PERANCANGAN PENGONTROL INTENSITAS CAHAYA DENGAN LOGIKA FUZZY PADA PURWARUPA RUMAH PINTAR

DESIGN OF LIGHT INTENSITY CONTROL WITH FUZZY LOGIC IN SMART HOME PROTOTYPE

Ibrahim Fahri Fuady[1], Reza Fauzi Iskandar, S.Pd., M,T.[2], Dr. Asep Suhendi[3]
[1,2,3]Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
[1]**iffahrif@student.telkomuniversity.ac.id**, [2]**rezafauzii@gmail.com**,
[3]**suhendi@telkomuniversity.ac.id**

Abstrak

Smart Home **adalah rumah yang memiliki sebuah sistem lingkungan cerdas. Sistem pencahayaan ruangan merupakan salah satu faktor penting dalam kinerja sebuah bangunan. Prinsip kerja sebuah lampu pada ruangan pada umumnya menggunakan sistem *on-off,* yang hanya memperhatikan kondisi gelap terang suatu ruangan. Hal ini dapat menimbulkan ketidaknyamanan dan ketidakefisenan energi listrik. Prinsip kendali sistem otomatis yang digunakan adalah kendali fuzzy. Dalam hal ini sistem inferensi fuzzy yang digunakan adalah Metode Sugeno. Komposisi aturan mengunakan operator *AND* dan *IF-THEN*, proses defuzzifikasi menggunakan metode COG (*Center of Gravity)*. Elemen pengendali pada sistem kontrol ini ialah mikrokontroller dengan masukan set poin dan sensor cahaya (LDR). Informasi dari pengendali akan dikirim kepada plan dalam sistem yaitu *AC Light Dimmer* dan Lampu. Sistem ini diuji dalam sebuah protipe ruang uji. Alat ini dapat performa terbaik ada pada titik 200 lux, pada titik tersebut saat diuji tanpa diberikan gangguan respon sistem yang dihasilkan ialah 8 detik untuk waktu naik, 12 detik untuk mecapai kondisi tunak, *overshoot* 5.5% dan galat dalam keadaan tunak sebesar 0.33%. Dan saat diberikan gangguan sistem memerlukan waktu 9.5 detik untuk kembali pada kondisi tunak dan harga galatnya 0.3%.**

Kata kunci : Logika Fuzzy, Mikrokontroller, Pencahayaan

Abstract

Smart Home is a home that has a smart environmental system. The room lighting system is one of the important factors in the performance of a building. The working principle of a lamp in a room generally uses an on-off system, which only see the dark conditions of a room. This can cause discomfort and inefficiency in electrical energy. Indoor lighting can be controlled automatically, so the lighting conditions in a room can be controlled regardless of the outside light. In this research, the control principle of the automation system used is fuzzy control. In this case the fuzzy inference system used is the Sugeno Method. The composition of the rules uses AND and IF-THEN operators, the defuzzification process uses the COG (Center of Gravity) method. The controlling element in this control system is the microcontroller with input from set points and light sensors (LDR). Information from the controller will be sent to the plan in the system, and the plan are AC Light Dimmer and Lamp. This system tested on a prototype. The result of the test is this system best performance at 200 lux, at that point when a system tested without a light disturbance, system response are 8 second for rise time, 12 second to reach steady state, 5.5% for overshoot and steady state error is 0.33%. And the system response when given a light disturbance are system take 9.5 second to return to steady state and price of the error is 0.30%.

Keywords: Fuzzy Logic, Microcontroller, Illumination

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi ini teknologi perkembang dengan cepat, dan kata *smart* di zaman ini pun sudah tak asing. *Smart Home* adalah sebuah rumah yang memiliki sebuah sistem lingkungan yang cerdas dengan fasilitas yang mempermudah penghuni dari pengaturan thermal, cahaya dsb, dengan bantuan perangkat kontrol otomatis dan perangkat pemantau [1] [2] [3]. Dalam peforma sebuah bangunan memiliki enam poin penting yang perlu diperhatikan yaitu spasial, *thermal,* udara,

acoustical, visual dan integritas bangunan. Untuk bidang *visual* pada sebuah bangunan, sistem pencahayaan ruangan merupakan salah satu yang harus perlu di perhatikan [4].

