

Analisa Sistem *Monitoring Greenhouse* Berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Jaringan 4G LTE

¹ Ike Fibriani, ² Widjonarko, ³ Alfredo Bayu, ⁴ Pratama Ciptaning

^{1,2,3,4} Teknik Elektro, Universitas Jember, Jember

¹ikefibriani.teknik@unej.ac.id, ²widjonarko.teknik@unej.ac.id, ³alfredobayu.teknik@unej.ac.id, ⁴pratama.mushe@gmail.com

Abstract - A greenhouse monitoring system is a tool that works to monitor and observe conditions in the greenhouse both temperature, light intensity, air humidity and soil moisture. This monitoring system is connected wirelessly using Zigbee technology and connected to the open-source IoT (Internet of Things) application, namely Thingspeak using a cellular network. This research was conducted to test and analyze the performance of the IoT application when running on a mobile network to determine the effect of signal reception strength on delay, packet loss and throughput. Based on the test results, it was found that the network standard used only affects the number of TCP errors on 3G networks compared to 4G networks. But the network standard does not affect the performance of data transmission when viewed from the side of the delay, which is between 0.5 ms to 1.5 ms in both conditions. And then for the packet loss, which only occurs one time out of all six experiments conducted with the amount of packet loss only 2% and relatively the same throughput between 9.7 and 22 kbit / s. For the signal strength or the size of the RSRP (Reference Signal Received Power), the value does not affect the number of TCP errors, which are between 1 to 4 errors in all conditions and does not affect packet loss where packet loss does not occur in all test conditions. The RSRP value only affects delay and throughput and only in low conditions where at low signal conditions, there is an increase in delay from an average of 1 ms in high and moderate conditions to an average of 1.5 ms in low conditions, and throughput that is between 10 to 16 kbit / s in high and moderate conditions to 6 to 15.4 kbit / s in low conditions.

Keywords — **Kata Kunci**—*Greenhouse Monitoring; Internet of Things; RSRP; QoS*

Abstrak— Sistem monitoring greenhouse adalah alat yang bekerja untuk memantau dan mengamati kondisi di dalam greenhouse baik suhu, intensitas cahaya, kelembaban udara dan kelembaban tanah. Sistem monitoring ini terhubung secara wireless dengan menggunakan teknologi Zigbee dan terhubung dengan aplikasi IoT (*Internet of Things*) open-source yaitu thingspeak menggunakan jaringan seluler. Penelitian ini dilakukan untuk menguji dan menganalisis kinerja dari aplikasi IoT ketika dijalankan menggunakan jaringan seluler untuk mengetahui pengaruh dari kekuatan penerimaan sinyal terhadap delay, packet loss dan Throughput. Berdasarkan hasil pengujian ditemukan bahwa standar jaringan yang digunakan hanya mempengaruhi banyaknya TCP Error pada jaringan 3G dibandingkan jaringan 4G. Tetapi standar jaringan tidak mempengaruhi kinerja dari pengiriman data jika dilihat dari sisi delay yang berada diantara 0.5 ms sampai dengan 1.5 ms di kedua kondisi, packet loss yang hanya terjadi 1 kali dari seluruh 6 percobaan yang dilakukan dengan jumlah packet loss hanya sebesar

2%, dan throughput yang relatif sama diantara 9.7 sampai dengan 22 kbit/s. Sedangkan kekuatan sinyal atau besar dari nilai RSRP (*Reference Signal Received Power*) tidak mempengaruhi jumlah TCP Error yang berada diantara 1 sampai 4 error di seluruh kondisi dan tidak mempengaruhi packet loss dimana packet loss tidak terjadi di seluruh kondisi pengujian. Nilai RSRP hanya mempengaruhi delay dan throughput dan hanya pada kondisi low dimana pada kondisi sinyal low, terjadi peningkatan delay dari rata-rata 1 ms pada kondisi high dan moderate menjadi rata-rata 1.5 ms pada kondisi low, dan throughput yang berada diantara 10 sampai 16 kbit/s pada kondisi high dan moderate menjadi 6 sampai 15.4 kbit/s pada kondisi low.

