

Pemodelan Sistem Kendali Berbasis Embedded-HTML dan Logika Fuzzy

Eddy Nurraharjo¹, Budi Hartono¹, Muji Sukur²

¹ Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Industri, Universitas Stikubank Semarang

² Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Industri, Universitas Stikubank Semarang
Jl. Tri Lomba Juang No.1 Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

E-mail: eddynurraharjo@edu.unisbank.ac.id, budihartono@edu.unisbank.ac.id, muji.sukur@edu.unisbank.ac.id

Abstrak

Sistem kendali jarak jauh telah mampu mewarnai penerapan dan perkembangan zaman teknologi digital saat ini, hingga memiliki peran, fungsi, kebutuhan yang beragam. Transisi era Revolusi Industri 4.0 dan pemanfaatan teknologi untuk menunjang era Pertanian 4.0, semakin meningkat dan membantu pengelolaan kinerja produktif jangka panjang. Dasar ide melandasi rancangan pemodelan pengendalian jarak jauh dengan memanfaatkan perangkat gawai cerdas. Pendekatan model algoritma handal, yang mengusung metode *fuzzy* Tsukamoto dalam mengolah masukan multisensor, dan nilai masukan akan dilekatkan pada kode program berbasis *Hypertext Markup Language* (HTML), sedangkan eksekusi akan dibebankan pada luaran simulasi 2 buah LED, pada sebuah mikrokontroler, diharapkan kombinasi ini akan dapat menciptakan teknologi terapan kekinian. Target pengamatan dan pemodelannya berupa sistem pengendalian jarak jauh bidang pertanian dan budidaya, berbahan dasar teknologi mikrokontroler Arduino WeMOS, dapat diimplementasikan. Penggabungan multi kekuatan dalam pemanfaatan teknologi komunikasi, teknologi sensor, teknologi perangkat keras dan perangkat lunak, telah berhasil menciptakan perangkat baru yang memiliki kemampuan untuk pengendalian jarak jauh berbasis IP dengan tampilan situs.

Kata kunci : HTML, WeMOS, wireless, sistem kendali, budidaya

Pendahuluan

Negara berkembang seperti Indonesia, masih membutuhkan banyak sekali sumbangan para periset untuk beragam sektor potensi negara agraris ini. Salah satu diantaranya adalah pada sektor pertanian. Tingginya permintaan tingkat produktivitas, seiring meningkatnya kebutuhan sekunder masyarakatnya, menjadikannya sebagai salah satu tujuan dalam beragam karya riset anak bangsa ini. Kepemilikan beragam sumber energi alami dan letak geografis yang menguntungkan menjadi bahan dasar kelayakan riset jangka panjang.

Rekayasa teknologi yang merupakan salah satu indikator penggerak kemajuan dan pembangunan, mutlak diperlukan seiring dengan perjalanan era Industri 4.0 khususnya bagi pendampingan salah satu segmen utama negara agraris yaitu pertanian. Era saat ini lebih diutamakan dalam transisi pengoperasian sistem menjadi otomatisasi dengan mengutamakan pemanfaatan teknologi komputasi modern. Perubahan signifikan telah teramati oleh beberapa peneliti yang mencoba memanfaatkan teknologi kekinian guna mengikuti alur dan

arah perkembangan revolusi riset[1][2] mulai dari akademik[3] dan upaya membangun kemandirian perekonomian bangsa[4].

Salah satu ikon saat ini adalah teknologi pendamping yang menggunakan integrasi perangkat berkemampuan akses internet atau lebih dikenal dengan istilah *Internet of Things*. Teknologi terapan berbasis mikrokontroler yang dapat berperan dalam mendukung operasional tenaga operator ini mampu menggabungkan perkembangan teknologi perangkat keras dan teknologi perangkat lunaknya. Beberapa peneliti telah berhasil memodifikasi sistem dengan berbasis IoT untuk menambah kemanfaatan sesuai dengan kebutuhannya[5][6]. Salah satu yang menarik disini adalah pemanfaatan teknologi IoT ini pada sistem pemantauan khusus yang dapat dilakukan secara otomatis, jarak jauh dan mendukung mobilitas penggunaannya seperti pada sistem pemantauan suhu, kelembapan, udara, kualitas air, dan lain sebagainya[7][8][9][10][11][12].

Rekayasa teknologi saat ini telah melibatkan bidang lain seperti *Artificial Intelligent* dan *Internet of Things*, khususnya pada periode masa Pertanian 5.0, dimana teknologi yang senantiasa

bersinergi, dalam pemenuhan kebutuhan pengelolaan, pengolahan hasil maupun lahan pertanian[13], pemantauan jarak jauh untuk sebuah area budidaya seperti yang telah dilakukan para periset tata kelola tanaman hortikultura[14][15] maupun perikanan umum[16] diharapkan mampu menjadi contoh terapan guna pemberian solusi dan pendekatan terbaik atas permasalahan di lapangan, yang menyertai proses mulai dari hulu hingga hilir.

Hal ini telah melengkapi perjalanan proses produktifitas pertanian jangka panjang. Beragam teknologi kekinian pun berhasil diterapkan dengan penggunaan sistem manual, semi otomatis hingga kendali elektronik canggih dan moderen, bahkan rancang bangun sistem otomasinya yang mampu mempercepat proses, menjaga konsistensi produk dari pra proses hingga pasca produksinya, dan ini sudah menampakkan hasilnya. Beberapa produk tercipta dari riset terkait pengendalian ilmu kelistrikan maupun untuk pemantauan jarak jauh[17][18]. Tentu saja akan tetap memicu riset-riset lain berikutnya.

