

MONITORING DAN PROFILING KONDISI INTENSITAS CAHAYA LAMPU DI RUANGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO DAN RASPBERRY PI

Rudy Ariyanto¹ Cahya Rahmad² Imam Fahrur Rozi³ Vivin Ayu Lestari⁴

¹Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
email: rudy@polinema.ac.id

²Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
email: Cahya_rahmad@yahoo.com

³Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
email: imam.rozi@polinema.ac.id

⁴Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
email: vivinlestari91@gmail.com

Abstract

Increasing the use of electricity resources can lead to an energy crisis, so efforts are needed to make efficient use of these resources. Malang State Polytechnic is one of the educational institutions that needs electrical energy to support learning activities. Based on the total number of students more than 10,000 so that the electrical power used daily can be categorized as very large. Along with the development of information technology that is increasingly rapid, it is possible to build an application to monitor the use of electricity resources so that it is expected to minimize the use of electrical energy that is not so important. This study using the Fuzzy Tsukamoto and Raspberry Pi methods for monitoring and profiling light conditions. Input variables used are light and time which consists of five linguistic values. This research was implemented in 2 laboratory rooms at Malang State Polytechnic. The Raspberry Pi can monitor the light intensity in a room using two inputs, namely light and time, then the inoutan will be processed using fuzzy inference to get a very low, low, medium, high, and very high output score. So that the light intensity monitoring system in this study can be used to conduct the conditions of the use of electrical energy, especially the power of indoor lighting.

Keywords : Fuzzy Tsukamoto, Light, Monitoring, Profiling, Raspberry Pi

1. PENDAHULUAN

Penggunaan listrik merupakan kebutuhan pokok masyarakat dalam kegiatan sehari karena hampir semua pekerjaan manusia membutuhkan energi listrik. Sumber energi listrik sangat penting tidak hanya untuk kebutuhan pribadi masyarakat tetapi juga fasilitas umum, misalnya pusat perbelanjaan, penerangan jalan raya, instansi pendidikan dan lain sebagainya. Di negara Indonesia kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi. Penggunaan energi listrik biasanya lebih banyak digunakan di gedung-gedung besar seperti pabrik, hotel, perkantoran, pusat perbelanjaan dan instansi pendidikan yang menggunakan energi listrik berkapasitas besar.

Peningkatan penggunaan sumber energi listrik yang semakin banyak bisa menjadikan krisis energi, sehingga perlu adanya upaya untuk efisiensi energi tersebut. Efisiensi penghematan energi listrik dapat dilakukan dengan cara mengurangi pemakaian alat elektronik yang tidak dibutuhkan, khususnya di gedung-gedung besar yang banyak menghabiskan energi listrik. Misalnya di instansi pendidikan dapat melakukan penghematan energi dengan cara mengurangi konsumsi daya untuk lampu penerangan yang tidak diperlukan.

Politeknik Negeri Malang merupakan politeknik yang mempunyai jumlah mahasiswa banyak yaitu lebih dari 10.000 dari jumlah beberapa angkatan, sehingga penggunaan energi listrik untuk menunjang aktivitas perkuliahan juga besar. Beberapa

kondisi umum yang sering ditemui adalah penggunaan energi listrik yang digunakan sia-sia untuk penerangan lampu kelas ketika kelas tidak digunakan. Hal tersebut sangat tidak efisien untuk mendukung kegiatan penghematan energi listrik.

Seiring dengan perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi yang semakin pesat memungkinkan dibangun sebuah aplikasi yang dapat memonitoring penggunaan energi listrik di suatu instansi pendidikan yang memanfaatkan IoT (*Internet of Things*). IoT merupakan salah satu teknologi yang memungkinkan orang dan hal-hal untuk dihubungkan dimana saja, kapan saja dengan siapa saja dan apa saja, menggunakan layanan apapun (Albreem et al., 2017).

