

ANALISIS TRAFIK DATA PADA SISTEM PEMANTAU ARUS LISTRIK PANEL HUBUNG BAGI

Mohammad Rizki Romadhon, Muhammad Arrofiq
Departemen Teknik Elektro dan Informatika
mhderiski@gmail.com
rofiqm@ugm.ac.id

Abstract – Change and Innovation continues as the times progress. Especially in the field of technology, one of which is the Internet of Things (IoT). With the existence of this technology, electronic devices can be connected to the internet. This will simplify the process of data transmission and device control. With this aim, the authors do research on the implementation of IoT technology on electronic devices, especially in the field of electricity. Electrical energy monitoring systems are used to detect the use of electrical energy used by the load. In this monitoring system, the measurement of the electric current using the current sensor. The measurement data made by the current sensor will be processed by the microcontroller. The research developed arduino-based monitoring systems and databases aimed at detecting and monitoring the use of electric current. In addition, it also performs analysis of data traffic from arduino devices and databases, to find out data delay, throughput or packet loss by using Wireshark.

Keywords : Monitoring, Arduino, electrical current, wireshark

Intisari – Inovasi dan perubahan terus terjadi seiring perkembangan jaman. Terutama dalam bidang teknologi, salah satunya adalah *Internet of Things (IoT)*. Dengan adanya teknologi ini maka perangkat elektronik dapat terhubung dengan internet. Hal ini akan mempermudah proses pengiriman data dan kontrol perangkat. Dengan tujuan tersebut penulis melakukan penelitian terhadap implementasi teknologi *IoT* pada perangkat elektronik terutama dalam bidang kelistrikan. Sistem pemantau energi listrik digunakan untuk mendeteksi penggunaan energi listrik yang dipakai oleh beban. Dalam sistem pemantau ini dilakukan pengukuran besaran arus listrik menggunakan sensor arus. Data hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor arus akan diolah oleh mikrokontroler. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantau berbasis arduino dan *database* yang bertujuan untuk mendeteksi dan memantau penggunaan arus listrik. Selain itu, juga melakukan analisa terhadap trafik data dari perangkat arduino dan *database*, untuk mengetahui *delay data, throughput* ataupun *packet loss* dengan menggunakan Wireshark.

Kata kunci : *Monitoring, arduino, arus listrik, database, Wireshark*

I. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) adalah komunikasi antara satu perangkat dengan perangkat yang lainnya melalui jaringan internet. Dengan adanya *IoT* akan mempermudah pengguna dalam melakukan kontrol terhadap perangkat elektronik yang digunakan. Salah satu contoh implementasi dari *IoT* adalah *home automation* atau lebih dikenal dengan *smart home*. *Smart home* merupakan suatu bangunan yang menggunakan teknologi dan internet untuk mengendalikan dan memantau berbagai peralatan dari jarak jauh (*remote*). Penerapan *IoT* pada perangkat elektronik sangat lah penting terutama pada perangkat pengamanan bangunan. Hal ini akan memberikan rasa nyaman dan aman terhadap pengguna dalam melakukan kegiatan sehari-hari. Segala kemudahan yang ditawarkan oleh *smart home* harus lah diikuti dengan penghematan energi listrik.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menghemat energi listrik. Di antaranya dengan memasang suatu sistem pemantau penggunaan arus listrik pada suatu bangunan. Dengan menerapkan sistem pemantau berbasis *IoT* maka sistem dapat dipantau secara jarak jauh (*remote*). Penerapan teknologi *IoT* dapat dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler. Dengan pemasangan mikrokontroler pada perangkat elektronik maka akan mempermudah koneksi pengiriman dan penerimaan data yang dilakukan. Karena data yang dikirim dan diterima melalui jaringan internet maka perangkat tersebut akan lebih mudah dipantau jarak jauh.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari *Central Processing Unit (CPU)*, memori, *I/O* tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter (ADC)* yang sudah terintegrasi di dalamnya. Salah satu jenis mikrokontroler yang sering digunakan adalah arduino. Arduino merupakan papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Salah satu jenis arduino yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino Uno. Arduino uno merupakan arduino yang paling banyak digunakan dengan versi terakhir yaitu Arduino Uno R3. Dalam proses pengiriman datanya mikrokontroler dapat menggunakan berbagai macam cara [1]. Cara yang paling umum digunakan adalah dengan mengirim data menggunakan kabel LAN. Agar arduino dapat mengirim data menggunakan LAN, maka dibutuhkan modul tambahan yang bernama *Ethernet Shield*. *Ethernet Shield* adalah modul yang dapat menghubungkan arduino ke internet. Hal ini didasarkan pada *chip* W5100 Wiznet *Ethernet* yang menyediakan jaringan internet secara *TCP* dan *UDP*. Pemasangan ethernet shield dilakukan dengan menumpuknya di atas arduino, kemudian disambungkan dengan kabel *network*

