

SISTEM KENDALI ALAT ELEKTRONIK BERDASARKAN KEBIASAAN PENGGUNA MENGUNAKAN ALGORITMA BACKPROPAGATION

ELECTRONIC TOOL CONTROL SYSTEM BASED ON USER BEHAVIOR USING BACKPROPAGATION ALGORITHM

Muh Fachrizal Ramdani¹, Casi Setianingsih², Faisal Candrasyah Hasibuan³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

fachrizalmr@student.telkomuniversity.ac.id¹, setiacasie@telkomuniversity.ac.id²,
faicanhasfcb@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Prediksi adalah proses dalam memperkirakan suatu hal yang akan terjadi dimasa depan secara sistematis. Dengan digabungkannya sistem prediksi dengan penerapan smart home berbasis IoT, dapat menentukan pola penggunaan alat elektronik rumah dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Perancangan sistem ini dibangun dua sistem kendali yaitu *remote* kontrol dan kendali otomatis menggunakan kebiasaan pengguna dengan basis prediksi menggunakan algoritma *Backpropagation neural network*. Sistem kendali dapat dioperasikan dengan aplikasi berbasis *android*, dan keluaran dari hasil prediksi akan dibaca oleh alat untuk menentukan status penggunaan dari peralatan elektronik. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa 100% aplikasi *android* sudah sesuai dengan harapan yang diinginkan. Nilai akurasi didapatkan melalui perhitungan *confusion matrix* dengan nilai rata-rata *accuracy* sebesar 96.3%. Pada pengujian terhadap waktu secara langsung, model-model yang digunakan dalam pengujian memberikan nilai akurasi yang variatif, dari nilai 80% hingga 97%. Sistem dapat melakukan prediksi terhadap penggunaan peralatan elektronik berdasarkan kebiasaan pengguna dan sistem kendali dapat menjalankan tugas sesuai hasil prediksi dengan baik.

Kata kunci: *Smart Home, Prediksi, Kebiasaan Pengguna, Backpropagation Neural Network*

Abstract

Prediction is the process of systematically estimating something that will happen in the future. By combining a prediction system with the application of an IoT-based smart home, it can determine the pattern of using home electronic devices in increasing the efficiency of electrical energy use. The design of this system is to build two control systems, namely remote control and automatic control using user habits with a prediction basis using the Backpropagation neural network algorithm. The control system can be operated with an android-based application, and the output of the prediction results will be read by the tool to determine the usage status of the electronic equipment. The results of this study found that 100% of the android application was in accordance with the desired expectations. The accuracy value is obtained through the calculation of the confusion matrix with an average accuracy value of 96.3%. In the direct test of time, the models used in the test provide varying accuracy values, from 80% to 97%. The system can predict the use of electronic equipment based on user habits and the control system can carry out tasks according to the predicted results properly.

Keywords: *Smart Home, Prediction, User Behavior, Backpropagation neural network*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di zaman sekarang sudah berkembang dengan pesat. Banyak dari pengembang teknologi sudah memadukan sistem teknologi modern dengan konsep rumah. Hal itu membuat sebuah terobosan baru untuk membantu manusia dalam melakukan berbagai macam aktivitas didalam rumah dengan praktis dan nyaman untuk digunakan. Konsep rumah pintar (*Smart Home*) adalah sebuah mekanisme sistem yang saling terhubung satu sama lain dengan pengontrol antara peralatan rumah tangga. Kemudian konsep rumah pintar memiliki sistem yang memudahkan aktivitas manusia dalam melakukan perintah kepada sistem peralatan rumah tangga. Walaupun dengan adanya sistem rumah pintar (*Smart Home*), tetap saja dalam satu ruang lingkup rumah biasanya memiliki satu penghuni rumah yang berkebiasaan buruk terhadap penggunaan peralatan rumah tangga, hal tersebut secara tidak langsung berdampak pada penggunaan energi listrik yang tidak efisien.

