

PROTOTYPE PENERAPAN SMART BUILDING BERBASIS INTERNET OF THING

Anggra Dinanda Ariyadi, Hani Zulfia Zahro, Joseph Dedy Irawan

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1818005@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Smart Building adalah penerapan sistem secara otomatis berbasis *Internet of Thing* terhadap bangunan dengan menggunakan algoritma yang dibuat secara terstruktur dan rapi serta bagian dan komponen pada bangunan dapat dikelola secara otomatis. Masalah yang ditemukan yaitu penggunaan teknologi yang menghiraukan penggunaan listrik secara terus-menerus yang dapat menimbulkan biaya listrik yang membengkak dan memendeknya masa penggunaan elektronik. Hingga resiko bahaya yang terjadi di kantor seperti terjadinya kebakaran dan adanya gempa bumi. Tujuan penelitian yang dilakukan adalah menerapkan *Internet of Thing* pada konsep *smartbuilding* dengan merancang *web* dengan beberapa fitur yaitu *monitoring* tiap sensor yang digunakan, melakukan *kontrolling* pada *output* yang digunakan dengan mendesain alat yang digunakan yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pengontrol dan pengirim serta menerima data, sensor PIR, sensor DHT11, sensor SW-420, sensor MQ2, dan sensor LDR dengan *output* berupa *microservo*, *buzzer*, lampu dan kipas. Dalam pembuatannya digunakan logika *Fuzzy Mamdani* untuk menentukan kecepatan kipas angin. Hasil dari pengujian yaitu prototype dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sensor DHT11, LDR, dapat mendeteksi suhu dan kelembapan sesuai dengan yang diharapkan dengan hasil rata-rata *error* suhu 8%, kelembapan 0%, intensitas cahaya 63% dan diperoleh pengujian *user* berjalan sesuai dengan yang diharapkan dengan persentase 84% memilih setuju, 16% memilih netral, 0% memilih tidak setuju.

Kata kunci : *Smart building, Fuzzy Mamdani, ESP32, Internet of thing.*

1. PENDAHULUAN

Smart building adalah penerapan sistem secara otomatis berbasis *Internet of thing* terhadap bangunan dengan menggunakan algoritma yang dibuat secara terstruktur dan rapi serta bagian dan komponen pada bangunan dapat dikelola secara otomatis. Masalah muncul ketika sebuah bangunan telah menggunakan teknologi namun menghiraukan penggunaan listrik secara terus menerus. Seperti lampu yang menyala terus menerus, kipas angin yang tidak dimatikan sehingga dapat menimbulkan biaya listrik yang membengkak, memendeknya masa penggunaan elektronik akibat penggunaan yang kurang optimal. Hingga resiko bahaya yang terjadi di kantor seperti terjadinya kebakaran dan adanya gempa bumi.

Dengan bantuan *Smart Building* penghuni akan lebih dimudahkan dengan tidak perlu terlalu memikirkan alat-alat elektronik yang ada di bangunan karena alat-alat tersebut saling terhubung dan dapat memudahkan penghuni *smartbuilding*.

Metode *fuzzy* jika diambil dari namanya secara Bahasa dapat diartikan sebagai kabur atau samar yang artinya bernilai benar atau salah secara bersamaan dengan derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 sampai 1. Sehingga memiliki nilai keaburan atau kesamaran antara benar dan salah. *Fuzzy Mamdani* merupakan metode yang lebih sering dikenal sebagai metode *max-min* yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka dibutuhkan pemanfaatan dengan

memadukan fasilitas yang ada pada bangunan menggunakan sensor dan mikrokontroler sehingga munculah inovasi berupa *smart building* berbasis *Internet of thing* dengan menggunakan metode *fuzzy* yang diterapkan pada mikrokontroler dengan input berupa sensor dan *outputnya* berupa alat-alat elektronik yang terhubung dengan perangkat lunak berupa *web* dengan tujuan untuk *monitoring* dan *system* pengendali manual. Pemanfaatan yang dilakukan yaitu dengan membuat sistem pengendali otomatis menggunakan sensor dan mengembangkan perangkat lunak berupa *web* yang bertujuan untuk *monitoring* dan sistem pengendali manual.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Smart building*

Smart building adalah sebuah sistem dari gabungan antara teknologi dan bangunan. Bangunan yang dulunya masih menggunakan pengoperasian manual kini dapat dibuat serba otomatis dan menjadi canggih dengan dilengkapi berbagai sensor dan alat pengontrol. [1]