Beberapa riset keilmuan lain fokus pada sistem adaptif dengan pendekatan metode *fuzzy logic*[19][20][21][22][23][24] yang digunakan untuk memberikan pendekatan yang lebih toleransi terhadap perubahan yang tidak tepat dan tegas, seperti perubahan kondisi alamiah budidaya, dimana segenap aspek yang berpengaruh seperti suhu, kelembapan, curah hujan, kontur tanah, geografis, ketinggian dari permukaan laut dan lain sebagainya, sangatlah berpotensi untuk menjadi fokus permasalahan khususnya pada area riset yang hanya memiliki cakupan wilayah yang terbatas.

Logika dasar *fuzzy* menjadi dasar pada sistem yang tercipta masa sekarang, dan diprediksikan akan tetap layak digunakan dan diuji lagi dalam beragam karya terapan lain, dan tidak hanya melibatkan perangkat keras saja namun bisa ke aspek lain seperti sosial, budaya dan lain sebagainya. Metode logika ini mampu beradaptasi dengan lingkungan pemrograman yang ada saat ini, dan tidak bisa hanya dipandang sebelah mata dari sudut keilmuan.

Model yang ditawarkan sekaligus sebagai tujuan dalam riset ini adalah pemodelan pengaksesan jarak jauh dengan model situs, menggunakan pemrograman HTML, yang dilekatkan pada kode bahasa C. Kehandalan HTML dalam perancangan struktur situs, menjadikannya poin utama dalam perancangan modelnya, bersamaan dengan pemanfaatan modul WeMOS, yang merupakan keluarga Arduino ini, yang memiliki fitur koneksi dan komunikasi melalui gelombang WiFi, akan menjadi sinergi multi kekuatan yang mampu membantu pengendalian di berbagai kebutuhannya. Logika *fuzzy* dalam riset ini digunakan untuk pengendalian simulasi dengan menggunakan LED sebagai indikator kinerja sistem.

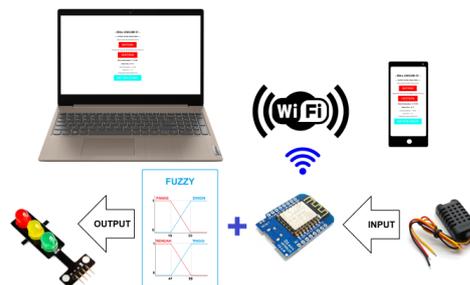
Pemodelan sistem pada artikel ini akan memberikan simulasi terimplementasi pada sistem yang

memiliki kemampuan pengendalian berbasis situs, dimana pemrograman bahasa C akan mendominasi kode programnya. Sistem menggunakan modul keluarga Arduino yaitu WeMOS, yang telah melekatkan perangkat komunikasi menggunakan modul *transceiver* gelombang WiFi.

Metode Penelitian

Beberapa data dan informasi yang berhasil diperoleh pada uraian latar belakang, maka terdapat fokus permasalahan yang mungkin masih menjadi kendala pada sistem pengendalian, sehingga perlu diciptakan sebuah model untuk memberikan kemudahan dan mobilitas yang lebih baik. Untuk itu permasalahan yang ingin diangkat pada artikel ini adalah berkaitan dengan keterbatasan jarak kendali, kemudahan model pengaksesan sistem kendali, serta kecepatan pengendalian, dan hal ini mendasari riset pada sebuah metode sistem kendali dengan menggunakan model *embedded-HTML*.

Perancangan sebagai gambaran pengembangan struktur sistem dalam blok diagram dapat diamati pada diagram.

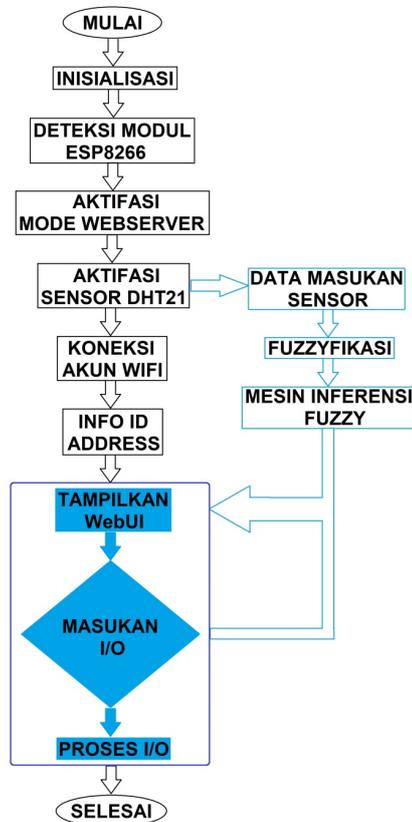


Gambar 1: Blok Diagram Sistem Kendali Kekinian

Gambar 1 mewakili struktur dan konstruksi rangkaian sistem riset, dengan kekuatan modul WeMOS sebagai pengendali kendali utama yang terhubung dengan simulasi beban berupa LED warna merah, kuning dan hijau. Nilai dan data masukan sistem diperoleh dari sensor DHT21 guna mendeteksi suhu dan kelembapan lingkungan sekitarnya. Modul WeMOS ini memiliki kemampuan koneksi wifi, sehingga akan mempermudah komunikasi data ke perangkat laptop maupun telepon cerdas pengguna, dengan melalui sebuah perangkat Akses Poin. Koneksi dilakukan melalui Internet Protokol yang tercipta saat koneksi dilakukan ke AP. Penetapan IP dipilih secara dinamis dan mampu mengkondisikan alamat IP yang beragam dan menjadikan fleksibilitas dan mobilitas tinggi terhadap akses sistem pengendalian terpadu ini.

