

Purwarupa Smart Home dengan Multi Sensor dan Kontrol Buka Tutup Jendela Serta Tirai Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy

Prototype Smart Home with Multi Sensor and Control Open Close Window and Curtain Auto Using Fuzzy Logic

Dewa Alit Anugrah Widiasa¹, Ir.Porman Pangaribuan,M.T.², Ekki Kurniawan,S.T.,M.T.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jln. Telekomunikasi No.1 Terusan Buah Batu Bandung 40257 Indonesia

¹dewaalitanugrah@student.telkomuniversity.ac.id, ²porman@telkomuniversity.ac.id,

³ekki.kurniawan@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Saat ini teknologi berkembang dengan sangat cepat dan pesat. Salah satu teknologi yang saat ini sedang berkembang adalah proses otomatisasi didalam rumah dan sering kita dengar dengan sebutan sistem smart home. Jika pada rumah konvensional yang biasa kita temui, dalam penggunaannya masih secara manual seperti membuka pintu, menhidupkan lampu, maupun membuka atau menutup jendela dan tirai. Namun berbeda halnya dengan smart home, dimana pemilik rumah sangat dimanjakan oleh teknologi otomatisasi pada sistem rumah ini.

Pada tugas akhir ini dirancang purwarupa sistem smart home yang berfungsi untuk mengatur dan mengontrol buka tutup tirai serta jendela otomatis dengan metode kontrol fuzzy logic dan mengoptimalkan board Arduino sebagai pengontrol dan pengumpul data. Data yang menjadi input pada sistem ini diperoleh dari hasil pengukuran tiga jenis sensor. Sensor cahaya LDR yang berfungsi mendeteksi intensitas cahaya di luar rumah dan sensor LM35 untuk mendeteksi suhu dalam ruangan. Sedangkan untuk mendeteksi jumlah orang dalam ruangan menggunakan metode counting dengan memaksimalkan fungsi dari dua buah sensor LDR. Output dari sistem ini adalah sudut putar motor servo untuk menggerakkan jendela dan siklus putar motor stepper untuk menggerakkan tirai.

Prototype sistem smart home dengan pengontrolan buka tutup jendela serta tirai otomatis berbasis Arduino UNO yang diujikan di tiga kondisi yaitu saat siang hari yang cerah, mendung dan malam hari. Dengan memaksimalkan metode fuzzy logic perubahan dari setiap kondisi ruangan yang diukur sensor mempengaruhi terbuka maupun tertutupnya jendela serta tirai secara otomatis.

Kata Kunci: Smart Home, Fuzzy Logic, Arduino Uno, Sensor LDR, Sensor LM35

ABSTRACT

Currently the development of technology is developing very quickly and rapidly. One technology that is currently being developed is the automation process in the house and we often hear it as the smart home. In the conventional home that we usually encounter, still use the tools manually like open doors, turn on lights, or open and close the windows or curtains, in smart home we will see the differences. However, unlike the case with smart home, where the homeowners are very spoiled by automation technology.

In this final project, a prototype system will be designed. This prototype system had a functions to regulate and control the open and closed blinds and window automatic with fuzzy logic control methods and optimize the Arduino board as a controller and data collectors. The data then will be input into the system is obtained from the measurement of three types of sensors. LDR light sensors will detects the light intensity from the outdoors and LM35 sensor will detect the temperature in the room. As for detecting the number of people in the room a counting method by maximizing the function of two LDR sensors will be used. The output of this system is the

swivel angle servo motors to move the window and the turntable cycle of the stepper motors to move the curtain.

Prototype smart home system by controlling open close windows and blinds automatically based on Arduino UNO will be tested in three conditions which is in the bright daylight, cloudy and night. By maximizing the methods of fuzzy logic changes from every room conditions that will be measured the sensor will affect the open and close of the window and curtain automatically.