2.2. *IoT (Internet of thing)*

Internet of things (IoT) adalah teknologi untuk menghubungkan perangkat (*device*) disekitar kita dengan jaringan internet sehingga dapat mempermudah kehidupan manusia. Dapat dikatakan bahwa *IoT* menghubungkan sesuatu yang tidak dioperasikan secara langsung oleh manusia. *IoT* dapat digunakan pada kehidupan sehari-hari seperti

membuat lampu menyala secara otomatis dengan bantuan sensor cahaya ataupun pengatur waktu, pintu yang terbuka otomatis, kipas yang menyala ketika suhu ruangan mulai panas dan masih banyak lagi kegiatan manusia yang dapat dibantu dengan adanya *Internet of things*. [2]

2.3. Fuzzy

Fuzzy secara harfiah memiliki arti kabur atau samar yang menjelaskan suatu kondisi bisa bernilai salah maupun benar secara bersamaan yang dikenal sebagai derajat keanggotaan dengan rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Tetapi, seberapa besar kesalahan maupun kebenaran bergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Logika *fuzzy* merupakan suatu cara yang tepat sebagai pemetaan dari ruang input ke ruang *output* dan mempunyai nilai berkelanjutan. Karena dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran, pada waktu yang sama, sesuatu dapat dikatakan sebagian salah dan sebagian benar. Untuk perancangan *Smart building* berbasis *Internet of thing* ini menggunakan metode Mamdani.

Metode Mamdani juga sering disebut dengan metode *Max-min* dengan beberapa tahapan seperti *fuzzyfikasi*, inferensi dan *defuzzyfikasi* serta pada tahap *defuzzyfikasi* menggunakan metode centroid untuk memperoleh solusi *crisp* dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Lalu dirumuskan kembali menggunakan metode *bisector*, *min of maximum*, *smallest of maksimum* dan *largest of maximum*. [3]

2.4. VSCode

Visual Studio Code merupakan sebuah *text editor* yang dibuat oleh *Microsoft* yang tersedia pada *Linux*, *Mac*, dan *Windows* yang didukung dengan Bahasa pemrograman *Typescript* serta *Javascript* dll dengan menggunakan berbagai *plugin* yang bisa dipasang melalui *marketplace* dari *visual studio code*. [4]

2.5. XAMPP

Xampp adalah perangkat lunak yang berfusing sebagai *server* yang bersifat *standalone* (localhost), dengan program seperti *apache*, (*Server*) HTTP, (*Database*) MySQL yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Perl [5]

2.6. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya digunakan sebagai pengukur pancaran daya dari suatu cahaya yang merupakan besaran pokok fisika dengan kepadatan cahaya dari suatu berkas yang mengenai permukaan dan memiliki panjang gelombang spektrum relatif mulai dari 380 hingga 780 nm . [6]

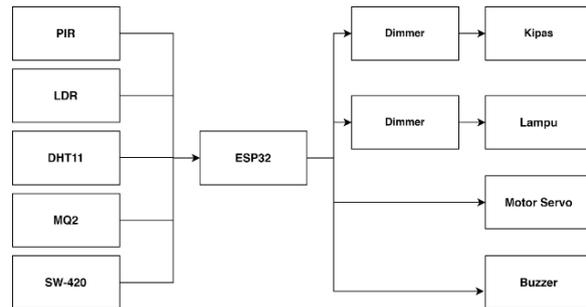
2.7. Suhu dan Kelembapan

Suhu merupakan besaran yang menyatakan derajat dari panas dan dingin pada suatu benda atau ruangan. Kelembapan adalah suatu tingkat dari keadaan lingkungan udara basah yang penyebabnya merupakan adanya uap air. [7]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Perancangan Sistem

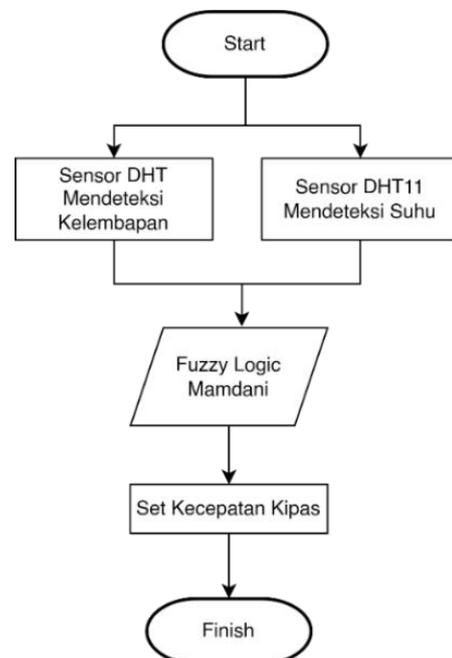
Kebutuhan alat yang digunakan sesuai dengan diagram blok sistem yang dibuat. Gambar diagram blok sistem ditujukan pada Gambar 1.



