

Lampu Cerdas *Multimode* Menggunakan Arduino dengan Kontrol Fuzzy Berbasis Android

Siti Febriyanti Riski Rullah dan Nanta Fakih Prebianto*

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: nanta@polibatam.ac.id

Abstrak—Umumnya pengaturan sebuah intensitas cahaya pada lampu di dalam suatu ruangan dilakukan hanya berdasarkan pada kondisi gelap dan terang yang dilakukan secara manual dan tanpa mempertimbangkan kontribusi cahaya dari luar. Oleh karena itu, diperlukan sebuah alat yang bekerja secara otomatis pada pengontrolan intensitas cahaya lampu untuk meningkatkan efisiensi pemakaian energi listrik. Prinsip kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah kendali logika fuzzy dengan sistem inferensi metode Mamdani. Keluarannya diperoleh berdasarkan titik berat dari kurva hasil proses pengambilan keputusan sebagai hasil nilai dari *output* logika fuzzy. Modul WiFi NodeMCU digunakan sebagai media penghubung kendali yang dikoneksikan ke Android melalui aplikasi Blynk. Dengan pengujian menggunakan metode fuzzy singleton, diperoleh *membership function* dan *membership* keluarannya. Agar sesuai dengan intensitas ruangan, maka *Set point* yg diberikan ialah 40 pada *mode* tidur, 180 pada *mode* makan, dan 250 pada *mode* kerja. Pada *mode* tidur, diperoleh waktu delay 1,5 detik dan nilai Pulse Width Modulation (PWM) 18 pada kondisi stabil. Pada *mode* makan, diperoleh waktu delay 3 detik dan nilai PWM 83 pada kondisi stabil. Pada *mode* kerja, diperoleh waktu delay 3,6 detik dan nilai PWM 116 pada kondisi stabil.

Kata Kunci: Android, fuzzy Mamdani, NodeMCU, Blynk

I. PENDAHULUAN

SAAT ini, salah satu kendala yang sering dihadapi manusia dalam keseharian melakukan aktivitas adalah penerangan yang terkadang dapat membuat kurang nyaman. Pada umumnya, pengaturan penerangan hanya menggunakan prinsip *on/off* saja, yaitu dikendalikan dengan saklar untuk mematikan dan menyalakan lampu. Hal ini menyebabkan mata kita tidak nyaman saat melakukan aktivitas karena intensitas cahaya yang tidak memenuhi standar. Mata menjadi kurang sehat jika dihadapkan dengan cahaya yang begitu terang maupun terlalu gelap.

Untuk mengatasi permasalahan ini, penulis memanfaatkan logika fuzzy untuk merepresentasikan nilai dari intensitas cahaya yang ada, kemudian disesuaikan kedalam *mode* lampu

yang di inginkan. Nilai yang didapat oleh pengukuran intensitas cahaya pada *light intensity sensor* akan dieksekusi oleh logika fuzzy untuk mengatur kecerahan lampu karena sifat dari logika fuzzy yang humanis untuk merepresentasikan sebuah nilai menjadi jelas [1].

Dengan memanfaatkan fuzzy, penelitian ini membuat sebuah lampu cerdas yang dapat dengan mudah dikontrol melalui Android dan menjadikan nilai intensitas cahayanya sesuai pada kebutuhan kita saat beraktivitas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Intensitas cahaya

Intensitas cahaya adalah kuat cahaya yang dikeluarkan sebuah sumber cahaya ke arah tertentu dan diukur menggunakan luxmeter dengan satuan internasional Candela (Cd). Pada umumnya cahaya memiliki empat faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pencahayaan yaitu kontras, silau, refleksi cahaya dan kualitas warna cahaya. Kemampuan mata manusia hanya dapat melihat cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang diukur dalam besaran pokok ini.

