

DESAIN PRODUK SMART LED STRIP YANG DAPAT BERADAPTASI DENGAN LINGKUNGAN MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY

SMART LED STRIP PRODUCT DESIGN THAT ADAPTS TO THE ENVIRONMENT USING FUZZY LOGIC METHODS

Kevin Arief Revandy¹, Ida Wahidah², Nyoman Bogi Karna³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹ariefrevandy@student.telkomuniversity.ac.id, ²wahidah@telkomuniversity.ac.id, ³nyoman.bogi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Lampu merupakan hal yang penting untuk penerangan rumah, suasana aman, nyaman dan hemat energi saat ini perlu ditingkatkan di setiap rumah. Lampu di dalam rumah sudah tidak hanya untuk alat penerangan saja tetapi juga bisa menjadi elemen penting untuk memperindah rumah agar nyaman dan hemat energi. Lampu LED strip yang bisa beradaptasi dengan lingkungan menggunakan logika fuzzy Sugeno. Sistem ini menggunakan *input* cahaya dari sensor LDR, suhu dari sensor DHT11, dan gerak dari sensor PIR. Selanjutnya di proses menggunakan NodeMCU dan hasil *output* menjadi sistem penerangan otomatis yang akan menyala jika ada manusia dan mati jika tidak ada manusia. *Smart* LED strip ini menemukan cara yang efektif untuk mengatur warna untuk menentukan suhu dan luminansi cahaya yang dipancarkan tergantung dari tingkat cahaya yang dihantarkan oleh sensor.

Smart LED strip memanfaatkan teknologi *internet of things* yang bisa memonitoring secara realtime menggunakan firebase. hasil pengujian yang telah dilakukan, *smart* LED strip mempunyai hasil rata-rata akurasi, response time, dan QoS. Akurasi sensor LDR 80,11%, response time cahaya terang ke redup yaitu 2,6 detik sedangkan cahaya redup ke terang 3 detik. Akurasi sensor DHT11 96,94%, response time suhu dingin ke panas yaitu 1,35 detik sedangkan suhu panas ke dingin 1,62 detik. Akurasi sensor PIR 96%, response time ada gerakan yaitu 0,733 m/s sedangkan tidak ada gerakan 1,076/sec. Parameter QoS yang didapatkan dari hasil pengiriman paket dari NodeMCU dengan firebase didapatkan delay yang sangat tinggi sebesar 0,8215048/sec, throughput sebesar 1578 Kbit/sec, dan packet loss sebesar 0%.

Kata kunci : *Smart Lighting, Internet of Things, NodeMCU, Firebase, Fuzzy Logic*

Abstract

Lights are important for home lighting, safe, comfortable and energy efficient atmosphere today needs to be improved in every home. Lights in the house is not only for lighting equipment but also can be an important element to beautify the house to be comfortable and energy efficient. LED strip lights that can adapt to the environment using Sugeno fuzzy logic. The system uses *light input* from the LDR sensor, the temperature of the DHT11 sensor, and motion from the PIR sensor. Furthermore, in the process using NodeMCU and *output* results into an automatic lighting system that will turn on if there is a human and die if there is no human. *This smart* LED strip finds an effective way to set the color to determine the temperature and luminance of the light emitted depending on the light sent by the sensor.

Smart LED strips utilize *internet of things* technology that can monitor in real time using firebase. test results that have been done, *smart* LED strips have the results of average accuracy, response time, and QoS. LDR sensor accuracy is 80.11%, the response time of bright to dim light is 2.6 seconds while the light dims to bright 3 seconds. DHT11 sensor accuracy is 96.94%, response time of cold to hot temperature is 1.35 seconds while hot to cold temperature is 1.62 seconds. Pir sensor accuracy is 96%, response time there is movement that is 0.733 m/s while there is no movement 1,076/sec. Parameter QoS obtained from package delivery from NodeMCU with firebase obtained a very high delay yang sangat tinggi sebesar 0.8215048/sec, throughput of 1578 Kbit/sec, and packet loss of 0%. QoS parameters obtained from package delivery from NodeMCU with firebase obtained a very high delay of 0.8215048/sec, throughput of 1578 Kbit/sec, and packet loss of 0%.

