

Sistem Otomatisasi Lampu Ruangan berdasarkan Kebiasaan Pengguna menggunakan Algoritma *Backpropagation*

CHANDRA MONICA PERMADANI, IRMA NIRMALA, RAHMI HIDAYATI

Rekayasa Sistem Komputer, Universitas Tanjungpura, Indonesia
Email : chandramonica@student.untan.ac.id

Received 26 Oktober 2023 | *Revised* 24 November 2023 | *Accepted* 3 Desember 2023

ABSTRAK

Lampu adalah alat penerangan yang sangat penting dalam aktivitas sehari-hari, namun seringkali pengguna lupa atau lalai dalam memamatkannya saat tidak digunakan. Akibatnya, penggunaan daya listrik menjadi berlebihan. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sebuah teknologi yang mampu mengendalikan lampu secara otomatis. Dalam penelitian ini dibangun sebuah sistem kendali otomatisasi lampu berdasarkan kebiasaan pengguna dengan menerapkan algoritma backpropagation. Struktur jaringan algoritma ini terdiri dari 1 neuron input, 6 neuron pada hidden layer, dan 6 neuron output. Data yang digunakan pada 6 buah lampu dalam penelitian ini terdiri dari 620 data latih dan 72 data uji. Penerapan sistem otomatis menggunakan algoritma backpropagation menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi, dengan menggunakan confusion matrix menghasilkan akurasi mencapai 95,83%, recall 93,75%, dan precision 96,77%. Rata-rata waktu klasifikasi yang didapat adalah 0,979055 detik dari 72 percobaan.

Kata Kunci: *Otomatis, Lampu, Kebiasaan, Backpropagation, Klasifikasi*

ABSTRACT

Lights are a very important lighting tool in daily activities, but often users forget or neglect to turn them off when not in use. As a result, the use of electric power becomes excessive. To solve this problem, a technology is needed that is able to control lights automatically. In this research, a light automation control system based on user habits is built by applying the backpropagation algorithm. The network structure of this algorithm consists of 1 input neuron, 6 neurons in the hidden layer, and 6 output neurons. The data used on 6 lamps in this study consists of 620 training data and 72 test data. The implementation of an automated system using the backpropagation algorithm shows a high level of success, using a confusion matrix resulting in accuracy reaching 95,83%, recall 93,75%, and precision 96,77%. The average classification time obtained is 0,979055 seconds from 72 test trials.

Keywords: *Automatic, Lights, Habits, Backpropagation, Classification*

1. PENDAHULUAN

Saat ini teknologi telah menyebar ke dalam kehidupan manusia, dan salah satu contoh yang mencolok adalah pengembangan aplikasi rumah pintar (*smart home*) yang memiliki potensi untuk meningkatkan kenyamanan serta keamanan bagi penggunanya (**Masykur & Prasetyowati, 2016**). Teknologi *smart home* adalah salah satu konsep yang dikembangkan melalui teknologi canggih dengan kemampuan sistem kendali otomatisasi (**Prasetyo, dkk, 2022**). Penerapan pengendalian otomatis ini menghasilkan sejumlah perubahan dalam kehidupan sehari-hari, termasuk mengurangi masalah yang terjadi di rumah.

Salah satu permasalahan yang sering terjadi yaitu lupa atau lalainya pengguna dalam mematikan perangkat-perangkat di rumah saat tidak digunakan, termasuk lampu di dalam ruangan. Lampu adalah sebuah alat penerangan yang sangat penting dalam aktivitas sehari-hari (**Hermanto, 2017**). Terkadang, pemilik rumah lupa untuk mematikan lampu setelah digunakan, terutama saat akan pergi meninggalkan rumah dalam waktu yang cukup lama. Akibatnya, penggunaan daya listrik menjadi berlebihan. Untuk mengatasi hal ini, dibangun sebuah teknologi yang dapat mengendalikan hidup dan mati lampu secara otomatis (**Kurniawan, dkk, 2013**). Teknologi inilah yang dikenal sebagai teknologi lampu pintar, karena sistem komputernya dapat mengendalikan lampu untuk hidup dan mati secara otomatis dengan berbagai faktor. Salah satu faktor yang digunakan adalah kebiasaan pengguna dalam menhidupkan dan mematikan lampu. Oleh sebab itu, diperlukan suatu metode klasifikasi untuk menhidupkan dan mematikan lampu berdasarkan kebiasaan pengguna. Selain itu, waktu klasifikasi juga diperlukan untuk mengetahui berapa lama proses klasifikasi dapat dilakukan.

Metode yang sesuai untuk pengklasifikasian adalah *backpropagation* karena mampu beradaptasi dengan kondisi jaringan melalui pembelajaran. *Backpropagation* merupakan teknik terstruktur untuk melatih lapisan dalam Jaringan Saraf Tiruan (JST) (**Anam, dkk, 2020**). Cara kerjanya mirip dengan jaringan syaraf biologis dalam membentuk model sistem (**Ulfa, 2021**).

Saat ini sudah ada penelitian yang berkaitan dengan sistem lampu, diantaranya adalah penelitian dari (**Suhardi, dkk, 2022**) yang menghasilkan sebuah kendali lampu yang dapat dilakukan secara manual melalui *website* dan secara otomatis melalui pengaturan tentang waktunya. Penelitian selanjutnya mengenai sistem otomatisasi lampu berdasarkan kebiasaan pengguna ialah penelitian dari (**Pratama, dkk, 2018**) yang menghasilkan akurasi pengujian terhadap dua orang yang berbeda yaitu 84,61% dan 92,30%, serta penelitian ini juga mencatat waktu rata-rata pemrosesan sebesar 0,25 detik dari 13 kali percobaan. Selain itu terdapat juga penelitian yang berkaitan dengan algoritma *backpropagation*, diantaranya adalah penelitian dari (**Fantara, dkk, 2018**) yang menghasilkan sebuah sistem yang dapat mengklasifikasikan sampah dan akurasi yang didapatkan pada sistem yang dibangun sebesar 90% dengan waktu pemrosesan rata-rata selama 42,9 ms. Selanjutnya penelitian dari (**Hanseliani, 2019**) menghasilkan sebuah sistem yang dapat mengklasifikasikan jenis yang jamur layak konsumsi. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 97%.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini dibangun sebuah sistem otomatisasi lampu ruangan berdasarkan kebiasaan pengguna menggunakan algoritma *backpropagation*. Data masukan yang digunakan berupa data waktu disetiap lampu ruangan dengan kelas hidup atau mati lampu. Dengan dibangunnya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kemudahan kepada pengguna untuk mengendalikan lampu secara otomatis di dalam sebuah ruangan.