Dari permasalahan diatas, diperlukan sebuah sistem yang dapat menjadi solusi dari permasalahan tersebut. Sistem otomatis yang dapat melakukan prediksi berdasarkan kebiasaan pengguna dalam menggunakan peralatan elektronik, sehingga dapat menghemat energi dan biaya terhadap penggunaan energi listrik.

Maka dari itu, pada penelitian tugas akhir ini yang berjudul "SISTEM KENDALI ALAT ELEKTRONIK BERDASARKAN KEBIASAAN PENGGUNA MENGGUNAKAN ALGORITMA BACKPROPAGATION" dilakukan dengan tujuan untuk menjawab permasalahan diatas. Pada penelitian ini, digunakan sebuah aplikasi pengendali berbasis *Android*, alat mikrokontroler sebagai kendali peralatan elektronik dan, *Tensorflow* sebagai *library* untuk *machine learning*, yang nantinya akan digunakan juga algoritma prediksi *Backpropagaion Neural* untuk prediksi kebiasaan pengguna berdasarkan dataset yang telah dikumpulkan dalam rentang waktu satu pekan, kemudian sistem akan dijalankan berdasarkan waktu secara *real-time*.

2. Dasar Teori

2.1 Smart Home

Rumah pintar (*Smart Home*) merupakan sebuah konsep dimana implementasi dari penggunaan teknologi modern diterapkan pada lingkungan rumah tangga. Perancangan infrastruktur dilakukan dengan mengintegrasikan peralatan elektronik rumah tangga agar dapat dijalankan dengan sistem otomasi. Dibutuhkannya teknologi yang dapat mendukung peralatan elektronik pada rumah pintar ini agar dapat melakukan kendali jarak jauh serta dapat melakukan pemantauan selaras dengan penggunaannya. Dengan demikian sistem otomasi ini dapat memberikan efek kenyamanan, keamanan serta efisiensi terhadap penggunaannya. Sistem ini dapat mendukung komunikasi antara perangkat satu dan yang lainnya melalui sistem pengontrol rumah, dan tidak menutup kemungkinan hanya menggunakan tindakan yang lebih sedikit pada pengoprasian alat dalam mengontrol berbagai macam sistem yang berada pada lingkup rumah pintar ini [1], [2].

2.2 Artificial Intelligence (Kecerdasan Buatan)

Kecerdasan buatan merupakan kecerdasan yang tujuan ditanamkannya pada sebuah sistem untuk menyelesaikan suatu tugas tertentu. Kecerdasaan buatan dapat dikatakan sebagai kemampuan yang dimiliki sebuah sistem untuk memahami atau menafsirkan data eksternal dengan benar, data tersebut dijadikan sebagai media pembelajaran terhadap sistem yang digunakan untuk menyelesaikan suatu tugas tertentu dengan sistematis yang lebih fleksibel dan efisien [3].

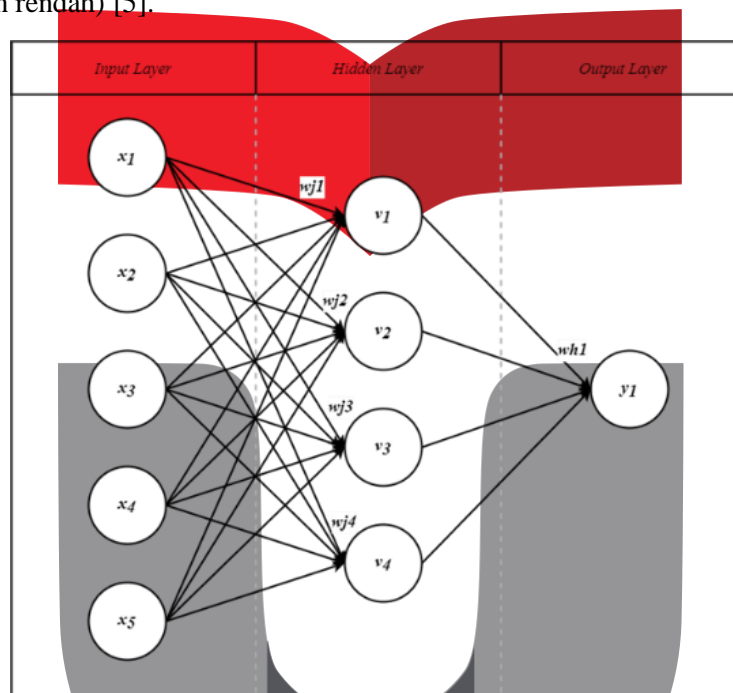
Penerapan kecerdasan buatan pada tugas akhir menggunakan algoritma *Backpropagation neural network* untuk menentukan sebuah nilai status on atau off pada peralatan elektronik dengan tujuan memprediksi kebiasaan pengguna saat mengoperasikan peralatan elektronik

