

PERANCANGAN DAN ANALISA SMART LIGHTING BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK MENINGKATKAN KENYAMANAN AKTIVITAS DI DALAM RUMAH

ANALISYS AND DESIGN SMART LIGHTING BASED ON WIRELESS SENSOR NETWORK TO IMPROVE COMFORT OF ACTIVITY AT HOME

Fidelis Surya Putranta¹, Y. Gustommy Bisono, S.T., M.T.², Dr. Ir. Rendy Munadi, M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
fidelissurya@yahoo.com¹, - bisono.tel@gmail.com², - rendymunadi@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Rumah menjadi tempat istirahat bersantai maupun mengerjakan pekerjaan dan beraktivitas. Kenyamanan diperlukan untuk menunjang aktivitas tersebut. Pencahayaan ruangan menjadi salah satu faktor penunjang kenyamanan tersebut. Ketika beraktivitas maupun bekerja di rumah akan lebih nyaman jika di dalam ruangan tersebut terdapat pencahayaan yang cukup. Pencahayaan berasal dari lampu yang berada dalam ruangan, lampu yang sedang populer adalah lampu LED karena nyalanya lebih terang dan hemat energi.

Sensor sebagai pendeteksi tingkat intensitas cahaya di dalam ruangan. Sensor tersebut dipadukan dengan waktu. Jadi, sensor mendeteksi keadaan cahaya diluar dan menyesuaikan dengan waktu produktif maka mikrokontroler (Arduino) akan mengirimkan informasi ke lampu LED untuk menyala dengan warna yang telah ditentukan. Pada sistem ini, sensor terhubung dengan jaringan dalam sebuah wireless sensor network. Data dari sensor node dikirimkan ke coordinator node secara nirkabel untuk kemudian dikirimkan ke server untuk diolah. Semua informasi tersebut terpantau pada sebuah server. Informasi tersebut dapat diakses, dipantau dan dikendalikan menggunakan perangkat mobile maupun komputer dengan internet.

Dari hasil pengujian terhadap XBee, semakin jauh jarak sensor node dengan coordinator node maka delay akan semakin besar. Sementara throughput akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya. Pada pengujian server, delay pada proses monitoring lebih kecil daripada delay pada proses controlling. Sedangkan throughput monitoring lebih besar daripada throughput controlling. Sistem memiliki reliability sebesar 95,17% dan availability sebesar 95,4%.

Kata Kunci : LED, Arduino, sensor cahaya, XBee.

Abstract

The house becomes a place to rest relax or do the work and move. Convenience is required to support the activity. Room lighting becomes one of the comfort supporting factors. When the move and work at home will be more comfortable if in the room there is adequate lighting. Lighting comes from lights that are in the room, the lights that are popular are LED lights because the flame is brighter and energy efficient.

Sensor as a detector level of light intensity indoors. The sensor is combined with time. So, the sensor detects the outer light state and adjusts to the productive time then the microcontroller (Arduino) will send the information to the LED light to light up with a predetermined color. In this system, the sensor is connected to the network within a wireless sensor network. Data from the node sensors is sent to the node's coordinator wirelessly and then sent to the server for processing. All information is monitored on a server. Such information can be accessed, monitored and controlled using any mobile device or computer with internet.

From the results of testing on XBee, the more distance the sensor node with the node coordinator then the delay will be greater. While the throughput will be smaller, and vice versa. In server testing, the delay on the monitoring process is smaller than the delay in the controlling process. While the throughput monitoring is greater than throughput controlling. The system has a reliability of 95.17% and availability of 95.4%.