Intensitas cahaya monokromatik (I_v) pada panjang gelombang λ dapat dihitung menggunakan (1), di mana I adalah intensitas radian dan $\bar{y}(\lambda)$ adalah fungsi intensitas standar. Tabel I menunjukkan standar intensitas cahaya pada sebuah ruangan di rumah yang telah dilakukan uji coba oleh [2].

$$I_v = 683\bar{y}(\lambda) \quad (1)$$

B. Fuzzy Logic

Penelitian ini menggunakan logika fuzzy [3], [4] untuk mengatur intensitas cahaya lampu sesuai dengan kondisi kecerahan ruangan. *Input* yang dijadikan sebagai variabel adalah hasil pembacaan sensor cahaya (*light intensity sensor*) dalam ruangan. Sistem berbasis aturan *fuzzy logic control* dengan variabel linguistik, yaitu suatu interval numerik dan mempunyai nilai-nilai linguistik, yang semantiknya

didefinisikan oleh fungsi keanggotaannya. Sistem berbasis aturan fuzzy terdiri atas tiga komponen utama: *fuzzification*, *inference*, dan *defuzzification*.

TABEL I
NILAI INTENSITAS CAHAYA PADA RUANGAN

Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Teras	60
Ruang tamu	120-150
Ruang makan	120-250
Ruang kerja	120-250
Ruang tidur	120-250
Ruang mandi	250
Dapur	250
Garasi	60

Proses fuzzifikasi pada sistem ini dimulai dari mendapatkan data berupa nilai lux dan *Set point* yang telah ditentukan. Kemudian nilai *error* akan didapat dari jarak antara *set point* dan nilai lux. Selanjutnya nilai *error* dapat diturunkan untuk mendapatkan $\Delta error$. Pada langkah berikutnya, nilai *error* dan $\Delta error$ akan menjadi input fuzzy. Kedua nilai ini akan diubah ke nilai *crisp* dengan *membership function*. Setelah mendapatkan nilai sesuai *membership function* maka dilakukan proses *inference* yaitu proses implikasi dengan operator MIN dan MAX. Pada Penelitian ini menggunakan operator MAX, setiap nilai *crisp* yang didapatkan akan dicari nilai maksimum sesuai zona nya guna menentukan nilai *output* pada proses *defuzzifikasi*. *Output* yang dihasilkan adalah nilai *Pulse Width Modulation* (PWM) yang nantinya akan dijumlahkan dengan PWM sebelumnya untuk mengatur kecerahan lampu. Proses terus berlanjut hingga nilai sensor menuju titik stabil.

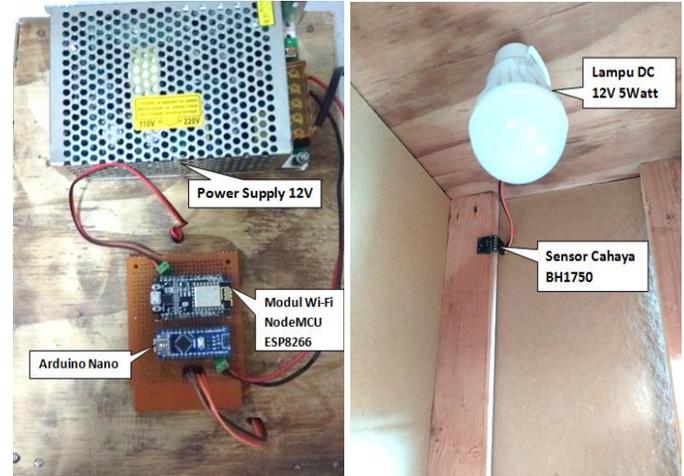
Fuzzy *inference system* yang merupakan sebuah kerangka kerja perhitungan berdasarkan konsep teori himpunan fuzzy dan pemikiran fuzzy yang digunakan dalam penarikan kesimpulan atau suatu keputusan. Penarikan kesimpulan ini diperoleh dari sekumpulan kaidah fuzzy. Di dalam fuzzy *inference system* minimal harus terdapat dua buah kaidah fuzzy. Fuzzy *inference system* terbagi menjadi dua metode, yaitu metode Sugeno dan metode fuzzy Mamdani. Perbedaan dari kedua metode ini terletak pada *output* yang dihasilkan, proses komposisi aturan, dan defuzzifikasinya. Pada metode Sugeno, *output* yang dihasilkan berupa fungsi linear atau konstanta. *Output* ini berbeda dengan yang dihasilkan oleh metode fuzzy Mamdani, di mana metode ini menghasilkan *output* berupa suatu nilai pada domain himpunan fuzzy yang dikategorikan ke dalam komponen linguistik.