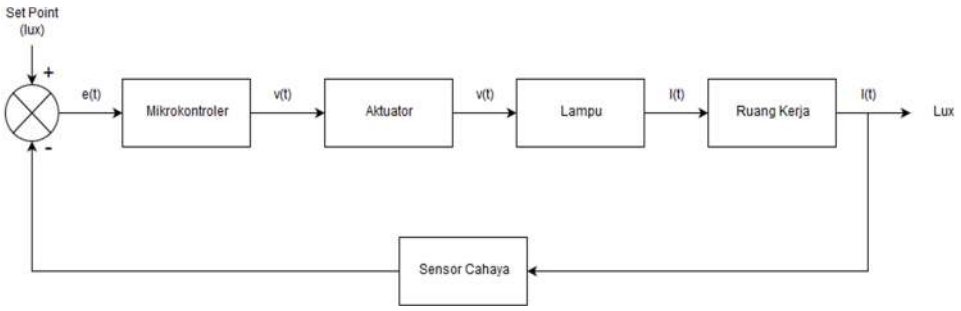
Tata cahaya ruangan yang baik akan meningkat produktifitas seseorang [6]. Standar Nasional Indonesia telah memberikan referensi perihal intensitas cahaya pada sebuah ruangan, seperti pada ruang tamu atau ruang kerja besar intesitas yang diperlukan berkisar 120 ~ 250 lux [7]. Strategi dalam pengontrolan sistem pencahayaan ruangan ini memiliki 2 tujuan utama yang ingin dicapai yaitu penghematan energi dan kenyamanan ruangan untuk penghuni.

Tingkat intensitas cahaya dari sebuah lampu dengan sumber arus bolak-balik (AC/ *Alterning Current*) dipengaruhi oleh phasa tegangan AC yang melewati beban, pengaturan phasa tersebut dapat dilakukan oleh rangkaian dimmer [9]. Aktuator yang memungkin untuk diimplementasikan pada lampu ialah *AC Light Dimmer Module*.Telah dilaksanakan sebuah riset oleh Drs. Irianto. Riset yang dilakukan adalah pembuatan simulasi perihal pengontrolan intensitas cahaya, dengan menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), logika yang digunakan adalah Fuzzy. Hasil dari simulasi tersebut menunjukan dengan logika fuzzy hasil dari output lampu mendekati dengan *setpoint* yang dimasukan [11].

2. Perancangan Sistem

2.1 Konfigurasi Sistem.

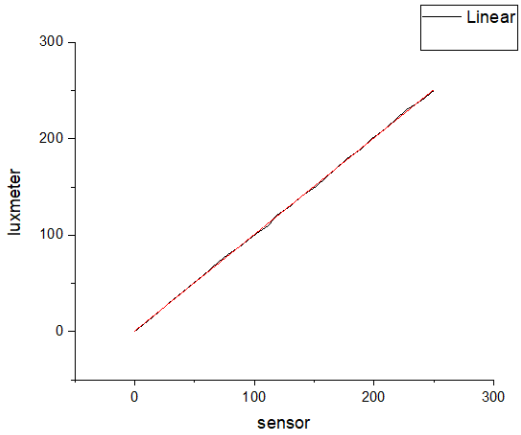
Rancang bangun alat ini memiliki sistem seperti diagram blok di atas. Set Point yang diberikan tentunya merupakan nilai intensitas cahaya yang diperlukan ruangan sesuai dengan kebutuhan. Masukan mikrokontroller merupakan sinyal error berupa selisih dari set point dan sensor cahaya. Mikrokontroller mengatur masukan ke aktuator, masukan tersebut berupa tegangan yang telah diubah oleh mikrokontroller sesuai dengan kebutuhan. Sinyal tegangan tersebut dikirim ke rangkaian *AC Light Dimmer Module* sehingga dapat mengatur masukan ke lampu. Cahaya yang terdapat di ruangan akan di ukur oleh sensor dan menjadi sinyal feedback ke mikrokontroller.



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem

2.2 Sensor Cahaya

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya sensor yang digunkan merupakan *Light Dependen Resistor* (LDR) yang dikombinasikan dengan kalman filter. Sensor tersebut telah dikalibrasi pada penelitian sebelumnya dan menghasilkan galat 8.32%, akurasi 83.33% dan presisi 92.17% [11]. Maka dilaksanakan pengkalibrasian ulang sensor dengan metode yang sama seperti penelitian sebelumnya. Pengkalibrasian hanya untuk mendapatkan persamaan linear antara sensor dan cahaya. Gambar 3.3 menunjukan perbandingan hasil ukur antara sensor dan alat ukur luxmeter setelah sensor terkalibrasi.