2.3 Algoritma Neural Network

Neural Network merupakan representatif pengolahan informasi yang secara biologis terinspirasi dari Jaringan Saraf Tiruan (JST), kemudian dapat melakukan pengolahan informasi seperti otak manusia. Sejumlah elemen dari representatif ini membutuhkan elemen pengolahan informasi yang saling berhubungan (*neuron*), proses dapat dijalankan bersamaan untuk menyelesaikan masalah tertentu [4].

2.4 Algoritma Backpropagation neural network

Pada algoritma *neural network* dibutuhkan sebuah arsitektur yang memiliki kesamaan untuk dapat menganalisis jaringan saraf tiruan (JST), yaitu arsitektur Backpropagation yang dapat mendukung analisis pola data masa lalu dengan cepat sehingga memperoleh keluaran hasil yang lebih akurat (tingkat *error* atau kesalahan rendah) [5].



Gambar 2.1 Desain Backpropagation Neural Network

Algoritma backpropagation dapat dibangun dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Tahap proses merambat maju (*forward propagation*)

1. X_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$ unit node *input* akan menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit node pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*).
2. Setiap unit lapisan tersembunyi Z_{ij} , $j = 1, 2, 3, \dots, p$ menjumlahkan bobot nilai sinyal *input*, Berikut persamaan yang digunakan (2.1)

$$z_{in_j} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i w_{ij} \quad (2.1)$$

Kemudian fungsi aktivasi diterapkan untuk menghitung sinyal output, Berikut persamaan yang digunakan (2.2).

$$z_j = f(z_{in_j}) \quad (2.2)$$

Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid, kemudian sinyal tersebut dikirimkan ke semua unit output.

3. Sinyal *input* menjumlahkan bobot Y_k , $k = 1, 2, 3, \dots, m$ pada setiap unit output, Berikut persamaan yang digunakan (2.3).

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{i=1}^p z_i w_{jk} \quad (2.3)$$

Fungsi aktivasi digunakan untuk menghitung sinyal output, Berikut persamaan yang digunakan (2.4).

$$y_k = f(y_{in_k}) \quad (2.4)$$

b. Tahap proses merambat balik (*backpropagation*)

1. $Y_k, k = 1, 2, 3, \dots, m$ pada unit output menerima pola target sesuai dengan pola *input* data training, kemudian dilakukan analisis error, Berikut persamaan yang digunakan (2.5).

$$\delta_k = t_k - y_k f'(y_{in_k}) \quad (2.5)$$

f' adalah turunan dari fungsi aktivasi. Kemudian menghitung nilai korelasi bobot, Berikut persamaan yang digunakan (2.6).

$$\Delta w_{jk} = a \delta_k z_j \quad (2.6)$$

Nilai yang dihasilkan berupa nilai bias selanjutnya proses koreksi, Berikut persamaan yang digunakan (2.7).

$$\Delta w_{0k} = a \delta_k \quad (2.7)$$

Selanjutnya melanjutkan nilai δ_k ke unit-unit yang berada pada lapisan kanan.

2. Setiap unit $Z_i, j = 1, 2, 3, \dots, p$ yang berada pada lapisan tersembunyi menjumlahkan nilai delta *input* (berdasarkan nilai pada unit yang berada pada lapisan kanan), Berikut persamaan yang digunakan (2.8).