Kelemahan dari *output* berupa fungsi linear atau konstanta adalah nilai *output* yang dihasilkan harus sesuai dengan nilai yang telah ditentukan. Hal ini menimbulkan masalah apabila nilai *output* tidak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. *Output* ini dapat dikatakan benar apabila dapat menyajikan *output* yang ditentukan oleh antesenden. Oleh karena itu, Metode fuzzy Mamdani lebih akurat dalam menghasilkan suatu *output* berupa himpunan fuzzy.

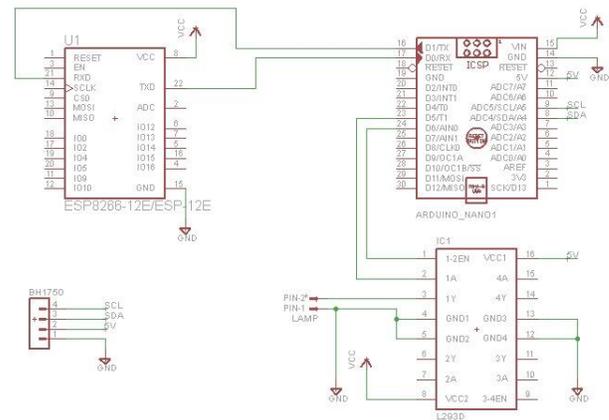
III. METODE

A. Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem terdiri atas power supply, Arduino Nano, modul Wi-Fi NodeMCU, lampu DC 12V/5W, dan sensor cahaya BH1750 [5]. Skematik rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Rancangan perangkat keras



Gambar 2. Skematik rangkaian

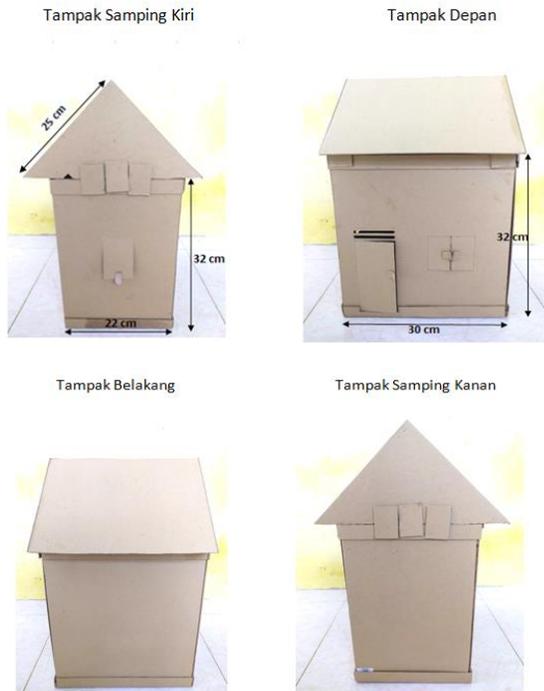
B. Perancangan Mekanikal

Rancangan mekanikal dari sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Gambar 4 dilakukan pada saat pengujian dalam keadaan lampu menyala.

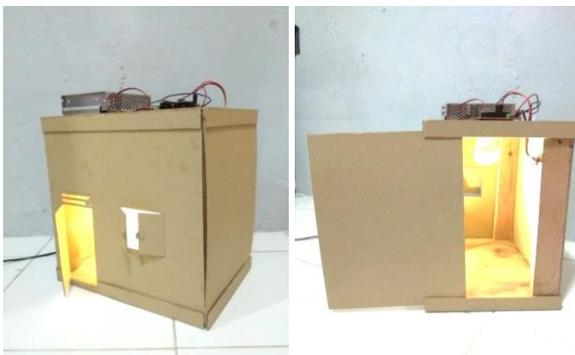
C. Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini, aplikasi dibuat pada *operating system* Android guna menampilkan menu kendali yang akan memberikan perintah kepada perangkat lainnya. Android dihubungkan dengan modul Wi-Fi NodeMCU sebagai klien, lalu Android akan meminta *password* yang disediakan oleh NodeMCU. Jika NodeMCU sudah terhubung ke Wi-Fi, maka proses eksekusi oleh Arduino akan dijalankan sesuai data masukan dari sensor cahaya (*light intensity sensor*) yang telah mendeteksi intensitas cahaya pada lampu. Logika fuzzy akan mengambil perannya guna merepresentasikan nilai dari

intensitas cahaya tersebut menjadi sesuatu yang pasti. Gambar 5 menjelaskan *flowchart* pada program Arduino yang telah terhubung ke modul Wi-Fi NodeMCU.



