

Implementasi Protokol Komunikasi BacNet Pada Prototipe Sistem Otomasi dan Pemantauan Smart Building

1st Aditya Rangga Ardhani
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

adityaranggaar@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Favian Dewanta
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

favian@telkomuniversity.ac.id

3rd Istikmal
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

istikmal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Smart building merupakan salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat pada masa ini. Smart building merupakan salah satu contoh implementasi dari IoT (Internet of Things), di mana konsepnya adalah mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi dengan objek-objek fisik seperti bangunan, kendaraan dan masih banyak hal lain lagi, dan semua itu terhubung dengan akses internet. Salah satu masalah besar saat membangun smart building adalah keamanan serta penggunaan energi yang tidak terkontrol sehingga menimbulkan pemborosan energi yang sia-sia. Untuk itu pada penelitian ini dibuat prototipe sistem monitoring dan otomasi pada smart building dengan menggunakan MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) protokol komunikasi yang di enkripsi sebagai keamanan data antara mikrokontroler yang terhubung dengan Raspberry Pi sebagai server terhubung dengan sensor yang selalu mengirimkan data secara real time dan website monitoring akan menampilkan data suhu dan kelembaban. Pada sistem otomasi menggunakan Raspberry Pi lainnya sebagai client yang akan terhubung dengan Raspberry Pi sebagai server dengan dihubungkan melalui BACNet menggunakan ip address masing-masing perangkat lalu relay akan terhubung dengan client dan akan menyalakan lampu sebagai pengganti AC (Air Conditioning).

Kata kunci— Smart Building, IoT, MQTT, PLC, BACNet

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan zaman yang semakin pesat ini Internet telah menjadi salah satu hal yang paling penting dalam kehidupan. Sebagai contoh IoT (*Internet of Things*) yang telah memenuhi pasar teknologi di seluruh dunia dalam *Industry Revolution 4.0* hingga *Society 5.0*, untuk menggunakan IoT tentunya pengguna harus menggunakan jaringan *internet* sebagai penghubung satu sama lain melalui protokol komunikasi

Protokol Komunikasi ini merupakan sebuah aturan terjadinya hubungan komunikasi atau perpindahan data antar dua atau lebih perangkat komputer. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak ataupun keduanya[1].

Ada banyak protokol komunikasi yang bisa digunakan, salah satunya adalah protokol komunikasi BacNet, jadi pertanyaannya apa itu “BacNet?” Bacnet adalah protocol,

standar global, platform integrasi. Yang mana itu merupakan mimpi yang terpenuhi dan juga mimpi masa depan yang lebih baik[2]. Pada jurnal kali ini penulis membahas terkait “Implementasi Protokol BacNet Pada Prototipe Sistem Otomasi dan Pemantauan Smart Building”.

Smart Building pada dasarnya bertanggung jawab atas konsumsi 40% energi dunia dan 36% emisi CO₂. Di antara semua subsistem dalam sebuah Gedung/bangunan, HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) adalah aset yang paling banyak menggunakan energi. Untuk mengurangi konsumsi energi pada *smart building* maka terciptalah sistem control BacNet yang sangat ideal [2] [2]

BacNet (*Building Automation Control Network*) merupakan sebuah standarisasi dari protokol komunikasi antar perangkat yang umum digunakan pada sistem otomasi dan kontrol pada suatu bangunan biasanya digunakan pada bangunan komersil seperti rumah sakit, perkantoran, dan yang lainnya. BacNet telah dikembangkan oleh *Standard Project Comitee (SPC 135)* yang berada di bawah naungan *American Society of Heating, Referegating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)*.

BacNet adalah protokol komunikasi data untuk otomasi bangunan dan jaringan kontrol. BacNet adalah standar Internasional (ISO) dan ANSI untuk interoperabilitas antar Gedung yang bekerja sama dengan perangkat otomasi[4].

BacNet menggunakan arsitektur secara *Peer to Peer* yang lebih kompleks yang mana setiap perangkat yang terhubung dalam jaringan BacNet dapat berfungsi sebagai *Server* dan juga *Client*. Protokol BacNet memang senagaja dirancang khusus untuk sistem otomasi dan kontrol pada bangunan, ini dapat digunakan untuk mengintegrasikan sistem HVAC, pencahayaan, keamanan, dan lainnya dalam suatu bangunan.