Keyword : LED, Arduino, light sensor, XBee

1. PENDAHULUAN

Lampu memiliki peran yang sangat penting sebagai sumber penerangan di dalam maupun di luar rumah. Lampu kini bermacam-macam jenisnya, yang sekarang sedang ramai digunakan adalah lampu Light Emitting Diode (LED). Lampu LED memiliki keunggulan yaitu lebih hemat listrik dibandingkan dengan lampu konvensional yang masih ada di pasaran. Keunggulan lainnya, lampu LED memiliki cahaya dengan berbagai warna sehingga dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Dalam penelitian ini, LED difungsikan sehingga bisa memancarkan cahaya dengan intensitas tertentu bergantung dengan tingkat kecerahan ruangan. Ruangan yang memiliki pencahayaan yang baik akan menunjang kenyamanan dalam beraktivitas. Cahaya dari lampu LED tersebut membantu dalam meningkatkan kenyamanan sehingga tetap produktif melakukan aktivitas maupun bersantai di dalam rumah. [1]

2. DASAR TEORI

2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah infrastruktur jaringan global yang dinamis dimana memiliki kemampuan konfigurasi otomatis pada protokol komunikasi yang mudah dioperasikan dimana perangkat baik secara fisik maupun virtual memiliki identitas, ciri fisik dan sifat virtual.

2.2 Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan suatu jaringan komunikasi sensor yang terhubung secara nirkabel yang terdiri dari beberapa sensor (sensor node) yang diletakkan ditempat - tempat yang berbeda untuk memonitoring kondisi suatu sistem. Pada prinsipnya pembacaan kondisi oleh sensor ini diinformasikan secara realtime dan keamanan data yang terjamin hingga diterima oleh pengguna

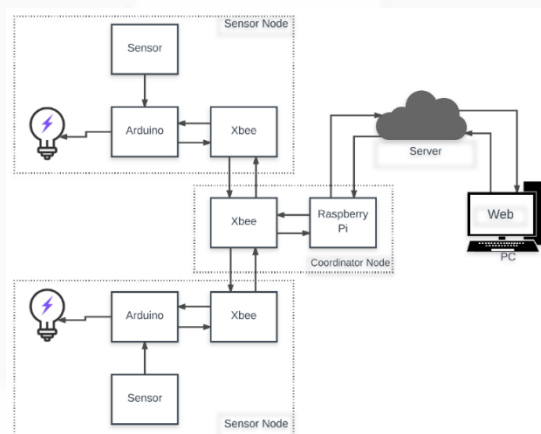
2.3 Smart Lighting

Smart lighting di dalam rumah membantu dalam menghemat energi dengan mengadaptasikan cahaya ke dalam kondisi yang bermacam-macam dan menjadi saklar on/off atau mengatur intensitas cahaya bila diperlukan. Teknologi kunci dari smart lighting menggunakan perangkat pencahayaan (misal cahaya LED), sensor dan perangkat IP sebagai penyambungannya.

3. DESAIN MODEL SISTEM DAN SKENARIO EVALUASI

3.1 Blok Diagram Sistem

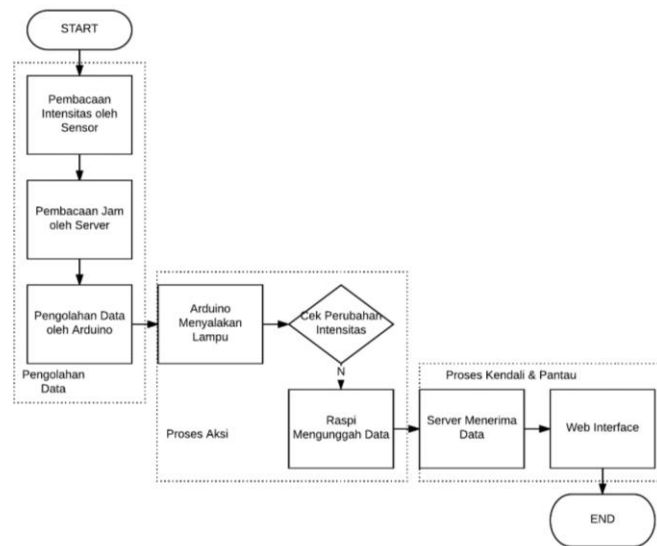
Blok sistem yang dirancang dibagi menjadi empat bagian yaitu perangkat *sensor node*, *coordinator node*, *server internet* dan *interface (web)* seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

3.2 Diagram Alir Keseluruhan

Penelitian ini memiliki diagram alir seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Smart Lighting Secara Keseluruhan

3.3 Pengujian Sistem

Rancangan sistem yang sudah direalisasikan diuji untuk melihat tingkat keberhasilan sistem berdasarkan parameter pengujian yang sudah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan meletakkan lampu di dua ruangan dengan jarak lampu ke mikrokontroler yang berbeda yang nantinya diukur parameternya dan dianalisis lebih lanjut. Sistem dikatakan berhasil jika bisa menyalakan lampu dengan warna tertentu sesuai dengan intensitas maupun jam kerja dan dapat dikendalikan dengan perangkat android melalui satu jaringan yang sama atau jaringan internet.