Gambar 3. Dimensi dan penampakan dari *box* simulasi

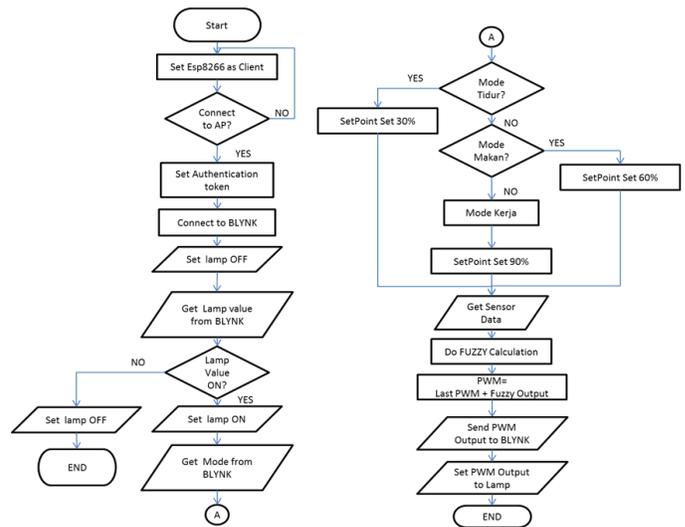


Gambar 4. Rancangan mekanikal pada saat pengujian lampu menyala

NodeMCU berperan sebagai *client* Wi-Fi. Saat sistem dihidupkan, NodeMcu akan terhubung ke *access point* yang telah diprogram. Setelah itu, ESP8266 akan masuk ke penyimpanan *cloud* Blynk sesuai kode autentikasi. Selanjutnya, *device* membaca nilai-nilai dari *cloud* dan mengirimkannya ke Arduino melalui komunikasi serial. Arduino sebagai *main* akan *stanby* menunggu perintah dan mengirim data ketika *off*.

Saat pertama kali dihidupkan, posisi lampu diset dalam kondisi mati. Jika koneksi Wi-Fi sudah terhubung, Arduino akan membaca status pada *cloud*. Jika status lampu hidup, maka Arduino akan menghidupkan lampu dilanjutkan dengan membaca status *mode*. Pada penelitian ini terdapat 3 *mode*, yaitu *mode* tidur, makan, dan kerja, yang masing masing *mode* merepresentasikan *Set point* untuk kecerahan lampu. Ketika

lampu hidup, Arduino akan langsung membaca sensor dan mendapatkan data pertama, selanjutnya data kecerahan akan dibandingkan dengan *Set point* yang ditentukan sebagai *error*.



Gambar 5. *Flowchart* perancangan perangkat lunak

Setelah mendapatkan *error*, Arduino akan langsung melakukan perhitungan fuzzy (*fuzzifikasi, inference, defuzzifikasi*). Selanjutnya *output* akan di konversi ke PWM dan ditambahkan dengan nilai PWM sebelumnya. Proses ini akan berlangsung hingga nilai yang dibaca sensor akan mendekati atau sama dengan nilai *Set point*.

D. Perancangan Aplikasi Android BLYNK



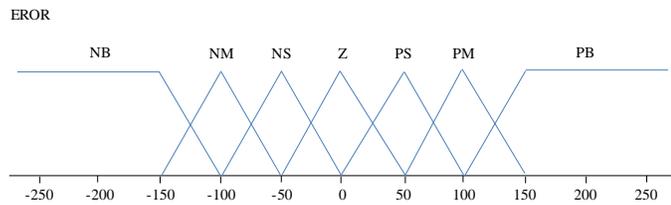
Gambar 6. Aplikasi Android BLYNK

Blynk (Gambar 6) adalah platform untuk IOS atau Android yang digunakan untuk mengendalikan modul Arduino, Rasbery Pi, ESP8266, Wemos D1, dan modul sejenisnya melalui internet. Pada saat aplikasi dijalankan, akan muncul permintaan untuk mengaktifkan *tethering hotspot* pada program. Setelah aktif, modul Wi-Fi akan terhubung dengan *hotspot* dan mendapatkan IP Address. Kemudian, *user* meng-input IP Address yang tersedia. Jika IP Address valid,

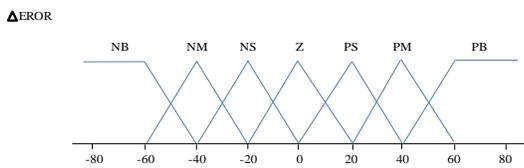
maka perangkat Android akan terhubung dengan alat kendali. Langkah selanjutnya adalah memilih *mode* kendali yang diinginkan.