Sebuah kerangka berpikir sistem secara menyeluruh, dalam artikel ini dapat digambarkan

pada rancangan proses menggunakan diagram flowchart, dengan algoritma yang mudah diimplementasikan dan mengoptimalkan penggunaan memori, sehingga masih memberikan potensi pengembangan berikutnya, sesuai kapasitas memori pada perangkat WeMOS nya.



Gambar 2: Diagram Alir Algoritma Sistem Kendali

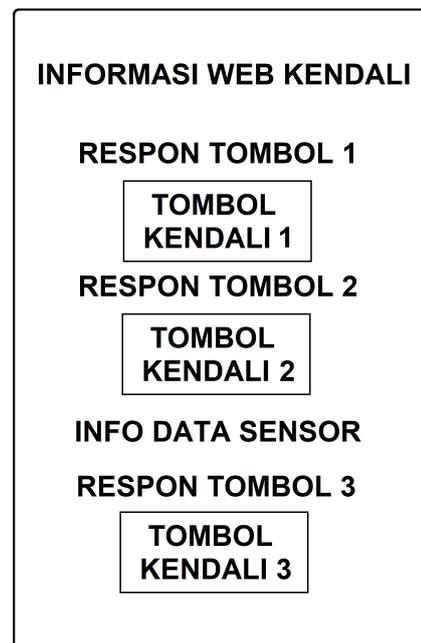
Rekayasa perangkat lunak dengan mengkombinasikan bahasa C dan HTML, dalam sebuah memori modul WeMOS seperti Gambar 2, yang menyatakan bahwa proses yang akan dilakukan dalam sebuah algoritma program perangkat lunak ini dapat diringkas sebagai berikut. Proses inisialisasi dilakukan untuk mempersiapkan segenap elemen yang diperlukan berdasarkan kebutuhan sistem. Kemudian dilakukan pendeteksian atas ketersediaan Modul ESP8266 dengan tipe yang sesuai kebutuhan sistem. Aktifasi dan menampilkan model situs dalam mode server yang disiapkan untuk dapat mengatur klien yang terkoneksi, sehingga mampu memberikan akses dan aktifitas pengendalian.

Proses diikuti dengan aktifasi pendeteksian pada sensor DHT, guna melakukan persiapan deteksi besaran data suhu beserta kelembapan yang dilakukan bersamaan dengan proses pengambilan data suhu dan kelembapan. Langkah selanjutnya adalah membuka koneksi ke jaringan wifi, dilakukan secara otomatis sesuai dengan akun akses koneksi

pada jaringan WiFi terdekat yang akan digunakan oleh sistem.

Perolehan IP address dari hasil koneksi otomatis, akan memberitahukan kepada klien alamat IP yang diperoleh kemudian menampilkan IP tersebut untuk dapat digunakan oleh klien. Proses dilanjutkan dengan penampilan halaman WebUI, yang merupakan hasil proses tata letak halaman web pada klien, dan respon instruksi atas masukan dan eksekusi luarann I/O, sesuai pengendalian yang diperlukan oleh klien. Prosedur refresh halaman web dilakukan setiap 10 detik, hal ini dilakukan untuk mengetahui update data/nilai terkini riil hasil pendeteksian sensor terkait.

Sebuah model rancangan antarmuka, yang akan digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna, tersusun dari sederet rangkaian program berbasis HTML, dan akan difungsikan menampilkan tata letak layanan pengendalian berupa informasi data masukan pengendalian dari sebuah halaman web. Fokus pada fungsi utamanya adalah pengendalian kondisi nyala/padam sumber daya listrik, yang terkoneksi melalui perangkat keras dengan sebuah relai. Adapun model rancangan antarmuka tampilan halaman web dapat diamati pada Gambar 3.



Gambar 3: Rancangan WebUI

Komponen-komponen utama dalam rancangan WebUI, terdiri dari tiga buah elemen tombol kendali dan fungsi, diumana terbagi dalam fungsi sebagai berikut. Tombol kendali 1, difungsikan untuk melakukan kendali nyala/padam listrik. Tombol kendali 2, difungsikan untuk melakukan kendali buka/tutup penerimaan data sensor suhu dan kelembapan. Tombol kendali 3, difungsikan

untuk melakukan kendali aktif/non-aktif sistem menyeluruh.

Elemen informatif yang lain dengan melekatkan teks sebagai indikator dan fungsi tertentu, diantaranya adalah teks Respon Tombol 1, menyatakan informasi status kendali listrik, teks Respon Tombol 2, menyatakan informasi status proses pengecekan dan teks Info Data Sensor, menginformasikan data yang diterima dari sensor suhu dan kelembapan informasi, Respon Tombol 3, menyatakan status pengendalian sistem serempak.



