

ANALISIS SISTEM KONTROL INTENSITAS CAHAYA RUANG KERJA METODE FUZZY MAMDANI

ANALYSIS LIGHT CONTROL SMART ROOM WITH FUZZY MAMDANI

Afiat Miftahuddin¹, Randy Erfa Saputra², Faisal Candrasyah Hasibuan³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹afiadmiftahuddin@student.telkomuniversity.ac.id, ²resaputra@telkomuniversity.ac.id,

³faisalcandrasyah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pemakaian energi listrik merupakan salah satu penggunaan energi yang besar yang digunakan setiap melakukan aktivitas. Oleh karena itu sangat dibutuhkan penghemat energi pada sistem pencahayaan. *Smart Building* disebut juga bangunan cerdas dapat didefinisikan menyesuaikan dengan kebutuhan penggunanya dan untuk memaksimalkan maupun kenyamanan bagi pengguna bertujuan penghematan energi maupun biaya. Pada umumnya prinsip on-off digunakan dalam pengaturan penerangan. Pengaturan penerangan berdasarkan dalam kondisi keadaan gelap- terang ruangan tanpa menghiraukan *Intensitas Cahaya* dalam ruangan maupun dari luar. Hal ini menyebabkan penggunaan energi tidak dimanfaatkan dengan baik. Dalam penelitian ini dibuat sistem kendali kecerahan lampu dalam ruangan menggunakan *Fuzzy Mamdani* agar dapat menyesuaikan pencahayaan sesuai yang diinginkan. Untuk membaca kecerahan cahaya menggunakan sensor cahaya *LDR* maupun keberadaan seseorang menggunakan sensor. Untuk penelitian ini sistem kendali menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno*.

Kata Kunci: Arduino Uno, Fuzzy Mamdani, Intensitas Cahaya, LDR, Smart Building

Abstract

The use of electrical energy is one of the energies that is used the most in every activity. Therefore, it is necessary to save energy in the lighting system. Smart Building can be defined as a smart one if the building has a system which can adapt the needs of its users in order to maximize the users' convenience for energy saving and costs efficiency. In general, the on-off principle is used in lighting settings. Lighting settings work based on conditions in the dark-bright room regardless of the light intensity in the room or from outside. This causes the use of energy is not utilized properly. In this study, a brightness control system for indoor lights was made using Fuzzy Mamdani in order to adjust the lighting as desired. To read the brightness of the light, the system uses an LDR light sensor or the presence of a person using a sensor. For this research the control system using a microcontroller Arduino Uno.

Keyword: Arduino Uno, Fuzzy Mamdani, Intensitas Cahaya, LDR, Smart Building

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di zaman serba era digital banyak yang inpretasikan ruangan cerdas (*smart room system*) atau bangunan cerdas (*smart building system*). Bangunan cerdas atau ruangan cerdas dapat didefinisikan menyesuaikan dengan kebutuhan penggunanya. Perangkat lunak yang mengatur komunikasi antar peralatan dan perangkat keras melakukan “perkerjaan” sesungguhnya. Semua komponen ini dibutuhkan untuk membangun sebuah ruangan cerdas [1].

Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM Rida Mulyana memaparkan, konsumsi listrik per kapita nasional berada di level 1.089 kWh/kapita pada tahun 2020. Konsumsi listrik nasional terus mengalami peningkatan. Pada 2015 konsumsinya baru 910 kilowatt jam (kWh) per kapita. Kemudian terjadinya peningkatan menjadi 1.084 kWh/kapita pada 2019. Dalam rasio elektrifikasi menunjukkan bahwa kenaikan pada 2014

Rasionya 83,35% menjadi 98,89% pada 2019. Bisa dibuktikan bahwa energi listrik sudah mencakup pengkonsumsian hampir menjangkau seluruh wilayah Indonesia pun telah mencapai lebih dari 95%, hanya Nusa Tenggara Timur yang masih 85% dan Maluku 92%. Lalu, Kalimantan Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Papua juga masih 94%. [2]

Tanpa disadari ada perilaku boros yang sering dilakukan bahkan tanpa disengaja. Misalnya pada sektor ruang kerja dosen yaitu pada saat dosen mendapatkan jadwal mengajar tanpa disengaja penggunaan lampu secara berlebihan dikarenakan lupa mematikan lampu ketika berangkat mengajar padahal dosen hanya membutuhkan penerangan cahaya pada saat melakukan aktivitas di ruang kerja tersebut [3].