E. Perancangan Logika fuzzy

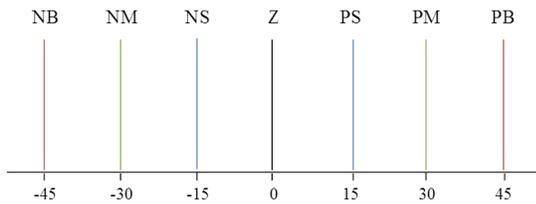
Metode fuzzy yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Mamdani atau dikenal dengan nama metode Max-Min. Pada penerapan pengontrolan intensitas cahaya ini, masukan fuzzy yang digunakan ialah *error* dan *delta error*. *Set point* ditentukan terlebih dahulu. *Error* merupakan selisih antara *Set point* dan *output*. *Delta error* merupakan selisih antara *error* sekarang dan *error* sebelumnya.



Gambar 7. Membership dari function error



Gambar 8. Membership function dari delta error



Gambar 9. Membership dari function keluaran

Error dan *delta error* memiliki 7 *membership function* yaitu *Negative Big* (NB), *Negative Medium* (NM), *Negative Small* (NS), *Zero* (Z), *Positive Small* (PS), *Positive Medium* (PM), dan *Positive Big* (PB). Keluarannya juga memiliki 7 *membership function* yang sama. Perhatikan Gambar 7, 8, dan 9.

Metode fuzzy mamdani dapat menghasilkan PWM negatif. Walaupun demikian, sebenarnya PWM tidak akan minus karena setiap perhitungan fuzzy akan menghasilkan PWM baru. Jika terdapat negatif maka akan di tambahkan lagi dengan PWM lama sehingga menjadi positif.

Setelah melakukan tahap fuzzifikasi, hasil dari fuzzifikasi akan diatur menggunakan basis aturan yang sudah dibuat. Aturan pada Tabel 1 dibuat untuk menghasilkan *output* yang sesuai dengan keinginan dari pembuat berdasarkan hitungan pada program. Proses bekerjanya fuzzy sehingga mendapatkan *output* keluaran adalah sebagai berikut: *Set point*

→ data diterima sensor → proses fuzzifikasi (melakukan proses perulangan akan terdapat *error* sebelum menuju *set point*) → mendapat hasil stabil → *output* sensor lux terbaca → *output* PWM terbaca.

TABEL II
FUZZY RULE

	PB	PM	PS	Z	NS	NM	NB
PB	PB	PB	PB	PM	PS	PS	Z
PM	PB	PB	PM	PS	PS	Z	NS
PS	PB	PM	PS	PS	Z	NS	NM
Z	PM	PS	PS	Z	NS	NS	NM
NS	PM	PS	Z	NS	NS	NM	NB
NM	PS	Z	NS	NS	NM	NB	NB
NB	Z	NS	NM	NM	NB	NB	NB

Dalam basis aturan *membership function*, titik tertinggi adalah pada *mode* kerja (yaitu 250) yang termasuk ke dalam rentan *positive big*. *Mode* makan juga masih termasuk ke dalam *positive big* dengan *range* 180. *Mode* tidur masuk kedalam *positive small* karena *set point* yang di masukkan 40.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data yang didapat atas pengujian yang dilakukan terhadap intensitas cahaya di dalam sebuah *box* serta terhadap perubahan nilai menggunakan fuzzy. Ada 3 *mode* yang digunakan yaitu *mode* tidur, makan dan kerja. Masing masing dari *mode* telah penulis tentukan *set point*-nya sebagai acuan, berdasarkan referensi serta pengamatan yang penulis lakukan sendiri agar mendapat cahaya yang pas di setiap *mode* nya. Penulis menentukan *set point* pada:

- *Mode* tidur dengan rentan *range* 0 – 40 lux
Pada sisi pengujian ini penulis menggunakan titik tertinggi yaitu 40 lux karena kondisi tersebut cukup redup untuk digunakan dalam pengujian ini.
- *Mode* makan dengan rentan *range* 0 – 180 lux
Pada sisi pengujian ini penulis menggunakan titik tertinggi yaitu 180 lux karena pada kondisi ini pencahayaan yang digunakan untuk makan tidak perlu begitu terang ataupun redup.
- *Mode* kerja dengan rentan *range* 0 – 250 lux. Pada sisi pengujian ini penulis menggunakan titik tertinggi yaitu 250 lux karena menurut penulis dalam kondisi ini kita membutuhkan pencahayaan yang terang agar pekerjaan menjadi maksimal.