Kata Kunci—*Greenhouse Monitoring; Internet of Things; RSRP; QoS*

I. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) adalah sebuah teknologi yang menggabungkan beberapa objek cerdas atau perangkat cerdas lainnya untuk saling berkomunikasi, berkoordinasi dan bekerjasama dalam satu lingkungan. Konsep ini pioniri oleh Kevin Ashton sekitar tahun 1999. Konsep IoT sendiri memiliki satu definisi penting yang membuatnya khas, yaitu internet sebagai salah satu media penghubungnya [1], [2]. Sehingga semua aplikasi akan terhubung dengan menggunakan jalur ini untuk kemudian dapat dimanfaatkan oleh pengguna yang pada saat ini penggunaannya sudah sangat luas. Beberapa aplikasi dari bidang ini seperti pada aplikasi rumah, mobil cerdas dan greenhouse [3]–[5]. Dari sisi pengguna bisnis, IoT juga memiliki peran yang sangat vital terutama dalam analisa dan manajemen bisnis untuk mempermudah penjejakan logistik [6], dibutuhkan suatu jaringan yang menghubungkan perangkat agar dapat diakses melalui internet. Ada banyak jaringan dapat digunakan, salah satunya adalah jaringan 4G LTE (*Long Term Evolution*) yang menjadi standar tingkat tinggi untuk komunikasi data yang dilakukan secara nirkabel dengan basis jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA [7] dengan spektrum nirkabel yang terpisah yang dapat mencapai mencapai kecepatan downlink sampai dengan 300 mbps dan kecepatan uplink sampai dengan 75 mbps [8], [9].

Pada umumnya, teknologi IoT bekerja menggunakan media kabel atau fiber optik agar dapat terhubung dengan internet karena memiliki tingkat kestabilan yang tinggi dan latency yang rendah, sehingga proses kontrol dan monitoring dapat

dilakukan secara *realtime*. Beberapa aplikasi dari teknologi ini telah banyak dimanfaatkan terutama dalam bidang *greenhouse*, diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Pallavi et al yang menerapkan teknologi ini pada *greenhouse* yang dibangunnya dengan beberapa arsitektur untuk memonitor dan juga melakukan pengendalian [5]. Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Changqing et al [10] yang juga membangun sistem ini dengan beberapa sensor seperti sensor kelembaban, suhu, intensitas cahaya serta suhu dan kelembaban dari tanah. Kemudian sistem tersebut dibangun dengan menggunakan jaringan internet *wireless* yang berasal dari *router*.

Namun, jaringan dengan media kabel memiliki kekurangan yaitu keterbatasan jarak dan biaya instalasi yang cukup mahal. Selain itu, ketersediaan jaringan kabel tembaga maupun *fiber optic* cukup sulit diaplikasikan di wilayah yang terpencil, seperti pedesaan dimana di wilayah ini pada umumnya *greenhouse* dibangun. Oleh karena itu Guo et al yang menerapkan teknologi IoT di *greenhouse* *span*-nya yang terdiri dari beberapa sensor yang memanfaatkan sinyal 4G sebagai penghubungnya [11]. Dengan demikian permasalahan nirkabel dan ketergantungan dengan jaringan *router* menjadi terlepas. Namun sayangnya penelitian tersebut dan penelitian sebelumnya masih terbatas pada pembangunan arsitektur perangkat kerasnya dan masih belum menyentuh ranah kualitas sistem pada jaringan 3G ataupun 4G. Dari latar belakang tersebut, peneliti ingin melakukan pengujian terhadap jaringan 4G LTE sebagai media komunikasi pada teknologi IoT untuk sistem monitoring *greenhouse* dengan beberapa parameter assesment untuk mengetahui tingkat performa dari sistem yang dibangun. Beberapa parameter tersebut adalah *delay*, *throughput*, *packet loss* dan *TCP error*. Semua parameter tersebut akan dibandingkan baik pada jaringan 3G dan 4G dengan standart yang telah ditetapkan.