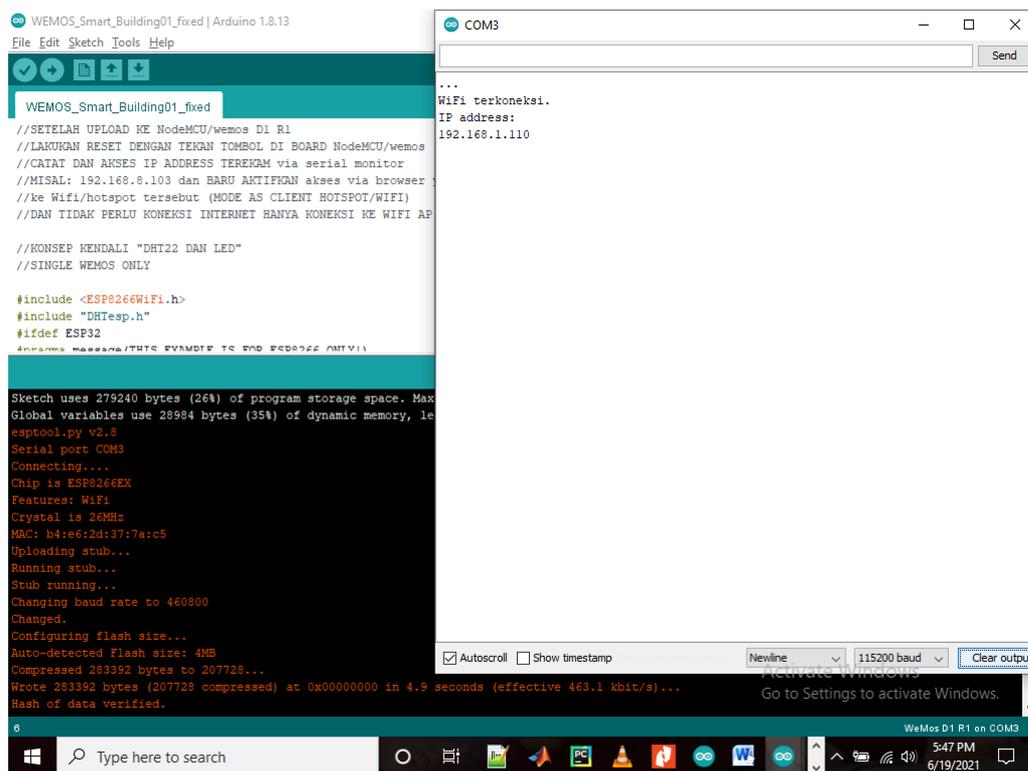
Gambar 4: Modul Kendali WeMOS

Hasil dan Pembahasan

Model rancangan berhasil diimplementasikan pada modul berikut ini, dengan 3 modul utama yaitu mikrokontroller, sensor DHT21 dan 3 LED sebagai indikator bantu dalam pengamatan fungsional sistem. Bentuk modul implementasi rancangan dapat dilihat pada Gambar 4 .

Pengoperasian sistem diawali dengan penentuan alamat IP yang dapat diakses oleh penggunanya, dan bersifat dinamis, setelah terkoneksi dengan sebuah Akses Poin.

Adapun langkah operasional sistem dari sisi piranti lunak aplikasi dapat disimak pada Gambar 5.



Gambar 5: Tampilan Identitas Koneksi IP Program Kendali

Proses pengendalian berbasis web ini, mampu berjalan dengan baik, yang diindikasikan dengan tampilan pada layar menu serial monitor, dimana terlihat adanya informasi IP setelah WeMOS terkoneksi dengan AP. Dasar IP ini yang nantinya akan digunakan oleh pengguna untuk dapat melakukan pengendalian jarak jauh. Metode embedded-HTML, yang dimaksudkan dalam artikel ini adalah kode HTML yang ditanamkan

bersamaan dengan pemrograman pengendalian berbasis bahasa C, pada IDE Arduino, dengan menyematkan kode program yang terdiri dari elemen utama situs yaitu HTML webpage, HTML refresh page, CSS style dan Webpage heading Teknik mediasi dalam bahasa C yang telah dilakukan untuk membuat pemrograman halaman web ini dilakukan dengan memberikan pra-kode "Client.print" atau "Client.println" untuk setiap struktur kode struktur

halaman web. Adapun potongan program terapan-nya dapat disimak pada kode program berikut.

```
void loop(){
-----
//HTML web page
client.println("<!DOCTYPE html><html>");
client.println("<head><meta      name='viewport'
content='width=device-width, initial-scale=1'>");
client.println("<link rel='icon' href='data:.'>");

//HTML web page refreh in 1 second
client.println("<meta      http-equiv='refresh'
content='1'>");

//CSS style
//modifikasi button, button2, dan button3
client.println("<style>html { font-family: Helvetica; display:
inline-block; margin: 0px auto; text-align: center;}");
client.println(".button { background-color: #FF0000; border:
none; color: white; padding: 16px 40px;}");

..// Web Page Heading
client.println("<body><h1>- Mitra UNOUMI 01 -</h1>");
client.println("<body><h3>---- kendali cerdas tanpa batas -
--</h3>");
client.println("<p>Status Modul Kendali " + MODULState
+ "</p>");
if (MODULState=="DINYALAKAN") {
client.println("<p><a      href='\"/1/mati\"'><button
class='\"button\"'>MATIKAN</button></a></p>");
}
} else {
client.println("<p><a      href='\"/1/nyala\"'><button
class='\"button
button2\"'>NYALAKAN</button></a></p>");
}
}
header = "";
client.stop();
```

Hasil dari eksekusi kode program format embedded-HTML ini, bahwa sistem mampu menampilkan fitur sebuah halaman web yang akan digunakan untuk berinteraksi antara pengguna dengan sistem, dan tampilan cukup informatif dan berhasil menampilkan hasil rancangan antarmukanya, dan detail capture contoh aktifitas pengguna dapat disimak pada Gambar 6.