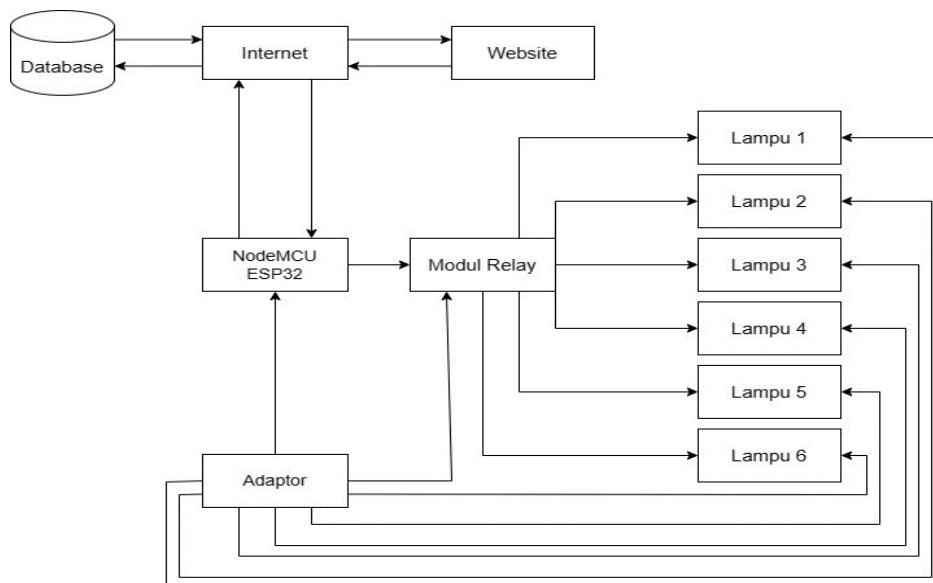
2. METODE

2.1 Deskripsi Sistem

Penelitian ini membangun sebuah sistem untuk otomatisasi lampu berdasarkan kebiasaan pengguna menggunakan metode *backpropagation*. Sistem ini memiliki dua kendali yaitu kendali manual dan kendali otomatis. Untuk kendali manual dilakukan dengan cara menekan tombol hidup atau mati lampu melalui *website*. Untuk kendali otomatis menggunakan metode *backpropagation* sebagai klasifikasi pengendalian lampu berdasarkan dari kebiasaan pengguna ketika akan menghidupkan dan mematikan lampu.

2.2 Perancangan Arsitektur Sistem

Pada perancangan sistem dari *smart lamp* yang setiap komponennya memiliki fungsi untuk berjalannya sistem ini. Diantaranya yaitu, *database* yang digunakan yaitu *firebase*. NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler yang memiliki hemat daya dilengkapi dengan Wi-Fi terintegrasi dan *fitur bluetooth dual-mode* (Nizam, dkk, 2022). Modul *relay* adalah perangkat yang bertindak sebagai saklar yang memanfaatkan prinsip kerja elektrik (Ramady, dkk, 2020). Lampu LED digunakan untuk menerangi ruangan dengan cahaya. Adaptor berfungsi sebagai perangkat untuk mengalirkan tegangan listrik (Maulana & Purnama, 2017). Internet adalah hasil dari penghubungan berbagai jaringan komputer yang saling terinterkoneksi (Candra & Wulandari, 2021), sehingga digunakan sebagai akses informasi dan akses pengiriman data pada sistem. *Website* adalah kumpulan beberapa halaman yang mengandung informasi dalam format data digital melalui internet (Laugi, 2018). Penelitian ini menggunakan *website* sebagai antarmuka pengguna untuk melihat informasi lampu ruangan, pelatihan dan pengujian, serta melakukan kendali lampu. Gambar 1 memuat perancangan arsitektur sistem.



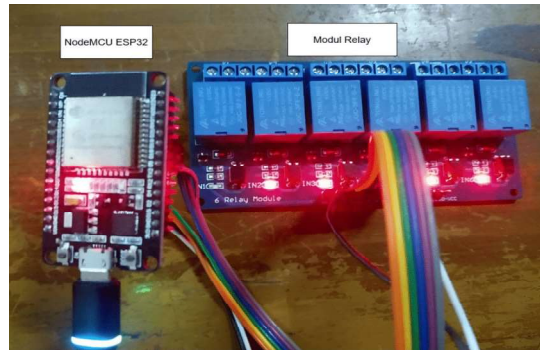
Gambar 1. Rancangan Arsitektur Sistem

2.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan sistem perangkat keras yang dibangun menggunakan modul *relay 6 channel* sebagai saklar dalam menghidupkan dan mematikan lampu ruangan dengan pengendalian melalui NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler dari sebuah sistem yang dibangun. NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai perangkat yang memberikan sinyal berupa hidup atau

Sistem Otomatisasi Lampu Ruangan berdasarkan Kebiasaan Pengguna menggunakan Algoritma *Backpropagation*

mati kepada pin yang terhubung dengan *relay*. Gambar 2 merupakan perancangan pengendalian *relay*.