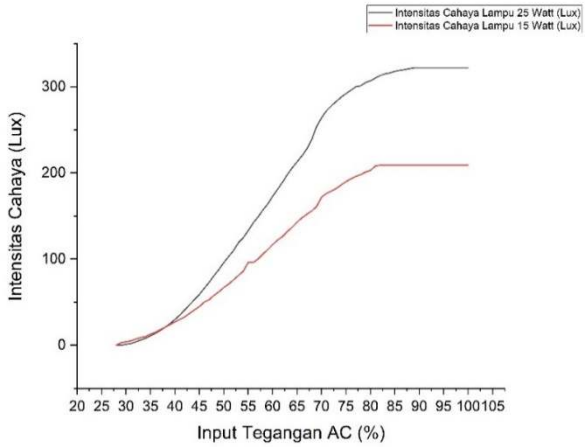
Gambar 2.2 Grafik Antara Input *AC Light Dimmer Module* dan Intensitas Cahaya Lampu

Dari grafik pada gambar 3.3 didapatkan persamaan linear sebagai berikut:

$$y = 0.49 + 1.01x \quad (3)$$

2.3 *AC Light Dimmer Module*

AC Light Dimmer Module merupakan komponen yang berperan sebagai aktuator pada sistem kontrol cahaya. Modul dimmer tersebut dapat mengatur persentasi masukan tegangan dari sumber AC ke lampu. Masukan tegangan tersebut dapat di kontrol oleh mikrokontroller. Skala persentase dari masukan tegangan dan arus dari sumber AC ini adalah 0~100%.



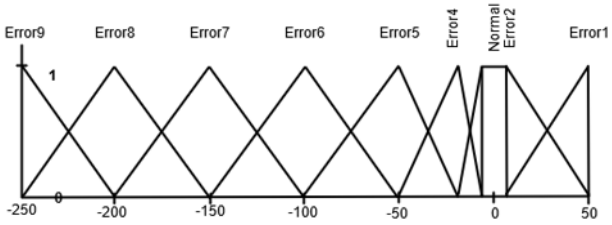
Gambar 2.2 Grafik Antara Input *AC Light Dimmer Module* dan Intensitas Cahaya Lampu

Pada grafik di atas didapat informasi terdapat perbedaan respon antara dua lampu dengan input yang diberikan oleh dimmer, yaitu lampu 15 Watt dan 25 Watt. Grafik di atas menunjukan bahwa lampu 25 Watt yang mampu mecapai *range* yang diharapkan dalam pengujian alat yaitu 120-250 Lux [7]

2.4 Perancangan Logika Fuzzy

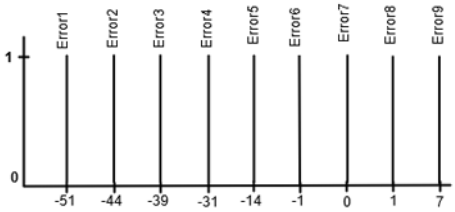
1. *Membership Function*

Pada sistem kontrol ini nilai error akan diamati untuk memperbaiki nilai intensitas cahaya lampu secara terus menerus, seperti yang telah kita ketahui nilai error didapatkan dari selisih antara set poin dan nilai yang didapatkan sensor cahaya. Gambar 2.3 menunjukan fungsi keanggotaan masukan pada sistem.



Gambar 2.3 Membership Function *Input*

Untuk keluarannya akan memiliki sembilan membership function terdiri dari error9,error8 dan lainnya seperti pada gambar 2.4. Kesembilan membership function ini berbentuk keluran singleton seperti berikut:



Gambar 2.4 Membership Function *Output*

2. Basis Aturan

Sistem kontrol pencahayaan ini memiliki satu input dengan *membership function* yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya dan begitu juga dengan outputnya. Maka aturan yang berlaku pada sistem ini ialah:

Tabel 2.1 Basis Aturan

Input	Output
Error9	Error1
Error8	Error2
Error7	Error3
Error6	Error4
Error5	Error5
Error3	Error6
Normal	Error7
Error2	Error8
Error1	Error9