Perlu di ketahui bahwa penyesuaian *set point* hanya dalam miniatur rumah pengujian yang digunakan karena kebutuhan pencahayaan akan berbeda tergantung dimensi pada ruangan tertentu.

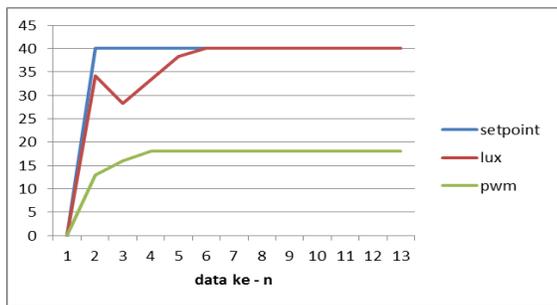
A. Pengujian Pada Mode Tidur

Pengujian pada *mode* ini bertujuan mendapatkan kecerahan pada saat tidur di dalam sebuah ruangan. *Set point* yang diambil ialah 40. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel III dan Gambar 10. Pada Gambar 10, pengambilan data dilakukan setiap 300 ms. *Set point* yang ditentukan adalah 40 lux. Pada Gambar 10 terlihat bahwa data sensor bergerak dari 0 lux (kondisi lampu mati) ke 40 lux dalam waktu (data ke $n_{\text{titik stabil}}$ -

data ke $n_{titik\ awal} \times 300\ ms = (6-1) \times 300\ ms = 1,5\ detik$. Titik stabil didapatkan karena antara sensor dan *set point* sudah tidak memiliki jarak (atau disebut *zero error*).

TABEL III
DATA PADA *MODE* TIDUR

mode	setpoint (lx)	lux (lx)	pwm
tidur	0	0	0
	40	34,17	13
	40	28,33	16
	40	33,33	18
	40	38,33	18
	40	40	18
	40	40	18
	40	40	18
	40	40	18
	40	40	18
	40	40	18
	40	40	18



Gambar 10. Grafik pada *mode* tidur

B. Pengujian Pada Mode Makan

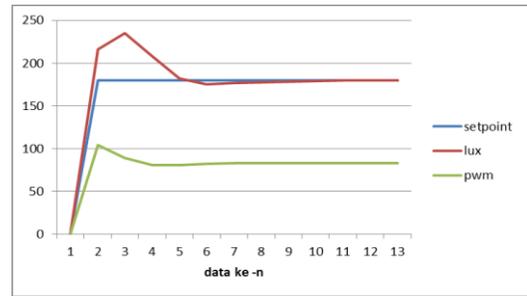
Pengujian pada *mode* ini bertujuan mendapatkan kecerahan pada saat makan di dalam sebuah ruangan. *Set point* yang diambil ialah 180. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan data seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV dan Gambar 11. Pada kondisi *mode* makan ini dapat kita lihat garis sensor lux yang terbaca pada data ke-2 sedikit melewati garis *set point*. Hal ini terjadi karena pada perhitungan fuzzy data masih memiliki Δ (*delta error*) yang cukup tinggi sehingga masih menghasilkan jarak antara *set point* dan aktual.

TABEL IV
DATA PADA *MODE* MAKAN

mode	setpoint (lx)	lux (lx)	pwm
makan	0	0	0
	180	215,83	104
	180	235	89
	180	207,5	81
	180	181,67	81
	180	175	82
	180	176,67	83
	180	177,5	83
	180	178,33	83
	180	179,17	83
	180	180	83
	180	180	83
	180	180	83
	180	180	83

Data terlihat menurun mendekati *set point* pada data ke-4, tetapi hal ini pun terlihat belum stabil hingga data ke-6. Sensor masih terlihat menjauhi ke bawah. Data mulai terlihat stabil pada data ke-11. Waktu yang dibutuhkan untuk lampu

mencapai kecerahan stabil adalah (data ke $n_{titik\ stabil} - data\ ke\ n_{titik\ awal} \times 300\ ms = (11-1) \times 300\ ms = 3\ detik$.