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (2.1)$$

Untuk menghitung nilai *error*, nilai dikalikan dengan fungsi turunan aktivasi, Berikut persamaan yang digunakan (2.9).

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (2.2)$$

Kemudian hitung nilai bobot, Berikut persamaan yang digunakan (2.10).

$$\Delta v_{jk} = a \delta_j x_i \quad (2.3)$$

3. Selanjutnya hitung nilai bias yang dihasilkan, Berikut persamaan yang digunakan (2.11)

$$\Delta v_{0j} = a \delta_j \quad (2.4)$$

c. Tahap perubahan nilai bobot dan bias.

1. $Y_k, k = 1, 2, 3, \dots, m$ unit output dilakukan perubahan pada nilai bobot dan bias yaitu $j = 0, 1, 2, \dots, p$. Berikut persamaan yang digunakan (2.12).

$$w_{jk} \text{ baru} = w_{jk} \text{ lama} + \Delta w_{jk} \quad (2.5)$$

2. Setiap unit pada hidden layer $Z_i, j = 1, 2, 3, \dots, p$ dilakukan perubahan nilai bobot dan bias dengan $i = 0, 1, 2, \dots, n$, Berikut persamaan yang digunakan (2.13).

$$v_{ij} \text{ baru} = v_{ij} \text{ lama} + \Delta v_{ij} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$(X_i, i = 1, 2, 3, \dots, n)$ = Nilai unit pada sinyal *input*.

$(Z_i, j = 1, 2, 3, \dots, p)$ = Nilai unit pada hidden layer.

$(Y_k, k = 1, 2, 3, \dots, m)$ = Nilai unit pada sinyal output.

f = Fungsi aktivasi.

f' = Turunan fungsi aktivasi.

(Δw_{jk}) = Nilai bobot.

(Δv_{0j}) = Nilai bias.

$(j = 0, 1, 2, \dots, p)$ = Transisi nilai bobot dan bias pada sinyal output.

$(i = 0, 1, 2, \dots, n)$ = Transisi nilai bobot dan bias pada unit hidden layer

2.5 Nodemcu

Nodemcu merupakan sebuah perangkat IoT (*Internet of Things*) yang berlisensi *open source* dapat digunakan dalam pengembangan sebuah penelitian dan penerapan teknologi yang memadukan sistem kendali dan internet. *Nodemcu* adalah produk yang dapat menggunakan sketch yang berasal dari *Arduino IDE*. *Nodemcu* akan terhubung dengan *cloud firebase* melalui jaringan internet. Pengembangan *nodemcu* ini didasarkan pada penggunaan modul WiFi ESP8266 yang tertanam pada *nodemcu* tipe Lolin V3, memiliki integrasi GPIO, PWM (*pulse width modulation*), IIC, Wire, ADC (*analog to digital Converter*) yang dirampung pada satu *board nodemcu* ESP8266[6].

2.6 Modul Relay

Relay merupakan modul SPDT (*Single Pole Double Throw*) yang memiliki fungsi sebagai switch pada perangkat elektronik. *Relay* terhubung langsung dengan pin GPIO pada mikrokontroler. *Relay* dapat terhubung langsung dengan tegangan AC dan DC 0-240v. pada tugas akhir ini sistem kendali berdasarkan kebiasaan pengguna menggunakan relay 4 channel yang terhubung pada 4 unit peralatan elektronik.

2.7 LCD 16x2 (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah sebuah modul yang berfungsi untuk menampilkan data dalam bentuk karakter, huruf, angka, ataupun grafik[7]. Pada tugas akhir ini penggunaan *LCD* pada sistem kendali berfungsi menampilkan data output berupa nilai akurasi, mode, waktu dan status on atau off pada setiap *relay*.

2.8 Firebase Cloud

Firebase cloud atau penyimpanan awan adalah kombinasi yang dimiliki oleh banyak layanan *google cloud*, termasuk diantaranya adalah pesan instan, otentikasi pengguna, database *real-time*, penyimpanan, hosting, dan *machine learning*. Pada tugas akhir ini layanan yang digunakan yaitu database *real-time* dan *firebase store*, karena dibutuhkannya penyesuaian data bertepatan dengan waktu pemrosesan alat.