Parameter-parameter yang digunakan dalam pengujian sistem ini adalah sebagai berikut :

- a. *Delay* adalah waktu transmisi yang diperlukan oleh paket data dari pengirim ke penerima. [19]

$$Delay = \frac{\text{panjang paket (bit)}}{\text{lebar pita jaringan } (\frac{\text{bit}}{\text{s}})} \quad (3.1)$$

- b. *Throughput* adalah kecepatan rata-rata pengiriman data pada selang waktu pengamatan tertentu. [19]

$$Throughput = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}} \quad (3.2)$$

- c. *Availability* (ketersediaan) adalah sistem dapat diakses oleh pengguna kapanpun tanpa ada kendala.

$$Availability = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime} \times 100\% \quad (3.3)$$

- d. *Reliability* (kehandalan) adalah probabilitas sistem dapat berjalan sesuai fungsinya dalam waktu dan kondisi tertentu dengan kemungkinan kegagalan sistem yang sangat rendah.

$$Reliability = \frac{Uptime - Downtime}{Uptime} \times 100\% \quad (3.4)$$

3.4 Skenario Evaluasi

Sistem yang telah direalisasikan dievaluasi untuk melihat sistem sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Evaluasi yang dilakukan antara lain :

- Sistem dicoba saat digunakan pada ruangan berbeda dengan jarak node yang berbeda pula dan diukur parameter delay dan throughput sistem pada jarak node yang berbeda.
- Sistem dicoba melakukan *monitoring* dan *controlling* pada jaringan internet, untuk diukur parameter *delay*, *throughput*, *availability*, dan *reliability* pada jaringan tersebut.

3.6 Analisis Kualitas Jaringan

3.6.1 Analisa Hasil Pembacaan Sensor

Dari tabel diperoleh nilai intensitas pada kamar Flamboyan dan Dahlia lebih rendah karena kondisi kamar berada di pojok dan memiliki pencahayaan yang kurang, sedangkan kamar Anggrek, Cempaka, Sakura, dan Teratai memiliki intensitas cahaya yang tinggi karena pada kamar tersebut terdapat cahaya matahari langsung yang menerangi kamar tersebut. Pada kamar Mawar dan Melati intensitas cahayanya tidak terlalu tinggi maupun rendah karena kamar tersebut mendapat sinar matahari tidak langsung.