Gambar 1. diagram blok Sistem

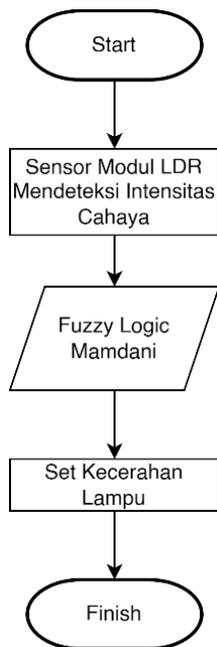
3.2. Flowchart Kipas Angin Metode Fuzzy

Pada kipas angin digunakan metode *fuzzy* dengan *flowchart* yang ditujukan pada gambar 2.



Gambar 2. flowchart kipas metode fuzzy

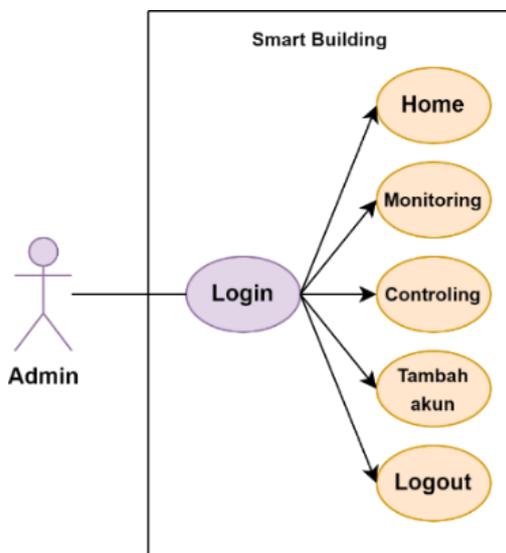
3.3. Flowchart Lampu Metode Fuzzy



Gambar 3. flowchart lampu metode fuzzy

3.4. Use Case SmartBuilding Diagram Admin

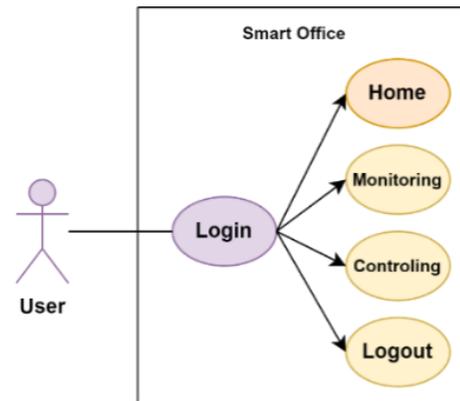
Penjelasan mengenai use case smartbuilding diagram admin terdapat pada gambar 4.



Gambar 4. use case smartbuilding diagram admin

3.5. Use Case Smartbuilding Diagram User

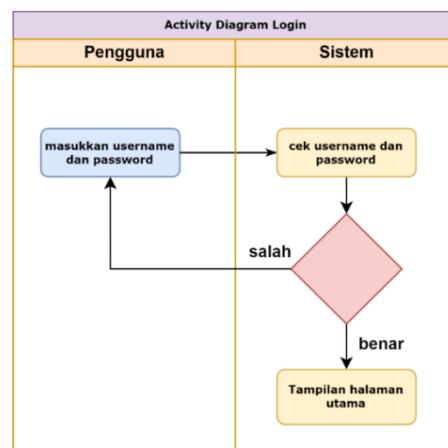
Penjelasan mengenai use case Smartbuilding diagram user terdapat pada gambar 5.



Gambar 5. use case smartbuilding diagram user

3.6. Activity Smartbuilding Diagram Login

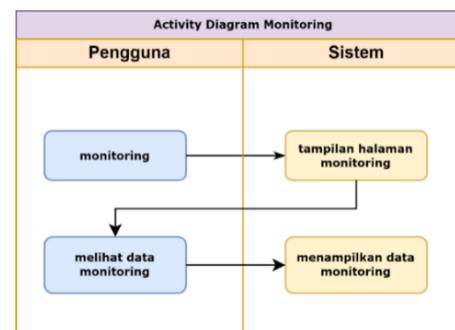
Penjelasan mengenai activity smartbuilding diagram login terdapat pada gambar 6.



