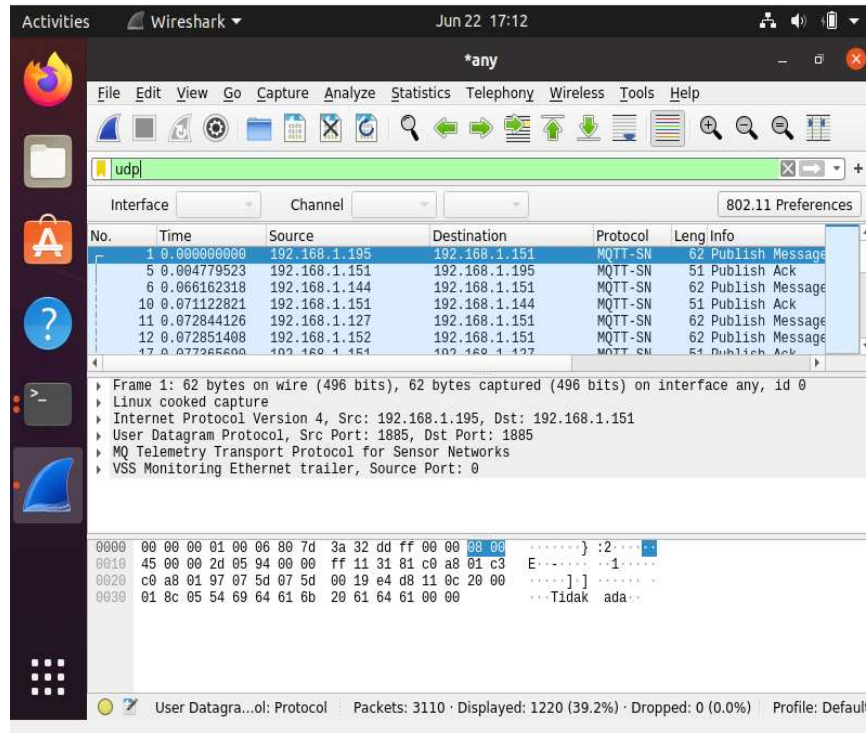
Sementara Gambar 4 menyajikan rancangan alur atau *flowchart* dari MQTT-SN Client dimana client melakukan inisialisasi topic, hotspot dan pin sensor. Selanjutnya client melakukan koneksi ke internet yang tersedia dan melakukan koneksi ke gateway dengan idclient yang sudah diinisialisasi. Apabila client telah terkoneksi ke gateway maka selanjutnya client mengirim data sensor ke gateway. Untuk alur logik MQTT-SN Gateway yaitu dimana gateway akan menginisialisasi port broker dan broker IP serta port yang digunakan oleh gateway dan menggunakan koneksi UDP. Setelah melakukan inisialisasi maka gateway akan menunggu koneksi dari client, jika ada koneksi maka gateway membuat koneksi ke broker. Jika sudah terkoneksi maka data yang dikirim dari client akan dikirim ke broker. Untuk flowchart MQTT Broker dimana broker akan melakukan inisialisasi koneksi menunggu koneksi dari user ataupun client. Jika ada koneksi maka broker akan melihat adanya idclient atau tidak jika tidak maka koneksi tersebut dianggap sebagai user dan akan melihat topic yang disubscribe oleh user jika ada idclient maka koneksi akan dianggap sebagai client lalu broker akan melihat topic yang dikirimkan dan akan melakukan publish data. Sementara untuk alur atau flowchart dari user, dimana user akan melakukan inisialisasi MQTT klien, port broker, broker ip dan topic. Setelah itu akan dilakukan pengecekan topic dan ID user dari MQTT klien, jika benar semua maka data akan disubscribe dari broker dan jika data yang dikirim berupa status "Ada" maka aplikasi akan mengirimkan notifikasi ke user berupa peringatan bahwa ada pergerakan dilingkungan sekitar rumah atau disekitar titik-titik dimana sensor ditempatkan.

PENGUJIAN SISTEM

Banyak metrik yang dapat digunakan untuk menilai kinerja IoT seperti kecepatan pemrosesan, kecepatan komunikasi, bentuk dan biaya [11]. Dalam studi ini, evaluasi sistem IoT yang dirancang dilakukan dengan menguji beberapa aspek seperti protokol, performa, ukuran data dan fitur notifikasi.