BacNet mengembangkan metode *ISO Basic Reference Model (BRM)*. Yang mana model BRM adalah pembagian permasalahan yang ada dalam komunikasi antar mesin menjadi *7 discreate components* atau biasa disebut dengan *Layers*. Tujuan dari pembagian ini untuk mengatur permasalahan menjadi suatu permasalahan yang lebih kecil. Lapisan OSI dibagi menjadi 7 bagian, yaitu:

A. Aplikasi

Lapisan aplikasi adalah lapisan ketujuh dan merupakan lapisan teratas dalam model OSI. Lapisan ini menyediakan antarmuka antara aplikasi yang digunakan untuk berkomunikasi dan jaringan dasar tempat pesan kami dikirimkan. Protokol lapisan aplikasi digunakan untuk bertukar data antara program yang berjalan pada host sumber dan tujuan.

B. Presentasi

Lapisan presentasi bertanggung jawab untuk menyajikan data ke lapisan aplikasi. Lapisan presentasi seperti penerjemah jaringan.

C. Sesi

Lapisan sesi bertugas membangun dan mengakhiri sesi (sesi) antara dua host yang berkomunikasi.

D. Transportasi

Transportlayer adalah layer yang tugasnya memastikan pesan yang dikirim bebas dari kesalahan.

E. Jaringan

Lapisan jaringan adalah lapisan ketiga di lapisan OSI. Layanan jaringan menyediakan layanan untuk bertukar satu bagian data melalui jaringan antara perangkat perangkat akhir.

F. Tautan Data

Lapisan tautan data menyediakan sarana untuk bertukar data melalui media lokal umum.

G. Fisik

Lapisan fisik adalah lapisan OSI yang terletak di bagian bawah. Lapisan fisik mendefinisikan media transmisi jaringan ke media fisik dan membawa sinyal ke lapisan yang lebih tinggi. [3]

II. KAJIAN TEORI

A. Protokol Jaringan Komunikasi

Merupakan sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengijinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antar dua atau lebih titik komputer. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi keduanya.[1]

B. BacNet

BacNet merupakan salah satu protokol yang paling banyak digunakan pada area otomasi bangunan[5].

BacNet telah di publikasi sejak tahun 1995 dan dalam beberapa decade ini telah digunakan lebih dari 25 Juta devices diseluruh dunia[6]. Protokol BacNet dirancang khusus untuk mengontrol keamanan, pencahayaan, HVAC, dan lainnya pada suatu bangunan, BacNet juga merupakan protokol komunikasi yang efektif karena mendukung berbagai protokol komunikasi seperti *Ethernet* dan *RS-232*.

C. QoS (*Quality of Service*)

Merupakan metode pengukuran yang digunakan untuk menentukan kemampuan sebuah jaringan dengan tujuan untuk memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana sehingga dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan[7]. atau menurut pendapat lain QoS merupakan mekanisme pada jaringan yang menentukan bahwa, aplikasi-aplikasi atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan standart kualitas layanan yang telah diterapkan[8]

Parameter – parameter QoS yang ada pada pengujian kali ini yaitu *Throughput*, *Delay*, dan *Packet Loss*

1. *Throughput*

Merupakan *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu ukuran tertentu dalam mentransmisikan berkas. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan *packet* yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut[9]

Untuk perhitungan *throughput* menurut TIPHON sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \left(\frac{\text{Jumlah Byte}}{\text{Time Span}} \right) \times 8 \quad [10]$$

2. *Delay*

Merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk sebuah *packet* yang dikirimkan dari suatu komputer ke komputer yang dituju. Untuk mencari *delay* pada *packet* yang ditransmisikan dengan membagi antara panjang *packet* dibagi dengan *link bandwidth*[9]

Untuk perhitungan *delay* menurut TIPHON adalah sebagai berikut :

$$\text{Delay} = \left(\frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket diterima}} \right) [10]$$

3. *Packet Loss*

Merupakan presentase dari *packet* yang hilang selama data di transmisikan. Hal tersebut diakibatkan oleh beberapa faktor yang terjadi selama proses pengiriman data seperti kualitas jaringan yang kurang baik, kesalahan perangkat keras jaringan atau juga radiasi dari lingkungan sekitar.[5]

Packet loss adalah banyaknya paket yang gagal mencapai tempat tujuan paket tersebut dikirim [9].