Keywords: Smart Home, Fuzzy Logic, Arduino Uno, LDR Sensor, LM35 Sensor

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Saat ini teknologi berkembang sangat pesat, Salah satu contohnya adalah otomatisasi suatu perangkat yang dapat memudahkan atau memberi kenyamanan kepada manusia. Awalnya sistem otomatisasi hanya digunakan dalam dunia industri untuk menggerakkan mesin-mesin secara otomatis. Namun kini segala macam sistem dapat diotomatisasi bukan hanya di bidang industri saja. Salah satu yang saat ini sedang berkembang adalah proses otomatisasi di dalam rumah. Sistem tersebut sering kita dengar dengan sebutan smart home. Dalam rumah konvensional pengaturan sirkulasi udara maupun cahaya masih tradisional, yaitu dengan membuka jendela maupun tirai secara manual. Membuka maupun menutup jendela dan tirai tiap harinya sangat tidak efisien jika dilakukan masih dengan cara manual. Ditambah lagi dengan kesibukan pemilik rumah yang terkadang enggan atau lupa untuk membuka maupun menutup jendela pada ruangan. Namun berbeda halnya dengan smart home, dimana pemilik rumah sangat dimanjakan oleh teknologi otomatisasi pada sistem rumah ini.

Dalam sebuah bangunan rumah yang sehat, harus memiliki sirkulasi udara yang baik dan tentunya mendapatkan pencahayaan sinar matahari yang cukup. Jendela dan tirai dalam hal ini memegang peranan penting dalam menciptakan suasana nyaman suatu rumah. Namun jika dalam kesehariannya tidak terdapat aliran udara maupun sinar yang cukup, akan menyebabkan ketidaknyamanannya ruangan tersebut. Dari permasalahan yang ada, di mana jendela maupun tirai merupakan faktor penting yang menciptakan kenyamanan dalam suatu ruangan. Maka dalam tugas akhir ini dirancang bangunan prototype sistem pengaturan jendela dan tirai otomatis sesuai dengan kondisi pada ruangan tersebut. Jendela maupun tirai akan terbuka atau tertutup secara otomatis dengan menyesuaikan kondisi lingkungan saat itu. Kondisi yang berubah-ubah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya, suhu, kepadatan jumlah orang dalam ruangan. Dapat dilihat pada gambar berikut faktor yang mempengaruhi kondisi ruangan:

Sistem ini menggunakan ATMEGA 328 yang sudah terintegrasi dalam board arduino uno r3 sebagai mikrokontroler pengumpul dan pengontrol data. Terjadi proses ADC (Analog to Digital Converter) pada mikrokontroler dalam proses pengumpulan data kondisi ruangan dari beberapa sensor. Dari data hasil ADC ini digunakan metode control fuzzy logic untuk mendapatkan variable output berupa sudut terbukanya jendela maupun tirai. Output logika fuzzy ini menjadi acuan dalam putaran motor stepper dan motor servo sebagai penggerak jendela dan tirai. Dengan memanfaatkan perputaran persiklus pada motor stepper dan memaksimalkan putaran sudut motor servo, diharapkan dapat membuka maupun menutup jendela dan tirai dengan baik sesuai hasil analisa output fuzzy.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Transducer adalah peralatan yang merubah variabel fisik seperti gaya tekanan, temperatur, kecepatan menjadi bentuk variabel yang lain. Pada umumnya, semua alat yang dapat mengubah atau mengkonversi suatu energi ke energi lainnya dapat disebut sebagai Transduser (Transducer). Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Sensor merupakan komponen yang penting dalam suatu otomasisasi suatu alat, karena peran sensor dapat diartikan sebuah mata yang menjadi acuan untuk bekerjanya suatu alat.

2.2 Motor Listrik

Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatis menggunakan gaya elektrostatis. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik.

Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC. Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet.