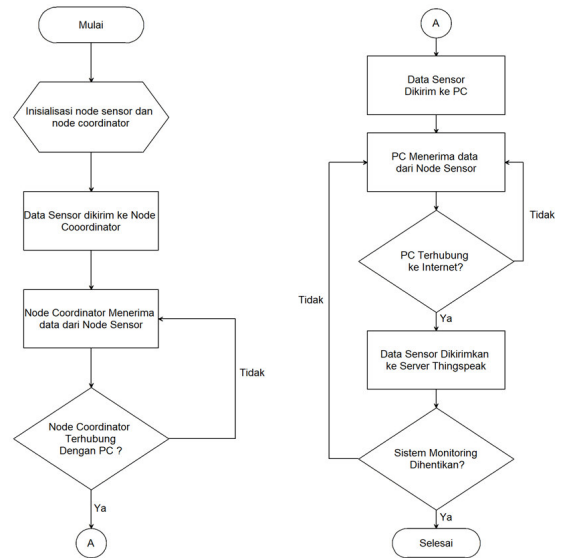
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan merancang perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Dimana perancangan hardware dilakukan menggunakan Arduino UNO, Sensor DHT-11, YL-69, LDR, Xbee Pro S2B yang dihubungkan dengan PC agar dapat terhubung ke internet menggunakan modem 4G, sedangkan *software* pada PC yang digunakan untuk mengi-rimkan data ke server *thingspeak* adalah program yang dibangun dengan menggunakan platform Node.js.

A. Flowchart Kerja Alat

Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 1, proses kerja alat dimulai dengan pembacaan data sensor oleh *node sensor*. Kemudian data yang diperoleh akan dikirimkan ke *node coordinator* menggunakan modul *Xbee Pro S2B* yang selanjutnya diteruskan ke PC untuk diupload ke *internet* menggunakan jaringan seluler 3G/4G. Proses ini terus

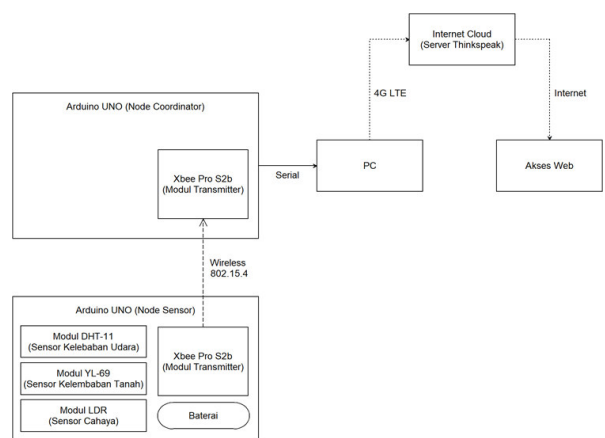
berulang sampai ada intruksi untuk menghentikan program ditujukan pada sistem *monitoring*.



Gambar 1. Flowchart Alat

B. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan sensor yang ada seperti sensor cahaya, sensor kelembaban udara dan kelembaban tanah ke *Arduino* dan menghubungkan komponen komponen lainnya seperti blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 2, sistem *monitoring greenhouse* berbasis IoT ini terdiri dari dua *node* yaitu *node coordinator* dan *node sensor*.



Gambar 2. Blok Diagram Alat

C. Perancangan Node Coordinator

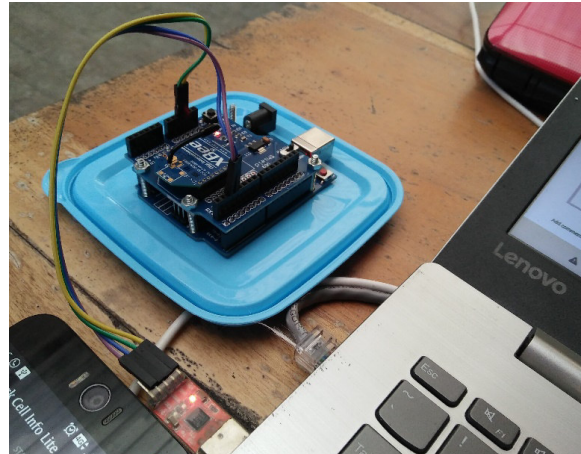
Node coordinator berfungsi untuk menerima data dari node sensor. Data sensor diterima secara nirkabel menggunakan modul Xbee Pro S2b yang diatur menggunakan software XCTU pada mode “coordinator” sehingga hanya bertugas untuk menerima data. Data yang diterima kemudian dikirimkan ke PC melalui interface USB. Hasil perancangan node coordinator dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Hasil Perancangan Node Sensor