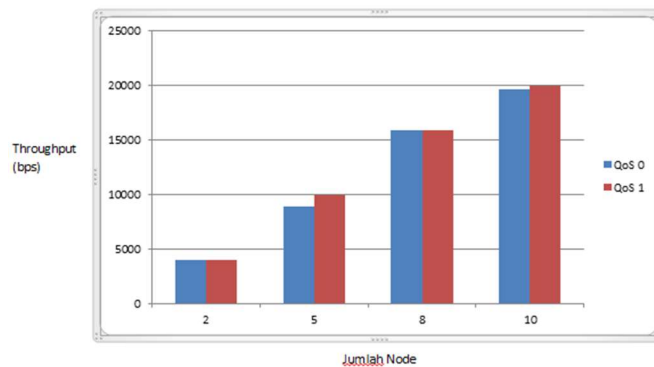
Pengujian Protokol Komunikasi MQTT-SN

Pada Gambar 5 diperlihatkan penerapan protokol MQTT-SN ketika MQTT-SN Client mengirimkan data ke MQTT-SN Gateway. MQTT-SN Gateway pada di gambar memiliki IP 192.168.1.151 dan MQTT-SN Client memiliki banyak varian IP seperti 192.168.1.195 dan 192.168.1.144. Terlihat pada kolom Protokol bahwa protokol yang digunakan yaitu MQTT-SN.

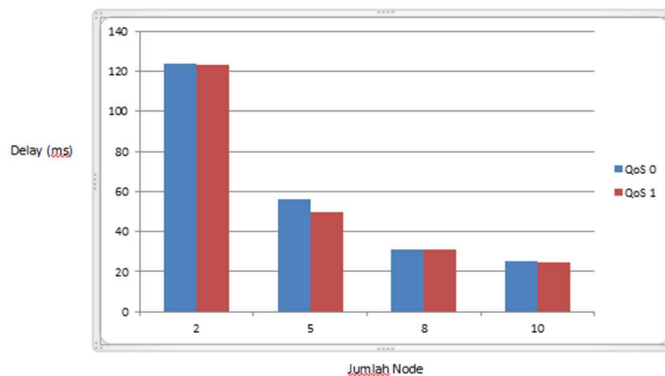


Gambar 5. Penerapan protokol MQTT-SN

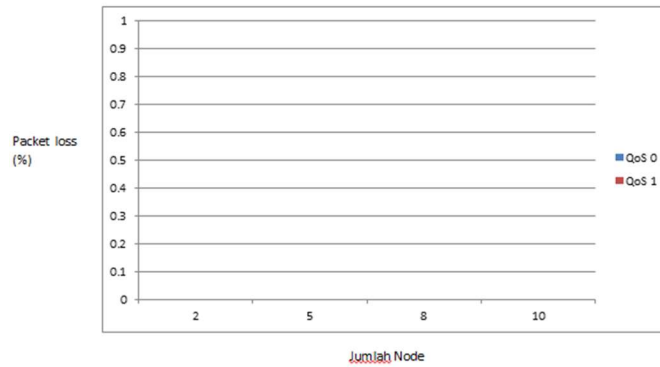
Pengujian Performa Parameter QoS Pada Protokol MQTT-SN