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler (pengendali mikro) pada suatu rangkaian elektronik berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalannya proses kerja dari rangkaian elektronik. Di dalam sebuah IC mikrokontroler terdapat CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC, dan peralatan internal lainnya yang saling terhubung dan terorganisir (teralamati) dengan baik. Mikrokontroler digunakan dalam sistem elektronik modern, seperti: Sistem manajemen mesin mobil, keyboard komputer, instrumen pengukuran elektronik (seperti multimeter digital, synthesizer frekuensi, dan osiloskop), televisi, radio, telepon digital, mobil phone, microwave oven, IP Phone, scanner, PLC (Programmable Logic Controller), robot, sistem otomatisasi, dan lain-lain.

2.4 Fuzzy Logic

Logika Fuzzy merupakan salah satu metode kontrol yang di perkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Fuzzy secara bahasa memiliki arti samar, dengan kata lain logika fuzzy adalah logika yang samar. Dimana pada logika fuzzy kebenaran suatu nilai tidak dapat ditentukan secara tegas atau pasti namun pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan perkiraan. Metode ini tidak memerlukan persamaan dari suatu plant yang akan di kontrol sehingga membuatnya mudah di mengerti dan digunakan oleh banyak orang. Dalam penentuan fungsi keanggotaan pada logika fuzzy memiliki rentang nilai antara 0 (nol), 1 (satu), dan diantara nol dan satu. Rentang nilai ini menunjukkan kondisi dimana suatu nilai dapat bernilai salah dan benar secara bersamaan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Dalam kontrol fuzzy logic terdapat beberapa tahapan oprasional yang meliputi fuuzzyfication, Fuzzy Rule, Defuzzyfication.

2.4.1 Fuzzyfication

Dalam proses fuzzyfication terdapat beberapa hal yang yang harus ditentukan terlebih dahulu, yaitu himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, variabel linguistik. Himpunan fuzzy atau fuzzy set merupakan himpunan nilai yang akan dijadikan masukan dan keluaran pada tahapan selanjutnya yaitu fuzzy rule. Fungsi keanggotaan merupakan representasi dari himpunan *fuzzy (fuzzy set)* yang merupakan pengelompokan nilai linguistik yang mewakili nilai derajat keanggotaan setiap variabelnya. Variabel linguistik adalah sebuah variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata dalam bahasa alamiah bukan angka.

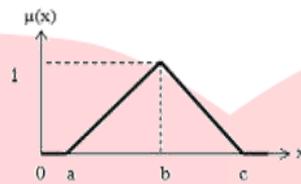
Berdasarkan nilai tegasnya, fungsi keanggotaan berkisar antara 0.00 sampai dengan 1.00. Jika A : himpunan *fuzzy*, μ_A : fungsi keanggotaan dan X : semesta, maka fungsi keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* dapat dinyatakan dengan :

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$$

1. Fungsi Keanggotaan

Dalam menentukan fungsi keanggotaan *fuzzy* seringkali digunakan dalam 2 cara yaitu sebagai berikut:

1.1. Fungsi Segitiga

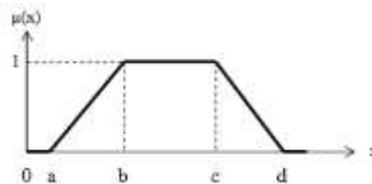


Gambar 2.1 Fungsi Keanggotaan Segitiga

Persamaan fungsi keanggotaan segitiga adalah:

$$f(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (2.1)$$

1.2. Fungsi Trapesium



Gambar 2.2 Fungsi Keanggotaan Trapesium

Persamaan fungsi keanggotaan trapesium adalah:

$$f(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x \leq d \\ 0, & x > d \end{cases} \quad (2.2)$$

2. Pemodelan Keluaran Sistem

Sedangkan untuk keluaran sistem yang digunakan adalah jenis model aturan Sugeno. Dapat dikatakan model sugeno memiliki sistem yang lebih sederhana dibandingkan model mandani karena himpunan keluarannya berupa *single tone* atau pulsa. Jika sistem membutuhkan respon yang cepat maka model sugeno adalah pilihan yang tepat. Pada model sugeno terdapat tiga metode yang harus dikerjakan, yaitu mencari nilai *weight average* (WA), mencari nilai maksimal menggunakan operator *OR* dan mencari nilai minimal dengan menggunakan operator *AND*.