Untuk perhitungan *packet loss* menurut TIPHON sebagai berikut :

$$\text{Packet Loss} = \left(\frac{\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}}{\text{paket dikirim}} \right) \times 100 \quad [10]$$

D. OSI Layers

Untuk memperjelas mengenai OSI layers, maka definisinya dari open system inteconnection adalah model referensi yang tercipta dari kerangka yang sifatnya konseptual. Tujuan pembuatan protokol OSI ini adal sebagai rujukan bagi vendor atau developer untuk produk atau perangkat lunaknya agar bersifat interpolate atau bekerjasama dengan sistem tanpa aksi[11].

Pada Tabel 1 di bawah ini merupakan arsitektur dari protokol Bacnet :

Tabel 1
Arsitektur Protokol BacNet

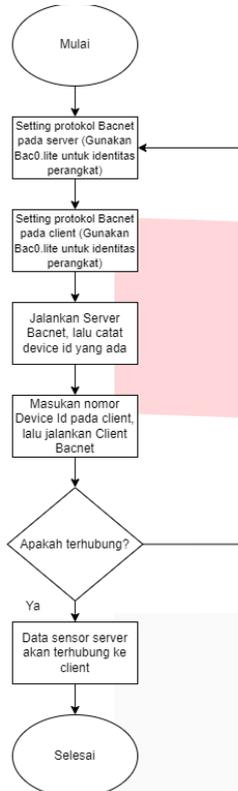
| BacNet Layers | | | | | | | Equivalent ISO Layers |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|--------|-----------|-----------------------|
| BacNet Application Layers | | | | | | | Application |
| BacNet Network Layers | | | | | | | Network |
| ISO 8802-2 (IEEE 802.2) Type 1 | MS/TP | PTP | LonTalk | BVLL | BZLL | Data Link | |
| ISO 8802-3 (IEEE 802.3) | ARCNET | EIA-485 | | EIA-232 | UDP/IP | ZigBee | Physical |

III. METODE

Pada metode ini dilakukan penelitian melalui beberapa tahapan untuk mengimplementasikan protokol BacNet agar *server* dan *client* dapat terhubung dengan baik

A. Rancangan Penelitian

Berikut merupakan diagram alir dari rancangan sistem yang telah dikembangkan :

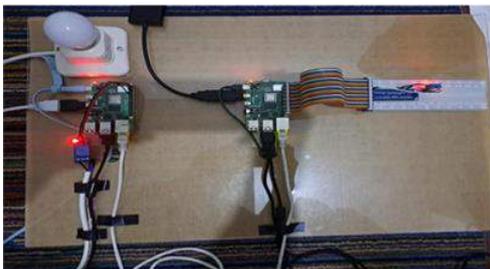


GAMBAR 1
Flowchart Sistem BacNet

Gambar 1 merupakan proses dari rancangan sistem protokol BacNet yang telah dikembangkan dengan memakai dua buah Raspberry PI (*Server* dan *Client*) yang mana *client* merupakan Raspberry yang digunakan sebagai sistem otomasi.

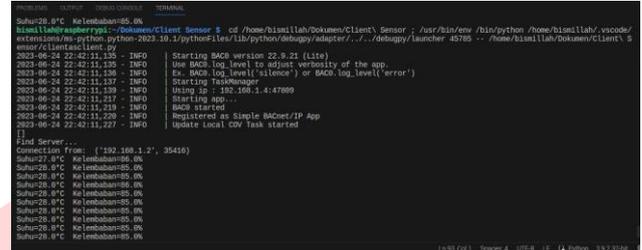
B. Cara Perolehan Data

Untuk mendapatkan hasil dari perhitungan QoS langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat rangkaian terlebih dahulu (*Server* dan *Client*) dengan menggabungkan kedua Raspberry PI menggunakan kabel *ethernet* sebagai penghubung, yang mana Raspberry PI *server* akan digabungkan dengan sensor DHT11 dan Raspberry PI *client* akan digabungkan dengan relay serta lampu sebagai sistem otomasi.