RJ-45 atau biasa disebut dengan kabel LAN. Di dalam *ethernet shield* tersebut terdapat *slot micro SD* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan *file*. Untuk jenis *arduino board* yang bisa dipasangkan dengan *ethernet shield W5100* yaitu *arduino uno* dan *arduino mega*.

2.2 Internet of Things

Pada era modern ini mikrokontroler telah digunakan pada berbagai macam perangkat. Dengan terkoneksi mikrokontroler dengan internet, membuat perangkat memiliki kemampuan untuk men *transfer* data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Konsep inilah yang disebut dengan *Internet of Things (IoT)* [2]. *Internet of Things (IoT)* merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Suatu benda dikatakan *IoT* apabila terdapat pada suatu benda elektronik atau peralatan apa saja yang tersambung ke suatu jaringan lokal dan *global* melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. *IoT* memperkenalkan kesempatan baru seperti kapabilitas untuk memantau dan manajemen perangkat secara *remote*, menganalisa dan mengambil tindakan berdasarkan pada informasi yang diterima dari berbagai macam koneksi data *real-time* [3]. Sebagai hasilnya, produk *IoT* dapat merubah kota dengan cara meningkatkan infrastruktur, membuat layanan kota lebih efektif dan murah, meningkatkan layanan transportasi dengan mengurangi kemacetan kota dan meningkatkan keamanan penduduk [4]. Terdapat banyak cara dalam penerapan teknologi *IoT*, salah satunya adalah pemantauan lingkungan dengan cara menganalisa dan menyebarkan informasi yang dikumpulkan dari berbagai lingkungan. Arsitektur pada teknologi *IoT* dibagi menjadi 3 lapisan utama. Lapisan tersebut berupa *Application layer*, *Network layer*, dan *Perception layer* [5]. *Perception layer* adalah lapisan paling bawah pada arsitektur *IoT* atau biasa disebut dengan lapisan persepsi dan kontrol. *Perception layer* bertugas dalam pengumpulan informasi objek fisik, transaksi atau proses yang menggunakan sensor alat. *Network layer* adalah lapisan tengah pada arsitektur *IoT* atau biasa disebut dengan lapisan transmisi. *Network layer* bertugas untuk mengirimkan informasi yang diterima oleh *Perception layer* ke *Application layer* dengan aman, cepat dan handal. *Application layer* adalah lapisan paling atas dalam arsitektur *IoT*. Lapisan ini menganalisa dan memproses informasi yang datang dari *Perception layer* dan *Network layer*. Dapat dibilang lapisan ini adalah antarmuka antara perangkat *IoT* dan pengguna.

2.3 Quality of Service

Informasi yang dikumpulkan oleh *Perception layer* harus dapat dikirim dan ditampilkan dengan akurat. Jika terjadi gangguan saat pengiriman data maka data tidak dapat ditampilkan dengan sempurna. karena komunikasi dan kemampuan pengambilan keputusan yang *real-time* dari sensor, memprediksi *Quality of Service (QoS)* perangkat *IoT* sangatlah penting untuk mendeteksi kinerja maksimal dan jadwal waktu mati dan hidup perangkat [6]. Karakteristik aplikasi *IoT* adalah dengan komunikasi antara sensor, *gateway nodes* dan *server* atau *data center*.