Gambar 6. Diagram Hasil Pengukuran Throughput



Gambar 7. Diagram Hasil Pengukuran Delay

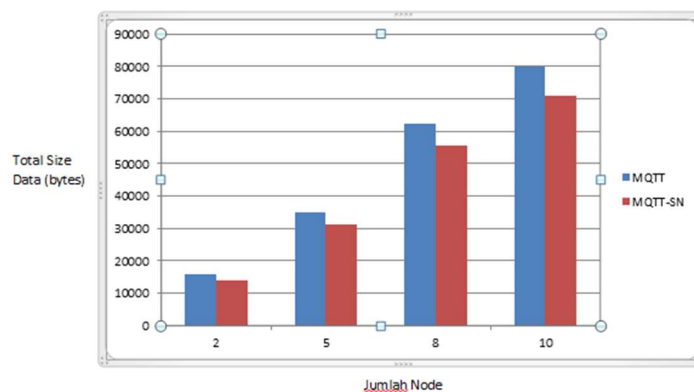


Gambar 8. Diagram Hasil Pengukuran Packet Loss

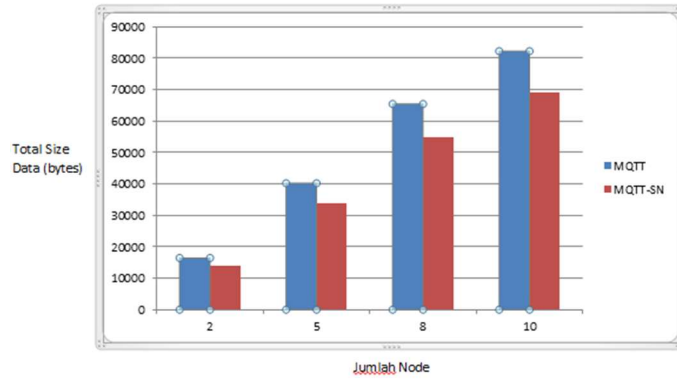
Pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan hasil pengukuran dengan parameter *Throughput*, *Delay* dan *Packet Loss* yang sudah diubah dalam bentuk diagram. Nilai Delay dengan angka 24 hingga 125 ms dan Packet loss 0% serta memiliki nilai Throughput yang kecil dengan nilai pengiriman paling besar hanya kurang dari 20 kbps baik QoS 0 maupun QoS 1 sehingga membuktikan bahwa protokol MQTT-SN merupakan protokol ringan dan mampu berjalan pada keadaan Bandwith yang rendah serta memiliki performa QoS yang baik. Hasil pengujian ini juga sejalan dengan studi yang dilakukan oleh [10] terkait pengujian performa QoS protokol MQTT-SN yang membandingkan dengan protokol lain yaitu CoaP.

Pengujian Ukuran Data Pada Protokol MQTT-SN

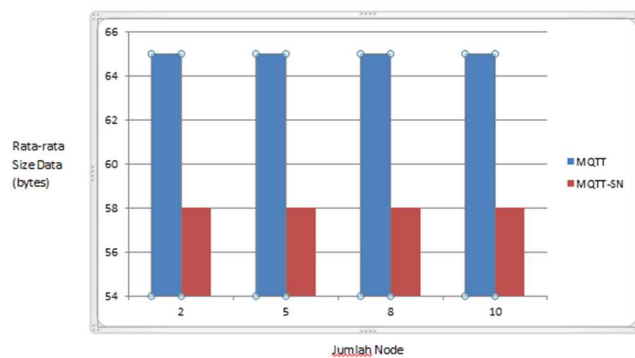
Dengan nilai Total size pada QoS 0 untuk MQTT mencapai hingga 79813 bytes sedangkan MQTT-SN hanya mencapai 70992 bytes dengan rata-rata pengiriman MQTT mencapai 65 bytes dan MQTT-SN hanya 58 bytes. Pada QoS 1 Total size pengiriman data MQTT mencapai hingga 82303 bytes sedangkan MQTT-SN hanya mencapai 68930 dengan rata-rata pengiriman MQTT mencapai 68 dan MQTT-SN hanya 57 bytes.



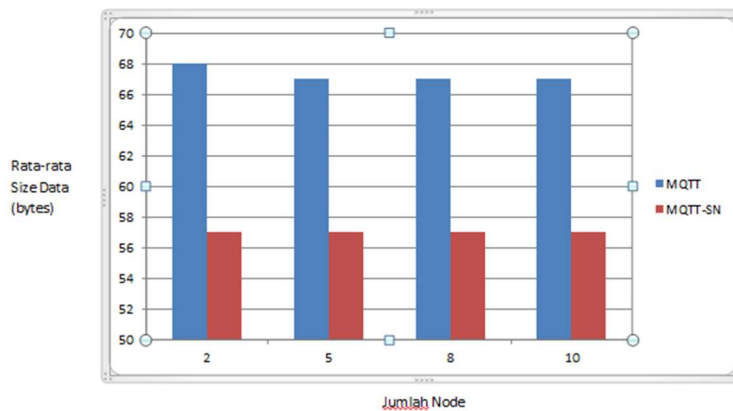
Gambar 9. Diagram Total Size Data QoS 0



Gambar 10. Diagram Total Size Data QoS 1



Gambar 11. Diagram Rata-rata Size Data QoS 0

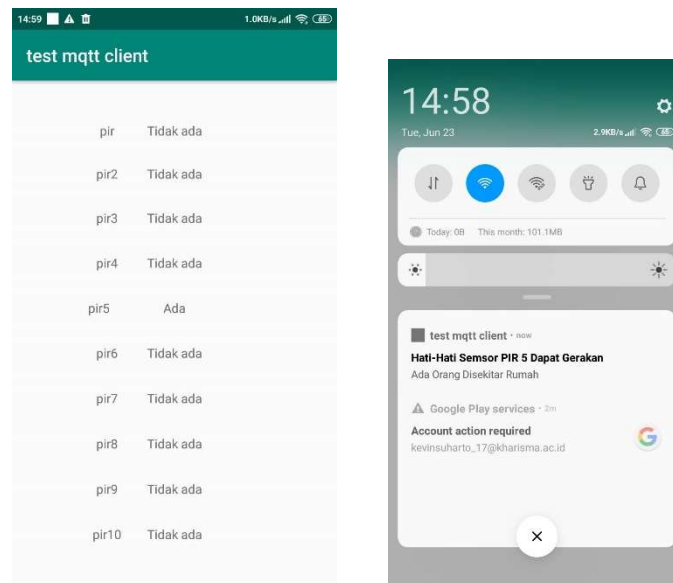


Gambar 12. Diagram Rata-rata Size Data QoS 1

Pada Gambar 9 dan Gambar 11 dapat dilihat hasil pengujian untuk QoS 0 dalam bentuk diagram serta pada Gambar 10 dan Gambar 12 dapat dilihat hasil pengujian untuk QoS 1 dalam bentuk diagram.