Raspberry Pi merupakan komputer kecil yang dapat digunakan sebagai server dan juga tempat pemrosesan suatu data (Zhao, Jegatheesan, & Loon, 2015). Beberapa penelitian yang menggunakan Raspberry Pi untuk memonitoring adalah penelitian tentang jaringan sensor dan aplikasi dibidang pertanian untuk meningkatkan efisiensi pertanian (Balamurugan, 2017). Di dalam penelitian ini sawah pertanian dapat dipantau dengan sebuah sistem yaitu *smart security and monitoring system for agriculture* yang mengintegrasikan IoT dengan Raspberry Pi dan sensor.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka pada penelitian akan membangun sebuah sistem yang digunakan untuk melakukan monitoring dan profiling penggunaan energi listrik khususnya lampu penerangan di ruangan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dan Raspberry Pi. Metode Fuzzy Tsukamoto ini digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui tingkat kecerahan cahaya lampu pada masing-masing ruangan. Kondisi intensitas cahaya lampu di ruangan dideteksi dengan sensor cahaya untuk melihat apakah ruang tersebut penerangannya ada atau tidak. Hasil deteksi sensor cahaya ini akan ditentukan kondisi Inferensi Fuzzy, sehingga menunjukkan petunjuk kepada

sistem lampu di ruangan tersebut menyala atau padam. Semua sistem yang telah diintegrasikan tersebut akan diinputkan kedalam raspberry Pi sebagai pengontrol di dalam ruang kelas. Dengan adanya suatu sistem yang dapat melakukan monitoring untuk kondisi pencahayaan lampu pada ruangan dan gedung maka diharapkan dapat mengefisiensi penggunaan energi listrik pada instansi pendidikan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah model referensi yang bisa menghubungkan model tersebut dengan laptop, PC, dan mobile yang terhubung ke monitor melalui kabel HDMI (Shah, Gajjar, & Patel, 2015). Beberapa generasi Raspi telah dirilis. Generasi pertama (Raspberry Pi 1 model B) dirilis pada bulan Februari 2012, kemudian diikuti oleh model yang lebih sederhana dan murah model A. Pada Tahun 2014 Raspberry Pi Foundation merilis papan dengan desain yang disempurnakan dalam Raspberry Pi 1 Model B+. Model bersandar pada bentuk dasar yang sekarang. Model A+ dan B+ yang disempurnakan dirilis setahun kemudian. Model yang lebih kecil dirilis pada bulan April 2014.

Raspberry Pi memiliki *system on chip Vroadcom bcm2835* dengan processor ARM1176JZF-S 700 MHz. Pada Raspberry Pi ini dapat dipasang sistem operasi yang didukung dengan teknologi ARM seperti RaspbianOS, Arch Linux. Beberapa penelitian yang terkait dengan Raspberry adalah penelitian tentang mengembangkan Raspberry Pi untuk perangkat monitoring trafik jaringan karena keunggulannya dalam hal biaya perangkat yang murah, konsumsi listrik yang kecil dan flexibilitas jaringan (Joshi & Gohel, 2013). Karena perangkat Raspberry Pi menggunakan sistem operasi linux sehingga sangat *kompatible* dengan *tool open source network monitoring system*. Pada penelitian ini Raspberry Pi digabungkan dengan software ntop sehingga mampu dipergunakan untuk memonitoring lalu lintas data jaringan,

status tiap node, status port TCP, UDP, HTTP dan berbagai fungsi lainnya.

Penelitian lain dilakukan oleh Zhao et al., 2015 tentang penggunaan Raspberry Pi untuk memonitoring adalah penelitian tentang jaringan sensor dan aplikasi dibidang pertanian. Penelitian ini melakukan monitoring pertanian dapat dipantau dengan sebuah sistem yaitu *smart security and monitoring system for agriculture* yang mengintegrasikan IoT dengan Raspberry Pi dan sensor.

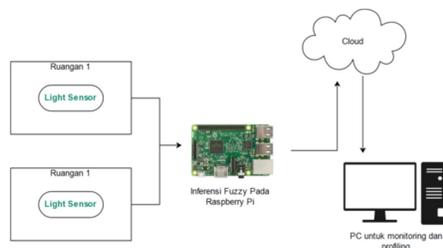
2.2 Fuzzy Tsukamoto

Teori himpunan fuzzy merupakan suatu sistem inferensi yang berdasarkan komputasi yang berbentuk aturan IF-THEN dan penalaran fuzzy (Jin, 2003). Pada dasarnya, metode tsukamoto mengaplikasikan penalaran yang terdiri atas beberapa aturan.

Setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Hasil outputnya adalah inferensi dari masing-masing aturan diberikan secara tegas berdasarkan α -predikat. Proses agregasi antar aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan defuzzy dengan konsep rata-rata terbobot.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dibangun sebuah sistem yang akan digunakan untuk memonitoring dan profiling intensitas cahaya lampu di ruangan. Gambar 1 merupakan arsitektur dari sistem yang akan dikembangkan.



Gambar 1 Arsitektur Sistem

Pada Gambar 1 metode Fuzzy Tsukamoto digunakan untuk mengetahui tingkat kecerahan cahaya lampu pada masing-masing ruangan. Kondisi intensitas cahaya lampu di ruangan dideteksi dengan sensor cahaya untuk melihat apakah ruang tersebut penerangannya ada atau tidak. Hasil deteksi sensor cahaya ini akan ditentukan kondisi Inferensi Fuzzy, sehingga menunjukkan petunjuk kepada sistem lampu di ruangan tersebut menyala atau padam. Semua sistem yang telah diintegrasikan tersebut akan diinputkan kedalam raspberry Pi sebagai pengontrol di dalam ruangan kemudian data disimpan di cloud dan dikirimkan ke PC untuk di monitoring dan profiling kondisi intensitas cahaya lampu di ruangan.

3.1 Himpunan Fuzzy

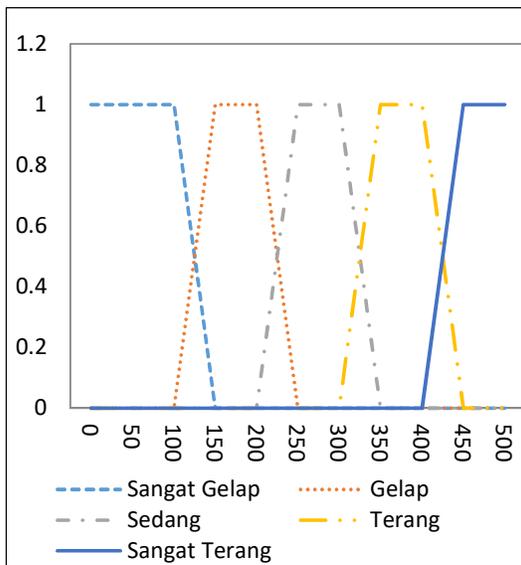
Himpunan fuzzy adalah himpunan yang derajat keanggotaan tiap elemennya berada dalam rentang 0 sampai 1. Pada penelitian ini digunakan himpunan fuzzy dengan 5 nilai linguistik untuk masing-masing kriteria yang disajikan pada Tabel 1 berikut ini. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat dua variabel input yaitu cahaya lampu dan waktu dengan masing-masing variabel memiliki lima nilai linguistik: sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah.

Tabel 1 Himpunan Fuzzy

Himpunan Fuzzy	
Variabel Input	Nilai Linguistik
Cahaya Lampu	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah
Waktu	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah

3.2 Fuzzyfikasi

Proses fuzzyfikasi merupakan perhitungan nilai *crisp* atau nilai input menjadi derajat keanggotaan. Perhitungan dalam proses fuzzyfikasi berdasarkan batas-batas fungsi keanggotaan. Gambar 2,3, dan 4 adalah fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dan himpunan fuzzy output dengan 5 kriteria input. Sedangkan derajat keanggotaan untuk masing-masing variabel input dapat dilihat pada rumus (1),(2),(3),(4),(5),(6),(7),(8),(9), (10),(11),(12),(13),(14), dan (15).