Hasil dalam beberapa pengujian, secara berulang kali terhadap sistem kendali kekinian ini, berbasis pada aktifitas berulang terhadap 3 tombol pengendalian. Sistem pengendalian akan respon situs dengan perubahan status alamat situs, yang akan berubah-ubah mengikuti kondisi masukan pengguna yang berinteraksi sesuai kebutuhan pengendalian luarnya. Hal ini dapat diringkas dan disimpulkan dalam model tabulasi sederhana seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1 menyatakan respon sistem embedded-HTML ini berdasarkan indikasi pada alamat situs, sebagai bentuk respon terhadap pengambilan keputusan dan penentuan luarnya.



Gambar 6: Tampilan WebUI embedded-HTML

Tabel 1: Hasil Uji Sistem Kendali

No.	Eksekusi Tombol	Indikasi Alamat
1.	Non-aktifasi Tombol Kendali 1	192.168.1.109/1/mati
2.	Aktifasi Tombol Kendali 1	192.168.1.109/1/nyala
3.	Non-aktifasi Tombol Kendali 2	192.168.1.109/2/mati
4.	Aktifasi Tombol Kendali 2	192.168.1.109/3/nyala
5.	Non-aktifasi Tombol Kendali 2	192.168.1.109/2/mati
6.	Non-aktifasi Tombol Kendali 3	192.168.1.109/3/mati
7.	Aktifasi Tombol Kendali 3	192.168.1.109/3/nyala



Gambar 7: Tampilan Aktifitas Pemadaman Beban Listrik pada WebUI embedded-HTML



Gambar 8: Tampilan Aktifitas Penutupan Deteksi Sensor pada WebUI embedded-HTML



Gambar 9: Tampilan Aktifitas Penon-aktifan Sistem pada WebUI embedded-HTML

Respon sistem terhadap hasil aktifitas pengguna, telah berhasil menunjukkan respon yang baik saat pengguna berinteraksi melalui situs, yang ditampilkan melalui halaman situsnya. Gambar 7, menggambarkan aktifitas pengguna untuk mematikan / memadamkan pengendalian lampu LED. Gambar 8, menggambarkan aktifitas pengguna untuk menghentikan pendeteksian suhu dan

kelembapan, berdasarkan data sensor secara nyata. Gambar 9, menggambarkan aktifitas pengguna untuk mematikan serempak pengendalian lampu dan pendeteksian sensor suhu dan kelembapan.

Tabel 2: Hasil Uji Sistem Kendali

No.	Eksekusi Tombol	Indikasi Alamat
1	Non-aktifasi Tombol Kendali 1	192.168.1.109/1/mati
2	Aktifasi Tombol Kendali 1	192.168.1.109/1/nyala
3	Non-aktifasi Tombol Kendali 2	192.168.1.109/2/mati
4	Aktifasi Tombol Kendali 2	192.168.1.109/3/nyala
5	Non-aktifasi Tombol Kendali 2	192.168.1.109/2/mati
6	Non-aktifasi Tombol Kendali 3	192.168.1.109/3/mati
7	Aktifasi Tombol Kendali 3	192.168.1.109/3/nyala

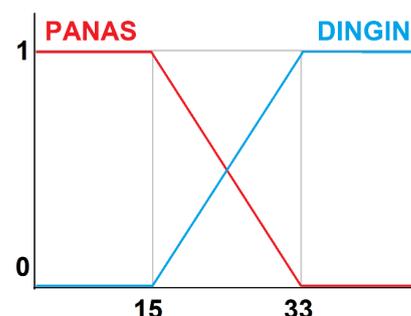
Tabel 2 merupakan informasi kriteria batasan nilai minimal dan maksimal sistem, khususnya untuk variabel suhu dan kelembapan.

Fuzzifikasi

Kemampuan sistem terhadap pengendalian luarannya, digunakan simulasi 2 buah LED, yang terkait dengan data pendeteksian suhu dan kelembapan, sementara ini dilakukan dengan pendekatan logika fuzzy, yaitu suhu: PANAS dan DINGIN, serta kelembapan: RENDAH dan TINGGI. Pendekatan metode logika fuzzy dilakukan untuk mengeksekusi luaran I/O dengan aturan fuzzy, berdasarkan data perubahan suhu dan kelembapan dengan proses dasar sebagai dimulai dari teknik fuzzifikasi, pendekatan metode Tsukamoto serta proses uji defuzzifikasi. Hal ini dapat diamati pada representasi himpunan fuzzy-nya sebagai berikut:

Representasi himpunan fuzzy suhu

Pada Gambar 10, mendeskripsikan tentang wilayah himpunan keanggotaan suhu, sedangkan fungsi keanggotaan himpunan untuk kriteria suhu, dapat diuraikan pada formula sebagai berikut.



