

# Monitoring dan Kendali Peralatan Elektronik Menggunakan Logika Fuzzy Melalui Website Dengan Protokol HTTP

Muhammad Priyono Tri Sulistyanto<sup>1</sup>, Kadwi Suharsono<sup>2</sup>, Danang Aditya Nugraha<sup>3</sup>

**Abstrak**— *Smart Home* atau *Home Automation* yang dewasa ini terus dikembangkan di seluruh dunia merupakan konsep rumah yang dilengkapi dengan kecanggihan teknologi internet sehingga pemilik rumah dapat memonitor aktivitas di dalam nya dari luar dan melakukan pengendalian otomatis terhadap peralatan-peralatan elektronik yang terdapat di rumah. Kehadiran IoT (Internet of Things) yang membuat peralatan elektronik dapat saling berbagi informasi elektronik melalui jaringan internet menggunakan protokol HTTP. Penelitian ini membangun prototipe monitoring dan pengontrolan peralatan elektronik menggunakan logika fuzzy dilengkapi dengan monitoring status peralatan melalui website. Input dari sensor LDR dan waktu diproses dalam mesin fuzzy untuk mengatur lampu, sedang input dari sensor kelembaban dan suhu diproses untuk mengatur aktuator berupa kipas angin. Prototipe yang dibuat menggunakan modul eletronik Arduino sebagai pengendali peralatan elektronik yang berisi fuzzy logic inference serta dan ditampilkan pada web server untuk memonitor status peralatan yang dikirim dari Arduino.

**Kata Kunci**—Smart Home, Fuzzy Logic, Telecontrolling, Arduino

## I. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi), perwujudan tempat hunian pintar atau Smart Home menjadi satu hal yang semakin diharapkan oleh masyarakat modern. Kemudian adanya perkembangan teknologi IoT (Internet of Things), implementasi Smart Home ini menjadi hal yang mungkin. IoT memungkinkan setiap peralatan elektronik dapat terhubung dengan internet dan dapat mengidentifikasi dengan sendirinya antar perangkat yang lain [1].

Kemampuan *Smart Home* adalah mampu memberikan informasi kepada pemilik tentang status rumah yang dihuni dan dapat mengendalikan peralatan elektronik secara otomatis atau terjadwal. Konsumsi energy listrik dari peralatan dapat dikontrol dan

dimonitor secara periodik, sebagai akibatnya penghematan energi dapat dicapai sesuai dengan skema dan kebutuhan pemilik hunian [2].

Penelitian lain [3] telah dilakukan dalam mengimplementasikan pembelajaran IoT pada suatu institusi pendidikan dimana pada penerapannya pengontrolan sederhana lampu LED melalui website dengan Arduino dan Internet Shield. Pada penelitian yang lain juga telah dilakukan sebelumnya [4], rancangan yang dibuat belum mengintegrasikan antara Raspberry, Arduino dan konsep kecerdasan buatan. Peranan komputer masih sebagai alat untuk melakukan *monitoring* dan *controlling* saja, belum ada kemampuan untuk memberikan solusi / alternatif dari informasi elektronik dari masing-masing sensor.

Perkembangan yang sedemikian pesat mengenai teknologi TIK ini perlu diimbangi dengan pengembangan bahan pembelajaran yang up to date. Hal ini perlu diterapkan pada mata kuliah khususnya di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Kanjuruhan Malang, sebagai pengayaan terhadap teknologi terkini.

Dari penjelasan sebelumnya, penelitian akan mewujudkan konsep Smart Home dengan menggunakan Raspberry Pi dan Arduino yang dilengkapi dengan algoritma pemrograman kecerdasan buatan. Raspberry Pi sebagai otak pengendali utama dan sebagai server dalam menerima informasi elektronik sensor yang dikirimkan oleh Arduino. Pemrograman dengan algoritma kecerdasan buatan akan dipasang pada Raspberry Pi yang memiliki sistem operasi Raspbian. Sedangkan Arduino sebagai pengendali langsung peralatan elektronik melalui perantara relai sebagai contoh lampu, kipas angin, dan peralatan yang lain.

## Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang sebelumnya yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Penelitian ini membuat prototipe Smart Home berbasis Raspberry Pi dan Arduino
2. Pengendalian dilakukan melalui teknologi Intranet/Internet dengan komputer
3. Implementasi kecerdasan buatan dipasang pada papan Raspberry Pi dengan sistem operasi Raspbian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

<sup>1</sup> Muhammad Priyono Tri Sulistyanto adalah pengajar di program studi Teknik Informatika Universitas Kanjuruhan Malang; email [m.priyono.ts@unikama.ac.id](mailto:m.priyono.ts@unikama.ac.id)

<sup>2</sup> Kadwi Suharsono adalah pengajar di program studi Teknik Informatika Universitas Kanjuruhan Malang

<sup>3</sup> Danang Aditya Nugraha adalah pengajar di program studi Teknik Informatika Universtias Kanjuruhan Malang

### Definisi Smart Home

Smart Home atau secara harfiah diterjemahkan menjadi Rumah Pintar telah muncul lebih dari satu abad dalam science-fiction (fiksi ilmiah), majalah hunian, eksibisi, korporasi bisnis maupun proyek pribadi [5].

Smart Home dapat diartikan sebagai hunian yang menggabungkan jaringan komunikasi yang menghubungkan peralatan elektronik kunci dan layanannya sehingga memungkinkan semuanya dapat dikendalikan, dipantau maupun diakses [6]. Definisi yang lain dari [7] mengartikan smart home adalah hunian yang diperlengkapi dengan teknologi informasi dan komputasi yang mengantisipasi dan merespon kebutuhan dari penghuni dan bekerja untuk menaikkan kenyamanan, kemudahan, keamanan dan hiburan melalui manajemen teknologi dalam rumah dan koneksi ke dunia luar.

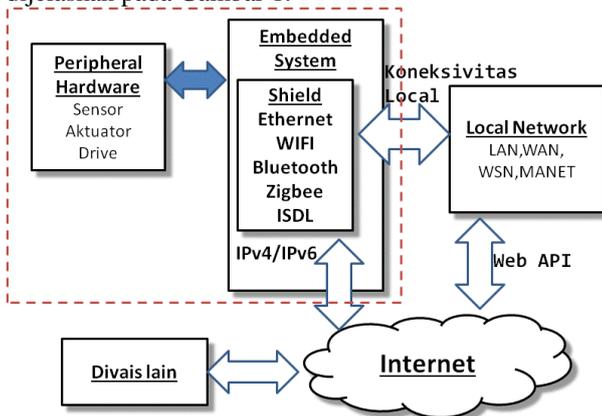
Elemen di dalam rumah yang dibutuhkan untuk menjadi "smart":

1. Jaringan internal, berisi perkawatan, kabel, nir-kabel.
2. Kontrol cerdas, sebagai gateway untuk mengatur system
3. Otomatisasi rumah, sebagai produk dimana rumah dan koneksi ke layanan dan sistem diluar rumah.

### IoT (Intenet of Things)

Peranan internet dalam kehidupan masyarakat modern sehari-hari menjadi bagian yang tidak dapat terpisahkan, sehingga kemudian lahir konsep mengenai IoT. IoT didefinisikan sebagai interkoneksi dari perangkat komputasi tertanam (embedded computing devices) yang teridentifikasi secara unik dalam keberadaan infrastruktur internet [8].

Dapat ditarik kesimpulan bahwa IoT pada dasarnya menghubungkan Embedded System ke Internet yang dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Intenet of Things dengan Embedded System

### Arduino

Arduino adalah platform elektronik bersifat open source yang berbasis pada kemudahan penggunaan hardware dan software. Arduino mengkombinasi mikrokontroler keluarga Atmel dengan hardware standar ke dalam papan pengembangan dengan bootloader di dalamnya untuk pemrograman *embedded* secara *plug and play* [9].