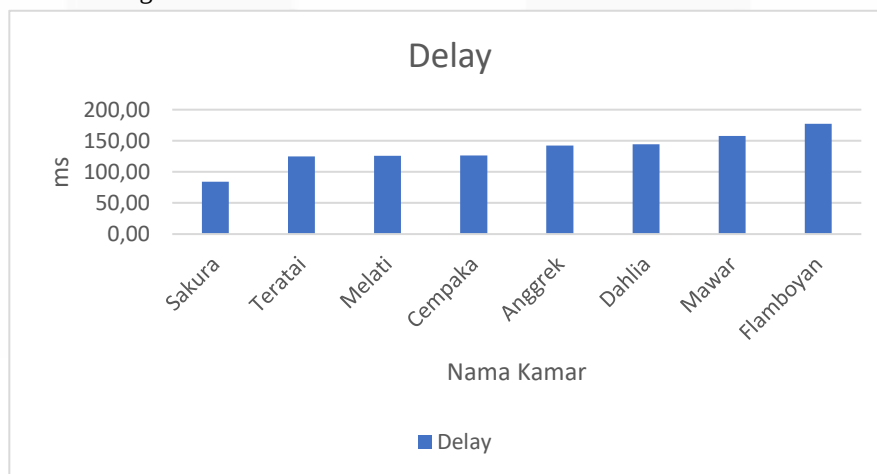
Tabel 3.1 Nilai pembacaan sensor

Time		08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
Kamar Anggrek	Light Intensity (lux)	224	237	240	254	278	282	226	216	199	183
	LED Intensity	46	33	10	0	0	0	24	44	51	97
Kamar Cempaka	Light Intensity (lux)	223	237	243	266	269	276	255	244	209	175
	LED Intensity	27	13	7	0	0	0	0	12	13	12
Kamar Dahlia	Light Intensity (lux)	127	139	162	166	174	182	177	170	161	155
	LED Intensity	123	111	88	84	76	68	73	80	89	95
Kamar Flamboyan	Light Intensity (lux)	102	110	117	122	124	120	118	110	103	92
	LED Intensity	148	140	133	128	126	130	132	140	147	158
Kamar Mawar	Light Intensity (lux)	193	198	203	211	223	217	210	209	197	191
	LED Intensity	57	52	47	39	27	33	40	41	53	59
Kamar Melati	Light Intensity (lux)	214	228	235	240	246	243	241	238	235	229
	LED Intensity	36	22	15	10	4	7	9	12	15	21
Kamar Sakura	Light Intensity (lux)	239	242	250	259	264	266	251	247	241	238
	LED Intensity	11	8	0	0	0	0	0	3	9	12
Kamar Teratai	Light Intensity (lux)	241	245	251	258	262	260	253	248	241	239
	LED Intensity	9	5	0	0	0	0	0	2	9	11

3.6.2 Analisis Kualitas Jaringan Xbee S2C

a. Delay

Nilai *delay* diuji pada delapan ruangan yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data dari *sensor node* ke *coordinator node* yang terhubung ke *raspberry pi*. Setelah data dikirim, *coordinator node* memberikan data balasan ke *sensor node*. *Delay* dihitung dari selisih waktu data dikirim dari *coordinator node* dengan waktu data diterima di *sensor node*.



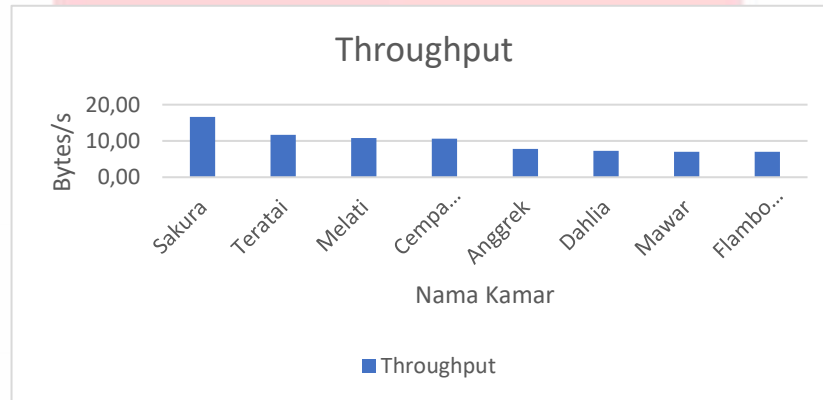
Gambar 3.3 Perbandingan *delay* pada tiap kamar

Pada grafik terlihat bahwa nilai *delay* semakin besar terhadap jarak semakin jauh. Pada kamar Sakura

dengan jarak 3 meter tanpa penghalang, *delay* diperoleh 84,03 milisekon dan pada jarak terjauh di kamar Flamboyan dengan jarak 9 meter diperoleh *delay* 177,08 milisekon. *Delay* semakin besar disebabkan oleh jarak *sensor node* ke *coordinator node* semakin besar juga bisa disebabkan oleh penghalang antara *sensor node* dengan *coordinator node*.

b. Throughput

Throughput dihitung pada sisi *coordinator node*. Setelah *capture* paket, data kemudian diolah di Wireshark. Pada software Wireshark, paket kemudian difilter protokol HTTP.