2.9 Tensorflow

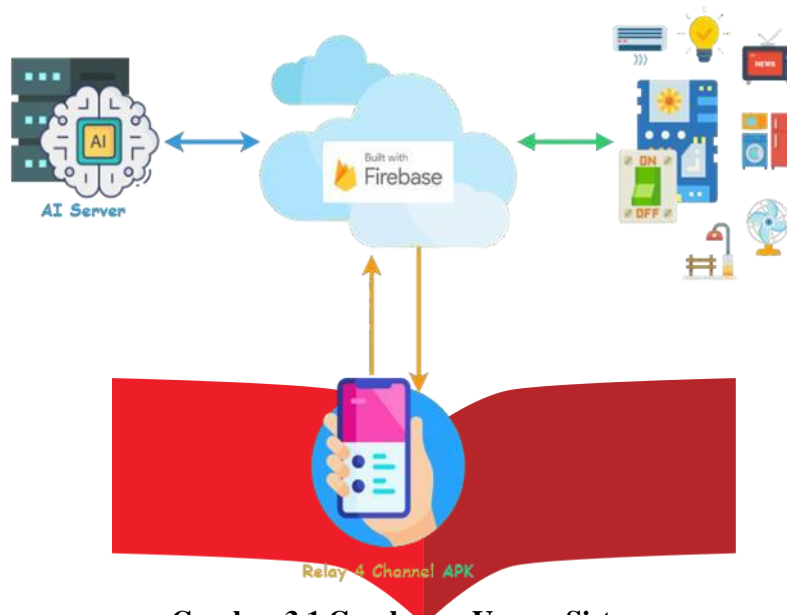
TensorFlow adalah *library* yang dikembangkan oleh *google* dan merupakan salah satu *library* yang paling populer serta banyak digunakan untuk mengembangkan dan menerapkan *machine learning* dan algoritma lain yang memiliki banyak operasi matematika untuk dilakukan. Pada tugas akhir ini *library tensorflow* digunakan untuk melakukan proses modeling menggunakan algoritma *backpropagation neural network*.

3. Perancangan Sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem

Alur dari sebuah sistem kendali ini menggunakan mekanisme *IoT* dan ditanamkan kecerdasan buatan didalamnya. Sistem dapat memprediksi kebiasaan pengguna ketika menggunakan peralatan elektronik secara spesifik (pengguna yang telah dikenali). Data akan dianalisis menggunakan algoritma *backpropagation neural network*. Dari hasil analisis tersebut dapat menghasilkan parameter yang memiliki nilai keakuratan dalam mengklasifikasikan data kebiasaan pengguna. Performansi akan diuji berdasarkan data yang didapatkan dari *output* yang dihasilkan perangkat. Sistem kendali ini juga menambahkan fitur sistem kendali manual yang dapat dikendalikan menggunakan aplikasi *mobile*

sebagai kendali jarak jauh. Sistem dirancang dapat melakukan kontrol dan sekaligus sebagai media untuk memonitoring status dari peralatan elektronik menggunakan *platform android*.