Gambar 2. Perancangan Sistem Pengendalian Relay

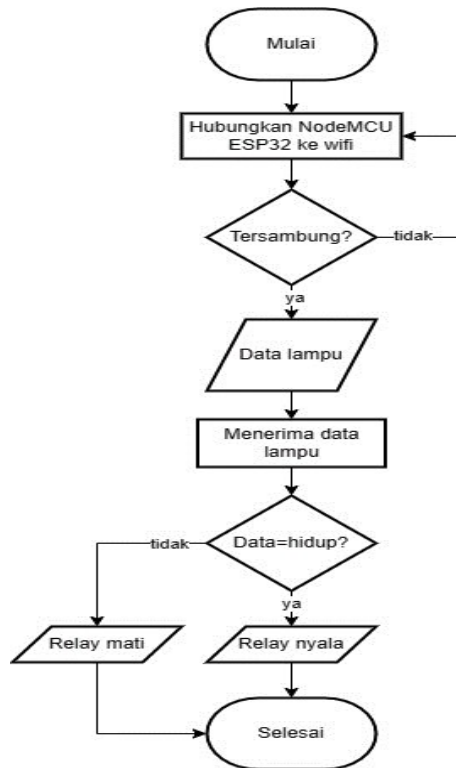
2.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada NodeMCU ESP32 dibangun bertujuan untuk merancang alur pemrograman yang akan berjalan di perangkat NodeMCU ESP32. Menggunakan satu buah NodeMCU ESP32 untuk melakukan pengendalian sistem kerja pada modul *relay* dan untuk pembacaan data lampu. Alur kerja yang terjadi pada NodeMCU ESP32 untuk pembacaan data lampu dapat dijelaskan bahwa saat sistem dihidupkan, NodeMCU ESP32 akan menjalankan kode pemrograman untuk pembacaan data lampu yang akan diproses dan nilai dari pembacaan data lampu akan dikirim dan tersimpan di *database*. Gambar 3 memuat perancangan diagram alir pembacaan data lampu.



Gambar 3. Diagram Alir Pembacaan Data Lampu

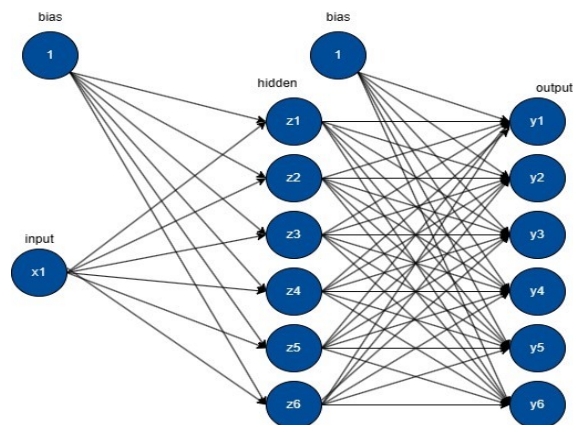
Pada alur kerja NodeMCU ESP32 untuk mengendalikan modul *relay* langkah pertama adalah menyambungkan NodeMCU ESP32 ke *wifi*. Apabila tersambung ke *wifi*, maka sistem akan memasukan dan menerima data lampu. Jika data lampu bernilai hidup, maka sistem akan menyalakan *relay*. Sebaliknya, jika data lampu bernilai mati, maka sistem akan mematikan *relay*. Gambar 4 memuat perancangan diagram alir pengendalian *relay*.



Gambar 4. Diagram Alir Pengendalian Relay

2.5 Perancangan Proses Algoritma *Backpropagation*

Algoritma *backpropagation* adalah metode dalam jaringan saraf tiruan yang beroperasi dengan mengenali pola data sebelum melalui pelatihan. Dalam algoritma *backpropagation*, terdapat tiga lapisan jaringan yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran (Pamungkas, dkk, 2020). Pada sistem yang dibangun, menggunakan satu *input*, enam *hidden layer*, dan satu *output*. *Input* yang digunakan berupa data waktu dalam menit saat lampu dihidupkan dan dimatikan, setelah itu data waktu tersebut dilakukan proses normalisasi dan menghasilkan nilai dengan format *decimal*. *Hidden layer* digunakan sebanyak enam buah karena menyesuaikan dengan *output* yang diinginkan pada penelitian sebanyak enam buah lampu di masing-masing ruangan. Gambar 5 memuat arsitektur *backpropagation*.



Gambar 5. Arsitektur Backpropagation

Berikut merupakan algoritma dari *backpropagation*:

1. Inisialisasi bobot dan bias yang akan digunakan.
2. Ikuti langkah-langkah berikut selama iterasi < maksimal iterasi dan MSE < target kesalahan.

Langkah Propagasi maju (*Feed Forward*)

3. Menghitung hasil nilai neuron pada *hidden layer* (z_j)

$$z_{net_j} = v_{0j} + \sum_{i=0}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

Menghitung aktivasi dengan fungsi *sigmoid*:

$$z_j = \frac{1}{1+e^{-z_{net_j}}} \quad (2)$$

4. Melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai dari neuron pada lapisan output (y_k)

$$y_{net_k} = w_{0k} + \sum_{j=0}^p z_j w_{jk} \quad (3)$$

Menghitung aktivasi dengan fungsi *sigmoid*:

$$y_k = \frac{1}{1+e^{-y_{net_k}}} \quad (4)$$

Langkah Propagasi mundur (*Backpropagation*)

5. Menghitung nilai propagasi mundur dari *output layer* ke *hidden layer*.

$$\begin{aligned} \delta_k &= (t_k - y_k) \cdot f'(y_{net_k}) \\ \delta_k &= (t_k - y_k) \cdot y_k(1 - y_k) \end{aligned} \quad (5)$$

Melakukan perhitungan koreksi *error* (Δw_{jk}) yang akan dipakai dalam memperbaharui w_{jk}

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (6)$$

Melakukan perhitungan koreksi *error* bias (Δw_{0k}) yang akan dipakai dalam memperbaharui w_{jk} ,