2.4.2 Fuzzy Rule

Fuzzy Rule adalah proses pengolahan nilai dari fungsi keanggotaan variabel *input* dengan fungsi keanggotaan variabel *output*. Nilai hasil pemetaan pada *fuzzy rule* akan menjadi aturan-aturan untuk menentukan respon sistem terhadap *set point*.

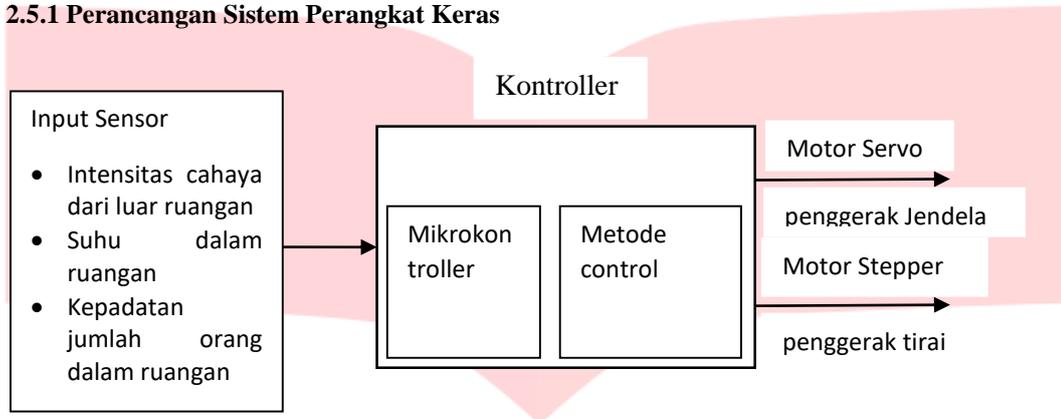
2.4.3 Defuzzyfication

Defuzzyfication adalah proses pemetaan dari hasil pengolahan data pada *fuzzy rule* ke dalam nilai-nilai kuantitatif.

2.5 Perancangan Sistem

Desain sistem atau perancangan sistem adalah merancang atau mendesain suatu sistem yang baik, yang isinya adalah langkah-langkah operasi dalam proses pengolahan data dan prosedur untuk mendukung operasi sistem. Desain ini digunakan sebagai acuan gambaran umum sistem atau mendefinisikan cara kerja sistem secara singkat dan umum.