Gambar 10: Kriteria himpunan fuzzy pada area suhu

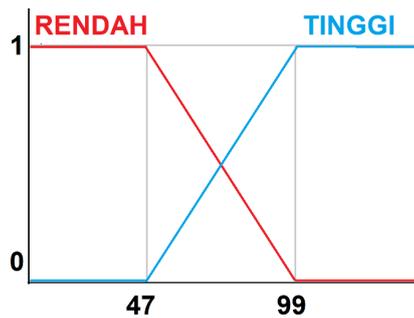
$$\mu_{\text{PANAS}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{18} & 15 \leq x \leq 33 \\ 1 & x \geq 33 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{DINGIN}}[x] = \begin{cases} 1 & x \leq 15 \\ \frac{33-x}{18} & 15 \leq x \leq 33 \\ 0 & x \geq 33 \end{cases} \quad (2)$$

Definisi dari formula (1) dan (2), menyatakan pengelompokan 2 kriteria utama aspek SUHU, yaitu PANAS dan DINGIN, yang disimbolkan dalam fungsi $\mu_{\text{DINGIN}}[x]$ dan $\mu_{\text{PANAS}}[x]$. Kelompok data didasarkan pada kebutuhan operasional pengkondisi ruang budidaya, dimana suhu memiliki kriteria antara 15-33 derajat Celcius.

Representasi himpunan fuzzy kelembapan

Gambar 11, tentang wilayah himpunan keanggotaan kelembapan, sedangkan fungsi keanggotaan himpunan rendah dan tinggi dari nilai kelembapan adalah:



Gambar 11: Kriteria himpunan fuzzy pada area kelembapan

$$\mu_{\text{TINGGI}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 47 \\ \frac{x-47}{52} & 47 \leq x \leq 99 \\ 1 & x \geq 99 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{\text{RENDAH}}[x] = \begin{cases} 1 & x \leq 47 \\ \frac{99-x}{52} & 47 \leq x \leq 99 \\ 0 & x \geq 99 \end{cases} \quad (4)$$

Definisi dari formula (3) dan (4), menyatakan 2 kelompok kriteria utama dalam lingkup variabel kelembapan, dalam simbol fungsi $\mu_{\text{TINGGI}}[x]$ dan $\mu_{\text{RENDAH}}[x]$, dimana diperlukan kestabilan pada area budidaya pada kriteria sistem kisaran 47-99 %RH.. Pengendalian I/O berupa 2 LED, yang akan disimulasikan dan beroperasi sesuai dengan kriteria aturan pengendalian LED sebagai berikut:

[R1] Jika lembap RENDAH dan suhu PANAS, maka LED 1 NYALA dan LED 2 NYALA

[R2] Jika lembap RENDAH dan suhu DINGIN, maka LED 1 NYALA dan LED 2 PADAM

[R3] Jika lembap TINGGI dan suhu PANAS, maka LED 1 PADAM dan LED 2 NYALA

[R4] Jika lembap TINGGI dan suhu DINGIN, maka LED 1 PADAM. dan LED 2 PADAM

Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dilakukan dengan metode rata-rata.

$$Z = \frac{(\alpha_1 \times z_1) + (\alpha_2 \times z_2) + (\alpha_3 \times z_3) + (\alpha_4 \times z_4)}{(\alpha_1) + (\alpha_2) + (\alpha_3) + (\alpha_4)}$$

Untuk pengujian dilakukan dengan mensimulasi kasus pengamatannya, misal bagaimana respon sistem terhadap perilaku kondisi lingkungan dengan kriteria uji dimulai untuk kombinasi suhu 25 derajat Celcius, Kelembapan 74% RH, suhu 33 derajat Celcius, Kelembapan 65% RH, suhu 21 derajat Celcius, Kelembapan 75% RH, maka sistem dapat merespon sesuai dengan pendekatan formulasi defuzzifikasi sebagai berikut:

Tabel 3: Pengujian Sampel Data Kasus 1 dan Nilai μ

Studi Kasus			
Suhu	25		
Kelembapan	74		
Nilai 'μ' keanggotaan fungsi masukan			
Suhu	Kelembapan		
DINGIN	PANAS	RENDAH	TINGGI
0.44	0.56	0.48	0.52
Nilai 'μ' keanggotaan fungsi keluaran			
LED 1		LED 2	
NYALA	PADAM	NYALA	PADAM
0.48	0.52	0.51	0.49

Tabel 4: Nilai α , z, dan Z untuk Data Kasus 1

Min [LED1]	Min [LED2]	Nilai 'z'		Defuzzifikasi 'Z'	
		LED 1	LED 2	LED 1	LED 2
0	0	99	99	74	75.44
0.48	0.48	74	75.44		
0	0	47	50		
0.52	0.52	74	75.44		

Tabel 3 merupakan salah satu nilai uji pertama yang digunakan, dimana disimpulkan bahwa untuk nilai uji besaran suhu 24oC dan besaran tingkat kelembapan 74%RH, akan terpenuhi luaran dan memiliki kriteria suhu adalah PANAS (0,56) dan kelembapan TINGGI (0,52). Hal ini akan mengeksekusi luaran pada status LED1 PADAM (0,52) dan LED2 NYALA (0,51). Detil data perhitungan nilai α , z dan Z disajikan pada Tabel 4.