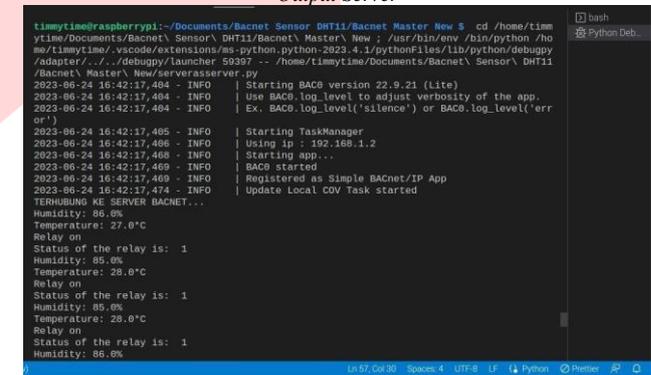


GAMBAR 2
Prototipe Sistem Otomasi

Gambar 2 merupakan hasil dari prototipe yang telah dibuat, setelah kedua Raspberry PI telah terpasang dan terhubung maka selanjutnya yaitu melakukan setting IP Statik (*Optional*) pada terminal Raspberry PI, lalu selanjutnya yaitu setting protokol BacNet pada kedua Raspberry PI (*Server* dan *Client*) lewat Visual Studio Code dan jalankan *source code* tersebut hingga muncul “Server telah terhubung...” pada *client*.

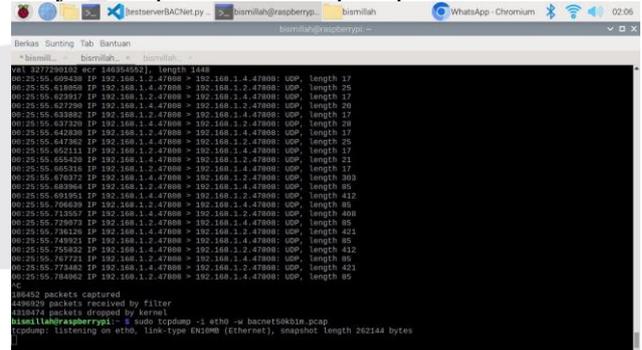


GAMBAR 3
Output Server



GAMBAR 4
Output Client

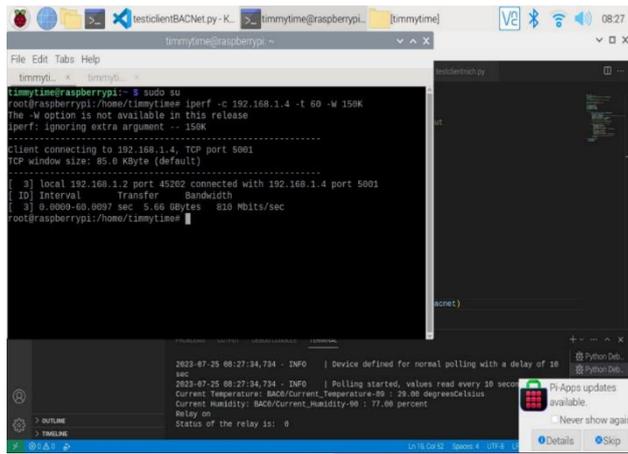
Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan hasil yang dikeluarkan pada *server* dan *client*. Setelah protokol BacNet terkoneksi dari *server* ke *client* dengan baik maka langkah selanjutnya yaitu meng-*capture* protokol BacNet lewat WireShark pada komputer atau *tcpdump* pada terminal Raspberry PI dengan menjalankan perintah “*sudo tcpdump*”.