Gambar 2 Himpunan Fuzzy Cahaya Lampu

Derajat keanggotaan sangat gelap:

$$\mu_{sangat\ gelap}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 100 \\ \frac{150-x}{150-100} & ; 100 < x < 150 \\ 0 & ; x \geq 150 \end{cases} \quad (1)$$

Derajat keanggotaan gelap:

$$\mu_{gelap}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 100 \text{ atau } x \geq 250 \\ \frac{x-100}{150-100} & ; 100 < x < 150 \\ \frac{250-x}{250-200} & ; 200 < x < 250 \\ 1 & ; 150 \leq x \leq 200 \end{cases} \quad (2)$$

Derajat keanggotaan sedang:

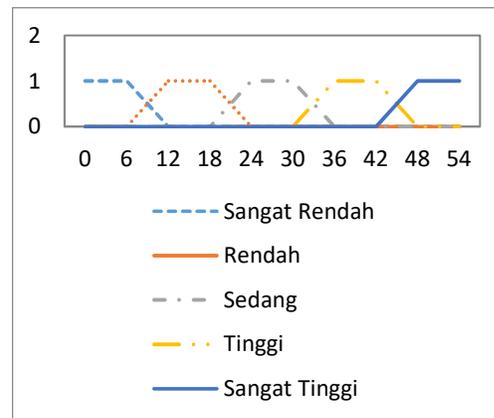
$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 200 \text{ atau } x \geq 350 \\ \frac{x-200}{250-200} & ; 200 < x < 250 \\ \frac{350-x}{350-300} & ; 300 < x < 350 \\ 1 & ; 250 \leq x \leq 300 \end{cases} \quad (3)$$

Derajat keanggotaan terang:

$$\mu_{terang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 300 \text{ atau } x \geq 450 \\ \frac{x-300}{350-300} & ; 300 < x < 350 \\ \frac{450-x}{450-400} & ; 400 < x < 450 \\ 1 & ; 350 \leq x \leq 400 \end{cases} \quad (4)$$

Derajat keanggotaan sangat terang:

$$\mu_{sangat\ terang}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 450 \\ \frac{x-400}{450-400} & ; 400 < x < 450 \\ 0 & ; x \leq 400 \end{cases} \quad (5)$$



Gambar 3 Himpunan Fuzzy Waktu

Tinggi

Derajat keanggotaan sangat rendah:

$$\mu_{\text{sangat rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 6 \\ \frac{12-x}{12-6} & ; 6 < x < 12 \\ 0 & ; x \geq 12 \end{cases} \quad (6)$$

Derajat keanggotaan rendah:

$$\mu_{\text{rendah}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 6 \text{ atau } x \geq 24 \\ \frac{x-6}{12-6} & ; 6 < x < 12 \\ \frac{24-x}{24-18} & ; 18 < x < 24 \\ 1 & ; 12 \leq x \leq 18 \end{cases} \quad (7)$$

Derajat keanggotaan sedang:

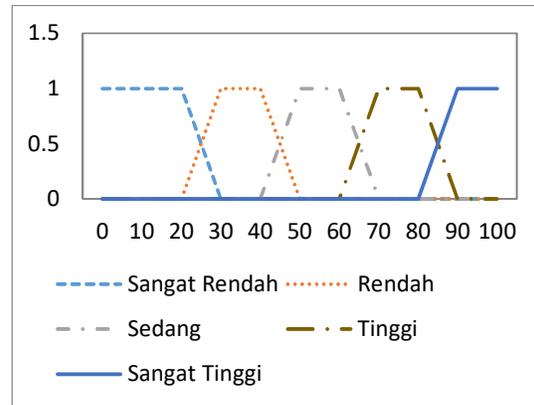
$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 18 \text{ atau } x \geq 36 \\ \frac{x-18}{24-18} & ; 18 < x < 24 \\ \frac{36-x}{36-24} & ; 30 < x < 36 \\ 1 & ; 24 \leq x \leq 30 \end{cases} \quad (8)$$

Derajat keanggotaan tinggi:

$$\mu_{\text{tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 48 \\ \frac{x-30}{36-30} & ; 30 < x < 36 \\ \frac{48-x}{48-42} & ; 42 < x < 48 \\ 1 & ; 36 \leq x \leq 42 \end{cases} \quad (9)$$