Tabel 5: Pengujian Sampel Data Kasus 2 dan Nilai μ

Studi Kasus			
Suhu		33	
Kelembapan		65	
Nilai ' μ ' keanggotaan fungsi masukan			
Suhu		Kelembapan	
DINGIN	PANAS	RENDAH	TINGGI
0	1	0.66	0.35
Nilai ' μ ' keanggotaan fungsi keluaran			
LED 1		LED 2	
NYALA	PADAM	NYALA	PADAM
0.66	0.35	0.69	0.31

Tabel 6: Nilai α , z, dan Z untuk Data Kasus 2

Nilai ' α '		Nilai 'z'		Defuzzifikasi 'Z'	
Min [LED1]	Min [LED2]	LED 1	LED 2	LED 1	LED 2
0	0	99	99	65	66.96
0.65	0.65	65	66.96		
0	0	47	50		
0.35	0.35	65	66.96		

Tabel 5 merupakan salah satu nilai uji pertama yang digunakan, dimana disimpulkan bahwa untuk nilai uji besaran suhu 33oC dan besaran tingkat kelembapan 65%RH, akan terpenuhi luaran dan memiliki kriteria suhu adalah PANAS (1) dan kelembapan RENDAH (0,66). Hal ini akan mengeksekusi luaran pada status LED1 NYALA (0,66) dan LED2 NYALA (0,69). Detil data perhitungan nilai α , z dan Z disajikan pada Tabel 6.

Tabel 7: Pengujian Sampel Data 3 dan Nilai μ

Studi Kasus			
Suhu		21	
Kelembapan		75	
Nilai ' μ ' keanggotaan fungsi masukan			
Suhu		Kelembapan	
DINGIN	PANAS	RENDAH	TINGGI
0.67	0.33	0.46	0.59
Nilai ' μ ' keanggotaan fungsi keluaran			
LED 1		LED 2	
NYALA	PADAM	NYALA	PADAM
0.46	0.54	0.49	0.51

Tabel 8: Nilai α , z, dan Z untuk Data 3

Nilai ' α '		Nilai 'z'		Defuzzifikasi 'Z'	
Min [LED1]	Min [LED2]	LED 1	LED 2	LED 1	LED 2
0	0	99	99	75	76.39
0.46	0.46	75	76.39		
0	0	47	50		
0.54	0.54	75	76.39		

Tabel 7 merupakan salah satu nilai uji pertama yang digunakan, dimana disimpulkan bahwa untuk nilai uji besaran suhu 21oC dan besaran tingkat

kelembapan 75%RH, akan terpenuhi luaran dan memiliki kriteria suhu adalah DINGIN (0,67) dan kelembapan TINGGI (0,59). Hal ini akan mengeksekusi luaran pada status LED1 PADAM (0,54) dan LED2 PADAM (0,51). Detil data perhitungan nilai α , z dan Z disajikan pada Tabel 8.

Penutup

Adapun beberapa kesimpulan yang berhasil diperoleh dari implementasi model pengendalian berbasis embedded-HTML ini dapat diakses dengan mudah, melalui perangkat smartphone atau komputer. Selain itu adalah pemodelan pengendalian kelistrikan berbasis modul WeMOS ini dapat ditanamkan pendekatan terapan fuzzy logic, dan berjalan dengan baik. Pemodelan sistem ini dengan rancangan situs sistem, mampu diakses hanya dalam area cakupan antena pemancar gelombang WiFi / WiFi extender. Selain itu pengaturan koneksi hotspot hanya bisa dilakukan secara otomatis dengan menyematkan kode akses jaringan pada program, sedangkan untuk pemanfaatan multi I/O modul WeMOS terprogram dengan bahasa C. Pengendalian modul akan menentukan perangkat mana yang telah terangkai dan dapat dikendalikan oleh pengguna. Ada beberapa saran yang diperlukan untuk pengembangan fitur kemampuan berikutnya diantaranya adalah pemilihan penggunaan mikro kendali dengan kapasitas memori yang lebih besar untuk menangani besarnya kapasitas program dengan metode embedded-HTML ini dan masih diperlukan pertimbangan kecepatan akses untuk pengendalian penggunaan jalur komunikasi internet.

Ucapan Terimakasih

Kami sampaikan terima kasih kepada Universitas Stikubank Semarang, yang telah membantu dalam penulisan artikel riset dosen, dan Kemendikbud-LPDP yang telah memberikan kesempatan dalam pembuatan luaran program Pendanaan Hibah Riset Keilmuan 2021-2022 ini.

Daftar Pustaka

- [1] [1] R. D. Puspitasari, "Pertanian Berkelanjutan Berbasis Revolusi Industri 4.0", J. Layanan Masy. (Journal Public Serv., vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.20473/jlm.v3i1.2019.26-28.
- [2] H. Prasetyo dan W. Sutopo, "Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek Dan Arah Perkembangan Riset", J@ti Undip J. Tek. Ind., vol. 13, no. 1, 2018, doi: 10.14710/jati.13.1.17-26.
- [3] M. B. Sitorus, J. Mangapul, H. Aziz, T. Pramono, P. IPM dan A. Gifson, "Pemrograman Mikrokontroler Guna Memperkenalkan