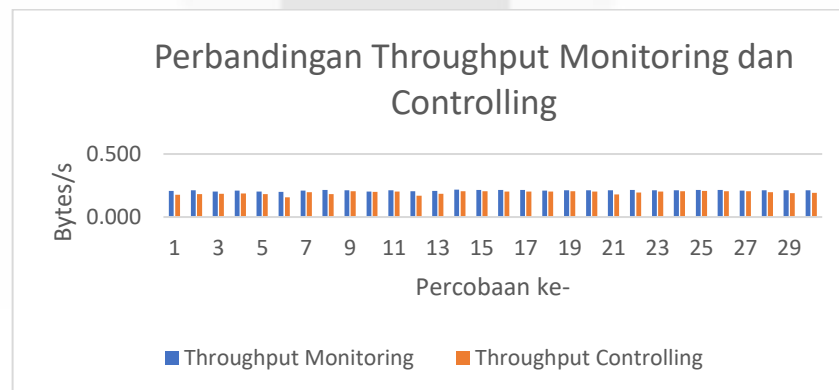
Gambar 3.4 Perbandingan *throughput* tiap kamar

Dari data diatas, di peroleh nilai *throughput* rata-rata untuk kamar Sakura yaitu 16,65 Bytes/s dengan nilai yang paling besar, karena *delay* kamar Sakura paling kecil sehingga pada waktu yang sama, jumlah paket yang dikirimkan bisa lebih banyak. *Throughput* rata-rata yang paling kecil pada kamar Flamboyan yaitu 7,01 bytes/s karena *delay* pada kamar Flamboyan lebih besar sehingga pada waktu yang sama paket data yang dikirim menjadi lebih sedikit.

Berdasarkan jarak antara *sensor node* dengan *coordinator node*, semakin jauh jaraknya maka nilai *throughput* semakin kecil, karena semakin besar jarak, maka *delay* semakin besar. Pada selang waktu yang sama *delay* akan menyebabkan jumlah paket yang diterima menjadi sedikit, maka menurut persamaan (3.2) *throughput* akan semakin kecil pada jarak yang semakin jauh.

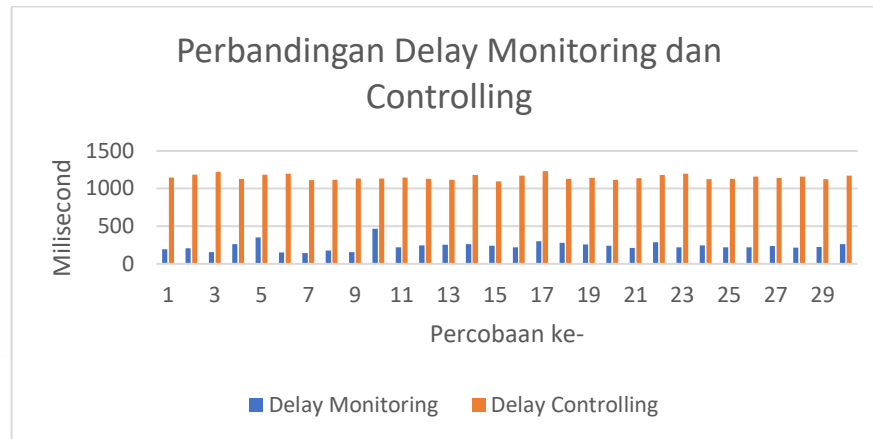
3.6.3 Analisis Kualitas Jaringan Server

Setelah melakukan pengujian pada proses *monitoring* dan proses *controlling* menggunakan protokol HTTP, terlihat bahwa rata-rata ukuran paket pada proses *controlling* lebih kecil daripada rata-rata ukuran paket pada proses *monitoring*, hal tersebut terjadi karena saat proses *monitoring* membawa data hasil pembacaan *sensor*.



Gambar 3.5 Perbandingan *throughput* monitoring dan controlling

Sementara untuk nilai *throughput* proses *controlling* lebih rendah daripada proses *monitoring* karena pada rata-rata *timespan* (lama waktu pengamatan dari paket dari paket pertama hingga paket terakhir) yang sama, data yang dikirim lebih sedikit sedangkan proses *monitoring* untuk waktu yang sama data yang dikirimkan lebih banyak sehingga *throughput* proses *monitoring* lebih besar.