Oleh karena itu penulis mencoba melakukan sebuah analisis/penelitian yang berguna sebagai usaha menjadikan ruangan menjadi cerdas yaitu dengan membuat sebuah yang diasumsikan sistem berada di ruang kerja dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan chip ATmega328 menggunakan metode Fuzzy Mamdani [4] [5] [6], dimana dapat mengontrol secara otomatisasi pencahayaan ruangan hal ini dilakukan sebagai penghematan energi listrik dan untuk mengontrol tegangan dari hasil intensitas cahaya dalam pengolahan Fuzzy Mamdani menggunakan dimmer untuk menambah penghematan energi sebesar 25% untuk membandingkan penggunaan energi biasa [7].

2. Landasan Teori

2.1 Metode Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu contoh cabang kondisi sistem kecerdasan buatan yang memanipulasi kemampuan manusia dalam berfikir kemudian dapat dijalankan oleh mesin. Himpunan fuzzy memiliki derajat keanggotaan terdapat nilai kebenaran yaitu 0 dan 1 kalau dalam ungkapan Boolean terdapat nilai benar atau salah. Dan himpunan fuzzy bisa diungkapkan dengan misalnya “terang”, “sedang”, “gelap” dan lain-lain tergantung faktor penggunaan dalam mengungkapkan kondisi derajat instensitasnya. Untuk menunjukan hasil perilaku biasanya logika fuzzy menggunakan statemen IF-THEN [6].

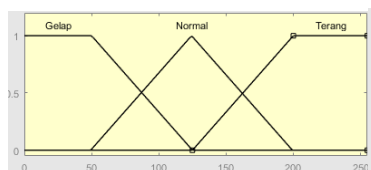
Dan dalam menentukan untuk fuzzyfikasi harus mengubah nilai yang sebelumnya non fuzzy diubah kedalam nilai fuzzynya tergantung dari hasil fungsi keanggotaannya dimana bertujuan untuk diolah kembali kedalam fuzzynya untuk selanjutnya dalam fuzzy membutuhkan aturan-aturan yang dibuatkan hasil relasi dalam bentuk IF-THEN yang mana aturan-aturan merupakan inti dari relasi fuzzy tersebut yang biasa disebut dengan implikasi, dan selanjutnya untuk tahapan terakhir mencari nilai defuzzyfikasinya dimana merupakan keputusan terakhir yang dihasilkan dalam proses penalaran dari derajat keanggotaan maupun implikasi.

2.2 Fuzzy Mamdani

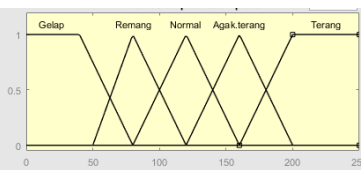
Metode Fuzzy Mamdani merupakan metode yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 untuk mendapatkan hasil keputusan/output memerlukan empat tahapan yaitu:

a. Pembentukan himpunan fuzzy

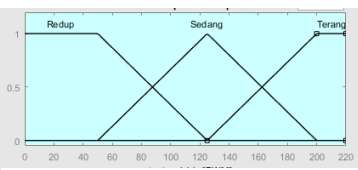
Input Variable dari dua masukkan sensor intensitas cahaya di dalam dan di luar memiliki himpunan fuzzy yang berbeda. Adapun fungsi keanggotaan untuk *input variable* sensor intensitas cahaya di dalam mempunyai himpunan fuzzy tiga macam yaitu gelap, normal, terang. Sedangkan fungsi keanggotaan *input variable* sensor intensitas cahaya luar mempunyai lima himpunan fuzzy yaitu gelap, remang, normal, agak terang, terang dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 untuk hasil *output variable* mempunyai kondisi himpunan fuzzy tiga macam yaitu redup, sedang, dan terang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 3 MF sensor dalam