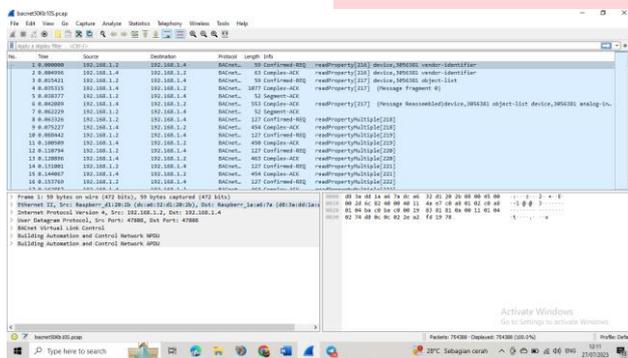
GAMBAR 5
Proses Capturing tcpdump

Gambar 5 merupakan gambaran proses *capture* dengan menggunakan perintah *sudo tcpdump*, Lalu selanjutnya adalah mengirim *packet data* yang telah ditentukan sebelumnya dengan menggunakan perintah *-iperf* seperti

Gambar 6 di bawah ini.

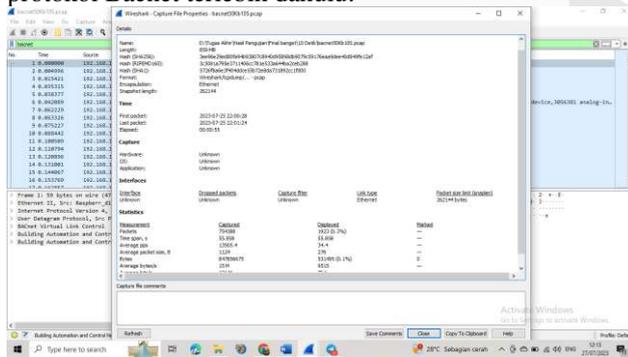


GAMBAR 6
Command *-iperf*



GAMBAR 7
Hasil *Capturing Wireshark*

Gambar 6 merupakan *command* dari *iperf* yang mana digunakan untuk mengatur besar paket data yang dikirim, dan Gambar 7 merupakan hasil dari *capture* yang berhasil terbaca oleh aplikasi *wireshark*. Setelah proses *capture* telah selesai maka langkah selanjutnya yaitu melihat *capture* file pada menu "*Statistic*" di *WireShark* jangan lupa untuk memfilter protokol *Bacnet* terlebih dahulu.



GAMBAR 8
Capture File Properties

Gambar 8 merupakan hasil dari *file properties* yang mana ini digunakan untuk menghitung nilai dari parameter yang telah ditentukan sebelumnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah mendapatkan data dari hasil *Capture File* di atas Langkah selanjutnya yaitu menghitung QoS (*Quality of*

Service) nya untuk mendapatkan nilai *Throughput*, *Delay*, dan *Packet loss* nya. Penelitian ini dilakukan selama 3 sesi, sesi pertama dilakukan selama 5 kali dengan ketentuan pengiriman paket data sebesar 50-250 Kbps, begitupun dengan sesi berikutnya. Standar yang digunakan pada pengujian ini yaitu mengikuti standar dari ITU-T G1010, berikut merupakan standar dari ITU-T G1010 yang bisa dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

TABEL 2
Standar ITU-T G1010

| Medium | Application | Degree of symmetry | Typical amount of data | Key performance parameters and target values | | |
|--------|------------------------------|--------------------|------------------------|--|-----------------|------------------|
| | | | | One-way delay (Note) | Delay variation | Information loss |
| Data | Web-browsing - HTML | Primarily one-way | ~10 KB | Preferred < 2 s Acceptable < 4 s /page | N.A. | Zero |
| Data | Bulk data transfer/retrieval | Primarily one-way | 10 KB-10 MB | Preferred < 15 s Acceptable < 60 s | N.A. | Zero |

Dalam pengimplementasian protokol *BacNet* untuk *Smart Building* dapat diketahui nilai parameter-parameter (*Throughput*, *Delay*, *Packet Loss*) yang telah dicari secara manual. Berikut merupakan hasil yang telah didapatkan pada perhitungan QoS :

1. *Throughput*

Untuk hasil *Throughput* pada perhitungan QoS *BacNet* dapat menggunakan rumus

$$Throughput = \left(\frac{\text{Jumlah Byte}}{\text{Time Span}} \right) \times 8 \quad [10]$$