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (7)$$

6. Perhitungan propagasi mundur pada *hidden layer* ke *input layer*.

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj} \quad (8)$$

Mendapatkan faktor koreksi *error* δ_j

$$\begin{aligned} \delta_j &= \delta_{net_j} \cdot f'(z_{net_j}) \\ \delta_j &= \delta_{net_j} \cdot z_j(1 - z_j) \end{aligned} \quad (9)$$

Perhitungan koreksi *error* bobot (Δv_{ij}) dilakukan untuk memperbaharui v_{ij} ,

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (10)$$

Perhitungan koreksi *error* bias (Δv_{0j}) dilakukan untuk memperbaharui v_{0j} ,

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (11)$$

Langkah Perubahan Bobot dan Bias

7. Perhitungan perubahan bobot dan bias yang mengarah ke lapisan keluaran

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (12)$$

$$w_{0k}(\text{baru}) = w_{0k}(\text{lama}) + \Delta w_{0k} \quad (13)$$

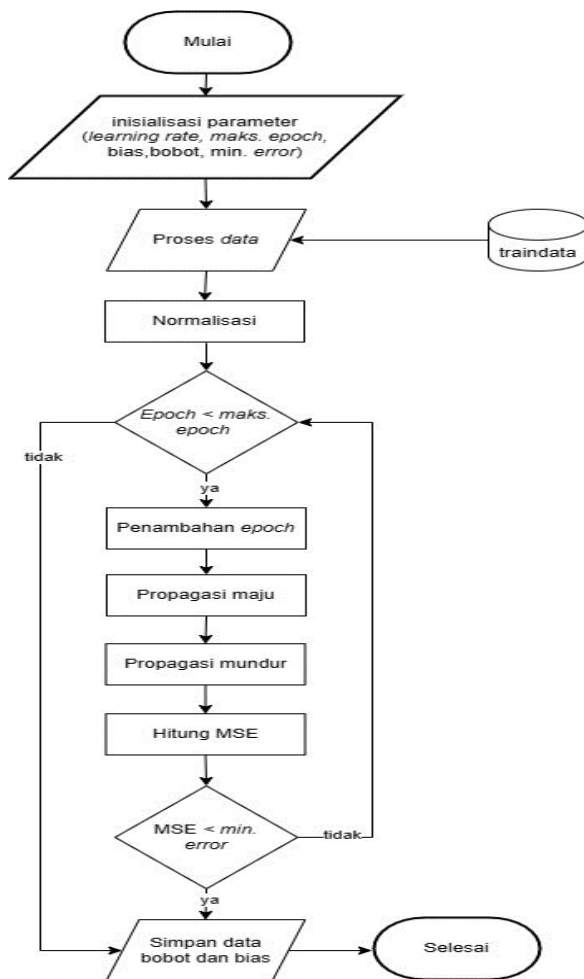
Perhitungan perubahan bobot dan bias yang mengarah ke lapisan tersembunyi :

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (14)$$

$$v_{0j}(\text{baru}) = v_{0j}(\text{lama}) + \Delta v_{0j} \quad (15)$$

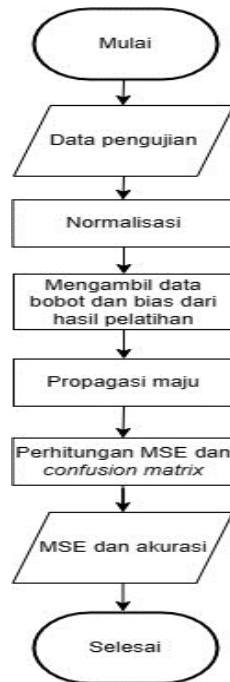
Pada proses pelatihan menggunakan 620 data latih yang didapat dari hidup dan mati lampu pada enam lampu ruangan selama 15 hari. Data masukkan yang digunakan berupa data waktu dalam menit saat lampu dihidupkan dan dimatikan, setelah itu data tersebut dilakukan proses normalisasi untuk menghasilkan nilai dengan format *decimal* dan dilanjutkan dengan pengecekan kondisi apakah nilai *epoch* lebih kecil dari nilai maksimal *epoch*. Jika nilai *epoch*

lebih besar dari nilai maksimal *epoch* maka data bobot dan bias akan disimpan dalam *database* setelah itu proses selesai. Jika nilai *epoch* kurang dari nilai maksimal *epoch*, maka nilai *epoch* akan bertambah satu. Selanjutnya masuk ke proses propagasi maju. Proses ini bertujuan untuk mencari nilai dari *output layer*. Setelah proses propagasi maju selesai maka dilakukan propagasi mundur, dimana proses ini bertujuan untuk memperbaiki nilai bobot dan bias. Selanjutnya masuk ke proses hitung nilai MSE. Setelah didapat nilai MSE maka akan dilakukan pengecekan, apakah nilai MSE kurang dari minimal *error*. Jika nilai MSE lebih dari minimal *error*, maka akan dilakukan pengecekan kembali kondisi *epoch*. Jika nilai MSE lebih kecil dari minimal *error*, maka nilai bobot dan bias akan disimpan dalam *database*, setelah itu proses selesai. Gambar 6 memuat perancangan diagram alir pelatihan *backpropagation*.



Gambar 6. Diagram Alir Pelatihan *Backpropagation*

Pada tahap pengujian dilakukan dengan melakukan *input* data pengujian berupa data waktu dan dilakukan normalisasi data. Selanjutnya melakukan proses metode *backpropagation* dengan menggunakan data bobot dan bias dari hasil pelatihan. Setelah itu masuk ke proses propagasi maju untuk mendapatkan nilai *output* dengan menggunakan nilai *threshold*. Jika nilai *output* lebih besar atau sama dengan 0,5 maka masuk ke klasifikasi hidup, dan sebaliknya jika nilai *output* kurang dari 0,5 maka masuk ke klasifikasi mati. Selanjutnya melakukan perhitungan MSE dan *confusion matrix*. Hasil keluaran dari tahap ini berupa nilai MSE, akurasi, dan klasifikasi hidup atau matinya lampu. Gambar 7 memuat diagram alir pengujian *backpropagation*.