- Industri 4.0 di SMA Negeri 7 Tangerang Selatan”, TERANG, vol. 2, no. 1, 2019, doi: 10.33322/terang.v2i1.533.
- [4] H. Hamdan, “INDUSTRI 4.0: Pengaruh Revolusi Industri Pada Kewirausahaan Demi Kemandirian Ekonomi”, J. Nusant. Apl. Manaj. BISNIS, vol. 3, no. 2, 2018, doi: 10.29407/nusamba.v3i2.12142.
- [5] H. Andrianto dan G. I. Saputra, “Smart Home System Berbasis IoT dan SMS”, TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol, vol. 6, no. 1, pp. 40–48, 2020, doi: 10.15575/telka.v6n1.40-48.
- [6] B. Artono dan F. Susanto, “Wireless Smart Home System Menggunakan Internet Of Things”, J. Teknol. Inf. dan Terap., vol. 5, no. 1, pp. 17–24, Apr. 2019, doi: 10.25047/jtit.v5i1.74.
- [7] S. F. Kadir, “Mobile Iot (Internet of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika”, J. Mhs. Tek. Inform., vol. 3, no. 1, pp. 298–305, 2019.
- [8] R. A. Rahman dan M. Muskhir, “Monitoring Pengontrolan Suhu dan Kelembaban Kumbung Jamur tiram”, JTEIN J. Tek. Elektro Indones., vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i2.184.
- [9] Y. Yuniarti dan U. Katu, “Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Ruang Budidaya Jamur Tiram”, J. Teknol. Elekterika, vol. 14, no. 1, 2017, doi: 10.31963/elekterika.v14i1.1217.
- [10] R. M. M. Wilutomo dan T. Yuwono, “Rancang Bangun Memonitor Arus Dan Tegangan Serta Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Web Berbasis Arduino Due”, Gema Teknol., vol. 19, no. 3, p. 19, 2017, doi: 10.14710/gt.v19i3.21881.
- [11] A. U. Nasution dan S. Sukardi, “Alat Monitoring Beban Trafo Tiga Fasa Menggunakan Arduino Berbasis Web”, JTEIN J. Tek. Elektro Indones., vol. 1, no. 2, pp. 92–98, Oct. 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.32.
- [12] O. A. Ridfi, R. Handayani dan Taftazani, “Monitoring Penggunaan Listrik Pada Rumah Tangga Menggunakan Arduino Berbasis Web Server Dan Android”, eProceedings Appl. Sci., vol. 7, no. 4, pp. 774–784, 2021.
- [13] I. Wulan Ayu dan S. Fitriyanto, “Sosialisasi Pemanfaatan Teknologi Pertanian Di Lahan Kering Untuk Ketahanan Pangan Berlanjut Di Di Indonesia Era 4.0”, J. Pengemb. Masy. Lokal, vol. 3, no. 2, 2020.
- [14] A. Triyanto dan N. Nurwijayanti, “Pengatur Suhu dan Kelembapan Otomatis Pada Budi-daya Jamur Tiram Menggunakan Mikrokontroler ATmega16”, J. Kaji. Tek. Elektro Univ. Suryadarma Jakarta, vol. 18, no. 1, 2016.
- [15] A. M. Rohim, S. Sulhadi dan T. Darsono, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Suhu Dan Kelembaban Berbasis Nodemcu Pada Budi-daya Jamur Tiram”, Phenom. J. Pendidik. MIPA, vol. 9, no. 2, pp. 219–231, 2020, doi: 10.21580/phen.2019.9.2.4636.
- [16] A. Noor, A. Supriyanto dan H. Rhomadhona, “Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan”, Corel IT, vol. 5, no. 1, pp. 13–18, 2019.
- [17] R. P. Pratama, “Aplikasi WEBSEaRVER Esp8266 Untuk Pengendali Peralatan Listrik”, INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol., vol. 17, no. 2, pp. 39–44, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.87.
- [18] A. Riantiarto, D. Suryadi dan Saifurrahman, “Rancang Bangun Alat Monitoring Arus Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan WEB Berbasis Arduino UNO R3”, J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2019.
- [19] L. Amalia, Z. B. Fananie dan D. N. Utama, “Model Fuzzy Tahani Untuk Pemodelan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) (Kasus : Rekomendasi Pembelian Handphone)”, Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf., vol. 2010, no. Snati, 2010.
- [20] G. Turesna et al., “Menggunakan Arduino Uno Dengan Algoritma Fuzzy Logic”, 2018 Int. Work. Adv. Image Technol. IWAIT 2018, vol. 2, no. 1, pp. 558–568, 2018.
- [21] H. S. Permadi, M. Ridwan dan F. Rismaningsih, “Implementasi Logika Fuzzy pada Alat Cuci Tangan Otomatis Portabel dengan Sistem Monitoring Berbasis Android”, J. Buana Inform., vol. 12, no. 2, p. 106, 2021, doi: 10.24002/jbi.v12i2.4768.
- [22] P. adi Sudarmawan, A. Panji Sasmito dan R. Primaswara, “Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Monitoring Dan Kontrol Kandang Ayam Otomatis Berbasis IoT”, JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 5, no. 1, pp. 315–320, doi: 10.36040/jati.v5i1.3265, 2021.
- [23] H. Husnawati, “Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Sebagai Sistem Navigasi Robot Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan Sensor Ultrasonik”, J. Ilm. Inform. Glob., vol. 9, no. 1, doi: 10.36982/jig.v9i1.483, 2018.
- [24] E. P. Saksono dan B. Suprianto, “Rancang Bangun Kontrol Suhu Dan Kelembaban Pada Kumbung Jamur Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Metode Telemetri”, Univ. Negeri Surabaya, vol. 8, no. 3, pp. 375–381, 2019.

Halaman ini sengaja dikosongkan.