3. Deffuzzifikasi

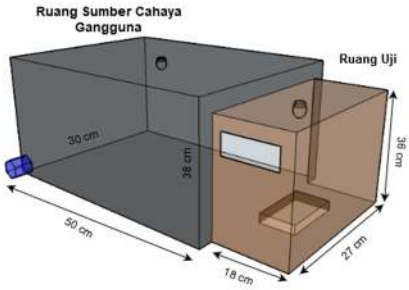
Dalam proses fuzzifikasi ini digunakan metode Sugeno, pada metode Sugeno ini digunakan metode *Center Of Gravity* (COG) untuk deffuzifikasi, rumusnya adalah:

$$Cx = \frac{\sum_i (dix.Wi)}{\sum_i (Wi)}$$

Cx = Keluaran Tegas
dix = Posisi *singleton* di sumbu x (MF output)
Wi = Keluaran *Fuzzy*

2.5 Sistem Pengujian Alat.

Pengujian dilakukan pada dua kondisi, yaitu kondisi ruang tanpa gangguan dan dengan gangguan. Pada kondisi pertama dengan memberikan empat set-poin cahaya lampu yang berbeda yaitu 100, 150, 200 dan 250 lux. Pada kondisi kedua set poin yang diberikan adalah 200 dan 250 lux. Dan gangguan luar yang diberikan adalah 10, 15, 20 dan 30 lux. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pada prototip ini terdiri dari dua ruang. Yang merupakan ruang uji ialah ruang dua, dan ruang satu bertindak sebagai pemberi cahaya gangguan terhadap ruang dua.

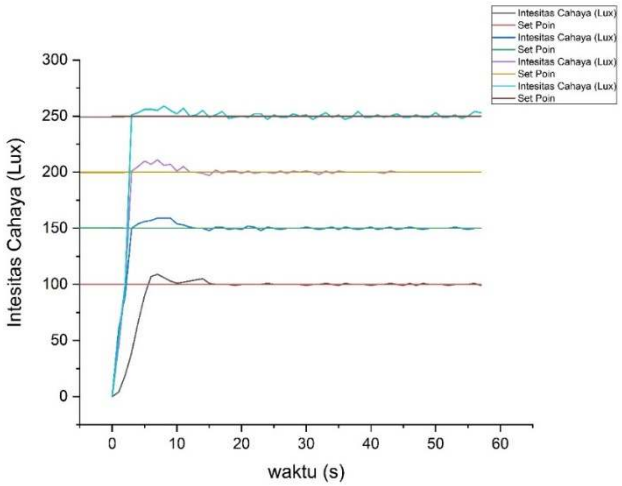


Gambar 2.5 Prototipe Alat

3. Pembahasan

3.1 Hasil pengujian tanpa gangguan cahaya luar

Pada pengujian tahap ini lampu diberikan set poin pada empat titik yaitu 100, 150, 200 dan 250 lux. Pada gambar adalah respon sistem dengan keempat set poin yang telah ditentukan.



Gambar 3.1 Grafik Respon Sistem dengan perubahan set poin

Pada gambar 3.1 menunjukan respon sistem terhadap empat set poin yang telah ditentukan. Dan diperoleh data nilai parameter sistem dinamik sebagai berikut:

Tabel 3.1 Parameter Sistem Dinamik Pada Pengujian Tanpa Gangguan

Set Poin (Lux)	*Rise Time* (*Detik*)	*Settling Time* (Detik)	*Overshoot*	*Steady State Error*
100	8	15	9%	0.37%
150	8	13	6%	0.50%
200	8	12	5.5%	0.33%
250	9	12	3.6%	0.65%
Rata-Rata	8.25	13	4.96%	0.46%

Pada tabel 3.1 parameter yang telah diperoleh dari pengujian pada keempat set poin tersebuh ialah:

- Sistem memerlukan waktu untuk naik (*Rise Time*) selama 8.25 sekon.
- Sistem memerlukan waktu untuk mencapai kondisi *Steady State*-nya selama 13 sekon.
- Nilai rata-rata persentase *overshoot* 4.96%
- Nilai *error* sistem saat dalam keadaan steady adalah 0.46%.