Gambar 3. 1 MF sensor luar



Gambar 3. 5 Output Variable

b. Fungsi Implikasi

Setelah melakukan proses fuzzyfikasi dan mendapatkan nilai derajat keanggotaan masing-masing himpunan fuzzy sesuai kondisi intensitas cahaya. Selanjutnya melalui proses implikasi dalam alat kali ini menggunakan nilai minimum dalam bentuk (*IF-THEN*) dengan jumlah aturan-aturan yang telah ditentukan oleh banyaknya variabel linguistik dari tiap-tiap variabel masukan dapat dilihat pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Rules penerangan kondisi lampu

Input x ¹	Input x ²		
	Gelap	Normal	Terang
Gelap	Terang		
Remang	Terang		
Normal	Terang	Sedang	
Agak Terang		Sedang	Redup
Terang	Sedang	Redup	Redup

c. Komposisi Aturan

Dalam komposisi aturan diperoleh dari kumpulan dan kolerasi aturan-aturan. Untuk menentukan komposisi aturan sistem fuzzy ada tiga macam metode yaitu metode maksimum, metode additive(sum), dan probalistik (OR) dalam alat ini menggunakan metode maksimum sebagai berikut penjelasannya:

- Metode Max (Maksimum)

Pada metode ini solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum dari aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator union (OR). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy merefeksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi secara umum dapat di tuliskan sebagai berikut:

Misalkan ada tiga proposisi kasus yang diambil yaitu:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max (\mu_{sf}[x_i], \mu_{sf}[x_i]) \quad (2.1)$$

dimana:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotan solusi fuzzy sampai aturan ke-i.

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotan konsekuen fuzzy sampai aturan ke-i.

Misalkan ada proposisi kasus yang diambil yaitu:

- *IF* suhu ruangan panas dan keramaian ramai
- *THEN* suhu akan bertambah

d. Penegasan (defuzzy)

Inputan dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai outputnya pada kontrol alat kali ini menggunakan dalam menentukan defuzzifikasi menggunakan metode centroid adapun penjelasan sebagai berikut:

- Metode Centroid (Composite Moment) Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

$$z = \frac{\sum_{k=1}^n M}{\sum_{k=1}^n L} \quad (2.2)$$

dimana:

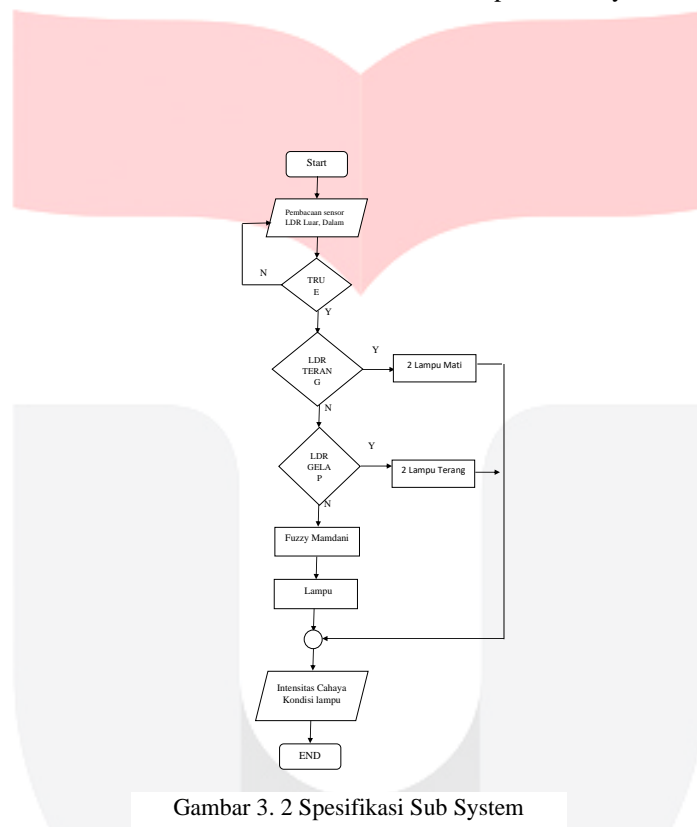
z : titik pusat (nilai crisp).
 M : nilai momen tiap-tiap area.
 L : nilai luas masing-masing area.