Gambar 3.6 Perbandingan *Delay Monitoring* dan *Controlling*

Nilai *delay* yang didapat dari percobaan di atas, menunjukkan bahwa *delay* yang lebih kecil pada proses *controlling* diakibatkan untuk ukuran paket yang sama waktu pengirimannya akan lebih kecil karena paket proses *controlling* lebih kecil dibandingkan dengan paket pada proses *monitoring* saat memasuki *server*. Hasil untuk *delay monitoring* sudah bagus sebesar 237 ms tetapi untuk *delay controlling* masih kurang bagus karena mencapai 1 detik, untuk mengatasi hal tersebut bisa dengan mengurangi *delay* pada sistem dan *delay* proses.

3.6.4 Pengujian Antarmuka pada Laman Web

Pengujian dilakukan dengan membuat laman *web* pada penyedia layanan *server* internet *DigitalOcean*. Penggunaan laman *web* ini bertujuan untuk menjadi perantara antara pengguna dengan sistem sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi smart lighting dengan menampilkan data-data dari smart lighting dan memantaunya dengan mudah dari jarak jauh hanya dengan koneksi internet.

Laman *web* dapat diakses dengan alamat lampupintar.tk dengan tampilan sebagai berikut :



Gambar 3.7 Tampilan pada Laman Web

3.6.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pada pengujian dilakukan percobaan dengan mengirim data dari *node A* dan *node B* secara bersamaan dengan perulangan 200 kali. Hasilnya diolah dengan rumus *reliability* dan *availability*. Hasil pengujian data adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 *Reliability dan Availability Berdasarkan Waktu*

<i>Node</i>	<i>Waktu Paket Berhasil (sekon)</i>	<i>Waktu Paket Gagal (sekon)</i>	<i>Reliability (%)</i>	<i>Availability (%)</i>
A	537,17	22,75	95,76	95,94
B	454,60	24,65	94,58	94,86

Tabel 4.2 *Reliability dan Availability Berdasarkan Jumlah Paket*

<i>Node</i>	<i>Jumlah Paket Berhasil</i>	<i>Jumlah Paket Gagal</i>	<i>Reliability (%)</i>	<i>Availability (%)</i>
A	142	5	96,48	96,60
B	133	4	96,99	97,08

Dari hasil pengujian, pada *sensor node A* terdapat 142 paket berhasil dikirim dan 5 paket gagal dikirim sementara *sensor node B* terdapat 133 paket berhasil dan 4 paket gagal dikirim. Paket gagal dikirim disebabkan oleh kegagalan *capture* pada minicom karena data dari *node A* dan *node B* dikirim secara bersamaan ke *coordinator node*. Berdasarkan jumlah waktu berhasil dan jumlah waktu gagal diperoleh *reliability* sebesar 95,17% dan *availability* sebesar 95,4%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pengujian sistem, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem smart lighting dapat melakukan monitoring keadaan lampu dan sensor mulai dari intensitas cahaya ruangan dan intensitas cahaya lampu yang dikeluarkan. Sistem smart lighting juga dapat melakukan controlling sistem dengan masukan otomatis, langsung nyala dan langsung mati. Semua informasi hasil sensing dan tombol pada proses controlling dapat diakses pada laman web.
2. Nilai intensitas cahaya semakin kecil maka nilai LED value juga semakin besar. Jika nilai intensitas semakin besar maka nilai LED value juga semakin kecil.
3. Semakin jauh letak node maka nilai delay semakin besar dan nilai throughput semakin kecil.
4. Rata-rata ukuran paket untuk monitoring sebesar 26279.47 Bytes sedangkan controlling 20770,6 Bytes. Paket monitoring lebih besar karena membawa data-data informasi dari sensor node sedangkan controlling hanya membawa inputan.
5. Nilai throughput rata-rata pada proses monitoring sebesar 210,827 Bytes/s sedangkan pada proses controlling sebesar 193,7 Bytes/s. throughput monitoring lebih besar karena ukuran paket lebih besar.
6. Nilai delay rata-rata pada proses monitoring sebesar 237,69 milisekon dan controlling sebesar 1151,61 milisekon. Delay pada proses monitoring lebih kecil karena paket yang dikirimkan proses monitoring lebih kecil daripada paket proses controlling.
7. Sistem memiliki tingkat *reliability* sebesar 95,17% dan *availability* sebesar 95,4% yang dilihat pada Raspberry Pi