D. Perancangan Node Sensor

Node sensor bekerja untuk membaca nilai sensor untuk dikirimkan pada node coordinator. Node sensor tersusun atas modul DHT-11 sebagai sensor cahaya dan suhu udara, Modul YL-69 sebagai sensor kelembaban tanah, modul LDR (Light Dependant Resistor) sebagai sensor cahaya. Modul-modul ini dihubungkan pada Arduino Uno bersama dengan modul XbeePro S2b yang berfungsi mengirim data sensor pada node coordinator. Hasil perancangan node sensor dapat dilihat pada Gambar 4



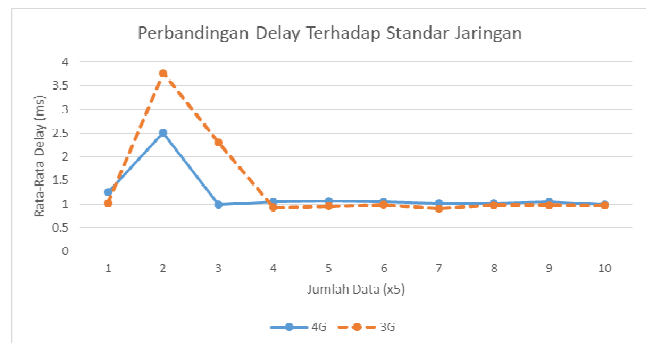
Gambar 4. Hasil Perancangan Node Sensor

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang akan dibahas pada penelitian ini adalah jumlah TCP error, delay, packet loss, serta throughput saat uplink dan downlink. Nilai-nilai ini akan diuji berdasarkan jaringan yang digunakan (3G dan 4G), dan nilai RSRP atau RSSI dari jaringan yang digunakan.

A. Pengujian pada Delay dengan Standart Jaringan

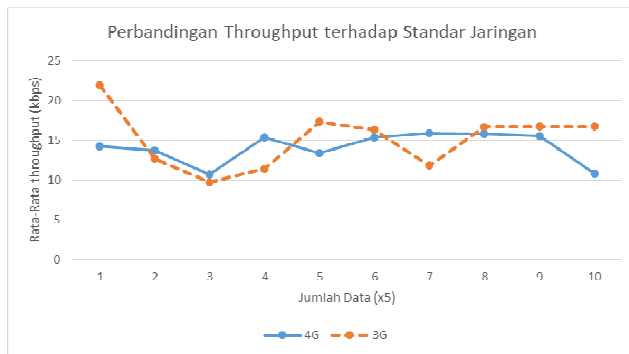
Pada Gambar 5 dapat dilihat perbandingan delay pada dua standar jaringan yang digunakan, diketahui bahwa pada jaringan 4G, delay rata-rata tertinggi yang terjadi selama proses pengujian sebesar 2,51 ms dan pada jaringan 3G delay rata-rata tertinggi sebesar 3,76. Nilai rata-rata delay selanjutnya yang didapatkan pada kedua standar jaringan relatif kecil yaitu di antara 0,5 sampai 1,5 ms. Dari data tersebut secara umum, kedua standar jaringan tidak memiliki perbedaan nilai delay yang signifikan.



Gambar 5. Grafik Delay Berdasarkan Standar Jaringan

B. Pengujian pada Throughput dengan Standart Jaringan

Hasil pengujian pada Gambar 6 menunjukkan nilai *throughput* pada saat proses *upload* paket data dari PC server menuju ke *web thingspeak*, dapat dilihat perbandingan *throughput* pada saat penggunaan kedua standar jaringan. Saat penggunaan jaringan 4G nilai *throughput* berada diantara 10 sampai 16 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 15,91 kbit/s sedangkan saat penggunaan jaringan 3G nilai *throughput* berada diantara 9,7 sampai 22 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 21,92 kbit/s. Selama pengujian kedua standar jaringan mampu-nyai rata-rata *throughput* yang relatif sama, namun pada jaringan 4G, grafik menunjukkan kecepatan yang lebih stabil dibandingkan dengan jaringan 3G.