Perangkat *IoT* akan mengirimkan informasi berupa paket dengan berbagai waktu sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kinerja aplikasi. Seperti contoh, mobilitas *gateway* yang dapat menimbulkan dampak signifikan pada *throughput* dan *round trip times* serta besar kecil paket yang dikirim dan diterima dari berbagai perangkat. Jadi pemahaman tentang dampak faktor sangatlah penting untuk menentukan kinerja dari jaringan itu sendiri. Berikut beberapa parameter *QoS* :

- Packet loss*, didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket yang disebabkan oleh beberapa kemungkinan, yaitu terjadinya *overload* trafik dan tabrakan dalam jaringan, *error* yang terjadi pada media fisik, dan kegagalan yang terjadi pada sisi penerima. Tabel 2.1 merupakan tabel kategori dari *packet loss*.

Tabel 2.1 *Packet Loss*

Kategori Degradasi	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0% - 2%	4
Bagus	3% - 14%	3
Sedang	15% - 24%	2
Buruk	>25%	1

Persamaan untuk menghitung *packet loss* dapat dilihat pada persamaan (1).

$$packet\ loss = \frac{paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima}{paket\ data\ diterima} \times 100\% \quad (1)$$

- Delay, merupakan waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik yang lain. Tabel 2.2 merupakan tabel kategori delay.

Tabel 2.2 *Delay*

Kategori Latensi	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

Delay diperoleh dari selisih waktu kirim antara suatu paket dengan paket lainnya yang direpresentasikan dalam satuan detik.

Persamaan untuk menghitung delay dapat dilihat pada persamaan (2).

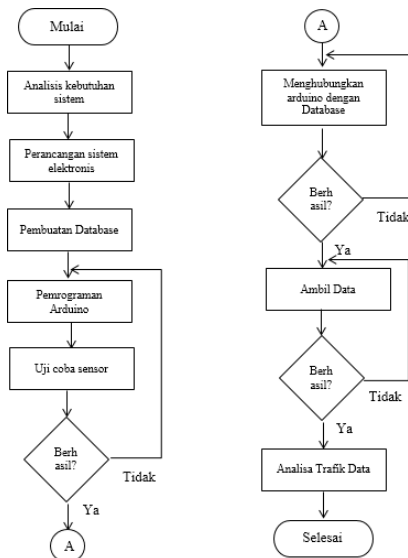
$$delay = waktu\ paket\ terima - waktu\ paket\ kirim \quad (2)$$

- Throughput, merupakan bandwidth yang sebenarnya, diukur dengan satuan waktu tertentu dan pada kondisi jaringan tertentu yang digunakan untuk melakukan pengiriman data dengan ukuran tertentu. Persamaan untuk menghitung *throughput* dapat dilihat pada persamaan (3).

$$throughput = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}} \quad (3)$$

III. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu : analisis kebutuhan, perancangan alat, pengujian, pengambilan data dan analisis data. Analisis kebutuhan merupakan tahap di mana peneliti menganalisa alat dan bahan apa saja yang diperlukan untuk merancang sistem. Perancangan alat merupakan tahap di mana peneliti mulai memasang alat-alat dan melakukan koding pada alat. Pengujian merupakan tahap di mana peneliti melakukan uji coba, apakah alat berjalan sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Pengambilan data merupakan tahap di mana peneliti mengambil data sesuai dengan skenario yang telah direncanakan. Analisa data merupakan tahap di mana peneliti menganalisa data yang telah diambil sebelumnya. Adapun alur penelitian dipaparkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alur Metode Penelitian

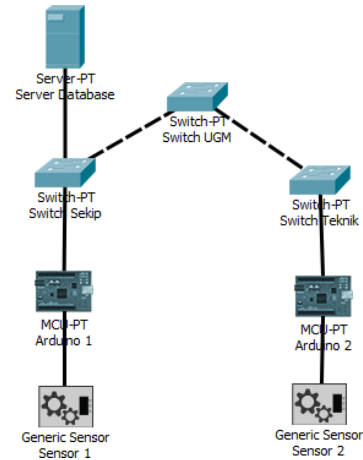
3.1 Analisis Kebutuhan

Pada penelitian ini, alat dan bahan yang dibutuhkan cukup beragam, yakni terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu 2 buah arduino untuk mengolah data sensor, 2 buah sensor arus untuk membaca arus listrik, 2 buah sensor RTC untuk mencatat waktu, 2 buah ethernet shield untuk mengirimkan data sensor ke database dan 1 buah komputer yang digunakan sebagai server database. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan untuk menjalankan dan mengambil data yaitu xampp untuk layanan database dan webserver, arduino ide untuk memprogram arduino dan wireshark untuk mengambil dan menganalisa data.