Gambar 6. activity smartbuilding diagram login

3.7. Activity Smartbuilding Diagram Monitoring

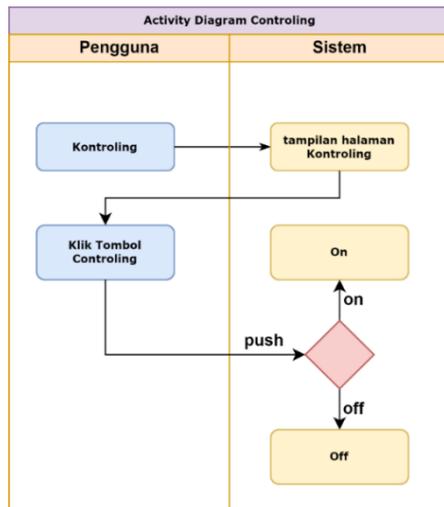
Penjelasan mengenai activity smartbuilding diagram monitoring terdapat pada gambar 7.



Gambar 7. activity smartbuilding diagram monitoring

3.8. Activity Smartbuilding Diagram Kontroling

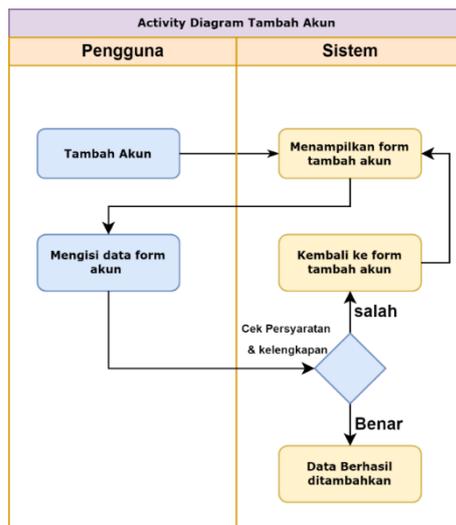
Penjelasan mengenai activity diagram controlling terdapat pada gambar 8.



Gambar 8. activity diagram controlling

3.9. Activity Smartbuilding Diagram Tambah Akun

Penjelasan mengenai activity smartbuilding diagram tambah akun terdapat pada gambar 9.



Gambar 9. activity smartbuilding diagram tambah akun

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1. Himpunan Fuzzy Mamdani Temperatur

Pada himpunan fuzzy, Temperatur digolongkan menjadi tiga yaitu dingin, normal, dan panas. Rumus dari parameter temperature memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu(x)Dingin = \begin{cases} 1 & : \text{Untuk } x \leq 18 \\ \frac{23-x}{23-18} & : \text{Untuk } 18 \leq x \leq 23 \\ 0 & : \text{Untuk } x \geq 23 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu(x)Normal = \begin{cases} \frac{x-18}{23-18} & : \text{Untuk } 18 \leq x \leq 23 \\ \frac{28-x}{28-23} & : \text{Untuk } 23 \leq x \leq 28 \\ 0 & : \text{Untuk } x \geq 28 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu(x)Panas = \begin{cases} 1 & : \text{Untuk } 28 \leq x \leq 32 \\ \frac{x-23}{28-23} & : \text{Untuk } 23 \leq x \leq 28 \\ 0 & : \text{Untuk } x \leq 23 \end{cases} \quad (3)$$

4.2. Himpunan Fuzzy Mamdani Kelembapan

Pada himpunan fuzzy Kelembapan digolongkan menjadi tiga yaitu rendah, normal, dan tinggi. Rumus dari parameter kelembapan memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:[8]

$$\mu(x)Rendah = \begin{cases} 1 & : \text{Untuk } x \leq 25 \\ \frac{50-x}{50-25} & : \text{Untuk } 25 \leq x \leq 50 \\ 0 & : \text{Untuk } x \geq 50 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu(x)Normal = \begin{cases} \frac{x-25}{50-25} & : \text{Untuk } 25 \leq x \leq 50 \\ \frac{75-x}{75-50} & : \text{Untuk } 50 \leq x \leq 75 \\ 0 & : \text{Untuk } x \geq 75 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu(x)Tinggi = \begin{cases} 1 & : \text{Untuk } 75 \leq x \leq 100 \\ \frac{x-50}{75-50} & : \text{Untuk } 50 \leq x \leq 75 \\ 0 & : \text{Untuk } x \leq 50 \end{cases} \quad (6)$$

4.3. Intensitas Cahaya

Rumus dari parameter intensitas cahaya memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:[8]

$$\mu(x)Gelap = \begin{cases} 1 & : \text{Untuk } x \leq 25 \\ \frac{50-x}{50-25} & : \text{Untuk } 25 \leq x \leq 50 \\ 0 & : \text{Untuk } x \geq 50 \end{cases} \quad (7)$$