2.5.1 Perancangan Sistem Perangkat Keras



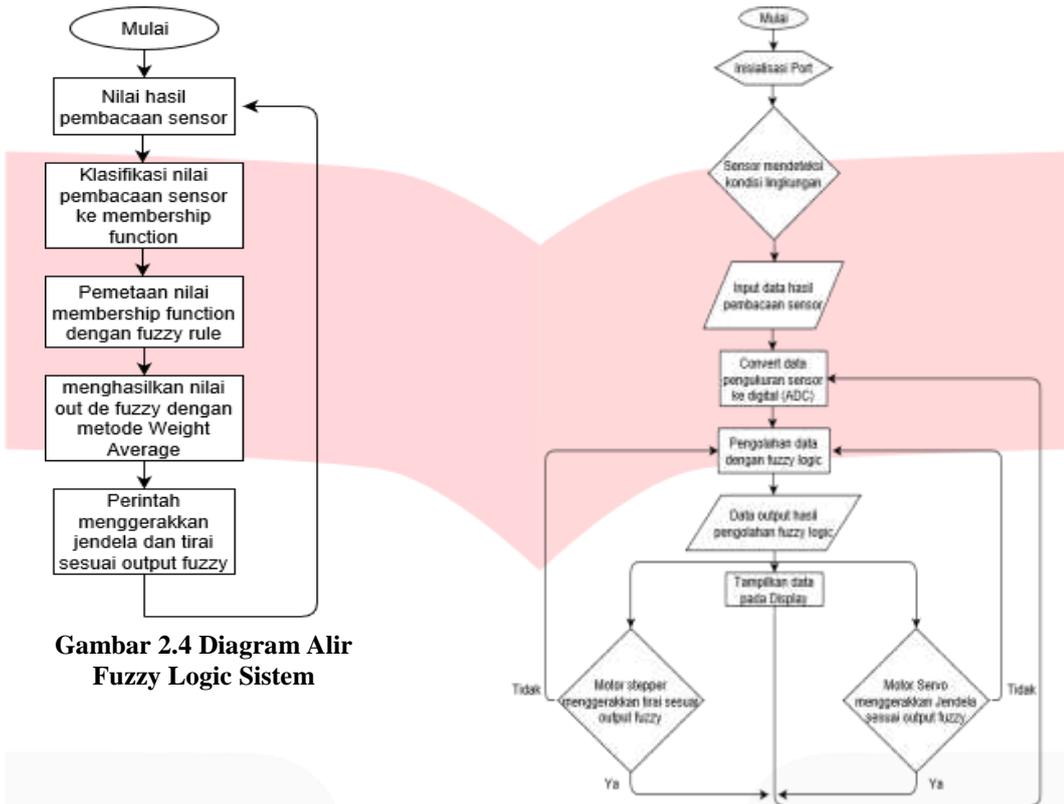
Gambar 2.3 Diagram Blok Sistem Tugas Akhir

Dari Gambar 2.3, input sistem berasal dari 3 jenis sensor yang berbeda. Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) ditempatkan pada atap rumah sehingga dapat dibedakan kondisi gelap maupun terang dihitung dari intensitas cahaya yang masuk pada sensor LDR. Temperatur dalam ruangan yang disebabkan oleh sirkulasi udara yang tidak memadai diukur menggunakan sensor LM35. Akan didapat kondisi ruangan yang berbeda-beda tergantung hasil pengukuran dua kondisi dari sensor ini. Ditambah lagi dengan faktor kepadatan jumlah orang dalam ruangan yang diukur menggunakan perhitungan *counting* pada penempatan dua sensor LDR.

Sesuai dengan data hasil perhitungan tiga sensor yang dipasang, menjadi input dari board Arduino Uno sebagai pengontrol dan pengumpul data. Data dari hasil pengumpulan sensor masuk pada port analog in arduino uno sehingga dapat diconvert hasil pengukuran analog ke digital. Analog to digital convert ini diprogram dalam arduino menggunakan bahasa pemrograman C sehingga menghasilkan nilai pengukuran digital yang dapat mempengaruhi perhitungan *fuzzy logic* yang digunakan.

2.5.2 Perancangan Sistem Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak sistem control jendela serta tirai otomatis menggunakan bahasa pemrograman Arduino, yaitu bahasa C yang meliputi deklarasi setiap library, input dan output sistem, pengaturan baudrate serta pemrograman algoritma metode fuzzy logic yang digunakan. Perancangan perangkat lunak sistem dibagi menjadi 2 bagian, yaitu : Perancangan Perangkat Lunak Sistem Secara Keseluruhan dan Perancangan Perangkat Lunak Metode Kontrol Sistem.