3.2 Perancangan Topologi

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dalam 4 skenario, ke empatnya menggunakan 2 arduino dan 3 buah

sensor untuk masing-masing arduino untuk mengirimkan data ke server database. Perbedaan dari skenario terletak pada interval waktu pengambilan data. Topologi yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Infrastruktur Jaringan IoT

3.3 Skenario Pengujian

Pada penelitian ini melakukan pengujian pada Quality of Service (delay, packet loss, throughput). Nilai yang dihasilkan nanti akan digunakan dalam analisis. Topologi yang digunakan sesuai pada gambar. Terdapat 4 skenario yang dilakukan. Pada skenario pertama, waktu pengambilan data dilakukan selama 5 menit. Pada Skenario kedua, waktu pengambilan data dilakukan selama 10 menit. Pada skenario ketiga, waktu pengambilan data dilakukan selama 30 menit. Dan pada skenario terakhir, waktu pengambilan data dilakukan selama 60 menit.

Pengukuran QoS dilakukan untuk mengukur performa jaringan dari perangkat IoT yang diterapkan pada jaringan UGM. Pengambilan data pada alat 1 dan 2 dilakukan secara bersamaan.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan menggunakan tools berupa wireshark, didapatkan data berupa :

4.1 Skenario 1

Pengujian dilakukan dalam waktu kurang lebih 5 menit dan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Waktu Skenario 1

Alat	Data Awal	Data Akhir
Alat 1 – Gedung Sekip	12.39.18 PM	12.45.01 PM
Alat 2 – Gedung Grafika		

Gambar 4.1 merupakan keterangan dari data alat 1 dan alat 2 skenario 1 yang tertangkap pada wireshark setelah melakukan pengujian skenario 1, terdapat 5 data yang berasal dari alat 1 dan 6 data dari alat 2.

Measurement	Marked	Marked
Packets	5 (0.0%)	6 (0.0%)
Time span, s	239.976	300.216
Average pps	0.0	0.0
Average packet size, B	60	60
Bytes	300 (0.0%)	360 (0.0%)
Average bytes/s	1	1
Average bits/s	10	9

Gambar 4.1 Wireshark Skenario 1

Pengujian skenario pertama terlihat pada tabel 4.2, nilai *QoS* yang didapat dari 5 data pada alat 1 dan 6 data pada alat 2 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil Data Skenario 1

Parameter <i>QoS</i>	Hasil	
	Alat 1	Alat 2
<i>Delay</i>	0.040 detik	0.047 detik
<i>Packet Loss</i>	0%	0%
<i>Throughput</i>	10 <i>bps</i>	9 <i>bps</i>

- Delay*, untuk alat 1 sebesar 0.040 detik dan alat 2 sebesar 0.047 detik. *Delay* pada alat 2 lebih besar jika dibanding dengan alat 1, ini dikarenakan alat 2 berada pada lokasi yang berbeda dan lebih jauh dari *server database* dibanding dengan alat 1.
- Packet loss*, pada kedua alat *packet loss* tercatat sebesar 0%. Artinya tidak ada data yang hilang ketika kedua alat mengirimkan data ke *server database*.
- Throughput*, tercatat pada alat 1 nilai *throughput* sebesar 10 *bps* dan pada alat 2 sebesar 9 *bps* yang berarti beban trafik tidak besar. Hal ini dikarenakan data yang dikirim ke *server database* hanya berupa variabel-variabel nilai dalam bentuk *file txt/html*.

4.2 Skenario 2

Pengujian dilakukan dalam waktu kurang lebih 10 menit dan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Waktu Skenario 2

Alat	Data Awal	Data Akhir
Alat 1 – Gedung Sekip	12.50.04 PM	13.00.01 PM
Alat 2 – Gedung Grafika		

Gambar 4.2 merupakan keterangan dari data alat 1 dan alat 2 skenario 2, terdapat 10 data yang berasal pada alat 1 dan 10 data yang berasal dari alat 2.