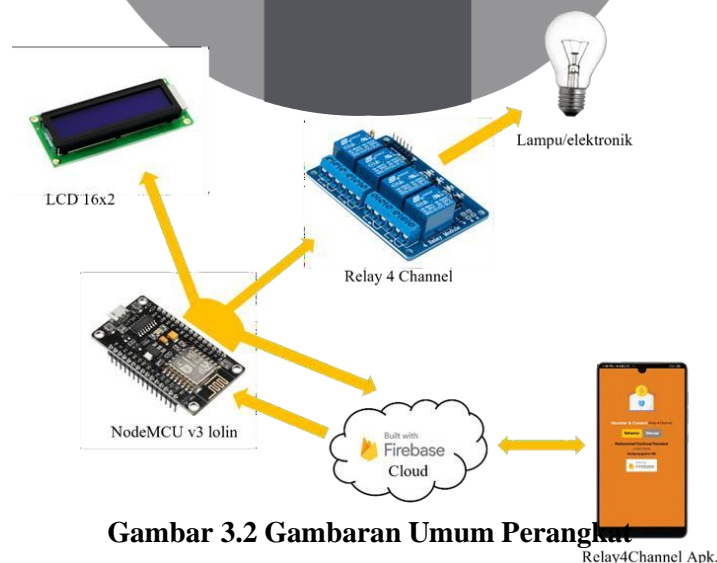


Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem kendali alat elektronik berdasarkan kebiasaan pengguna digambarkan pada gambar 3.1, yang merupakan gambaran umum dari sistem kendali. Berikut proses yang akan dijalankan sistem.

1. *Server* adalah tempat dibuatnya proses yang memiliki kecerdasan buatan untuk melakukan *training* data dari hasil dataset yang telah diolah. Kemudian data akan dikirimkan ke *cloud* untuk dibaca oleh aplikasi *android* dan sistem kendali alat elektronik.
2. *Cloud* adalah tempat penyimpanan data yang telah diolah oleh *server* untuk di akses oleh aplikasi *android* dan sistem kendali alat elektronik.
3. Aplikasi *android* adalah media untuk melakukan proses monitoring data yang telah dikirimkan oleh *server* ke *cloud* untuk dibaca. Pengguna juga dapat menggunakan aplikasi sebagai kendali jarak jauh yang datanya akan tersimpan di *cloud*.

3.2 Gambaran Umum Perangkat

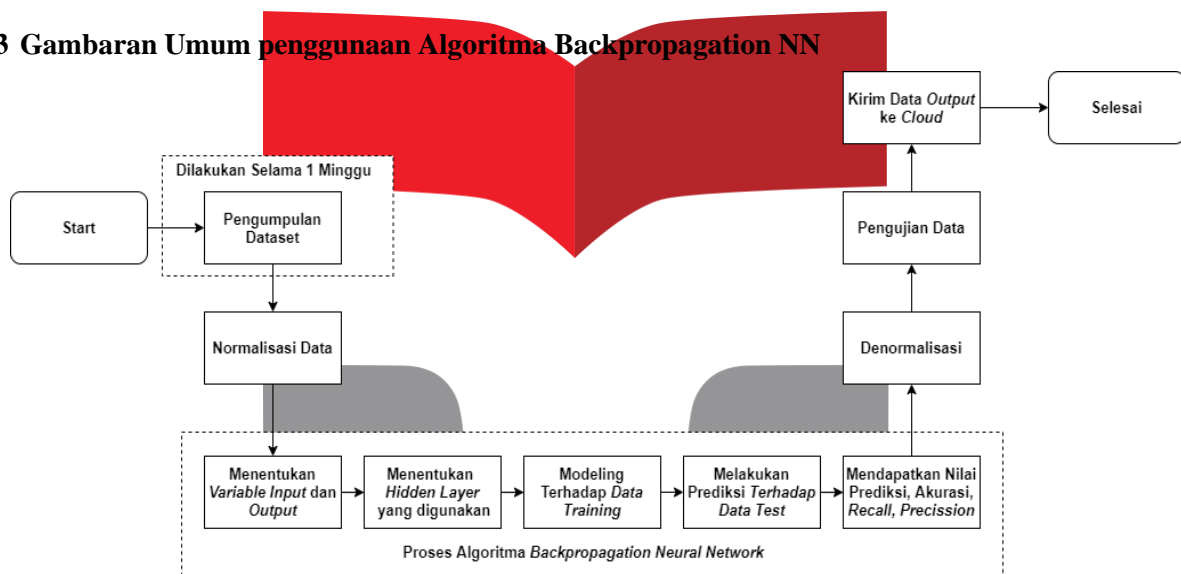


Gambar 3.2 Gambaran Umum Perangkat

Pada gambar 3.2 merupakan gambaran umum perangkat, yang menggunakan mikrokontroler *nodemcu* terhubung ke modul *LCD* untuk menampilkan data *output* data pada layar berukuran 16x2. Modul *relay 4 channel* digunakan untuk menghubungkan *nodemcu* agar terhubung ke peralatan elektronik sebagai switch untuk sistem kendali peralatan elektronik. *Nodemcu* juga memiliki fitur modul *Wi-Fi* yang dapat digunakan sebagai media untuk terkoneksi dengan jaringan internet.