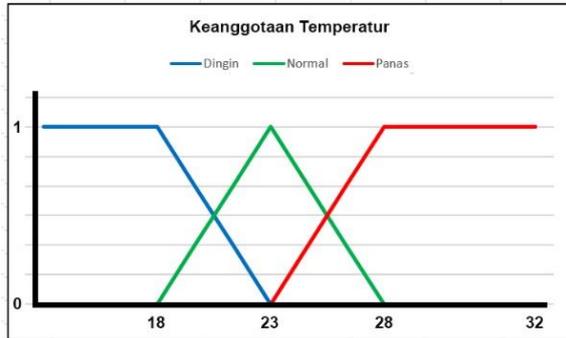
$$\mu(x)Normal = \begin{cases} \frac{x-25}{50-25} & : \text{Untuk } 25 \leq x \leq 50 \\ \frac{75-x}{75-50} & : \text{Untuk } 50 \leq x \leq 75 \\ 0 & : \text{Untuk } x \geq 75 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu(x)Terang = \begin{cases} 1 & : \text{Untuk } 75 \leq x \leq 100 \\ \frac{x-50}{75-50} & : \text{Untuk } 50 \leq x \leq 75 \\ 0 & : \text{Untuk } x \leq 50 \end{cases} \quad (9)$$

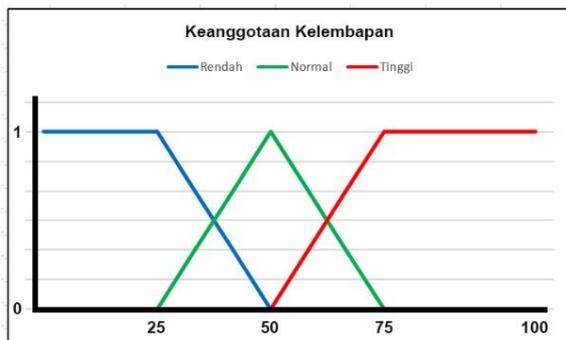
4.4 Fuzzyfikasi

Input masukan pada system kipas otomatis akan difuzzyfikasi ke himpunan fuzzy dan difungsikan sebagai anggota fuzzy sehingga nantinya akan terbentuk rule base. Pada gambar 10 dan gambar 11 adalah fuzzyfikasi dari nilai yang didapat dari sensor DHT11 berupa nilai temperatur (suhu) dan

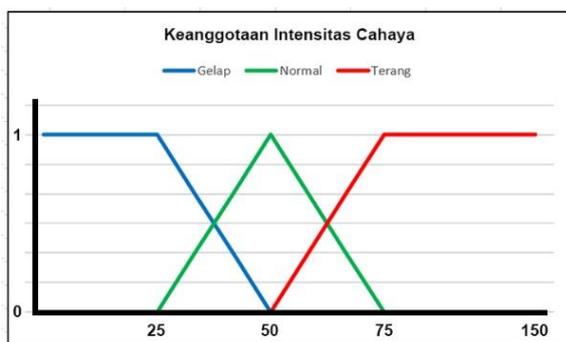
kelembapan, sementara pada gambar 12 adalah gambar *fuzzyfikasi* dari nilai yang didapat sensor LDR.



Gambar 10. keanggotaan temperature



Gambar 11. keanggotaan kelembapan udara



Gambar 12 keanggotaan intensitas cahaya

4.4. Rule Base

Sistem rule base pada kipas otomatis dibuat dengan maksud sebagai aturan dalam pengambilan keputusan pada program agar dapat memutuskan penggunaan yang tepat. Pada tabel 1 dan 2 merupakan tabel dari *rule base* kipas angin dan lampu.

Tabel 1. Rule base kipas

Keterangan		Temperatur		
		Dingin	Normal	Panas
Kelembapan	Rendah	Stop	Pelan	Normal
	Normal	Pelan	Normal	Cepat
	Tinggi	Normal	Cepat	Cepat

Tabel 2. Rule base lampu

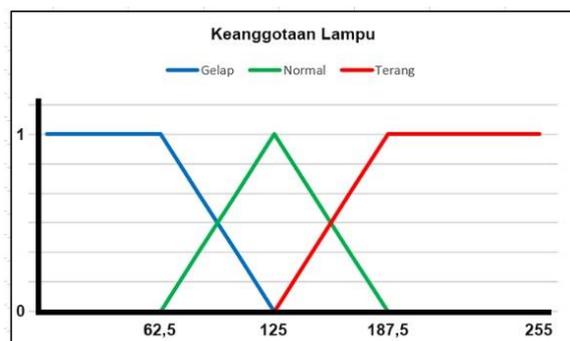
Nilai		Intensitas Cahaya		
		Gelap	Normal	Terang
	$x \leq 5$			
	$25 \leq x \leq 75$			
	$x \geq 75$			

4.5. Defuzzyfikasi

Dalam tahapan *defuzzyfikasi*, kipas angin mempunyai nilai yang diatur sebelumnya dan menjadi aturan yang diaplikasikan sebagai penentu *output* nilai yang dikonversi menjadi PWM (*Pulse Width Modulation*). Pada gambar 13 dan 14 merupakan fungsi PWM kipas dan lampu agar bekerja sesuai aturan.