Measurement	Marked	Marked
Packets	5 (0.0%)	6 (0.0%)
Time span, s	239.976	300.216
Average pps	0.0	0.0
Average packet size, B	60	60
Bytes	300 (0.0%)	360 (0.0%)
Average bytes/s	1	1
Average bits/s	10	9

Gambar 4.2 Wireshark Skenario 2

Pengujian skenario kedua terlihat pada tabel 4.4, nilai *QoS* yang didapat dari 10 data pada alat 1 dan 10 data pada alat 2 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Data Skenario 2

Parameter <i>QoS</i>	Hasil	
	Alat 1	Alat 2
<i>Delay</i>	0.037 detik	0.041 detik
<i>Packet Loss</i>	0%	0%
<i>Throughput</i>	8 <i>bps</i>	8 <i>bps</i>

- Delay*, untuk alat 1 sebesar 0.037 detik dan alat 2 sebesar 0.041 detik. *Delay* pada alat 2 lebih besar jika dibanding dengan alat 1, ini dikarenakan alat 2 berada pada lokasi yang berbeda dan lebih jauh dari *server database* dibanding dengan alat 1.
- Packet loss*, pada kedua alat *packet loss* tercatat sebesar 0%. Artinya tidak ada data yang hilang ketika kedua alat mengirimkan data ke *server database*.
- Throughput*, tercatat pada alat 1 nilai *throughput* sebesar 8 *bps* dan pada alat 2 sebesar 8 *bps* yang berarti beban trafik tidak besar. Hal ini dikarenakan data yang dikirim ke *server database* hanya berupa variabel-variabel nilai dalam bentuk *file txt/html*.

4.3 Skenario 3

Pengujian dilakukan dalam waktu kurang lebih 30 menit dan dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Waktu Skenario 3

Measurement	Marked	Marked
Packets	10 (0.0%)	10 (0.0%)
Time span, s	540.376	539.885
Average pps	0.0	0.0
Average packet size, B	60	60
Bytes	600 (0.0%)	600 (0.0%)
Average bytes/s	1	1
Average bits/s	8	8

Alat	Data Awal	Data Akhir
Alat 1 – Gedung Sekip	13.05.01 PM	13.35.37 PM
Alat 2 – Gedung Grafika		

Gambar 4.3 merupakan keterangan dari data alat 1 dan alat 2 skenario 2, terdapat 31 data yang berasal pada alat 1 dan 30 data yang berasal dari alat 2.

Gambar 4.3 Wireshark Skenario 3

Pengujian skenario ketiga terlihat pada tabel 4.6, nilai *QoS* yang didapat dari 31 data pada alat 1 dan 30 data pada alat 2 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil Data Skenario 3

Parameter <i>QoS</i>	Hasil	
	Alat 1	Alat 2
<i>Delay</i>	0.041 detik	0.043 detik
<i>Packet Loss</i>	0%	0%
<i>Throughput</i>	8 <i>bps</i>	8 <i>bps</i>

- a. Delay, untuk alat 1 sebesar 0.041 detik dan alat 2 sebesar 0.043 detik. Delay pada alat 2 lebih besar jika dibanding dengan alat 1, ini dikarenakan alat 2 berada pada lokasi yang berbeda dan lebih jauh dari server database dibanding dengan alat 1.
- b. Packet loss, pada kedua alat packet loss tercatat sebesar 0%. Artinya tidak ada data yang hilang ketika kedua alat mengirimkan data ke server database.
- c. Throughput, tercatat pada alat 1 nilai throughput sebesar 8 bps dan pada alat 2 sebesar 8 bps yang berarti beban trafik tidak besar. Hal ini dikarenakan data yang dikirim ke server database hanya berupa variabel-variabel nilai dalam bentuk file txt/html.

4.4 Skenario 4

Pengujian dilakukan dalam waktu kurang lebih 60 menit dan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Waktu Skenario 4

Alat	Data Awal	Data Akhir
Alat 1 – Gedung Sekip	14.30.02 PM	15.30.03 PM
Alat 2 – Gedung Grafika		

Gambar 4.4 merupakan keterangan dari data alat 1 dan alat 2 skenario 2, terdapat 61 data yang berasal pada alat 1 dan 60 data yang berasal dari alat 2.