2. *Delay*

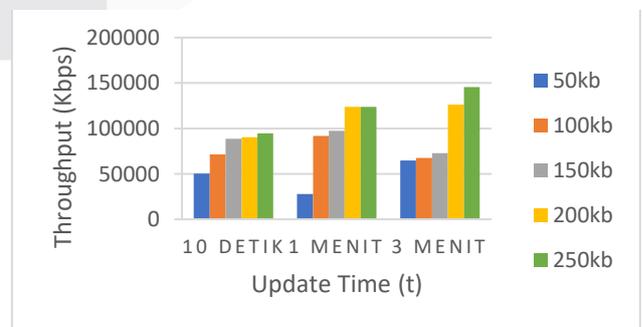
Untuk hasil *delay* pada perhitungan QoS *BacNet* dapat menggunakan rumus :

$$Delay = \left(\frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket diterima}} \right) \quad [10]$$

3. *Packet Loss*

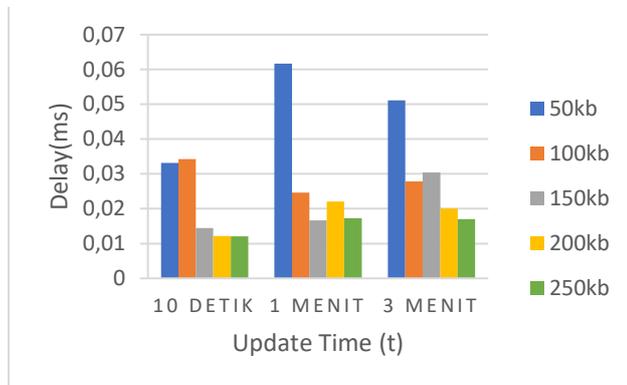
Untuk hasil *Packet Loss* yang telah dihitung secara manual dengan referensi perhitungan dari *TIPHON* yang menggunakan rumus :

$$Packet Loss = \left(\frac{\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}}{\text{paket dikirim}} \right) \times 100 \quad [10]$$



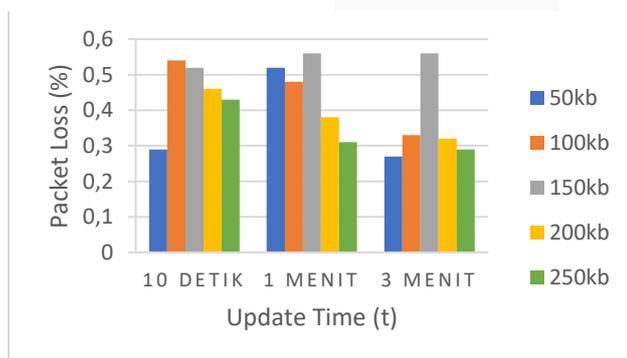
GAMBAR 9
Hasil *Throughput*

Nilai *Throughput* pada Gambar 9 diambil dari pengujian mengirim paket data sebesar 50-250 Kb, dengan tiga sesi. Hasil dari data di atas menunjukkan bahwa *throughput* pada jaringan Bacnet ini sangat baik dikarenakan nilainya >25 Mbps, untuk mengirim data pada suatu perangkat ke perangkat lainnya dalam *smart building* memang membutuhkan kecepatan data transfer yang sangat tinggi. Ini membuktikan bahwa data yang dikirimkan dari *server* ke *client* sangat cepat.



GAMBAR 10
Hasil Delay

Gambar 10 menunjukkan hasil delay dari pengujian yang sudah dilakukan sebelumnya, dengan pengujian yang sama ini menunjukkan bahwa delay dari protokol BacNet dalam mengirim data sensor dari *server* ke *client* sangat bagus dan hampir tidak memiliki delay sama sekali dikarenakan nilai yang tecantum kurang dari 1 ms.



GAMBAR 11
Hasil Packet Loss

Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang ditentukan dalam mengirim paket data maka nilai paket loss masih dalam keadaan wajar, dikarenakan protokol Bacnet ini menggunakan UDP (*User Datagram Protocol*), ini menandakan bahwa pada saat proses pengiriman data jaringan internet dalam keadaan baik sehingga mampu mengirimkan data dengan akurat dan memiliki paket loss kecil.