Derajat keanggotaan sangat tinggi:

$$\mu_{\text{sangat tinggi}}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 48 \\ \frac{x-42}{48-4} & ; 48 < x < 42 \\ 0 & ; x \leq 42 \end{cases} \quad (10)$$



Gambar 4 Himpunan Fuzzy Output

Derajat keanggotaan sangat rendah:

$$\mu_{\text{sangat rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 20 \\ \frac{30-x}{30-20} & ; 20 < x < 30 \\ 0 & ; x \geq 30 \end{cases} \quad (11)$$

Derajat keanggotaan rendah:

$$\mu_{\text{rendah}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-20}{30-2} & ; 20 < x < 30 \\ \frac{50-x}{50-4} & ; 40 < x < 50 \\ 1 & ; 30 \leq x \leq 40 \end{cases} \quad (12)$$

Derajat keanggotaan sedang:

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 40 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-40}{50-4} & ; 40 < x < 50 \\ \frac{70-x}{70-60} & ; 60 < x < 70 \\ 1 & ; 50 \leq x \leq 60 \end{cases} \quad (13)$$

Derajat keanggotaan tinggi:

$$\mu_{\text{tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 60 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x-60}{70-60} & ; 60 < x < 70 \\ \frac{90-x}{90-8} & ; 80 < x < 90 \\ 1 & ; 70 \leq x \leq 80 \end{cases} \quad (14)$$

Derajat keanggotaan sangat tinggi:

$$\mu_{\text{sangat tinggi}}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 90 \\ \frac{x-90}{90-80} & ; 48 < x < 90 \\ 0 & ; x \leq 48 \end{cases} \quad (15)$$

3.3 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System/FIS*) merupakan suatu sistem yang melakukan perhitungan berdasarkan pada konsep teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy*, dan konsep logika *fuzzy*. Sebelum melakukan perhitungan *inference system* maka dilakukan penentuan basis aturan atau rule base. Pada penelitian ini basis aturan disajikan pada Tabel 2. Terdapat 25 basis aturan yang digunakan didalam penelitian ini. Total basis aturan tersebut diperoleh dari $5^2=25$ (2 adalah inputan variabel yang digunakan dan 5 merupakan nilai linguistik dari masing-masing variabel).

Tabel 2 Basis Aturan/Rule Base

Rule	Cahaya Lampu	Waktu	Output
1	Sangat gelap	Sangat rendah	Sangat tinggi
2	Sangat gelap	Rendah	Sangat tinggi
3	Sangat gelap	Sedang	Sangat tinggi
4	Sangat gelap	Tinggi	Sangat tinggi
5	Sangat gelap	Sangat tinggi	Sangat tinggi
6	Gelap	Sangat rendah	Tinggi
7	Gelap	Rendah	Tinggi
8	Gelap	Sedang	Tinggi
9	Gelap	Tinggi	Tinggi
10	Gelap	Sangat tinggi	Tinggi
11	Sedang	Sangat rendah	Sedang
12	Sedang	Rendah	Sedang
13	Sedang	Sedang	Sedang
14	Sedang	Tinggi	Sedang
15	Sedang	Sangat tinggi	Sedang
16	Terang	Sangat rendah	Rendah
17	Terang	Rendah	Rendah
18	Terang	Sedang	Rendah
19	Terang	Tinggi	Rendah
20	Terang	Sangat tinggi	Rendah
21	Sangat	Sangat	Sangat

Rule	Cahaya Lampu	Waktu	Output
	terang	rendah	rendah
22	Sangat terang	Rendah	Sangat rendah
23	Sangat terang	Sedang	Sangat rendah
24	Sangat terang	Tinggi	Sangat rendah
25	Sangat terang	Sangat tinggi	Sangat rendah

4. HASIL PENELITIAN

Hasil implementasi monitoring dan profiling kondisi cahaya lampu dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4. Pemasangan alat di lakukan pada dua ruangan yaitu Ruang 1 dan Ruang 2 Politeknik Negeri Malang. Hasil menunjukkan jika nilai penggunaan lampu dan waktu semakin tinggi maka nilai skor yang dihasilkan semakin rendah.