Gambar 7. Diagram Alir Pengujian *Backpropagation*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi

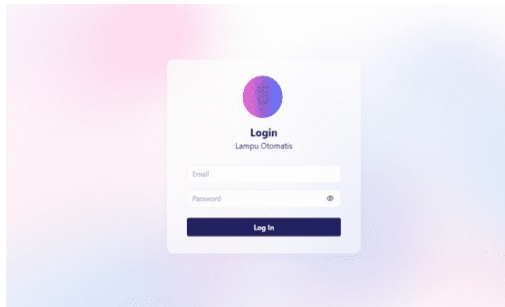
Implementasi yang dilakukan adalah implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak. Implementasi perangkat keras merupakan tahapan menghubungkan komponen perangkat keras pada miniatur rumah untuk menghasilkan bentuk sebuah miniatur rumah yang dilengkapi dengan enam ruangan yang berhubungan dengan node MCU ESP32 dan *modul relay*. Hasil implementasi perangkat keras pada miniatur rumah terdapat pada Gambar 8.



Gambar 8. Implementasi Perangkat Keras pada Miniatur Rumah

Implementasi perangkat lunak merupakan eksekusi dari antarmuka halaman *web* yang digunakan sebagai perantara *user* dalam mengendalikan lampu secara manual maupun otomatis. Terdapat beberapa halaman didalam *web*, halaman pertama *web* adalah halaman *login*, dimana *user* harus memasukkan email dan *password* untuk dapat masuk ke halaman berikutnya, terdapat pada Gambar 9. Setelah berhasil melakukan proses *login*, selanjutnya

masuk ke tampilan halaman *dashboard* yang menampilkan informasi status pada enam buah lampu ruangan dan menampilkan hasil akurasi, *recall*, *precision*, dan mse dari hasil pengujian menggunakan algoritma *backpropagation*, terdapat pada Gambar 10.

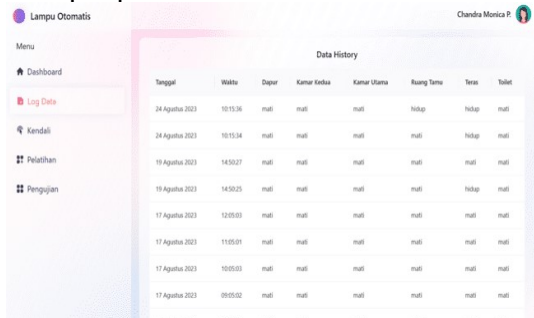


Gambar 9. Halaman Login

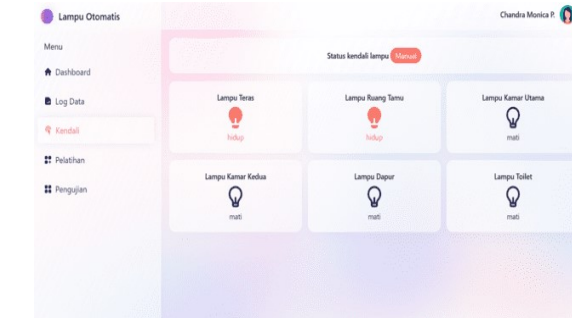


Gambar 10. Halaman Dashboard

Terdapat halaman log data yang berfungsi untuk menampilkan *history* data dari kendali manual dan otomatis. Halaman log data terdapat pada Gambar 11. Halaman selanjutnya adalah halaman kendali. Halaman ini terdiri dari kendali manual dan kendali otomatis, terdapat pada Gambar 12.

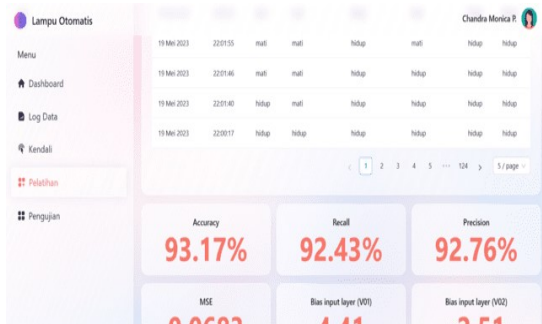


Gambar 11. Halaman Log Data

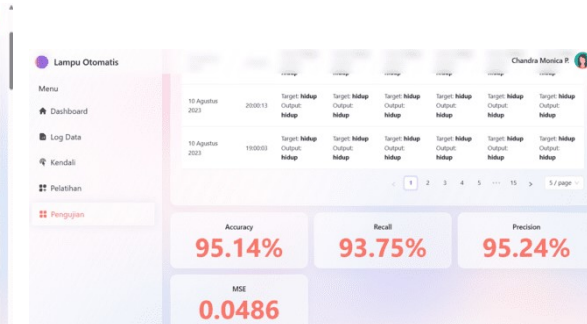


Gambar 12. Halaman Kendali

Pada halaman pelatihan, dilakukan proses pelatihan menggunakan algoritma *backpropagation* dengan data latih sebanyak 620 data. Pada halaman ini terdapat tombol untuk melakukan pelatihan data dengan memasukkan jumlah iterasi, *learning rate*, minimal *error*, bias dan bobot awal. Halaman ini juga menampilkan hasil bias, bobot, *accuracy*, *recall*, dan *precision* dari pelatihan data. Halaman pelatihan terdapat pada Gambar 13. Selanjutnya, terdapat sebuah halaman pengujian yang bertujuan untuk menampilkan hasil dari pengujian klasifikasi lampu yang telah dilakukan selama tiga hari dengan total data sebanyak 72 data. Selain itu terdapat juga hasil akurasi, *recall*, *precision*, dan mse dari pengujian, terlihat pada Gambar 14.



Gambar 13. Halaman Pelatihan



Gambar 14. Halaman Pengujian

3.2 Pengujian

Tahap pengujian yang dilakukan berupa pengujian dari waktu pemrosesan klasifikasi dan pengujian sistem otomatis lampu.