Dengan kemudahan di dalamnya, Arduino telah menarik hati banyak non-perekayasa (non-engineer).

Arduino (seri Arduino UNO) menjadi platform populer dalam embedded system selain Raspberry Pi.

### Raspberry Pi

Raspberry Pi (Rpi) merupakan sebuah komputer seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation [4]. Pada awalnya, Raspberry Foundation membangun RPi untuk mengajarkan anak-anak tentang bagaimana memprogram, sehingga Rpi merupakan divais istimewa yang sangat cocok untuk tujuan tersebut. Selain itu RPi dapat digunakan untuk banyak tujuan yang menarik sebagai contoh RPi dapat diubah menjadi multimedia center, digunakan sebagai web server yang murah ataupun bermain game klasik (Schmidt, 2012).

RPi juga merupakan mesin yang luar biasa untuk bereksperimen dengan elektronika. Berkebalikan dengan banyak papan mikrokontroler populer seperti Arduino, RPi menjalankan sistem operasi yang beragam dan berbagai bahasa pemrograman untuk membuat proyek.

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. Model Raspberry Pi Zero dengan ukuran lebih kecil dan I/O terbatas dengan kemampuan General Purpose Input/Output dirilis pada bulan November 2015 dengan kisaran harga US \$5. Model Raspberry Pi 2 dengan tambahan RAM dirilis pada bulan Februari 2015. Model terbaru Raspberry Pi 3 Model B dirilis pada bulan Februari 2016 dengan tambahan modul WiFi dan Bluetooth dengan kisaran harga US \$20-35.

Semua model mengutamakan SoC (System on Chip) dari Broadcom yang memiliki CPU (central processing unit) ARM dan GPU (graphical processing unit) VideoCore IV. Kecepatan CPU berkisar dari 700 MHz sampai dengan 1.2 GHz pada RPi 3 dan memori internal RAM dari 256MB sampai dengan 1G. Kartu memori SD (Secure Digital) digunakan untuk menyimpan sistem operasi dan program baik dalam ukuran SDHC atau microSDHC. Sebagian besar model memiliki port USB dari satu sampai dengan empat slot, dan slot HDMI, composite video output dan jack audio 3.5mm. Output tingkat rendah disediakan sejumlah pin GPIO yang mendukung protokol semisal I2C (inter integrated circuit). Model B memiliki port ethernet 8P8C dan Rpi 3 memiliki tambahan WiFi 802.11n dan Bluetooth internal.

Foundation menyediakan sistem operasi Raspbian, distribusi Linux berbasis Debian, untuk didownload, selain itu terdapat sistem operasi pihak ketiga seperti Ubuntu, Windows 10 IOT Core, RISC OS dan distribusi khusus media center. Raspberry Pi mempromosikan bahasa pemrograman utama Python dan Scratch, dan mendukung bahasa pemrograman lainnya.

Pada bulan Februari 2016, Raspberry Pi Foundation mengumumkan bahwa mereka menjual divais sebanyak delapan juta unit yang membuat penjualan terbaik personal komputer di Inggris. Penjualan pada bulan September 2016 telah menembus sepuluh juta unit.

### Artificial Intelligence

Sejarah artificial intelligence (AI) telah muncul pada era tahun 40an. Beberapa kalangan mengartikan artificial intelligence sebagai kecerdasan buatan, kepandaian buatan, kecerdasan arifisial, ataupun intelegensia buatan [11]. Menurut [12] merupakan studi sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer atau mesin dapat melakukan hal-hal yang lebih baik seperti yang manusia lakukan saat ini, sedangkan menurut kamus Oxford [13] AI adalah pengembangan dan penggunaan dari program komputer untuk menduplikasi perilaku kecerdasan manusia.