Kata kunci : *Smart Lighting, Internet of Things, NodeMCU, Firebase, Fuzzy Logic*

1. Pendahuluan

Pada era modern ini, kesadaran akan penghematan energi khususnya penghematan akan penggunaan listrik perlu ditingkatkan. Setiap tahun konsumsi listrik terus meningkat [1]. Upaya penghematan listrik dapat dilakukan pada skala rumahan. Salah satu hal yang dapat dilakukan dalam penghematan energi adalah

dengan mengurangi penggunaan lampu. Dengan cara menghidupkan lampu saat kondisi gelap dan mematikan lampu saat kondisi terang dengan cara otomatis itu salah satu penghematan listrik yang optimal. Konsep lampu ini menggunakan *fuzzy logic* metode sugeno.

Lampu di zaman sekarang semakin canggih jenisnya salah satunya lampu LED strip karena memiliki kualitas penerangan yang tinggi tanpa mengorbankan efisiensi penggunaan listrik dan juga memiliki keunggulan bisa berubah - ubah warna. Sistem yang dirancang yaitu sistem penerangan otomatis yang bisa memancarkan cahaya bergantung dengan tingkat kecerahan di sekitar ruangan secara otomatis. Lampu LED strip akan mendeteksi suhu disekitar ruangan yang akan merubah warna lampu jika suhu tinggi cenderung kemerahan dan jika suhu rendah akan cenderung kebiruan. Lampu LED strip bisa mendeteksi adanya manusia, dengan kondisi lampu akan menyala jika ada manusia dan jika tidak ada manusia di sekitar lampu akan padam, itu salah satu cara penghematan listrik di masa ini.

2. Dasar Teori

2.1 Internet of Things

Internet merupakan sebuah jaringan komputer yang luas dan terbesar di dunia karena menghubungkan banyak komputer di dunia secara bersamaan. Pemanfaatan *internet* saat ini dapat dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat diantaranya penyebaran informasi yang luas, cepat dan bebas sehingga masyarakat mendapatkan sebuah informasi dengan mudah. Pengembangan *internet* menjadi sebuah teknologi *Internet of Things* memastikan dapat melakukan pengendalian dan monitoring berbasis *internet*[2].

2.2 Smart lighting

Smart lighting adalah suatu manajemen pencahayaan yang terintegrasi dengan berbagai sensor dan kontrol teknologi, Bersama dengan informasi dan komunikasi teknologi dengan tujuan mencapai efisiensi yang lebih tinggi dan dampak negatif yang lebih rendah dari penggunaan energi untuk penerangan, dalam kombinasi dengan peningkatan kecerdasan fungsionalitas dan antar muka pencahayaan di public [3]. *Smart lighting* terdiri dari integrasi kecerdasan fungsional dan antarmuka di empat tingkat yang saling melengkapi yaitu sebagai berikut:

1. *Embedded level* adalah tingkat integrasi ada pada mesin atau sumber lampu penerangan [3].
2. *System Level* adalah tingkat integrasi ada pada sistem pencahayaan [3].
3. *Grid Level* adalah manajemen dan pemantauan sumber energi dan distribusi energi [3].
4. *Communication and Sensing Level* adalah solusi pencahayaan lengkap dengan pemantauan, kontrol, dan manajemen aplikasi [3].

2.3 Fuzzy Logic

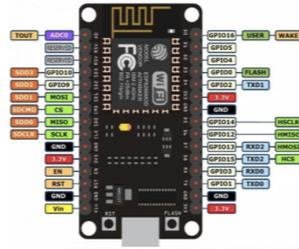
Perancangan alat pada penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* untuk mengatur intensitas cahaya lampu sesuai dengan kondisi kecerahan ruangan. *Input* yang dijadikan sebagai variabel adalah hasil pembacaan sensor lux dalam dan luar ruangan. Sedangkan untuk proses inferensi *fuzzy* yang digunakan adalah metode Sugeno[6]. Logika *fuzzy* merupakan salah satu pembentuk *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut. Ada beberapa definisi logika *fuzzy*, diantaranya :

1. Logika *fuzzy* adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, logika himpunan yang menyelesaikan keambiguan [11].
2. Logika *fuzzy* menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik [12].

Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (liguistik), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Logika *Fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama [10]. Pada sistem logika *fuzzy* terdapat tiga komponen utama, yaitu *fuzzification*, *inference*, dan *defuzzification*.

2.4 ESP8266 NodeMCU

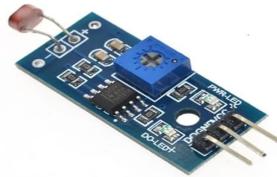
NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat open source Arduino *Company* mulai mengembangkan mikrokontroler baru. Perjuangan ini berhasil ketika MCU baru dibuat dan populer disebut Modul ESP8266 NodeMCU



Gambar 2 NodeMCU[10]

2.5 Sensor LDR

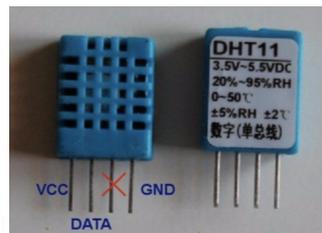
Light Dependent Resistor seperti namanya menunjukkan hambatan tergantung pada Insiden cahaya di atasnya. Resistansi resistor tergantung cahaya berubah dengan intensitas cahaya, dengan peningkatan intensitas cahaya resistensi yang ditawarkan oleh sensor berkurang dan dengan penurunan intensitas cahaya resistensi yang ditawarkan oleh sensor meningkat.



Gambar 3 Sensor LDR[11]

2.6 Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah sensor dengan kalibrasi digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor DHT11 memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat.



Gambar 4 Sensor DHT11[12]

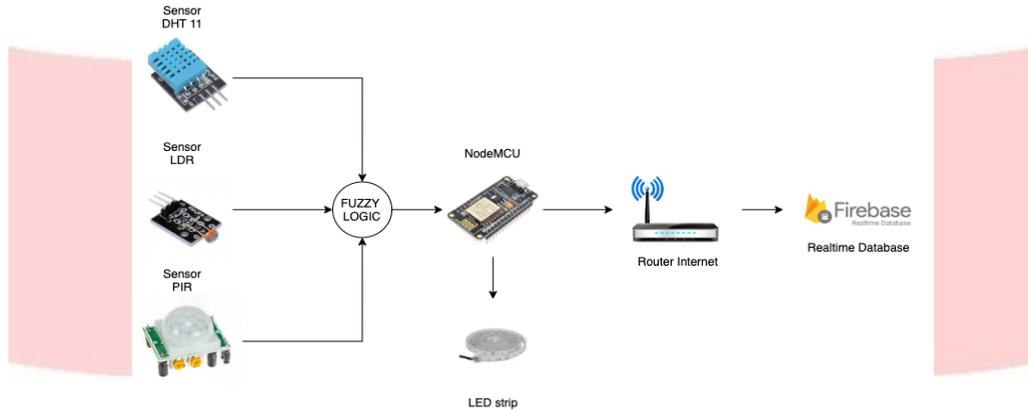
2.7 Sensor PIR

Sensor PIR (Passive Infrared) adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengindra atau menangkap suatu besaran fisis (temperatur suhu tubuh manusia) dan merubahnya kebentuk sinyal listrik. Sesuai namanya, Passive Infrared, sensor ini bersifat pasif.



Gambar 5 Sensor PIR[13]