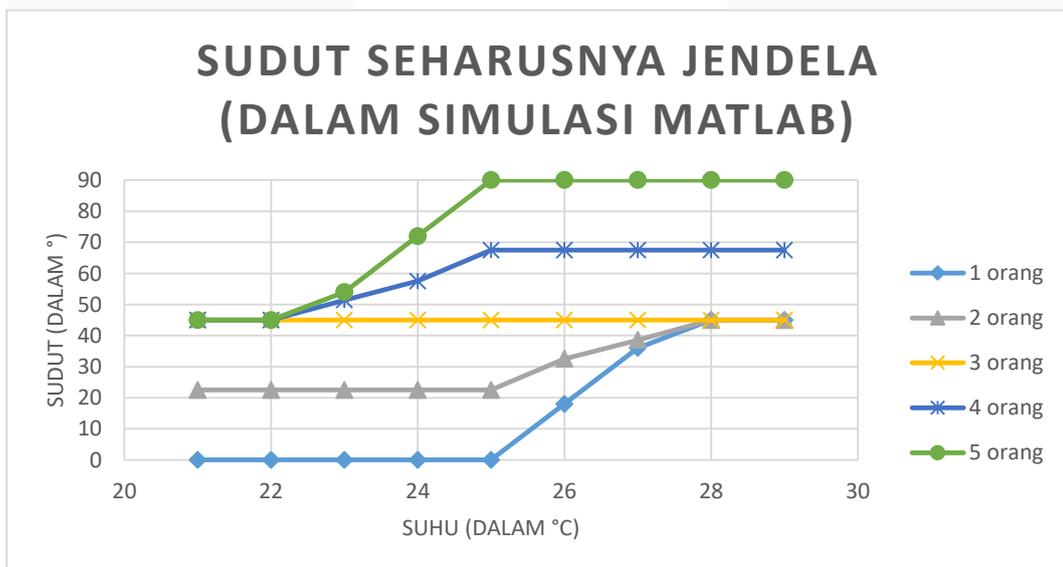


Gambar 2.4 Diagram Alir Fuzzy Logic Sistem

Gambar 2.5 Diagram Alir Sistem Keseluruhan

3. Pengujian dan Analisis

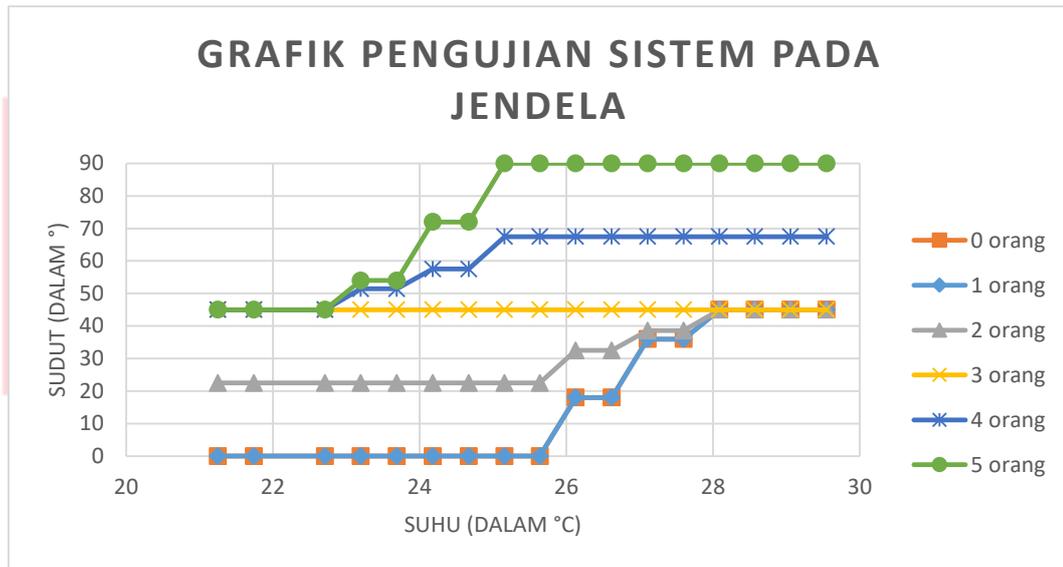
3.1 Pengujian Sudut Jendela dalam MATLAB



Gambar 2.6 Output Sudut Jendela Pada Matlab

Pada Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa pengujian matlab untuk keluaran jendela memiliki derajat sudut bukaan yang berbeda beda untuk 2 indikator input yang sudah ditentukan.