Banyak bidang yang berawal dari AI seperti *computational intelligence*, *soft computing*, *fuzzy systems*, *evolutionary computation* dan banyak bidang lain yang fokus pada bidang kajian dan permasalahan tertentu.

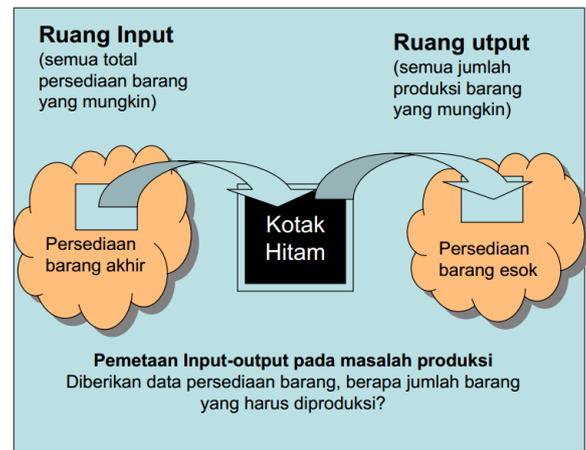
### Fuzzy Logic Systems

Sistem logika fuzzy mengikuti cara penalaran manusia yang cenderung menggunakan pendekatan bukan eksak. Sebuah pendekatan terhadap ketidakpastian yang memiliki range nilai real [0..1] dan menggunakan operasi logika. Logika fuzzy bukanlah merupakan logika yang tidak jelas (kabur) melainkan logika yang digunakan untuk menggambarkan ketidakjelasan.

Logika fuzzy merupakan peningkatan dari logika boolean yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian. Logika klasik (crisp logic) menyatakan bahwa segala hal dapat diwujudkan dalam domain binary (hitam atau putih, 0 atau 1, ya dan tidak), sehingga tidak ada nilai diantaranya. Logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran, maksudnya terdapat nilai diantara hitam dan putih (abu-abu).

Alasan dari penggunaan logika fuzzy ini adalah logika ini (1) mudah dimengerti karena konsep matematisnya sederhana, (2) sangat fleksibel, (3) memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat (kabur), (4) mampu memodelkan fungsi-fungsi non-linear yang sangat kompleks, (5) dapat menerapkan pengalaman pakar secara langsung tanpa proses pelatihan, (6) dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional, dan (7) didasarkan pada bahasa alami.

Logika fuzzy merupakan salah satu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output, seperti dalam Gambar 2. Logika fuzzy sebagai kotak hitam untuk memetakan input dan output



Gambar 2. Logika fuzzy sebagai kotak hitam untuk memetakan input dan output

### Fuzzy Expert System

Terdapat beberapa model yang digunakan dalam memecahkan masalah menggunakan fuzzy expert system, diantaranya: (1) Model Fuzzy Mamdani, (2) Model Fuzzy Sugeno, dan (3) Model fuzzy Tsukamoto.

Operasi dari sistem pakar fuzzy melalui 4 fungsi utama:

- Fuzzification, pendefinisian himpunan fuzzy dan penentuan derajat keanggotaan dari crisp input pada sebuah himpunan fuzzy
- Inferensi, evaluasi kaidah/aturan/rule fuzzy untuk menghasilkan output dari tiap rule
- Komposisi, agregasi atau kombinasi dari keluaran semua rule
- Defuzzification, perhitungan crisp output

## III. METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam membuat rancang bangun Prototipe Smart Home Dengan Kecerdasan Buatan Berbasis Arduino dan Raspberry Pi secara garis besar terdapat tiga tahap penelitian yang dilakukan yaitu tahap persiapan, tahap perakitan dan implementasi, tahap pengujian. Metode penelitian dilakukan sesuai dengan tahapan yang digambarkan seperti tabel berikut:

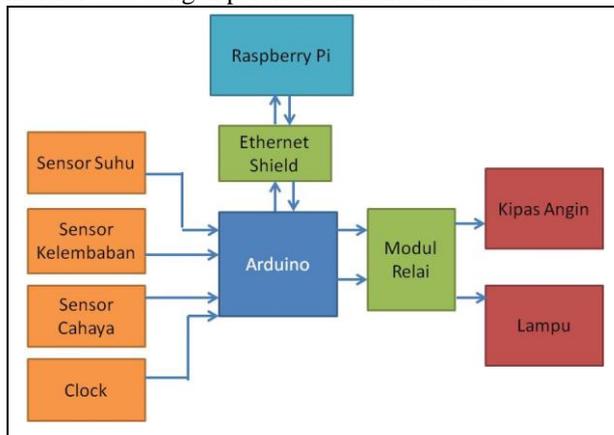
Tabel 1. Tahapan Penelitian

Kegiatan	Prosedur
<b>Tahap Persiapan</b>	
Rancangan diagram smart home	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Studi literatur</li> <li>2. Tentukan ukuran dan dimensi prototipe</li> <li>3. Desain ukuran menggunakan UML</li> </ol>
Rancangan desain rangkaian listrik	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparasi sensor temperatur, kelembaban, cahaya</li> <li>2. Preparasi aktuator kipas angin, lampu pijar</li> <li>3. Preparasi arduino, raspberry pi</li> <li>4. Preparasi komponen-komponen elektronika</li> <li>5. Desain konstruksi prototipe dengan fritzing</li> </ol>
Rancangan IoT (Internet of Thing)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparasi Ethernet shield, switch/ router,</li> <li>2. Preparasi kabel lan dan wifi</li> </ol>

	3. Perancangan web untuk memonitor data
Rancangan satu sistem keseluruhan	1. Dilakukan analisa desain 2. Dirancang ulang hingga menjadi desain yang portable.
<b>Kegiatan</b>	<b>Prosedur</b>
<b>Tahap Perakitan dan Implementasi</b>	
Perakitan sistem kendali peralatan elektronik	1. Perakitan sistem sensor dengan Arduino 2. Pemrograman sistem kontrol dalam Arduino dengan program sketch
Perakitan sistem IoT	1. Perakitan sistem jaringan yang menghubungkan Arduino dengan Raspberry Pi melalui Switch/Router 2. Pengaturan sistem jaringan melalui no IP, DNS, DHCP di dalam Arduino 3.
Perakitan sistem keseluruhan	1. Dilakukan analisa perakitan 2. Pengembangan web sistem kontrol untuk memonitor sensor
<b>Kegiatan</b>	<b>Prosedur</b>
<b>Pengujian hasil</b>	
Pengujian fungsionalitas	Pengujian melalui metode blackbox untuk menguji kesesuaian input dengan output rancangan dengan hasil implementasi
Pengujian logika dan prosedural program	Tiap baris program yang berisi perhitungan menggunakan kecerdasan buatan dilakukan pengecekan dengan perhitungan manual, dan dilakukan proses debug run-time error

**Disain Diagram Smart Home**

Secara keseluruhan prototipe Smart Home tergambar pada Gambar 2 yang terlihat input berupa suhu, kelembaban akan diproses untuk mengatur kipas angin, sedangkan input sensor cahaya dan jam akan diproses untuk mengatur lampu. Sensor suhu dan kelembaban akan diproses melalui sistem logika fuzzy didalam Arduino, demikian pula dengan input sensor cahaya dan jam diproses dengan kendali logika fuzzy. Kendali secara otomatis dapat dimonitor dan diatur melalui web dengan perantara intranet/internet