Gambar 11. Grafik pada *mode* makan

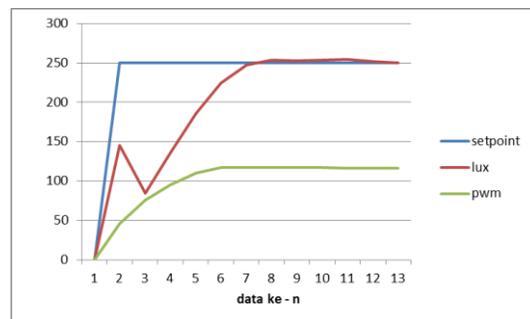
C. Pengujian Pada Mode Kerja

Pengujian pada *mode* ini bertujuan mendapatkan kecerahan pada saat bekerja di dalam sebuah ruangan. *Set point* yang diambil ialah 250. Berdasarkan hasil pengujian, didapat data pada Tabel V dan Gambar 12. Pada kondisi *mode* kerja, dapat kita lihat garis sensor membentuk kurva yang baik. Namun terlihat data yang abnormal pada pembacaan sensor di data ke-3. Hal ini dapat terjadi karena komunikasi Arduino dan sensor yang mungkin memiliki *noise*. Jika dibandingkan dengan nilai PWM yang keluar, proses fuzzy tidak terganggu karena kesalahan pembacaan data ini.

TABEL V
DATA PADA *MODE* KERJA

mode	setpoint (lx)	lux (lx)	pwm
kerja	0	0	0
	250	145	46
	250	84,17	76
	250	135,83	95
	250	185,83	110
	250	224,17	117
	250	247,5	117
	250	253,33	117
	250	252,5	117
	250	253,33	117
	250	254,17	116
	250	251,67	116
	250	250	116

Data mulai terlihat stabil di data ke-13. Waktu yang dibutuhkan untuk lampu mencapai kecerahan stabil adalah (data ke $n_{titik\ stabil} - data\ ke\ n_{titik\ awal} \times 300\ ms = (13-1) \times 300\ ms = 3,6\ detik$.



Gambar 12. Grafik pada *mode* kerja

Perbandingan hasil pengujian dari ketiga *mode dirangkum dalam* Tabel VI. Dari pengujian yang dilakukan pada semua mode, dapat disimpulkan kecerahan mampu menuju *set point* yang kita tentukan dengan menggunakan fuzzy. Namun dalam praktiknya, sistem memiliki *delay* 300 ms setiap mengambil data karena sensor sendiri memerlukan waktu untuk mengambil data dan mentransmisikannya ke Arduino. Data mampu menuju titik stabil dengan variasi waktu yang berbeda pada setiap *mode*.

TABEL VI
PERBANDINGAN DATA DARI 3 MODE

Mode	Sistem delay	Set point	Waktu delay	Waktu stabil
Tidur	300ms	40	1.5 second	data ke- 6
Makan		180	3 second	data ke- 11
Kerja		250	3.6 second	data ke- 13

V. KESIMPULAN

Aplikasi Blynk dapat mempermudah pengguna untuk menyesuaikan cahaya yang diinginkan. Arduino dan sensor cahaya dapat digunakan untuk mengolah data dan membaca nilai pada kecerahan lampu. Sistem yang di terapkan pada fuzzy mampu merepresentasikan nilai dari sebuah intensitas cahaya.

REFERENSI

- [1] F. T. Nirwana and F. Arifin, "Alat Kendali Penerangan Ruangan dengan Logika Fuzzy Berbasis ATmega16," *E-JPTE (Jurnal Elektron. Pendidik. Tek. Elektron.*, vol. 5, no. 1, pp. 25–31, Mar. 2016.
- [2] N. Purwaningrum, "Aplikasi Fuzzy Logic untuk Pengendalian Penerangan Ruangan Berbasis Mikrokontroler ATmega8535," Universitas Negeri Semarang, 2007.
- [3] 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)*, 2018.
- [4] "Aplikasi Fuzzy Logic untuk Pengendali Motor DC Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Sensor Photodiode," *J. Tek. Elektro*, 2015.
- [5] ROHM, *Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC: BH1750FVI*. ROHM Semiconductor, 2011.