3.2 Hasil pengujian dengan gangguan cahaya luar

Pada tahap pengujian ini set poin yang digunakan adalah 200 lux dan 250 lux. Dan gangguan yang diberikan pada gangguan 10, 15, 20 dan 30 lux. Berikut adalah parameter dinamik sistem dari pengujian sistem dengan gangguan:

1. Set Poin 200 Lux.

Tabel 3.2 Parameter Sistem Dinamik dengan gangguan pada set poin 200 lux

Gangguan (Lux)	*Rise Time* (*Detik*)	*Settling Time* (Detik)	*Steady State Error*
10	8	8	0.33%
15	8	9	0.27%
20	8	8	0.26%
30	8	13	0.33%
Rata-rata	8	9.5	0.30%

Data yang diperoleh diatas adalah waktu naik (*Rise Time*) saat sebelum diberikan gangguan, *Settling Time*, *Overshoot dan Steady State Error* setelah diberikan gangguan. Respon sistem dengan set poin 200 lux ketika diberikan gangguan di keempat titik diatas membutuhkan waktu untuk kembali *steady state* pada set poin adalah 9.5 sekon dan *steady state error* sistem setelah diberikan gangguan adalah 0.30%

2. Set Poin 250 Lux.

Tabel 3.3 Parameter Sistem Dinamik dengan gangguan pada set poin 250 lux

Gangguan (Lux)	*Rise Time* (*Detik*)	*Settling Time* (Detik)	*Steady State Error*
10	8	15	0.63%
15	8	14	0.52%
20	8	12	0.45%

30	8	9	0.48%
Rata-rata	8	12.5	0.52%

Pada set poin 250 lux data respon sistem yang diperoleh adalah sistem membutuhkan waktu 12.5 sekon untuk kembali ke kondisi *steady state* pada set poin dan *steady state error* sistem setelah diberikan gangguan adalah 0.52%.

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan logika fuzzy untuk pengontrolan cahaya lampu ini sangat efektif. Pada pengendali ini mampu bekerja pada set poin 100, 150, 200 dan 250 lux.
2. Performa terbaik ada pada set poin 200 lux. Hasil pengujian tanpa gangguan nilai *rise time* dan *settling time*-nya lebih cepat disbanding dengan set poin lain yaitu 8 detik dan 12 detik. Nilai Persentase *Overshoot* dan *Steady State Error*-nya pun lebih kecil yaitu 5.5% dan 0.33%. Saat diberikan gangguan pun sistem dapat mempertahankan kondisi cahaya tetap pada set poin 200 lux. Dengan menghasilkan *steady state error* 0.30% dan waktu 9.5 detik untuk kembali ke kondisi steady.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, rekomendasi untuk penelitian ini dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Nilai overshoot pada alat ini cenderung tinggi dan cepat. Untuk mengurangi hal tersebut dapat mengkolaborasikan logika fuzzy dengan kontrol PID, sehingga alat ini bekerja optimal.
2. Dengan menggunakan satu sensor LDR pada alat ini kurang efektif dalam penyajian informasi nilai intensitas pada ruangan. Penambahan sensor LDR pada sistem akan membuat alat bekerja lebih baik.

Daftar Pustaka

[1] S. Ameliola and H. D. Nugraha, "Perkembangan Media Informasi dan Teknologi Terhadap Anak dalam Era Globalisasi," 2013.

[2] S. J. Darby, "Smart Technology In The Home: Time For More Clarity," 2017.

[3] D. Bregman, "Smart Home Intelligence - The eHome that Learns," 2010.

[4] W. F. E. Preiser , "Critical Framework," in *Building Evalution*, New Mexico, Springer Science+Business Media, 1989, p. 152.

[5] W. R. Ryckaert, C. Lootens, J. Geldof and P. Hanselaer, "Criteria for energy efficient lighting in buildings," 2009.

[6] I. G. Capeluto, "The influence of the urban environment on the availability of daylighting in office building in Israel," 2003.

[7] Badan Standarisasi Nasional, "Konservasi energi pada sistem pencahayaan," 2000.

[8] J. Liu, W. Zhang, X. Chu and Y. Liu, "Fuzzy Logic Controller for Energy Savings in a Smart LED," 2015.

[9] H. Yang, J. W. M. Bergmans and T. C. W. Schenk, "Illumination Sensing in LED Lighting Systems Based," 2009.

[10] I. A. Jaya and D. Anggelo, "APPLICATION OF FUZZY LOGIC TO CONTROL ROOM ILLUMINATION BASED MICROCONTROLLER," 2011.

[11] M. P. A. Gumilang, "Studi Pengaruh Penggunaan Filter Kalman pada Pengukuran Intensitas Cahaya dalam Sistem Smart Home," 2018.

[13] S. K. Laksono, S. S. M. and A. Triwiyatno ST., "Pengaturan Sudut Fasa Berbasis Logika Fuzzy untuk Sistem Pengaturan Temperatur," 2011.