Gambar 6. Grafik *Throughput* berdasarkan standar jaringan

C. Pengujian pada Packet Loss dengan Standart Jaringan

Berdasarkan Tabel 1, *packet loss* hanya terjadi sebanyak satu kali dari seluruh percobaan yang dilakukan, yaitu pada jaringan 3G dengan jumlah *packet loss* sebesar 0.6%. Berdasarkan seluruh hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa pengiriman data sensor menggunakan jaringan 3G maupun 4G memiliki kinerja yang sangat baik, dalam segala kondisi, dimana kekuatan sinyal tidak banyak mempengaruhi nilai dari *packet loss*.

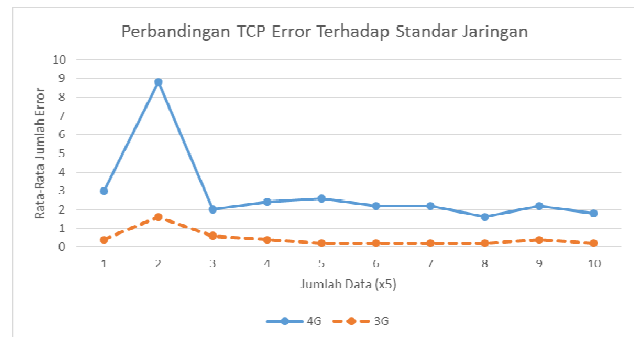
Tabel 1. Perbandingan *Packet Loss* Berdasarkan Standar Jaringan

Standart Jaringan	Packet Loss (%)
4G	0
3G	0.6

D. Pengujian pada TCP Error dengan Standart Jaringan

Dari hasil pengujian, jumlah *error* yang terjadi pada standar jaringan 4G lebih tinggi dibandingkan dengan jaringan 3G. pada jaringan 4G jumlah *error* rata-rata yang didapatkan pada jaringan 4G berada diantara 2-3 *error* pada setiap percobaan dengan rata-rata *error* terbesar mencapai 9 *error*. Pada jaringan 3G, rata-rata *error* yang terjadi berada dibawah

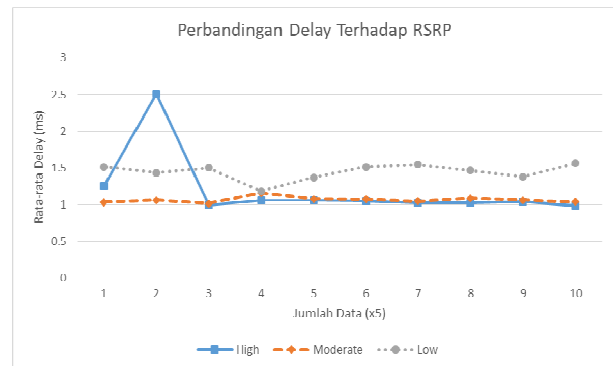
2, dengan rata-rata *error* terbesar di 1,6. Perbandingan jumlah *error* yang terjadi pada kedua kondisi dapat dilihat pada grafik di Gambar 7



Gambar 7. Grafik *TCP Error* Berdasarkan Standar Jaringan

E. Pengujian pada Delay Berdasarkan Nilai RSRP

Pada Gambar 8 dapat dilihat pada saat pengujian sinyal pada kondisi *high* nilai rata-rata *delay* tertinggi yang didapatkan sebesar 2,51 ms dan nilai *delay* rata-rata yang didapatkan dari seluruh percobaan berada di antara 0,9 sampai dengan 1,3 ms. Pada kondisi *moderate* nilai rata-rata *delay* berada di antara 1,01 sampai 1,16 ms dengan nilai *delay* rata-rata tertinggi sebesar 1,15 ms. Pada kondisi sinyal *low* nilai *delay* rata-rata yang didapatkan berada di anantara 1,18 sampai 1,6 ms dengan nilai *delay* rata-rata tertinggi sebesar 1,56 ms.