3. Perancangan Sistem
3.1 Desain Sistem

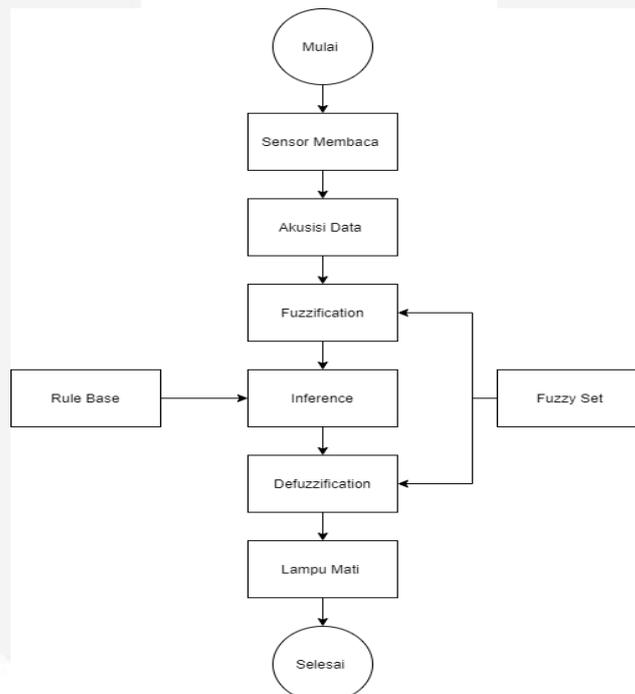


Gambar 6 Desain Umum Sistem

Dalam perancangan sistem dibagi menjadi 4 tahap utama, yaitu sensor yang digunakan untuk pengaplikasiannya, mikrokontoller sebagai alat pengontrol, metode yang digunakan logika *fuzzy* Sugeno, lampu akan menyala jika ada aktivitas diruangan. Keempat tahap tersebut ditunjukkan dalam bentuk blok diagram pada gambar 6.

3.2 Diagram alir

Dari gambar 7 menunjukkan diagram alir sistem ini merupakan proses dari keseluruhan sistem. Sistem ini di awali dengan sensor mendeteksi adanya manusia atau tidak pada kamar. Ketika sensor mendeteksi adanya manusia sensor berubah menjadi sinyal-sinyal listrik dan otomatis akan menyala. Sensor akan hidup bersamaan dengan sensor lainnya. Sensor akan bekerja terus menerus dalam deteksi gerakan untuk mengetahui apakah terdapat aktivitas atau tidak di dalam satu ruangan.

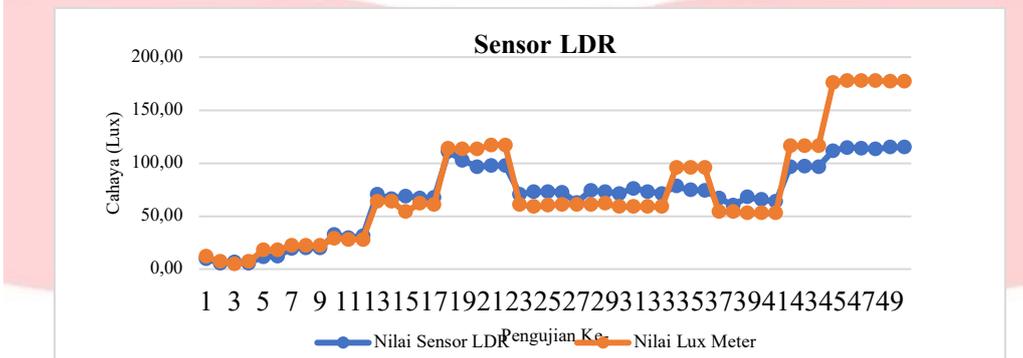


Gambar 7 Diagram Alir Sistem

4. Pengujian Sistem Dan Analisis

4.1 Pengujian Sensor LDR

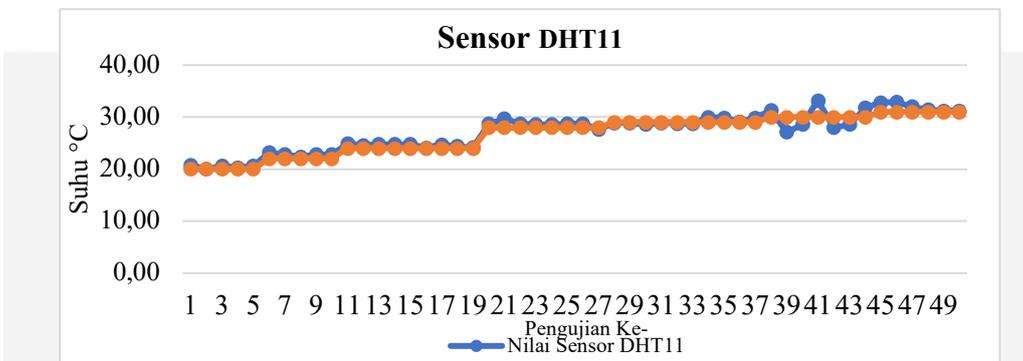
Sensor LDR bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat sensor LDR dalam mendeteksi cahaya. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai *input* sensor LDR dengan nilai *input* lux meter.