3.2.1 Pengujian Waktu Pemrosesan Klasifikasi

Pengujian waktu pemrosesan klasifikasi dilakukan untuk mengetahui berapa lama rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh API untuk melakukan klasifikasi menggunakan algoritma *backpropagation* terhadap kondisi lampu berdasarkan jam kebiasaan. Data uji yang digunakan sebanyak 72 data, dengan setiap data uji menjalani percobaan. Hasil dari pengujian ini akan mendapatkan rata-rata waktunya dari klasifikasi algoritma *backpropagation* di API dalam bentuk *milisecond*. Tabel 1 merupakan hasil pengujian waktu pemrosesan klasifikasi.

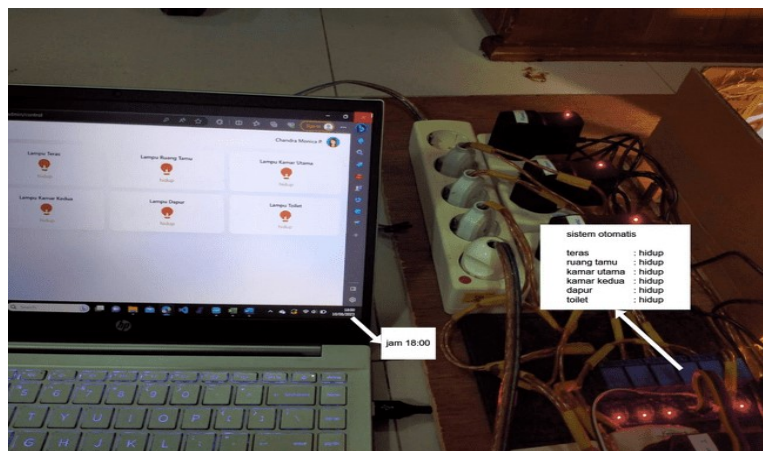
Tabel 1 Waktu Pemrosesan Klasifikasi

No	Jam	Waktu Komputasi (ms)	No	Jam	Waktu Komputasi (ms)
1.	00:00	1200	37.	12:00	1347
2.	01:00	1195	38.	13:00	530
3.	02:00	1403	39.	14:00	556
4.	03:00	1395	40.	15:00	1499
5.	04:00	1445	41.	16:00	847
6.	05:00	999	42.	17:00	777
7.	06:00	732	43.	18:00	892
8.	07:00	658	44.	19:00	861
9.	08:00	611	45.	20:00	581
10.	09:00	631	46.	21:00	792
11.	10:00	1459	47.	22:00	529
12.	11:00	1056	48.	23:00	621
13.	12:00	1528	49.	00:00	1252
14.	13:00	730	50.	01:00	917
15.	14:00	513	51.	02:00	1096
16.	15:00	794	52.	03:00	867
17.	16:00	602	53.	04:00	1506
18.	17:00	1337	54.	05:00	747
19.	18:00	824	55.	06:00	870
20.	19:00	1489	56.	07:00	387
21.	20:00	878	57.	08:00	1276
22.	21:00	1204	58.	09:00	1367
23.	22:00	1287	59.	10:00	1596
24.	23:00	793	60.	11:00	678
25.	00:00	700	61.	12:00	471
26.	01:00	1758	62.	13:00	842
27.	02:00	1224	63.	14:00	1451
28.	03:00	612	64.	15:00	558
29.	04:00	631	65.	16:00	628
30.	05:00	1174	66.	17:00	811
31.	06:00	679	67.	18:00	710
32.	07:00	1062	68.	19:00	537
33.	08:00	867	69.	20:00	1358
34.	09:00	1008	70.	21:00	1416
35.	10:00	989	71.	22:00	1367
36.	11:00	1111	72.	23:00	1374
Rata - rata				979,055	

Dengan merujuk pada hasil pengujian yang telah dilakukan, didapat waktu pemrosesan tercepat pada pengujian ke 56 dengan waktu sebesar 387 ms, waktu terlama didapat pada pengujian ke 26 dengan waktu sebesar 1758 ms. Untuk hasil rata-rata waktu pemrosesan klasifikasi yang dilakukan oleh API sebesar 979,055 ms, jika diubah menjadi detik menghasilkan 0,979055 detik.

3.2.2 Pengujian Sistem Otomatis

Pengujian sistem otomatis menggunakan algoritma *backpropagation* dilakukan selama tiga hari menghasilkan 72 data pengujian pada masing-masing lampu ruangan, dengan interval pengambilan data setiap satu jam. Pengujian ini dilakukan langsung terhadap enam buah lampu ruangan. Hasil dari pengambilan data ini kemudian dibandingkan dengan data-data kebiasaan yang telah terkumpul selama 15 hari. Gambar 15 merupakan hasil pengujian sistem otomatis pada enam lampu ruangan di miniatur.



Gambar 15. Pengujian Sistem Otomatis

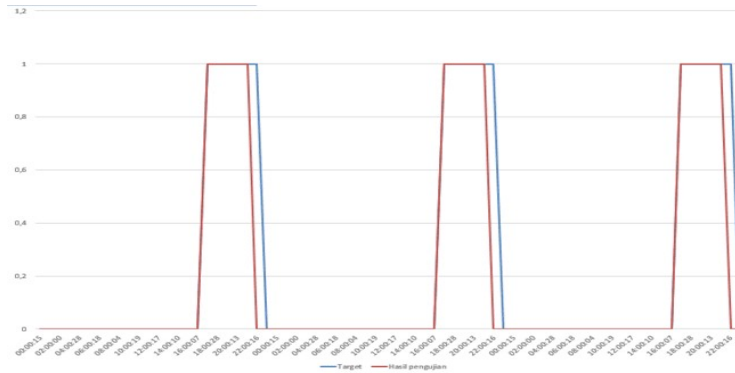
Berdasarkan hasil pengujian otomatis lampu teras sebanyak 72 data, ditemukan bahwa 69 data sesuai dengan target kebiasaan, namun terdapat ketidaksesuaian pada jam 06:00 sebanyak tiga data. Hasil pengujian lampu teras terdapat pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengujian Lampu Teras