$$z = \int_z^p \frac{z \mu(z) dz}{\mu(z) dz} \quad (2.3)$$

dimana:

p : nilai batas-batas area *variable* himpunan fuzzy ke- i.
 z : nilai batas-batas area *variable* himpunan fuzzy ke- i.

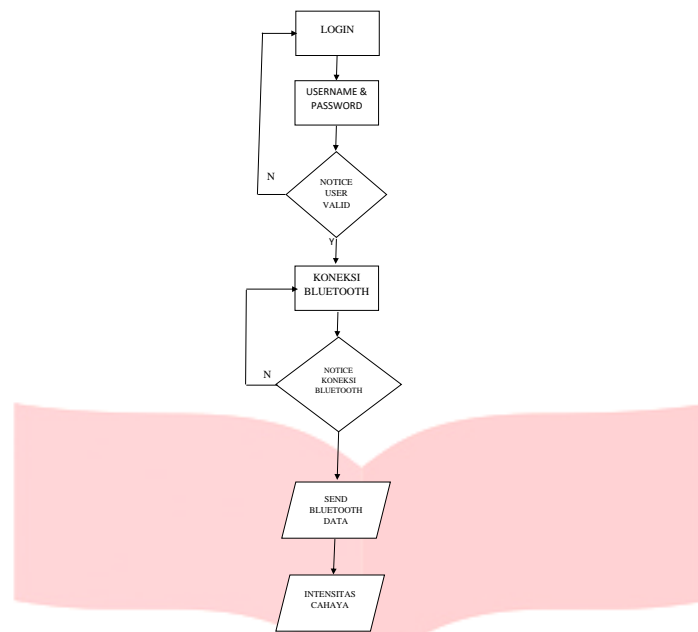
3. Pembahasan



Gambar 3. 2 Spesifikasi Sub System

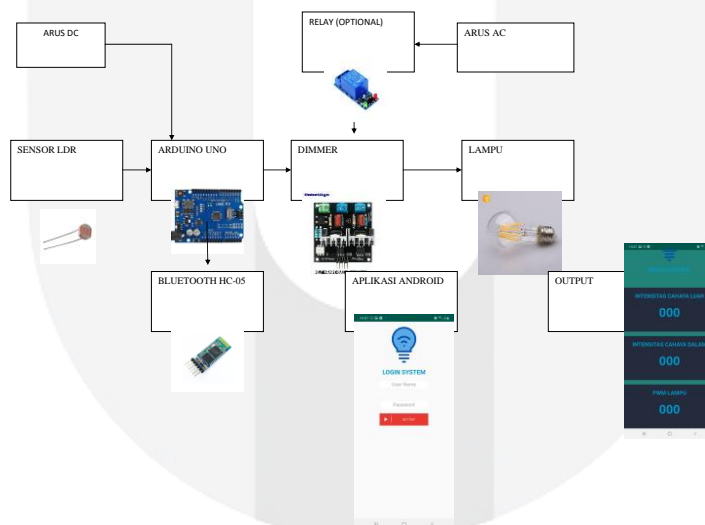
Pada Gambar 3.1 dapat dilihat sistem pengendali ini menggunakan dua buah sensor masukkan yaitu sensor cahaya LDR dari ruangan dalam dan sensor cahaya LDR ruangan sekitar (luar). Sensor cahaya LDR menangkap perubahan dalam setiap kondisi tersebut. Jika sensor cahaya LDR luar ruangan memicu dalam kondisi terang maka resistansi yang ia terima akan berkurang dan ketika sensor cahaya LDR luar ruangan memicu perubahan kembali dalam kondisi normal maka resistansi yang dihasilkan bertambah. Pada pengaplikasiannya sistem ini membutuhkan rules agar dapat beradaptasi dalam setiap perubahan kondisi sekitar. Misal dicontohkan dalam kondisi benar yaitu sensor ldr dalam kondisi dua-duanya gelap dan terang maka hasil output yang dihasilkan bisa dipastikan dalam keadaan dua lampu terang(hidup) dan dua mati(redup).