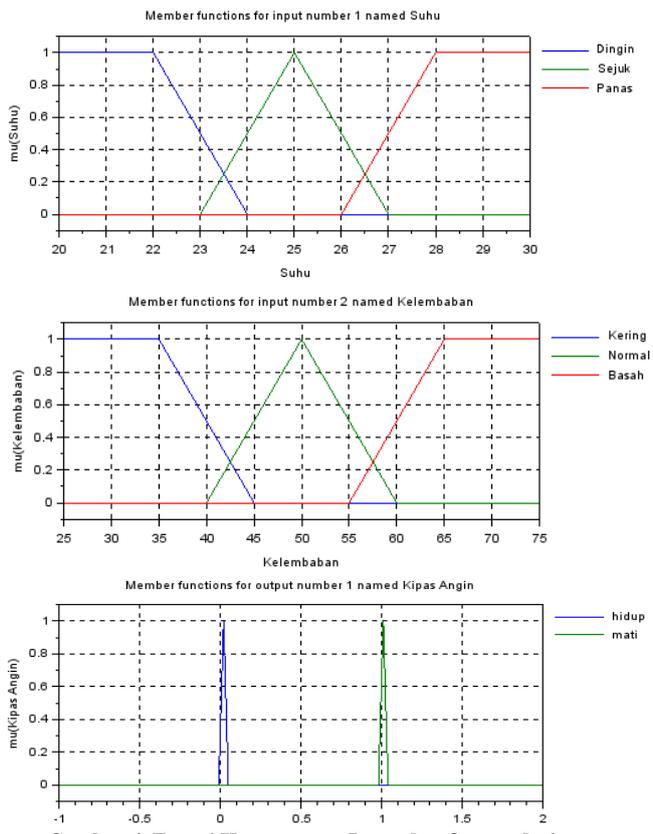


Gambar 3. Diagram Smart Home

**IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

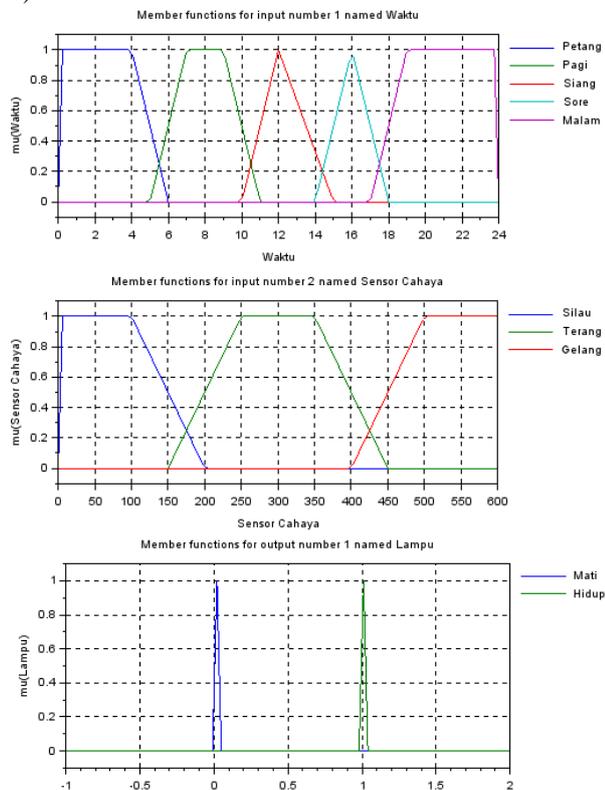
**Disain dan Prototipe Kontrol Fuzzy**

Pada sistem kontrol fuzzy terdapat dua sistem, sistem pertama berkaitan dengan pengontrolan kipas angin sebagai output dengan masing-masing input berupa suhu dan kelembaban yang didapatkan dari sensor DHT11. Berikut fungsi keanggotaan untuk input dari sistem kontrol kipas angin:



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Input dan Output dari Pengontrolan Kipas Angin

Sedangkan pada pengontrolan kedua, lampu sebagai output dengan masing-masing input berupa waktu dan data ADC dari sensor cahaya. Berikut fungsi keanggotaan dari sistem pengontrolan lampu (Gambar 5).