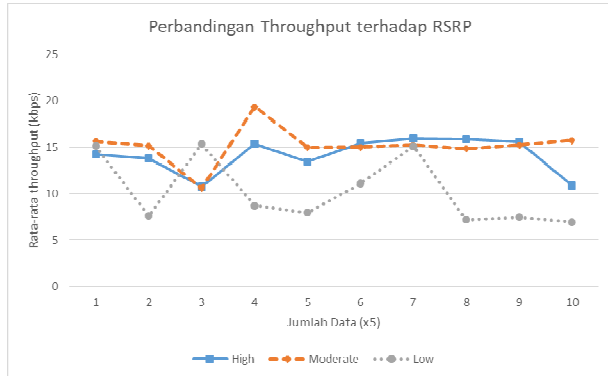


Gambar 8. Perbandingan *Delay* terhadap RSRP

F. Pengujian pada Throughput Berdasarkan Nilai RSRP

Pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa pada saat pengujian kondisi sinyal *high*, nilai *throughput* berada di antara 10 sampai 16 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 15,91 kbit/s. Pengujian kedua dilakukan pada kondisi sinyal *moderate*, nilai *throughput* yang dihasilkan berada diantara 10 sampai 19,4 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 19,36 kbit/s. Pengujian ketiga dilakukan pada kondisi sinyal *low*, nilai *throughput* yang dihasilkan berada diantara 6 sampai 15,4 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 15,32 kbit/s.

Diketahui dari hasil pengujian yang didapat, saat sinyal dalam kondisi *high* dan *moderate* nilai *throughput* yang dihasilkan tidak terlalu berbeda jauh, sedangkan pada saat kondisi sinyal *low* nilai *throughput* yang dihasilkan jauh lebih kecil.



Gambar 9. Perbandingan *Throughput* terhadap RSRP

G. Pengujian pada Packet Loss Berdasarkan Nilai RSRP

Penelitian ini juga menguji pengaruh dari RSRP terhadap besar dari *packet loss* yang terjadi. Pengujian dilakukan dengan membagi kondisi pengujian menjadi tiga kategori yaitu *high*, *moderate*, dan *low*.

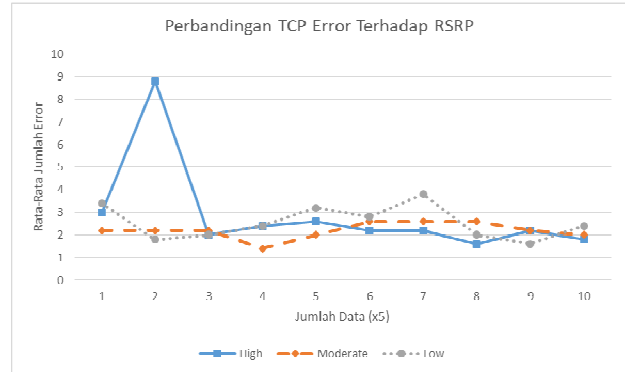
Tabel 2. Perbandingan *Packet Loss* Berdasarkan Nilai RSRP

Standar Jaringan	Nilai RSRP / RSSI	Packet Loss (%)
4G	High (RSRP < -100 dBm)	0
	Moderate (RSRP -100 dBm sampai -110 dBm)	0
	Low (RSRP < -110 dBm)	0

Dari hasil pengujian *packet loss* yang ditunjukkan pada Tabel 2, Nilai RSRP tidak mempengaruhi besar dari *packet loss*, dimana pada ketiga kondisi, tidak terjadi *packet loss*.

H. Pengujian pada TCP Error Berdasarkan Nilai RSRP

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian pada banyak-nya TCP *Error* yang terjadi berdasarkan nilai RSRP. Seperti pengujian sebelumnya, pengujian ini dibagi menjadi tiga kategori dengan hasil pengujian seperti pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Perbandingan Delay terhadap RSRP