Proses alur mengirimkan data hasil output fuzzy mamdani kedalam aplikasi android dapat dilihat pada Gambar 3.2 Input data akan diolah dalam pembentukan metode fuzzy mamdani setelah mendapatkan output fuzzy mamdani, output akan menentukan hasil kebutuhan penggunaan pencahayaan kondisi ruangan saat pengguna dalam menggunakan media pencahayaan pada lampu. Sebelum mendapatkan data output ada proses pembentukan fuzzy mamdani terlebih dahulu. Setelah melakukan proses pembentukan fuzzy mamdani dan mendapatkan hasil data output fuzzy mamdani yaitu defuzzyfikasi. Data tersebut dikirim oleh mikrokontroler dan untuk bisa menerima data yang dikirimkan menggunakan koneksi melalui Bluetooth data hasil akhir dari pembentukan fuzzy mamdani akan ditampilkan ke dalam aplikasi android yang dibuat.



Gambar 3. 3 Desain Aplikasi

Sensor LDR akan menangkap kondisi intensitas cahaya pada ruangan data input akan diolah melalui mikrokontroler, dimmer akan menyuplai tegangan AC pada percobaan dua tipe lampu/beban dan mampu mengendalikan kecerahan cahaya pada lampu sesuai hasil kondisi output pembentukan fuzzy mamdani setelah mendapatkan data output, data akan dikirim dan diterima menggunakan jaringan koneksi Bluetooth dan data output di tampilkan ke dalam aplikasi android dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Diagram Block

3.1 Analisis Kebutuhan

Dalam pengukuran multimeter bisa dinyatakan terjadinya ketika intensitas cahaya pada kondisi ruangan berubah sistem kendali akan merespon perubahan secara kontinyu otomatis tegangan yang dihasilkanpun berubah tergantung sesuai kondisi intensitas cahaya pada ruangan tersebut yang diolah oleh fuzzy mamdani. Analisis kebutuhan ini bertujuan apakah metode fuzzy mamdani cocok dengan sistem kendali pada penelitian dan melakukan pengecekan tegangan yang dialirkan. Untuk mengetahui seberapa efektif hasil pengukuran terhadap multimeter dengan hasil pengukuran dalam metode fuzzy mamdani tidak bisa dipungkiri bahwasanya ada terjadinya nilai error pada alat yang dilakukan dalam penelitian. Dan ada persamaan dalam perbandingan pengukuran yang dilakukan untuk penjelasannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Nilai Error (\%)} = \frac{z-x}{z} \times 100\% \quad (3.1)$$

dimana:

z = nilai perhitungan fuzzy mamdani.

x = pengukuran multimeter.