Gambar 8 Grafik Sensor LDR

4.2 Pengujian Sensor DHT11

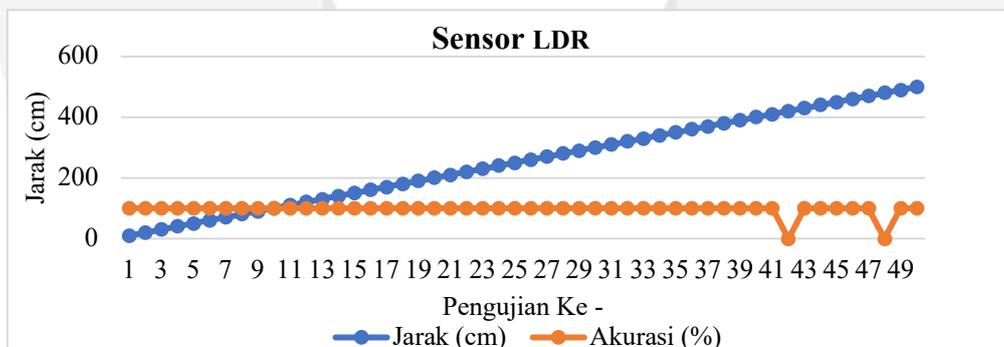
Sensor DHT11 bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat sensor DHT11 dalam mendeteksi suhu. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai *input* sensor DHT11 dengan nilai *input* *thermohygrometer*.



Gambar 9 Grafik Sensor DHT11

4.3 Pengujian Sensor PIR

Sensor PIR bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat sensor PIR dalam mendeteksi pergerakan manusia. pengujian sensor PIR dilakakukan dengan membandingkan kondisi jarak dengan pergerakan sensor PIR dan pergerakan manusia.



Gambar 10 Grafik Sensor PIR

4.4 Pengujian Kesesuaian Output Fuzzy

Kesesuaian *output fuzzy* bertujuan untuk mengetahui kesesuaian *output* alat *smart* LED strip sistem dengan aturan yang telah dibuat

Tabel 1 Kesesuaian *output fuzzy*

No.	Input				Output					
	Jam	Gerak	Cahaya	Suhu	Warna	Cahaya	Suhu	Nilai Defuzzyfikasi	Defuzzyfikasi	Akurasi
1	06.00	Ada	68,74	24	Kuning	Sedang	Normal	0,31	Medium	100%
2	07.00	Ada	76,37	26	Dark GoldenRod	Sedang	Hangat	0,41	Medium	100%
3	08.00	Ada	96,64	26	Chocolate	Redup	Hangat	0,85	Hard	100%
4	09.00	Ada	127,13	29	Chocolate	Redup	Hangat	1	Hard	100%
5	10.00	Ada	124,32	31	Tomat	Redup	Panas	1	Hard	100%
6	11.00	Ada	122,52	32	Tomat	Redup	Panas	1	Hard	100%
7	12.00	Ada	138,21	33	Tomat	Redup	Panas	1	Hard	100%
8	13.00	Ada	142,09	32	Tomat	Redup	Panas	1	Hard	100%
9	14.00	Ada	137,41	32	Tomat	Redup	Panas	1	Hard	100%
10	15.00	Ada	136,89	31	Tomat	Redup	Panas	1	Hard	100%
11	16.00	Ada	124,26	31	Tomat	Redup	Panas	1	Hard	100%
12	17.00	Ada	122,83	29	Chocolate	Redup	Hangat	1	Hard	100%
13	18.00	Ada	72,65	28	Dark GoldenRod	Sedang	Hangat	0,5	Medium	100%
14	19.00	Ada	4,79	27	Sandy Brown	Terang	Hangat	0	Soft	100%
15	20.00	Ada	8,52	26	Sandy Brown	Terang	Hangat	0	Soft	100%
16	21.00	Ada	9,84	25	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%
17	22.00	Ada	3,37	24	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%
18	23.00	Ada	0,17	24	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%
19	00.00	Ada	8,1	24	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%
20	01.00	Ada	7,79	24	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%
21	02.00	Ada	6,84	24	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%
22	03.00	Ada	7,15	24	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%
23	04.00	Ada	5,73	24	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%
24	05.00	Ada	5,26	24	Lemon Chiffon	Terang	Normal	0	Soft	100%