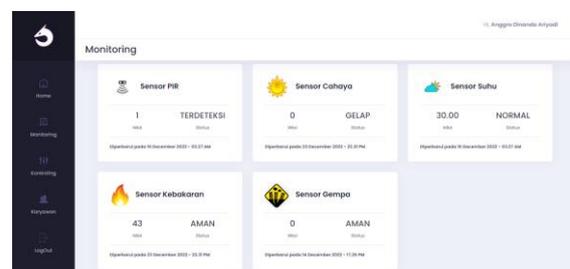
Gambar 13. keanggotaan kipas



Gambar 14. keanggotaan lampu

4.6. Halaman Monitoring

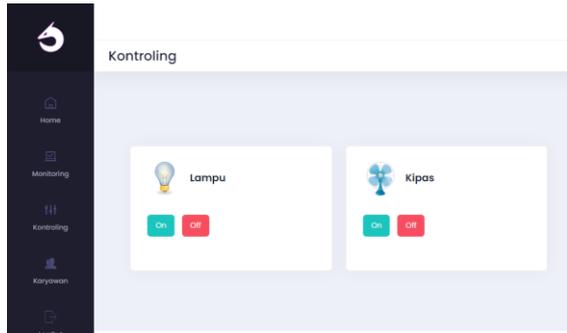
Pada Tampilan Halaman *Monitoring* terdapat beberapa kolom sensor seperti sensor pir, sensor cahaya, sensor suhu, sensor kebakaran, dan sensor gempa yang dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. halaman monitoring

4.7. Halaman Kontroling

Pada Tampilan Halaman *Kontroling* terdapat beberapa kolom seperti lampu, kipas dan pintu dengan tombol on off seperti yang dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. halaman kontroling

4.8. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan dengan mengakses aplikasi *web* yang telah dibuat menggunakan *browser* yang berbeda dengan tujuan untuk mengetahui apakah aplikasi *web* dapat menghasilkan hasil yang sesuai dengan perancangan. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Pengujian Aplikasi

No	Pengujian	Web browser		
		Chrome	Firefox	Microsoft edge
1	Dashboard	√	√	√
2	Monitoring	√	√	√
3	Kontrolling	√	√	√
4	Karyawan	√	√	√
5	Logout	√	√	√

4.9. Pengujian Sensor Pir dan Microservo

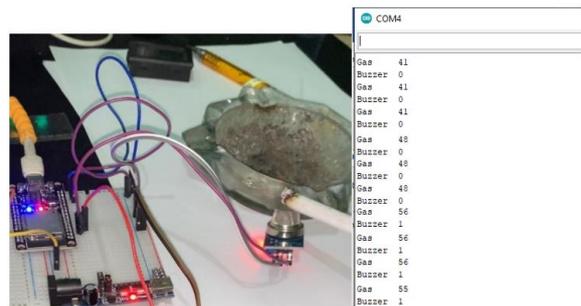
Jika sensor pir menangkap sinyal orang maka servo akan bergerak 180 derajat dan disimpan selama 3 detik untuk memberikan waktu orang masuk dan akan kembali ke 0 ketika pir tidak menangkap sinyal orang yang dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. pengujian sensor pir dan microservo

4.10. Pengujian Sensor Gas Dan Buzzer

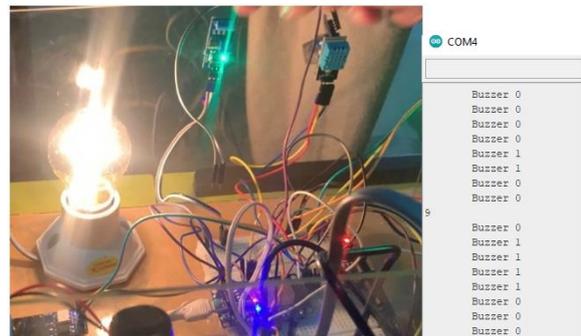
Jika nilai yang ditangkap sensor gas lebih dari 3500 maka *buzzer* akan berbunyi dengan menunjukkan angka 1 yang dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. pengujian sensor gas dan buzzer