3.2 Implementasi dan Pengujian

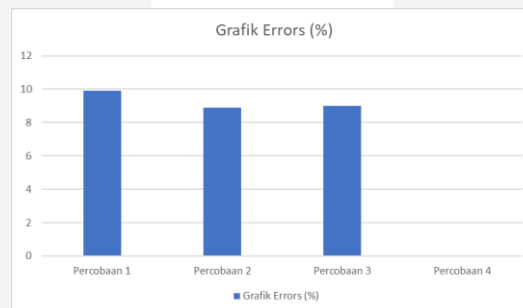
Hasil pengukuran melalui multimeter dapat dilihat pada tabel berikut dari hasil pemanggilan rumus persamaan (3.6):

Tabel 4. 1 Pengukuran Multimeter

No	Input		Output Fuzzy Mamdani (V)	Multimeter(V)	Error (%)
	Luar	Dalam			
1	41	6	190	211	9,9%
2	143	73	109	121	8,9%
3	61	14	177	193	9,0%
4	217	193	2	2	0%

Untuk melihat perbandingan seberapa efektifnya hasil pengukuran maka ditambahkan nilai error untuk menunjukkan kesesuaian antara nilai perhitungan menggunakan metode fuzzy mamdani dengan nilai pengukuran multimeter dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Adapun hasil data didokumentasikan dalam bentuk grafik sebagai tanda bukti terjadinya error pada sistem kendali dan dapat dilihat pada gambar di bawah ini sebagai berikut dari hasil pemanggilan rumus (3.1):



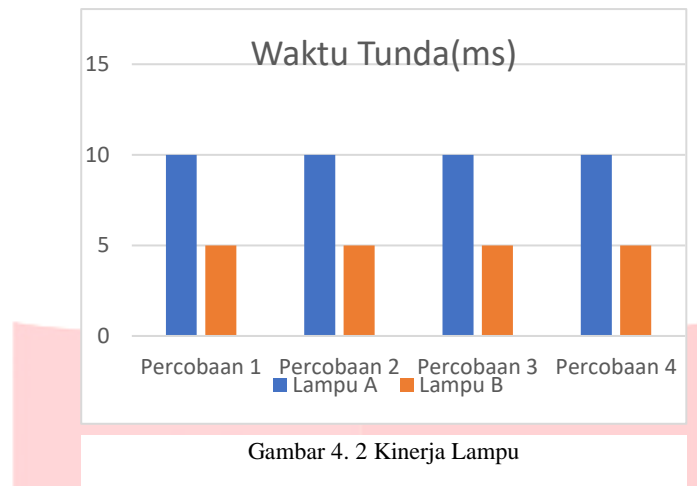
Gambar 4. 1 Grafik Nilai Errors

Tabel 4. 2 Kondisi Lampu

No	Input		Output Fuzzy Mamdani (V)	Multimeter(V)	Kondisi Lampu
	Luar	Dalam			
1	41	6	190	211	Lampu satu menyala, Lampu dua menyala
2	143	73	109	121	Lampu satu redup, Lampu dua menyala
3	61	14	177	193	lampu d dua menyala
4	217	193	2	2	Lampu satu dan lampu dua mati(redup)

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa kondisi pengujian pada lampu pijar mempunyai beberapa kemungkinan pengendalian lampu menyala dan redup secara otomatis dikarenakan ada proses waktu

tunda(ms) dalam melakukan menggunakan alat ini berikut data waktu tunda(ms) saat lampu melakukan perubahan secara kontinyu. Dapat dilihat pada Gambar 4.2.



4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu tunda(ms) dalam pengontrolan lampu A dan lampu B memiliki proses waktu tunda yang berbeda sedangkan lampu A 10ms dan lampu B 5 ms
2. Terjadinya nilai eror saat melakukan mengukur efektif dalam pengukuran multimeter dan hasil output fuzzy mamdani, ketika dalam pengontrolan lampu secara kontinyu akan menghasilkan nilai eror hasil dari nilai error yang didapatkan selama pengujian 9.9%, 0%, 9.0%
3. Terdapat kegagalan dalam percobaan lampu LED dikarenakan semakin tegangan di rendahkan daya watt yang dibutuhkan untuk mengontrol lampu tersebut semakin membesar. Dalam hasil perhitungan data yang didapatkan dalam penelitian kali ini jika lampu LED diredupkan tegangan AC dalam kondisi 100v maka daya watt yang dibutuhkan 6 watt.