Dari hasil pengujian, terlihat bahwa rata-rata jumlah *error* yang terjadi pada tiap kategori pengujian baik kon-disi sinyal *high*, *moderate* maupun *low*, memiliki tingkat *error* yang cukup setara. Rata-rata *error* yang didapatkan pada seluruh percobaan berada diantara 1 sampai dengan 4 dengan rata-rata *error* tertinggi mencapai 8.8.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian mengenai Analisa sistem *moni-toring greenhouse* berbasis *Internet of Things (IoT)* pada Jaringan *4G LTE* yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut. Pertama tidak terjadi perbedaan yang signifikan di kedua standar jaringan baik pada nilai rata-rata *delay*, *throughput* dan TCP *error*, kedua standar jaringan mempunyai kinerja yang relatif sama pada sistem *monitoring greenhouse*. Kedua nilai RSRP tidak mempengaruhi TCP *error* yang dihasilkan secara signifikan pada semua keadaan sinyal. Ketiga nilai RSRP secara signifikan tidak begitu berpengaruh pada nilai *delay* dan *throughput* saat keadaan sinyal *high* dan *moderate*, perbedaan kinerja hanya terlihat pada kondisi sinyal *low* yang mana terjadi peningkatan nilai *delay* dan penurunan pada nilai *throughput*.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Wulandari, "Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i2.454.

[2] W. Cui, S. Cui, L. Yuan, and J. Shang, "Design and implementation of sunlight greenhouse service platform based on IOT and cloud computing," *Proc. 2013 2nd Int. Conf. Meas. Inf. Control. ICMIC 2013*, vol. 1, pp. 141–144, 2013, doi: 10.1109/MIC.2013.6757934.

[3] P. Dedeepya, U. S. A. Srinija, M. Gowtham Krishna, G. Sindhusa, and T. Gnanesh, "Smart Greenhouse Farming based on IOT," *Proc. 2nd Int. Conf. Electron.*

-
- Commun. Aerosp. Technol. ICECA 2018*, no. Iceca, pp. 1890–1893, 2018, doi: 10.1109/ICECA.2018.8474713.
- [4] D. J. A. Rustia and T. Te Lin, “An IoT-based wireless imaging and sensor node system for remote greenhouse pest monitoring,” *Chem. Eng. Trans.*, vol. 58, no. October, pp. 601–606, 2017, doi: 10.3303/CET1758101.
- [5] K. Pallavi, J. D. Mallapur, and K. Y. Bendigeri, “Remote sensing and controlling of greenhouse agriculture parameters based on IoT,” *2017 Int. Conf. Big Data, IoT Data Sci. BID 2017*, vol. 2018-January, pp. 44–48, 2018, doi: 10.1109/BID.2017.8336571.
- [6] F. Suryatini, M. Maimunah, and F. I. Fauzandi, “Implementasi Sistem Kontrol Irigasi Tetes Menggunakan Konsep IoT Berbasis Logika Fuzzy Takagi-Sugeno,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 1, p. 115, 2019, doi: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.115-124.
- [7] M. I. Mahali, “Smart Door Locks Based on Internet of Things Concept with mobile Backend as a Service,” *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 1, no. 3, pp. 171–181, 2017, doi: 10.21831/elinvo.v1i3.14260.
- [8] M. F. W. Simanjuntak, O. D. Nurhayati, and E. D. Widiyanto, “Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) pada Teknologi 3.5G,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 4, no. 1, p. 67, 2016, doi: 10.14710/jtsiskom.4.1.2016.67-76.
- [9] M. Iqbal and D. Prasetyo, “Perbandingan Quality Of Service (Qos) Jaringan 4g Lte Beberapa Provider Menggunakan Sistem Operasi Linux Ubuntu Server 18.10,” *Jar. Sist. Inf. Robot.*, vol. 3, no. 2, pp. 239–249, 2019.
- [10] C. Changqing, L. Hui, and H. Wenjun, “Internet of Agriculture-Based Low Cost Smart Greenhouse Remote Monitor System,” *Proc. 2018 Chinese Autom. Congr. CAC 2018*, pp. 3940–3945, 2019, doi: 10.1109/CAC.2018.8623230.
- [11] T. Guo and W. Zhong, “Design and implementation of the span greenhouse agriculture Internet of Things system,” *Proc. 2015 Int. Conf. Fluid Power Mechatronics, FPM 2015*, pp. 398–401, 2015, doi: 10.1109/FPM.2015.7337148.