4.2 Saran

Beberapa hal yang dapat dikembangkan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini antara lain :

1. Jaringan yang digunakan pada Tugas Akhir ini blm memiliki sistem keamanan jaringan, diharapkan nantinya ditambahkan sistem keamanan jaringan agar nantinya hanya yang diberi wewenang saja yang bisa mengakses baik monitoring saja, controlling saja maupun keduanya.
2. Sistem smart lighting bisa diimplementasikan di dalam rumah sebagai lampu kamar atau ruang secara langsung dan bisa diimplementasikan ke kondisi lainnya, misalkan untuk penerangan jalan raya, maupun ruangan yang membutuhkan monitoring dan controlling dari jarak jauh.
3. Analisa bisa dilakukan secara lebih mendalam, tidak hanya dilihat parameter throughput, delay, *availability* dan *reliability* saja, tetapi juga bisa dilihat dengan parameter-parameter lainnya yang mendukung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Peterson, "The Psychology of Color," [Online]. Available: <http://www.moosepeterson.com/techtips/color.html>. [Diakses 28 September 2016].
 - [2] N. Chandrakar, S. Kaul, C. S. V. Manoj Mohan dan K. Prabhu, "NFC based profiling of smart home lighting system," *2015 International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC)*, 2015.
 - [3] R. L. Nurbed, "Prototype Smart Street Lighting Di Jaringan Sensor Nirkabel," 2015.
 - [4] A. Bahga dan V. Madiseti, *Internet of Things: A Hands-On Approach*, Georgia: VPT, 2014.
 - [5] "HomePlug Alliance," [Online]. Available: <http://www.homeplug.org/>. [Diakses 25 Oktober 2016].
 - [6] M. Sibarani, "IMPLEMENTASI SISTEM WIRELESS SENSOR," *Universitas Indonesia*, 2008.
 - [7] I. P. A. E. Permana dan S. Suakanto, *Wireless Sensor Network*, Bandung: Penerbit Informatika, 2015.
 - [8] D. S. Yinbiao, "Internet of Things: Wireless Sensor Network," *White Paper*, no. International Electrotechnical Commission, 2014.
 - [9] D. Ahamed, "THE ROLE OF ZIGBEE TECHNOLOGY INFUTURE DATACOMMUNICATION SYSTEM," *Sathak Institute of Technology*, 2005.
 - [10] N. Noorani, "Wireless Multi-Sensor Monitoring System Utilizing IEEE 802.15.4 Communication Standards for Water Leakage Detection," *Department of Electrical and Computer Engineering*.
 - [11] Arduino, "What is arduino?," [Online]. Available: <http://www.arduino.org/>. [Diakses 21 October 2016].
 - [12] "Arduino," [Online]. Available: www.arduino.cc. [Diakses 25 Oktober 2016].
 - [13] "Raspberry Pi 3 Model B," Raspberry Pi Foundation, [Online]. Available: www.raspberrypi.org. [Diakses 1 August 2017].
 - [14] B. S. Nasional, "Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang direkomendasikan". Indonesia Paten SNI 03-6575-2001, 8 Agustus 2001.
 - [15] E. Dahlman, C. Oestges, A. C. Bovik dan B. A. Fette, *Communications Engineering Desk Reference*, Oxford: Elsevier Inc., 2009.
 - [16] L. Hapsari, "IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PERFORMANSI VRRP (VIRTUAL ROUTER REDUNDANCY PROTOCOL) PADA JARINGAN VPLS," *Universitas Telkom*, 2013.
-