5. Saran

1. Melakukan pengembangan dengan menambahkan parameter variabel tambahan supaya lebih kompleks.
2. Mengendalikan dalam pengontrolan pencerehan cahaya dalam ruang kerja menggunakan media lampu dapat dikembangkan kembali dalam penelitian selanjutnya.

6. Referensi

- [1] G., Korteum; F., Kawsar; D., Fitton; Sundramoorthy;, "Smart Objects as Buildings Blocks for the Internet of Things," *IEEE Internet Computing*, vol. 14, pp. 44-51, March 2014.
- [2] Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, "Konfrensi Pers Capaian Kinerja Subsektor Ketenagalistrikan," in *www.gatrik.esdm.go.id*, Jakarta, 2020.
- [3] Bakhtiar and Suherman, "Realisasi Sistem Switch Lampu Penerangan Ruangan Otomatis Untuk Meningkatkan," *elektronik Jurnal Arus Elektro Indonesia (eJAEI)*.
- [4] Budianto, Dimas; Nurmaini, Siti; Tutuko, Bambang; P, Sarifah R., "Realtime Ligthing Control System for Smart Home Applications," *ISSN 2252-5459*, 3 October 2018.

- [5] Panjaitan, Seno D.; Hartoy, Aryanto, "A Lighting Control System in Buildings based on Fuzzy Logic," *ISSN: 1693-6930*, pp. 423-432, 2011.
- [6] Nazzala Tia Kumulasari, Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Berbasis GroIMP XL-System Pada Pertumbuhan Ideal Kacang Kedelai Terhadap Intensitas Penyiraman dan Pemupukan, Malang, 2014.
- [7] G.R., Newsham; M.B.C., Aries; S., Mancini; G., Faye,, "Individual Control of Electric Lighting in a Daylit Space," in *National Research Council Canada*, Canada, 2008.
- [8] M.Hudori and Y. Paisal, "Perancangan Sistem Kendali Otomatis Lampu Penerangan pada Rumah untuk Meningkatkan Efisiensi Pemakaian Listrik," *Industrial Engineering Journal*, vol. 8 No.1, pp. 10-15, 2019.
- [9] Makhabbah, Haquq; Agug, Achmad Iman,, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik dan Pemutus Daya Otomatis Berbasis Internet," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 783-790, 2020.
- [10] Prasajo, Satriyo; Suprianto, Bambang, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Pada Inkubator Bayi Berbasis Fuzzy Logic Controller," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 08 No 1, pp. 163-171, 2019.
- [11] Juniana, Paula; Hakim, Lukman, "Kendali Lampu Lalu Lintas Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Mamdani," *ISSN 2579-33675*, 1 April 2019.
- [12] K., Saravanan; N., Muthu Prabu; B., Raja Rajeswari,, "Fuzzy Controller Design of Lighting Control System by Using VI Package," *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 4, no. 1, 1 January 2014.
- [13] Mou, Lin Jin; Ming, -Chun Ho, "Lab View-Based Fuzzy Controller Design of A Lighting Control System," *Journal of Marine Science and Technology*, vol. 17 No 2, pp. 116-121, 2009.
- [14] R., A. Ramlee; M., H. Leong; R., S. S. Singh; M., M. Ismail; M., A. Othman; H., A. Sulaiman; M., A. Meor Said,, "Bluetooth Remote Home Automation System," *The International Journal of Engineering And Science (IJES)*, vol. 2, no. 1, pp. 149-153, 2013.
- [15] H., Sane; M, Guay,, "Minmax Dynamic Optimization over a Finite-time Horizon for Building," *American Control Conference*, 2008.

7. Lampiran



Gambar 4. 3 (A)(B)(C) Hasil Pengujian