4.11. Pengujian Sensor Gempa Dan Buzzer

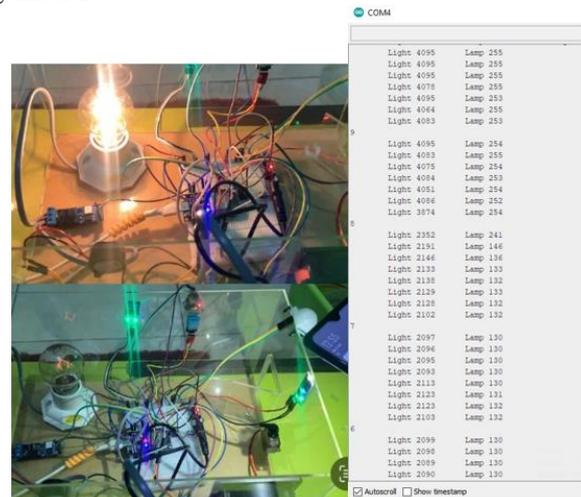
Jika sensor gempa mendeteksi adanya getaran maka nilai *buzzer* akan menunjukkan angka 1 yang dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. pengujian sensor gempa dan buzzer

4.12. Pengujian Sensor Cahaya Dan Lampu

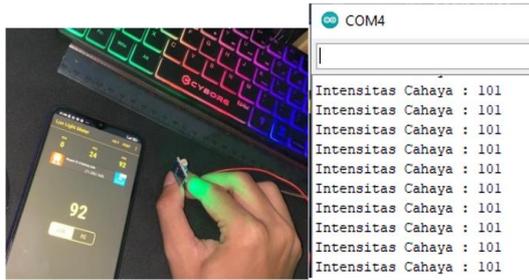
Jika sensor cahaya sedikit menangkap intensitas cahaya maka nilai yang ditampilkan semakin tinggi begitu juga dengan nilai PWM pada lampu dan lampu akan menyala lebih terang yang dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. pengujian sensor cahaya dan lampu

4.13. Pengujian Sensor LDR dengan Lux meter

Gambar 21 dan tabel 4 adalah percobaan pengujian sensor ldr dengan *lux meter* guna mengetahui tingkat rata-rata *error*.



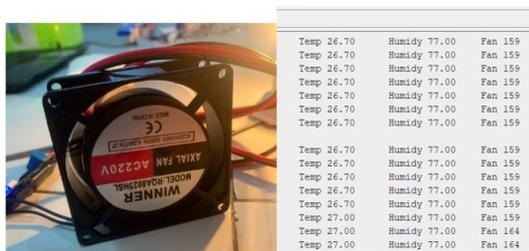
Gambar 21. Pengujian sensor LDR dengan lux meter

Tabel 4. Pengujian Sensor LDR dengan lux meter

No	Sensor LDR	Lux meter (Lux)	Selisih (Lux)	Error (%)
1	0	8	8	100
2	12	35	23	65,71429
3	25	37	12	32,43243
4	26	37	11	29,72973
5	49	64	15	23,4375
6	53	68	15	22,05882
7	94	176	82	46,59091
8	147	226	79	34,95575
9	198	108	90	83,33333
10	208	105	103	98,09524
Total				536,348
Rata – Rata Error %				53,6%

4.14. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan Dengan Kipas

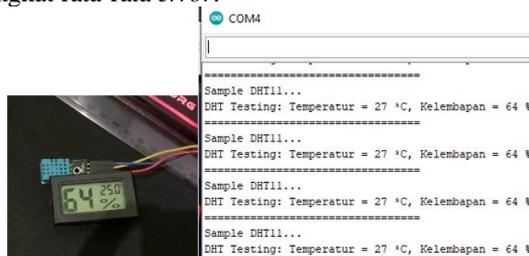
Kecepatan kipas diatur dari nilai temperature dan kelembapan yang di operasikan dalam logika fuzzy Mamdani seperti yang ditunjukkan pada gambar 22.



Gambar 22. pengujian sensor suhu dan kelembapan dengan kipas

4.15. Pengujian Sensor DHT11 dengan Hygrometer dan Thermometer

Pada gambar 23, tabel 5 dan 6 merupakan percobaan pengujian sensor DHT11 dengan Hygrometer dan Thermometer guna mengetahui tingkat rata-rata error.