Tabel 3 Data Penggunaan Lampu di Ruang 1

Start Time	End Time	Interval	Lux	Score
01.20.00	06.39.00	05.19.00	30	84,24
06.39.00	10.10.00	03.31.00	166	64,48
10.10.00	11.45.00	01.35.00	70	87,75
11.45.00	13.30.00	01.45.00	189	67,22
13.30.00	16.50.00	03.20.00	160	64,67
16.50.00	23.39	06.49.00	0	89,18

Tabel 4 Data Penggunaan Lampu di Ruang 2

Start Time	End Time	Interval	Lux	Score
00.20.00	08.13.00	07.53.00	22	84,37
08.13.00	12.37.00	04.24.00	169	62,69
12.37.00	13.56.00	01.19.00	90	88,02
13.56.00	17.59.00	04.03.00	170	63,06
17.59.00	00.00.00	06.01.00	30	84,00

Dilihat dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa aktivitas intensitas kedua ruangan dalam penggunaan lampu hampir sama misalnya di ruuang 1 dimulai jam 01.30 dengan interval waktu 5 jam 19 menit, intensitas cahaya lampu adalah 30

lux, sedangkan di ruangan 2 dimulai jam 00.20 dengan interval waktu 7 jam 53 menit, intensitas cahaya lampu adalah 22 lux sehingga masing-masing menghasilkan skor 84,24 dan 84,37. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa daya listrik lampu yang digunakan semakin bagus/hemat karena skornya tinggi. Sehingga jika dilihat dari jam yang digunakan untuk memonitoring yaitu malam hari maka lampu di kedua ruangan tersebut tidak menyala.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk melakukan monitoring intensitas cahaya lampu pada suatu ruangan dapat dilakukan dengan cara membaca intensitas cahaya di ruangan menggunakan sensor cahaya dan penggunaan waktu.
2. Raspberry Pi dapat melakukan monitoring terhadap intensitas cahaya lampu pada suatu ruangan menggunakan dua inputan yaitu cahaya lampu dan waktu, kemudian inputan tersebut akan diproses menggunakan inferensi fuzzy untuk mendapatkan skor output sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.
3. Sistem monitoring intensitas cahaya lampu pada penelitian ini dapat digunakan untuk melakukan profiling kondisi penggunaan daya energi listrik khususnya daya lampu dalam ruangan.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat menghasilkan saran sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan implementasi di lebih banyak ruangan dalam rentang waktu yang di tambah, karena permasalahan ketika melakukan implementasi adalah sulitnya melakukan monitoring jika di tengah-tengah monitoring sumber daya listrik terputus maka harus melakukannya dari awal lagi.

2. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variabel inputan sehingga hasil yang didapatkan untuk monitoring dan profiling intensitas cahaya lampu semakin bagus.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Albreem, M. A. M., El-saleh, A. A., Isa, M., Salah, W., Jusoh, M., Azizan, M. M., & Ali, A. (2017). Green Internet of Things (IoT): An Overview. *IEEE International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications (ICSIMA)*, (November), 28–30.
- Balamurugan, C. R. (2017). Development of Raspberry pi and IoT Based Monitoring and Controlling Devices for Agriculture Development of Raspberry pi and IoT. *Journal of Social, Technological and Environmental Science* •v.6, 6(August), 207–215. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2017v6i2.p207-215>
- Jin, Y. (2003). *Advanced Fuzzy Systems Design and Applications*. [e-book] SAGE Publication. Tersedia di: <<https://books.google.co.id/books>> [Diakses 10 Juli 2018]
- Joshi, M., & Gohel, C. (2013). Agent Base Network Traffic Monitoring. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(5), 1799–1803.
- Shah, K., Gajjar, D., & Patel, M. S. (2015). Embedded System Design Using. *International Journal of Electrical and Electronics Research*, 3(1), 74–75.
- Zhao, C. W., Jegatheesan, J., & Loon, S. C. (2015). Exploring IOT Application Using Raspberry Pi. *International Journal of Computer Networks and Applications*, 2(1), 27–34.