4.5 Response Time Gerak

Pengujian response time gerak dilakukan dengan cara menghitung waktu dari adanya gerakan manusia sampai tidak adanya gerakan manusia,

Tabel 2 Pengujian Response Time Gerak

No.	Pengujian	Respon Time (sec)	Pengujian	Respon Time (sec)
1	Ada Gerakan	0,72	Tidak Ada Gerakan	1,08
2	Ada Gerakan	0,56	Tidak Ada Gerakan	1,08
3	Ada Gerakan	0,65	Tidak Ada Gerakan	1,07
4	Ada Gerakan	0,82	Tidak Ada Gerakan	1,08
5	Ada Gerakan	0,69	Tidak Ada Gerakan	1,07
6	Ada Gerakan	0,81	Tidak Ada Gerakan	1,07
7	Ada Gerakan	0,55	Tidak Ada Gerakan	1,08
8	Ada Gerakan	0,81	Tidak Ada Gerakan	1,08
9	Ada Gerakan	0,76	Tidak Ada Gerakan	1,07
10	Ada Gerakan	0,96	Tidak Ada Gerakan	1,08
	Rata-Rata	0,73 (sec)	Rata-Rata	1,07 (sec)

4.6 Response Time Cahaya

Pengujian response time cahaya dilakukan dengan cara menghitung waktu dari cahaya yang sangat terang sampai ke cahaya yang sangat redup.

Tabel 3 Pengujian Response Time Cahaya

No.	Pengujian	Respon Time (sec)	Pengujian	Respon Time (sec)
1	Cahaya Redup	2,38	Cahaya Terang	2,49
2	Cahaya Redup	2,25	Cahaya Terang	2,52
3	Cahaya Redup	2,36	Cahaya Terang	2,50
4	Cahaya Redup	2,43	Cahaya Terang	2,48
5	Cahaya Redup	2,23	Cahaya Terang	2,51
6	Cahaya Redup	2,32	Cahaya Terang	2,49
7	Cahaya Redup	2,47	Cahaya Terang	2,42
8	Cahaya Redup	2,21	Cahaya Terang	2,47

9	Cahaya Redup	2,48	Cahaya Terang	2,56
10	Cahaya Redup	2,46	Cahaya Terang	2,48
Rata-Rata		2,36 (sec)	Rata-Rata	2,49 (sec)

4.7 Response Time Suhu

Pengujian response time suhu dilakukan dengan cara menghitung waktu dari suhu yang sangat panas ke suhu yang sangat dingin dan suhu yang sangat dingin ke suhu yang sangat panas,

Tabel 4 Pengujian Response Time Suhu

No.	Pengujian	Respon Time (sec)	Pengujian	Respon Time (sec)
1	Suhu Panas	1,22	Suhu Dingin	1,54
2	Suhu Panas	1,36	Suhu Dingin	1,43
3	Suhu Panas	1,54	Suhu Dingin	1,64
4	Suhu Panas	1,34	Suhu Dingin	1,49
5	Suhu Panas	1,36	Suhu Dingin	1,56
6	Suhu Panas	1,33	Suhu Dingin	1,89
7	Suhu Panas	1,25	Suhu Dingin	1,76
8	Suhu Panas	1,43	Suhu Dingin	1,63
9	Suhu Panas	1,28	Suhu Dingin	1,68
10	Suhu Panas	1,39	Suhu Dingin	1,56
Rata-Rata		1,35 (sec)	Rata-Rata	1,62 (sec)

4.8 Delay

Pengujian *Delay* dilakukan dengan cara menghitung hasil selisih waktu antara NodeMCU dengan firebase, selanjutnya dilakukan jumlah rata-rata dari pengukuran delay yang telah dilakukan dengan menggunakan *software* wireshark selama satu menit dengan jarak satu meter dan interval pengiriman paket satu menit pada NodeMCU maka akan mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil Pengujian Delay