Pengujian Notifikasi Pada Aplikasi Sistem Keamanan Rumah

Pada tahap ini dilakukan uji fungsional sistem, apakah sistem dapat mengirimkan pesan notifikasi kepada User jika dideteksi adanya pergerakan disekitar rumah atau tidak. Dengan syarat jika ada pergerakan maka data yang diterima akan bernilai value "Ada" dan pesan notifikasi akan langsung dikirim ke perangkat Android User. Gambar 13 memperlihatkan ketika ada data yang masuk dan memiliki value "Ada" maka sistem akan mengirimkan notifikasi kepada user sesuai dengan id client.



Gambar 13. Pengujian Notifikasi Sistem ke User

KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan, disimpulkan:

1. Pada sistem keamanan rumah yang dirancang dengan jumlah node 2, 5, 8 dan 10 didapat hasil bahwa protokol MQTT-SN memiliki performa QoS seperti Delay, Packet loss dan Throughput yang baik, hal ini membuktikan bahwa protokol MQTT-SN merupakan protokol yang ringan dan dapat berjalan pada Bandwith yang rendah. Selain itu pengiriman rata-rata ukuran data MQTT-SN lebih kecil daripada protokol MQTT.
2. Sistem keamanan rumah yang dirancang berhasil mengirimkan notifikasi kepada user melalui handphone sebagai respon adanya deteksi pergerakan di sekitar titik-titik lokasi sensor yang dipasang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>.
- [2] B.M. Susanto, , E.S.J. Atmadji, and W.L. Brenkman, "Implementasi Mqtt Protocol Pada Smart Home Security Berbasis Web," *Jurnal Informatika Polinema*, vol. 4, no. 3, pp. 201-205, 2018, doi: <https://doi.org/10.33795/jip.v4i3.207>.
- [3] S. Jaikar, R. Kamatchi, "A Survey of Messaging Protocols for IoT Systems,"

- International Journal of Advanced in Management, Technology and Engineering Sciences*, vol. 8, no. II, pp. 510-514, 2018.
- [4] Z. Shelby, K. Hartke, C. Bormann and B. Frank, "Constrained application protocol (CoAP).draft-ietf-core-coap-18," The Internet Engineering Task Force–IETF, 2013.
- [5] C. Bormann, A. P. Castellani and Z. Shelby, "CoAP: An Application Protocol for Billions of Tiny Internet Nodes," *Internet Computing, IEEE*, vol. 16, pp. 62-67, 2012.
- [6] P. Saint-Andre, "Extensible messaging and presence protocol (XMPP): Core," Internet Engineering Task Force (IETF), Request for Comments:6120, 2011
- [7] D. Locke, "Mq telemetry transport (mqtt) v3. 1 protocol specification," IBM developerWorks Technical Library], Available at <http://Www.Ibm.Com/Developerworks/Webservices/Library/Ws-Mqtt/Index.Html>, 2010.
- [8] U. Hunkeler, H. L. Truong and A. Stanford-Clark, "MQTT-S — A publish/subscribe protocol for wireless sensor networks," in *Communication Systems Software and Middleware and Workshops*, 2008. COMSWARE 2008. 3rd International Conference On, 2008, pp. 791-798.
- [9] A. Stanford-Clark and H.L. Truong, "MQTT for sensor networks (MQTT-SN) protocol specification," IBM, 28. http://mqtt.org/new/wp-content/uploads/2009/06/MQTT-SN_spec_v1.2.pdf
- [10] S.B. Pratama, R. Munadi, and A. Syauqi, "Analisis Performansi Protokol Coap Dan Mqtt-Sn Pada Sistem Smarthome Dengan Cooja Network Simulator Performance Analysis of Coap and Mqtt-Sn Protocol on Smarthome System Using Cooja Network Simulator," *e-Proceedings of Engineering*, vol. 5, no. 2, pp.1982–1991, 2018.
- [11] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols and Applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol.17, no. 4, pp.2347-2376, 2015, doi: <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>.