Gambar 23. Pengujian sensor dht11 dengan hygrometer dan thermometer

Tabel 5. Pengujian Sensor Dht11 Dengan Hygrometer

No	Sensor DHT11	Thermometer	Selisih	Error %
1	27 °C	25 °C	2	8
2	27 °C	25 °C	2	8
3	27 °C	25 °C	2	8
4	27 °C	25 °C	2	8
5	27 °C	25 °C	2	8
6	27 °C	25 °C	2	8
7	27 °C	25 °C	2	8
8	27 °C	25 °C	2	8
9	27 °C	25 °C	2	8
10	27 °C	25 °C	2	8
Total				80
Rata – Rata Error %				8%

Tabel 6. pengujian sensor DHT11 dengan Hygrometer

No	Sensor DHT11	Hygrometer	Selisih	Error %
1	64	64	0	0
2	64	64	0	0
3	64	64	0	0
4	64	64	0	0
5	64	64	0	0
6	64	64	0	0
7	64	64	0	0
8	64	64	0	0
9	64	64	0	0
10	64	64	0	0
Total				0
Rata – Rata Error %				0%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari implementasi Prototype Penerapan Smart Building Berbasis Internet of Thing dapat disimpulkan bahwasannya ketika sensor PIR mendeteksi adanya orang, sensor PIR menunggu selama 3 detik untuk mempersilahkan orang masuk dikarenakan ketika sensor pir tidak menangkap sinyal orang maka akan otomatis tertutup. Sensor DHT11 dapat mendeteksi suhu ruangan dan kelembapan sesuai dengan yang diharapkan dengan pengecekan menggunakan thermometer dan hygrometer dari 10 data ditemukan hasil rata-rata error suhu sebesar 8% dan kelembapan sebesar 0%. Sensor LDR dapat menangkap intensitas cahaya sesuai dengan yang diharapkan dengan pengecekan menggunakan lux meter dari 10 data ditemukan hasil rata-rata error sebesar 53,6% dan digunakan untuk mengatur tingkat kecerahan pada lampu. Sensor SW420 dapat mendeteksi getaran sesuai dengan yang diharapkan dan berhasil mengirim sinyal tanda bahaya melalui buzzer serta telegram. Dalam penggunaan logika fuzzy Mamdani, nilai keanggotaan temperature dibagi menjadi 3 yaitu dingin, normal, dan panas. Nilai keanggotaan Pada pengujian user, diperoleh total 59 suara yang memilih setuju, 11 suara memilih netral, dan 0 suara yang memilih tidak setuju. Sehingga diperoleh persentase total 84% memilih setuju dan

16% memilih netral dan dapat disimpulkan bahwa website yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pada pengujian web, aplikasi yang dibuat dapat dijalankan sesuai dengan yang diharapkan dengan menggunakan 3 browser berbeda yaitu Microsoft Edge dan Google Chrome dan Mozilla Firefox. Fitur CRUD pada menu data karyawan dapat difungsikan sesuai dengan yang diharapkan. Untuk saran yang dapat dibereikan penulis untuk penggunaan aplikasi yang telah dibuat atau ditujukan sebagai pengembangan di masa mendatang antara lain Menambahkan komponen input maupun output agar smartbuilding lebih bervariasi, Dapat menerapkan lebih dari 1 logika dan tidak terpaku hanya dengan menggunakan metode fuzzy, Untuk penelitian selanjutnya agar menambahkan beberapa fitur pada web seperti penggunaan broker untuk mendapatkan dan mengirim data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Farid, "Sistem Monitoring Dan Kontroling Pada Smart Building Dengan Penerapan IOT (Internet of Things)," 2017.
- [2] M. A. Raharjo and F. Sabur, "Perancangan System Smart Office Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [3] A. Wirawan and Azhari, "Implementasi Metode Fuzzy-Mamdani untuk Menentukan Jenis Ikan Konsumsi Air Tawar Berdasarkan Karakteristik Lahan Budidaya Perikanan Implementation of Fuzzy-Mamdani Method for Determining the Type Freshwater Fish Consumption Based on Characteristics Land Aquaculture," 2014.
- [4] Y. Permana and P. Romadlon, "Perancangan Sistem Informasi Penjualan Perumahan Menggunakan Metode SDLC Pada PT. MANDIRI LAND PROSPEROUS Berbasis Mobile," 2019.
- [5] R. v Palit, Y. D.Y Rindengan, and A. S. M. Lumenta, "Rancangan Sistem Informasi Keuangan Gereja Berbasis Web Di Jemaat GMIM Bukit Moria Malalayang," *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 4, no. 7, 2015.
- [6] S. Zelviani, "Pengaruh Ketebalan Bahan Penghalang Terhadap Intensitas Radiasi Relatif," 2018.
- [7] S. Indarwati, S. M. Bondan Respati, and Darmanto, "Kebutuhan Daya Pada Air Conditioner Saat Terjadi Perbedaan Suhu Dan Kelembaban," *Momentum*, vol. 15, no. 1, 2019.