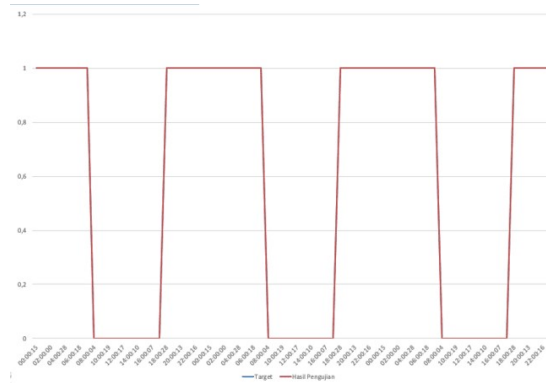
Berdasarkan hasil pengujian otomatis lampu ruang tamu, diperoleh hasil data berupa hidup atau mati lampu dan dibandingkan dengan data target berupa data kebiasaan. Sebanyak 72 data pengujian yang telah dilakukan dan menghasilkan pengamatan bahwa terdapat tiga data tidak sesuai yaitu pada jam 22:00, dan 69 data yang sesuai dengan data target. Hasil pengujian lampu ruang tamu terdapat pada Gambar 17.

Sistem Otomatisasi Lampu Ruangan berdasarkan Kebiasaan Pengguna menggunakan Algoritma *Backpropagation*



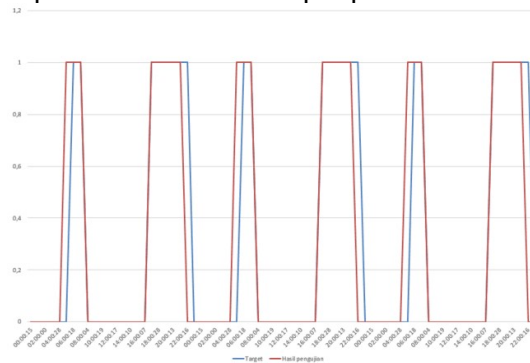
Gambar 17. Pengujian Lampu Ruang Tamu

Berdasarkan hasil pengujian otomatis lampu kamar utama, diperoleh hasil data berupa hidup atau mati lampu dan dibandingkan dengan data target berupa data kebiasaan. Sebanyak 72 data pengujian yang telah dilakukan dan menghasilkan pengamatan bahwa keseluruhan data sesuai dengan data target. Hasil pengujian lampu kamar utama terdapat pada Gambar 18.



Gambar 18. Pengujian Kamar Utama

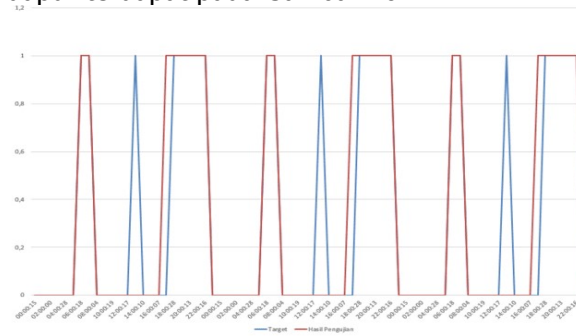
Berdasarkan hasil pengujian otomatis lampu kamar kedua, diperoleh hasil data berupa hidup atau mati lampu dan dibandingkan dengan data target berupa data kebiasaan. Sebanyak 72 data pengujian yang telah dilakukan dan menghasilkan pengamatan bahwa terdapat enam data tidak sesuai yaitu pada jam 05:00 dan 22:00, dan 66 data yang sesuai dengan data target. Hasil pengujian lampu kamar kedua terdapat pada Gambar 19.



Gambar 19. Pengujian Kamar Kedua

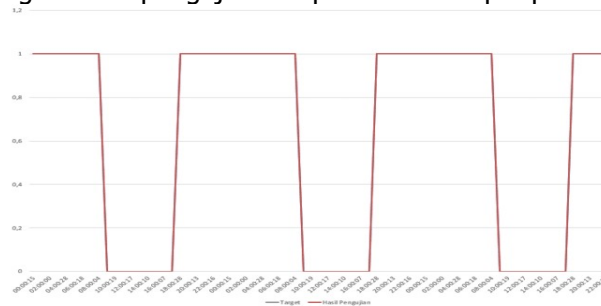
Berdasarkan hasil pengujian otomatis lampu dapur, diperoleh hasil data berupa hidup atau mati lampu dan dibandingkan dengan data target berupa data kebiasaan. Sebanyak 72 data pengujian yang telah dilakukan dan menghasilkan pengamatan bahwa terdapat enam data

tidak sesuai yaitu pada jam 13:00 dan 17:00, dan 66 data yang sesuai dengan data target. Hasil pengujian lampu dapur terdapat pada Gambar 20.



Gambar 20. Pengujian Lampu Dapur

Berdasarkan hasil pengujian otomatis lampu toilet, diperoleh hasil data berupa hidup atau mati lampu dan dibandingkan dengan data target berupa data kebiasaan. Sebanyak 72 data pengujian yang telah dilakukan dan menghasilkan pengamatan bahwa keseluruhan data sesuai dengan data target. Hasil pengujian lampu toilet terdapat pada Gambar 21.