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Input dan Output dari Pengontrolan Lampu

## Pemrograman Fuzzy Controller di Arduino

Implementasi kontrol diprogram di Arduino dengan pustaka dari eFLL (embedded Fuzzy Logic Library) [14]. Berikut potongan baris program deklarasi fungsi keanggotaan di dalam Arduino menggunakan eFLL.

```
Fuzzy* fuzzyKipas = new Fuzzy(); // inisialisasi

FuzzyInput* suhu = new FuzzyInput(1); // input suhu
FuzzySet* dingin = new FuzzySet(0, 0, 22, 24);
suhu->addFuzzySet(dingin); // tambah FuzzySet
FuzzySet* sejuk = new FuzzySet(23, 25, 25, 27); //sejuk
suhu->addFuzzySet(sejuk); // tambah FuzzySet
FuzzySet* panas = new FuzzySet(60, 80, 80, 80); //panas
suhu->addFuzzySet(panas); // tambah FuzzySet
fuzzyKipas->addFuzzyInput(suhu); //add FuzzyInput ke objek Fuzzy

FuzzyInput* kelembaban = new FuzzyInput(2); // inpu kelembaban
FuzzySet* kering = new FuzzySet(0, 0, 35, 45); //kering
kelembaban->addFuzzySet(kering);
FuzzySet* normal = new FuzzySet(40, 50, 50, 60); //normal
kelembaban->addFuzzySet(normal);
FuzzySet* basah = new FuzzySet(55, 65, 100, 100); // basah
kelembaban->addFuzzySet(basah);
fuzzyKipas->addFuzzyInput(kelembaban);

FuzzyOutput* kipas = new FuzzyOutput(1); // output
FuzzySet* mati = new FuzzySet(0, 0, 0, 0); // mati
kipas->addFuzzySet(mati);
FuzzySet* hidup = new FuzzySet(1, 1, 1, 1); // hidup
kipas->addFuzzySet(hidup);
fuzzy->addFuzzyOutput(kipas); // tambah FuzzyOutput ke objek Fuzzy
```

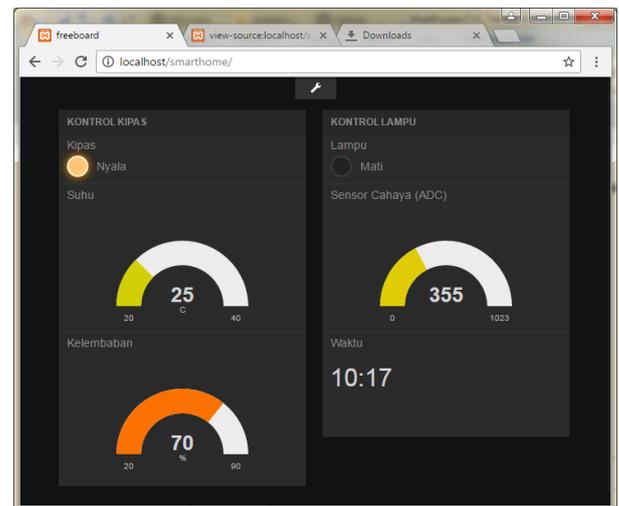
## Komunikasi Data dari Arduino ke Raspberry Pi

Data berupa status input dan output dari Arduino dikirimkan ke Raspberry Pi sebagai server Web (localhost) menggunakan protokol HTTP dengan metode GET. Arduino telah memiliki pustaka untuk koneksi ke jaringan menggunakan socket. Penulisan program request dari Arduino melalui protocol HTTP sebagai berikut:

```
client.print("GET /status.php?input1=");
client.print(inputSuhu); //baca dari DHT11
client.print("&input2=");
client.print(inputLembab); // baca dari DHT11
client.print("&input3=");
client.print(inputCahaya); //baca dari sensor LDR
client.print("&input4=");
client.print(waktu); //baca dari modul RTC
client.print("&output1=");
client.print(outputKipas); //digitalRead pin Kipas
client.print("&input4=");
client.print(outputLampu); //digitalRead pin Lampu
client.println(" HTTP/1.1");
client.println("Host: localhost");
client.println("Connection: close");
client.println();
```