Measurement	Marked	Marked
Packets	61 (0.0%)	60 (0.0%)
Time span, s	3597.648	3542.437
Average pps	0.0	0.0
Average packet size, B	60	60
Bytes	3660 (0.0%)	3600 (0.0%)
Average bytes/s	1	1
Average bits/s	8	8

Gambar 4.4 Wireshark Skenario 4

Pengujian skenario keempat terlihat pada tabel 4.8, nilai QoS yang didapat dari 61 data pada alat 1 dan 60 data pada alat 2 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Hasil Data Skenario 4

Parameter QoS	Hasil	
	Alat 1	Alat 2
Delay	0.035 detik	0.038 detik
Packet Loss	0%	0%
Throughput	8 bps	8 bps

- a. Delay, untuk alat 1 sebesar 0.035 detik dan alat 2 sebesar 0.038 detik. Delay pada alat 2 lebih besar jika di banding dengan alat 1, ini dikarenakan alat 2 berada pada lokasi yang berbeda dan lebih jauh dari server database dibanding dengan alat 1.
- b. Packet loss, pada kedua alat packet loss tercatat sebesar 0%. Artinya tidak ada data yang hilang ketika kedua alat mengirimkan data ke server database.

- c. Throughput, tercatat pada alat 1 nilai throughput sebesar 8 bps dan pada alat 2 sebesar 8 bps yang berarti beban trafik tidak besar. Hal ini dikarenakan data yang dikirim ke server database hanya berupa variabel-variabel nilai dalam bentuk file txt/html.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian terhadap QoS dari sistem pemantau arus listrik pada panel hubung bagi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter QoS yaitu Delay dapat dipengaruhi oleh jarak antara sensor dengan server. Kualitas jaringan internet yang dipakai serta infrastruktur jaringan saat dilakukan pengujian. Karena pengujian dilakukan menggunakan 2 buah sensor yang terletak pada gedung yang berbeda. Maka pengiriman data dipengaruhi oleh infrastruktur dan jarak dari jaringan tersebut.
2. Parameter QoS yaitu Throughput terpengaruhi oleh banyaknya trafik data yang terjadi antara sensor dengan server. Sebagai contoh pada skenario 1 tercatat nilai throughput sebesar 10 bps untuk sensor 1 dan 9 bps untuk sensor 2. Lain halnya dengan skenario 2, 3 dan 4 yang tercatat nilai throughput sebesar 8 bps untuk sensor 1 dan 8 bps untuk sensor 2. Nilai throughput dari semua skenario terlihat hampir sama, karena jumlah data yang dikirim dan waktu pengambilan data sebanding.
3. Parameter QoS yaitu Packet Loss terpengaruhi oleh kualitas jaringan yang digunakan sensor untuk server, sebagai contoh pada skenario 1,2,3 dan 4 tidak ada data yang hilang. Ini dikarenakan pada semua skenario diterapkan pada jaringan local ugm. Jika percobaan dilakukan pada jaringan local, sedikit kemungkinan terdapat paket data yang hilang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Goyal and D. L. Arya, "Home Automation and Intelligent Light Control System using Microcontroller," *IEEE*, pp. 997-1000, 2017.

[2] L. Atzori, A. Iera and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *ScienceDirect*, pp. 2787-2805, 2010.

[3] N. M. Morshed, G. Muid-Ur-Rahman, M. R. Karim and H. U. Zaman, "Microcontroller Based Home Automation System Using Bluetooth, GSM, Wi-Fi and DTMF," *IEEE*, pp. 101-104, 2015.

[4] B. Hammi, R. Khatoun, S. Zeadally, A. Fayad and L. Khoukhi, "IoT technologies for smart cities," *IET*

Networks, vol. VII, no. 1, pp. 1-13, 2017.

- [5] C.-l. Zhong, Z. Zhu and R.-g. Huang, "Study on the IOT Architecture and Access Technology," *IEEE*, pp. 113-116, 2017.
- [6] S. Sankaran, "Modeling the Performance of IoT networks," *IEEE*, pp. 1-6, 2016.