V. KESIMPULAN

Protokol Komunikasi BacNet merupakan protokol yang sering digunakan pada sistem otomasi dan pemantauan suatu bangunan, ini dikarenakan protokol BacNet merupakan protokol yang lebih kompleks dan fleksibel untuk mengatur sistem pencahayaan, keamanan, temperatur dan yang lainnya dalam suatu bangunan. Untuk arsitektur dari protokol BacNet ini juga menggunakan arsitektur *peer-to-peer* yang lebih

kompleks dan setiap perangkat yang terhubung dengan jaringan BacNet bisa menjadi *Server* atau *Client*.

Dalam hasil perhitungan QoS untuk protokol BacNet pada nilai *throughput* mendapatkan predikat sangat baik ini menandakan bahwa perangkat yang terhubung dalam jaringan BacNet untuk mengirim dan menerima data sangat baik khususnya pada *smart building* yang mana untuk mengirimkan data membutuhkan kecepatan transfer yang tinggi, untuk hasil *delay* dari protokol BacNet juga sangat baik karena hampir tidak ada delay, ini sudah melampaui hasil yang diinginkan sebelumnya yaitu kurang dari 1 s. dan untuk hasil *packet loss* juga sudah sangat baik dikarenakan semua data yang terkirim tidak ada *loss* sama sekali karena nilai dari *packet loss* sangatlah kecil yaitu kurang dari 1 %. Dan ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang ditentukan dalam mengirim paket data maka nilai paket loss dari protokol BacNet ini akan semakin kecil.

REFERENSI

- [1] D. B. P., "Pengertian Dan Macam-Macam Protokol," Universitas Gadjah Mada, <https://otomasi.sv.ugm.ac.id/2018/05/05/pengertian-dan-macam-macam-protokol/> (accessed Aug. 8, 2023).
- [2] BacNet International, "BACnet Testing & Certification," *Journal of Building Automation*, vol. 23, pp. 5–14, May 2023.
- [3] Imam, C., Muhammad Furqon Siregar and Auliana Nasution (2021) "Implementation of OSI Layer Based on Interactive Education Media", *Jurnal Mantik*, 4(4), pp. 2545-2551. doi: 10.35335/mantik.Vol4.2021.1206.pp2545-2551
- [4] BacNet International, "Introduction to BACnet for Building Owners and Engineers," *Journal of Building Automation*, vol. 1, pp. 1–1, 2014.
- [5] M. Nast, B. Butzin, F. Golatowski, and D. Timmermann, "Performance analysis of a secured BACnet/IP network," *2019 15th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS)*, 2019. doi:10.1109/wfcs.2019.8758009
- [6] D. Fisher, B. Isler, and M. Osborne, "BACnet Secure Connect A Secure Infrastructure for Building Automation," ASHRAE, https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Bookstore/BACnet-SC-Whitepaper-v15_Final_20190521.pdf (accessed Aug. 8, 2023).
- [7] M. Riadi, "Pengertian, Layanan Dan parameter quality of service (QoS)," *KajianPustaka*, <https://www.kajianpustaka.com/2019/05/pengertian-layanan-dan-parameter-quality-of-service-qos.html> (accessed Aug. 8, 2023).
- [8] G. 1010, "Series G: Transmission Systems And Media, Digital Systems And Networks Quality of service and performance," International Telecommunication Union, <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1010-200111-I/en> (accessed Aug. 8, 2023).
- [9] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan quality of service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan internet service provider (ISP) INDIHOME dan first media," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan*

Rekayasa, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020.
doi:10.35760/tr.2020.v25i2.2723

- [10] ETSI, Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS), https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300_101399/101329/02.01.01_60/tr_101329v020101p.pdf (accessed Aug. 8, 2023).
- [11] Meilinaeka, “Inilah Penjelasan 7 lapisan OSI layers,” Telkom University, <https://it.telkomuniversity.ac.id/inilah-penjelasan-7-lapisan-osi-layers/> (accessed Aug. 8, 2023).