## Monitoring melalui server Web di Raspberry Pi

Raspberry Pi sebagai komputer seukuran kartu kredit telah terinstal perangkat lunak server Web Apache dengan PHP untuk menerima request dari Arduino dan Node.js untuk mengatur tampilan web. Pustaka dari Freeboard [15] digunakan untuk tampilan monitoring input dan output dari Arduino. Berikut tampilan web melalui browser Chrome pada Gambar 8.



Gambar 6. Tampilan Web monitoring input dan output

## V. PENUTUP

### Kesimpulan

Sistem kontrol lampu dan kipas melalui fuzzy logic controller di dalam Arduino memiliki respon yang cukup cepat. Namun dalam monitoring status input dan output responnya belum begitu cepat, hal ini terkendala dengan ukuran protokol HTTP cukup besar untuk dikirimkan dari Arduino yang memiliki keterbatasan CPU, memori dan konektivitas jaringan.

### Saran

Beberapa saran pengembangan sistem control lebih lanjut perlu adanya (1) penyimpanan data dalam database untuk mengetahui histori dari status sensor dan actuator, (2) perubahan kecepatan/daya pada aktuator dapat divariasikan melalui PWM (pulse width modulation) dengan perantara SSR (Solid State Relay), (3) protokol selain HTTP perlu diterapkan pada pengiriman data, sebagai contoh MQTT, CoAP, AMQP atau WebSocket, dan (4) metode selain fuzzy logic system perlu juga diintegrasikan atau diperbandingkan misalnya jaringan syaraf tiruan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Technopedia. (2015). *Internet of Things IoT*. Retrieved Februari 30, 2015, from Technopedia: <https://www.techopedia.com/definition/28247/internet-of-things-iot>.
- [2] Dennis, A. K. (2013). *Raspberry Pi Home Automation with Arduino*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- [3] Sulistyanto, M. P. T., Nugraha, D. A., Sari, N., Karima, N., & Asrori, W. (2015). Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang. *SMARTICS Journal*, 1(1)
- [4] Shah, K., Gajjar, D., & Patel, S. (2015). Embedded System Design Using Raspberry Pi SBC. *International Journal of Electrical and Electronics Research*, 74-75.
- [5] Bounegru, L. (2009). *Smart Houses: From Managing the House at a Distance to the Management of Life Itself*. Amsterdam: Media

- Studies New Media (MA), University of Amsterdam .
- [6] King, N. (2003). SMART HOME – A DEFINITION. Knowhill: Intertek Research & Testing Centre.
- [7] Harper, R. (2003). Inside The Smart Home. London: Springer-Verlag London Limited.
- [8] ITU. (2015, October 23). Internet of Things Global Standards Initiative. Retrieved from ITU: <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx>
- [9] Arduino.cc. (2015, Januari 2). Arduino. Retrieved Februari 30, 2015, from <http://arduino.cc/en/guide/introduction>
- [10] Schmidt, M. (2012). Raspberry Pi: A Quick-Start Guide. Dallas, Texas: The Pragmatic Programmer, LLC.
- [11] Suyanto (2011). Artificial Intelligence. Bandung: Informatika Bandung.
- [12] Rich, Knight, & Nair (2009). Artificial Intelligence: Third Edition. New Delhi : Tata McGraw-Hill.
- [13] Hornby, A. S. (1995). Oxford Advanced Learners' Dictionary of Current English, Fifth. Edition, New York: Oxford University Press
- [14] Alves, A. J. (2016). *Embedded Fuzzy Logic Library*. Retrieved April 30, 2016, from <https://github.com/zerokol/eFLL>.
- [15] Heising, Jim (2013). *FreeBoard*. Retrieved from github: <https://github.com/Freeboard/freeboard>