3.2 Pengujian Sudut Jendela pada Sistem yang Dibuat

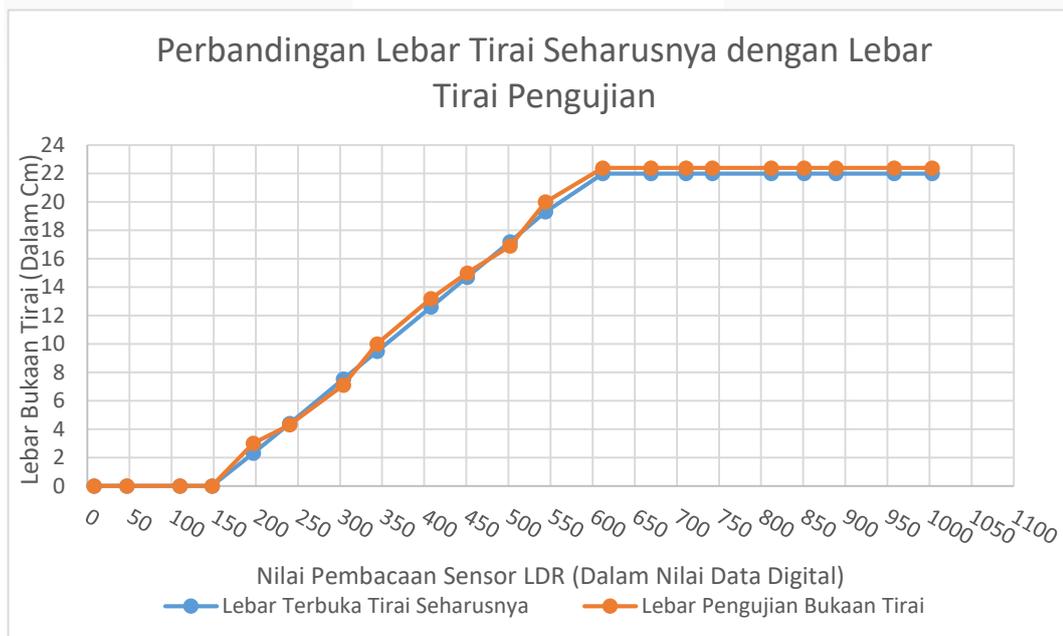


Gambar 2.7 Output Sudut Jendela Pada Sistem

Pada hasil output pengujian sistem terdapat perbedaan sudut yang diakibatkan kemampuan mekanik dari sistem yang dibuat sehingga pada pengujiannya mengalami beda hasil yang biasa disebut dengan eror sistem.

3.2 Pengujian Hasil Simulasi Matlab dengan Lebar Terbuka Tirai pada Sistem

Karena lebar terbuka tirai dipengaruhi sinar matahari yang berubah-ubah intensitas cahayanya, maka pengujian dilakukan dalam ruangan gelap dan tertutup dengan cahaya hanya dari lampu yang diubah-ubah jaraknya sehingga didapat perubahan intensitas yang diinginkan saat pengujian. Intensitas cahaya terukur dengan nilai analogread terbaca dari pin arduino yang terhubung dengan sensor LDR. Intensitas cahaya yang terbaca adalah dari nilai 0 – 1023 dan pengukuran tirai dari perubahan intensitas cahaya yang diinginkan dalam range sebesar ±50 desimal. Untuk hasil lebar pengujian bukaan tirai dengan Lebar bukaan tirai dalam simulasi dapat dilihat dari Gambar 2.7.