Gambar 21. Pengujian Lampu Toilet

Setelah menjalani serangkaian pengujian selama tiga hari terhadap enam lampu ruangan, terkumpul sebanyak 72 data uji untuk setiap lampu, mencapai total 432 data uji secara keseluruhan. Langkah berikutnya melibatkan perbandingan antara data target dan hasil pengujian, menghasilkan temuan bahwa terdapat 18 data yang tidak sesuai. Selanjutnya dilakukan proses *confusion matrix* untuk menentukan nilai akurasi, *recall*, dan *precision* dari proses pengujian otomatis terhadap keenam lampu ruangan tersebut. Evaluasi lebih lanjut terhadap nilai-nilai ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kinerja sistem pengujian secara keseluruhan dan memberikan dasar untuk mungkin dilakukannya tindakan perbaikan. Perhitungan *confusion matrix* dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} AC &= \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \\ &= \frac{180 + 234}{180 + 234 + 6 + 12} \times 100\% = 95,83\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{TP}{FN+TP} \times 100\% \\ &= \frac{180}{180 + 12} \times 100\% = 93,75\% \end{aligned}$$

$$P = \frac{TP}{FP+TP} \times 100\%$$

$$-\frac{180}{180 + 6} \times 100\% = 96,77\%$$

Dari evaluasi *confusion matrix* terhadap pengujian sistem otomatis pada enam lampu, ditemukan bahwa tingkat keakuratan klasifikasi mencapai 95,83%. Selain itu, nilai *recall* yang mencerminkan kemampuan sistem untuk mengidentifikasi keseluruhan data positif adalah 93,75%, sementara nilai *precision* yang menunjukkan ketepatan sistem dalam mengklasifikasikan data positif adalah 96,77%. Hasil ini menggambarkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan kondisi lampu ruangan dengan tepat.

4. KESIMPULAN

Penerapan algoritma *backpropagation* pada otomatisasi lampu ruangan, yang diuji selama tiga hari dengan 72 data lampu, menghasilkan evaluasi yang signifikan. Sistem otomatis lampu, yang disesuaikan dengan kebiasaan pengguna pada enam buah lampu ruangan, mencapai ketepatan hidup dan mati yang baik di kamar utama dan toilet. Namun, terdapat ketidaksesuaian waktu pada ruang tamu dan teras dengan tiga data waktu yang tidak sesuai, serta pada kamar kedua dan dapur dengan enam data waktu yang tidak sesuai. Pada pengujian sistem otomatis menggunakan algoritma *backpropagation*, yang memiliki arsitektur 1 neuron *input*, 6 neuron *hidden layer*, dan 6 *output*, didapatkan nilai *confusion matrix* dengan akurasi 95,83%, *recall* 93,75%, dan *precision* 96,77%. Meskipun akurasi tinggi, perlu diperhatikan ketidaksesuaian waktu pada beberapa ruangan untuk meningkatkan performa sistem. Selain itu, pengujian waktu pemrosesan klasifikasi pada API yang dilakukan dengan menggunakan 72 data uji, mendapatkan hasil rata-rata waktu pemrosesan klasifikasi yang dilakukan sebesar 979,055 ms, jika diubah menjadi detik menghasilkan 0,979055 detik.

DAFTAR RUJUKAN

- Anam, S., Maulana, M. H., Hidayat, N., Yanti, I., Fitriah, Z., & Mahanani, D. M. (2020). Prediksi Jumlah Penderita COVID-19 di Kota Malang Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dan Metode Conjugate Gradient. *Seminar Nasional Teknoka vol 5*, (pp. 79-86).
- Candra, M. A., & Wulandari, I. A. (2021). Sistem Informasi Berprestasi Berbasis Web Pada SMP Negeri 7 Kota Metro. *Jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer (JMIK)*, 1(1), 175-189.
- Fantara, F. P., Syauqy, D., & Setyawan, G. E. (2018). Implementasi Sistem Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(11), 5577-5586.
- Hanseliani, R. (2019). Klasifikasi Berbagai Jenis Jamur Layak Konsumsi dengan Metode *Backpropagation*. *MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem)*, 4(2), 200-209.

- Hermanto, D. (2017). Sistem Pengontrol Lampu Menggunakan Fitur Pengenalan Suara Manusia. *Jurnal Infomedia*, 2(2), 27-34.
- Kurniawan, E., Suhery, C., & Triyanto, D. (2013). Sistem Penerangan Rumah Ootomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, 1(2), 1 – 10.
- Laugi, S. (2018). Sistem Informasi berbasis Web dalam Penyelenggaraan Lembaga Pendidikan. *Shautut Tarbiyah*, 24(1), 109-126.
- Masykur, F., & Prasetyowati, F. (2016). Aplikasi Rumah Pintar (Smart Home) Pengendali Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(1), 51-58.
- Maulana, E., & Purnama, R. A. (2017). Pemanfaatan Layanan SMS Telepon Seluler Berbasis Mikrokontroler Atmega328p Sebagai Sistem Kontrol Lampu Rumah. *Jurnal Teknik Komputer Amik BSI*, 3(1), 93-99.
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767-772.
- Pamungkas, R. P., Kuswardani, D., & Siregar, R. R. (2020). Penerapan Algoritma *Backpropagation* Pada Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor Untuk Kartu Parkir Berbasis RFID. *Jurnal Teknologia*, 3(1), 83-84.
- Prasetyo, S. E., Ariesryo, K., Robby, Wibowo, A., Saputra, F. A., Sijaba, A. O., & Prayoga, R. M. (2022). Sistem Smart Home menggunakan IoT. *TELCOMATICS*, 1(1), 24-29.
- Pratama, S. M., Kurniawan, W., & Fitriyah, H. (2018). Implementasi Algoritme Naive Bayes Menggunakan Arduino Uno untuk Otomatisasi Lampu Ruangan Berdasarkan Kebiasaan dari Penghuni Rumah. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(9), 2485-2490.
- Ramady, G. D., Yusuf, H., Hidayat, R., Mahardika, A. G., & Lestari, N. S. (2020). Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 6(2), 212-218.
- Suhardi, Hidayati, R., & Nirmala, I. (2022). Smart Lamp: Kendali dan Monitor Lampu Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Jupiter*, 14(2), 507 - 515.
- Ulfa, M. (2021). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi Alat Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Dengan Metode *Backpropagation*. *Pancabudi*, 14(1), 59-65.