Waktu Pengujian	Delay (sec)
1 Menit	0,583171
2 Menit	0,544149
3 Menit	0,769154
4 Menit	0,942385
5 Menit	1,268665
Total Rata-Rata	0,8215048 (sec)

4.9 Throughput

Pengujian *Throughput* dilakukan dengan cara menghitung seberapa besar bandwidth yang dibutuhkan dalam satu menit percobaan, selanjutnya dilakukan jumlah rata-rata dari pengukuran *Throughput* yang telah dilakukan dengan *software* wireshark maka akan mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil Pengujian Throughput

Waktu Pengujian	Throughput Kbit/sec
1 Menit	2311
2 Menit	1904
3 Menit	1643
4 Menit	1085
5 Menit	947
Total Rata-Rata	1578 Kbit/sec

4.10 Packet Loss

Packet loss dari alat dengan firebase adalah nol karena paket data dapat terkirim secara keseluruhan dan tidak ada data yang hilang, paket hilang terjadi jika paket yang melewati suatu jaringan gagal mencapai

tujuan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dari tugas akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan alat ini menggunakan metode *fuzzy logic* Sugeno yang di rancang menggunakan *hardware* berupa NodeMCU, Sensor PIR, Sensor LDR, Sensor DHT11, dan Led strip. Aplikasi yang digunakan menggunakan *software* arduino IDE, *firebase*, *wireshark*.
2. Pada alat ini dilakukan beberapa pengujian performansi yaitu akurasi sensor, response time sensor, dan QOS.
3. Hasil pengujian sensor LDR mempunyai rata-rata akurasi adalah 80,11%, dan response time mendapatkan hasil rata-rata waktu dari cahaya terang ke redup yaitu 2,36 detik dan cahaya redup ke terang yaitu 2,49 detik.
4. Hasil pengujian sensor DHT11 mempunyai rata-rata akurasi adalah 96,94%, dan response time mendapatkan hasil rata-rata waktu dari Suhu dingin ke panas yaitu 1,35 detik dan suhu panas ke dingin yaitu 1,62 detik.
5. Hasil pengujian sensor PIR rata-rata akurasi adalah 96%, dan response time mendapatkan hasil rata-rata waktu ada gerakan yaitu 0,73 m/s dan tidak ada gerakan yaitu 1,07 detik.
6. Hasil pengujian QOS dari hasil pengiriman paket dari NodeMCU dengan *firebase* didapatkan rata-rata delay yang sangat tinggi sebesar 0,8215048 /sec, throughput sebesar 1578 Kbit/sec, dan packet loss sebesar 0% di karenakan tidak adanya paket yang tidak terkirim ke *firebase*

Daftar Pustaka

- [1] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015.
- [2] J. Prayudha, A. Pranata, and A. Al Hafiz, "Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara Di Kota Medan Berbasis Internet of Things (Iot)," *Jurteks*, vol. 4, no. 2, pp. 141–148, 2018, doi: 10.33330/jurteks.v4i2.57.
- [3] M. Castro, A. J. Jara, and A. F. G. Skarmeta, "Smart lighting solutions for smart cities," *Proc. - 27th Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl. Work. WAINA 2013*, pp. 1374–1379, 2013, doi: 10.1109/WAINA.2013.254.
- [6] L. A. Putra and A. R. Hakim, "Sistem Kendali Lampu Cerdas Pada Smarthome Berbasis Android menggunakan Metode Fuzzy Logic Control," *CSRID (Computer Sci. Res. Its Dev. Journal)*, vol. 10, no. 1, p. 9, 2018, doi: 10.22303/csrid.10.1.2018.9-19.
- [10] D. A. Aziz, "Webserver Based Smart Monitoring System Using ESP8266 Node MCU Module," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 9, no. 6, pp. 801–808, 2018.
- [11] D. K. Rath, "Arduino Based : Smart Light Control System," *Int. J. Eng. Res. Gen. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 784–790, 2016, doi: 10.1287/mnsc.1070.0824.
- [12] M. Yan, E. Aditya, and H. Wibawanto, "Sistem Pengamatan Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8," *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 1, pp. 15–17, 2013.
- [13] R. H. Zain, "Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dan Real Time Clock Ds1307," *J. Teknol. Inf. dan Pendid.*, vol. 6, no. 1, pp. 45–54, 2013.