Gambar 2.8 Perbandingan Hasil Pengujian Tirai dengan Simulasi

Dari hasil pengujian lebar bukaan tirai seperti pada Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan hasil pengujian dengan simulasi yang dibuat. Untuk lebih jelasnya besar eror sistem pada tirai dapat dilihat dari Tabel 4.14. Perbedaan lebar bukaan tirai bisa disebabkan faktor mekanik dari motor stepper dan gear yang digunakan sebagai poros pergerakan tirai.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukannya pengujian berulang-ulang untuk mendapatkan sudut jendela maupun tirai pada kondisi yang berbeda-beda, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil pengujian tersebut, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dibuat mampu merespon setiap perubahan kondisi ruangan yang terjadi dengan menyesuaikan lebar terbukanya jendela serta tirai dengan memaksimalkan metode control fuzzy logic.
2. Dalam pengujian sensor dapat disimpulkan kondisi ruangan dalam klasifikasi berbeda-beda untuk setiap nilai pembacaan sensornya, diantaranya:
 - Cahaya gelap: $X < 150$, Cahaya redup: $150 \leq X < 600$, Cahaya terang: $X \geq 600$.
 - Suhu dingin: $X < 22.5^{\circ}\text{C}$, Suhu normal: $22,5^{\circ}\text{C} \leq X < 27.5^{\circ}\text{C}$, Suhu panas: $X \geq 27.5^{\circ}\text{C}$.
 - Jumlah orang sedikit: 1 orang, Jumlah orang sedang: ≤ 2 orang & ≥ 4 orang, Jumlah orang banyak: ≤ 5 orang.
3. Dalam pengujian sistem setelah dibandingkan dengan simulasi terdapat eror output untuk setiap kondisi ruangan yang berbeda.
 - Untuk jumlah 1 orang dalam ruangan terdapat eror sudut jendela maksimal sebesar $11,52^{\circ}$ pada saat suhu ruangan $25,64^{\circ}\text{C}$.
 - Untuk jumlah 2 orang dalam ruangan terdapat eror sudut jendela maksimal sebesar $6,9^{\circ}$ pada saat suhu ruangan $25,64^{\circ}\text{C}$.
 - Untuk jumlah 3 orang dalam ruangan tidak terdapat sudut eror untuk setiap perubahan pembacaan suhu ruangan.
 - Untuk jumlah 4 orang dalam ruangan terdapat eror sudut jendela maksimal sebesar $7,2^{\circ}$ pada saat suhu ruangan $24,67^{\circ}\text{C}$.
 - Untuk jumlah 5 orang dalam ruangan terdapat eror sudut jendela maksimal sebesar $12,42^{\circ}$ pada saat suhu ruangan $23,69^{\circ}\text{C}$.
 - Dari data hasil pengujian tirai menunjukkan eror pada sistem tidak lebih dari 1Cm, namun kesalahan terjadi 17 kali dari 21 kali data output pengujian tirai yang dilakukan.

Daftar Pustaka

- [1] D. H. Wijaya, "Smart Home," Green Computing, 2014.
- [2] "Mengenal Arduino Uno r3 dan spesifikasi" 2015. [Online] Available: <http://ecadio.com/mengenal-dan-belajar-arduino-uno-r3> [Accessed 2 November 2016].
- [3] Hari Santoso, "Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya" 2015. [Online]. Available: <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html> [Accessed 2 November 2016].
- [4] "Membuat Sensor Suhu Presisi dengan Arduino + LM35" 2015 [Online]. Available: <http://www.elangsakti.com/2015/05/rangkaian-arduino-suhu-lm35.html> [Accessed 3 November 2016].
- [5] "Handout Mata Kuliah Artificial Intelligence".Universitas Widyagama Malang, 2008. Available: http://yuliana.lecturer.pens.ac.id/KecerdasanBuatan/ppt/LogikaFuzzy/Logika_Fuzzy.pdf [Accessed 23 November 2016].
- [6] "Handout Dasar-Dasar Fuzzy Logic". UNIVERSITAS PADJADJARAN, 2008. Available: http://pustaka.unpad.ac.id/wpcontent/uploads/2010/07/dasar_dasar_fuzzy_logic.pdf [Accessed 23 November 2016].
- [7] "PENGERTIAN DAN DASAR LOGIKA FUZZY" 2013. [Online]. Available: <http://joinsuccess.blogspot.co.id/2011/05/pengertian-dan-dasar-logika-fuzzy.html> [Accessed 28 November 2016].
- [8] Kusumadewi. S dan H. Purnomo. (2004). "Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Mendukung Keputusan". Graha Ilmu, Yogyakarta.