Pengguna dapat menggunakan aplikasi *android* yang memiliki dua mode yaitu mode kendali berdasarkan kebiasaan atau mode kendali secara langsung. Ketika pengguna berada pada mode manual, pengguna dapat melakukan kontrol terhadap sistem kendali peralatan elektronik secara langsung yang datanya akan disimpan pada *cloud*. Kemudian pada mode *behavior*, pengguna dapat melakukan monitoring terhadap aktivitas penggunaan perangkat elektronik berdasarkan kebiasaan pengguna yang dihasilkan dari prediksi menggunakan algoritma *backpropagation neural network*. Aplikasi dapat ditampilkan pada layar *smartphone android* yang terhubung dengan jaringan internet.

3.3 Gambaran Umum penggunaan Algoritma Backpropagation NN

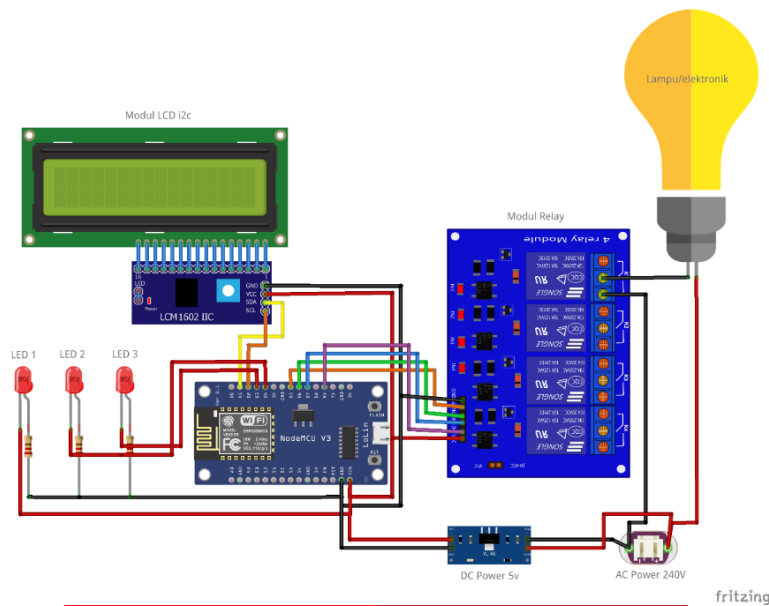


Gambar 3.3 Diagram Blok Proses Algoritma Backpropagation NN

Berdasarkan diagram pada gambar 3.3, sistem kendali alat elektronik ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data. Data dikumpulkan selama seminggu dari aktivitas penggunaan peralatan elektronik. Hasil dari proses pengumpulan data diklasifikasikan dan dinormalisasi menjadi bilangan angka untuk menentukan nilai *input* dan output sebelum diolah menggunakan algoritma *backpropagation neural network*. Dataset yang telah dinormalisasi dan ditentukan nilai *input* dan output akan dilanjutkan untuk membangun lapisan yang akan dijadikan hidden layer.

Algoritma *backpropagation neural network* akan membangun model berdasarkan data training dari hasil normalisasi dataset yang dimiliki. Modeling yang telah dibuat pada algoritma *backpropagation neural network* akan diuji menggunakan data test dari data yang belum pernah dipelajari. Hasil uji menggunakan data test akan menghasilkan nilai prediksi terhadap nilai output yang telah ditentukan sebelumnya. Output yang didapatkan akan diuji berdasarkan nilai *accuracy*, *recall*, dan *precision*. Hasil akhir akan dikirim ke *cloud firebase* untuk dibaca oleh sistem kendali alat elektronik dan aplikasi *android* melalui jaringan internet.

3.4 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



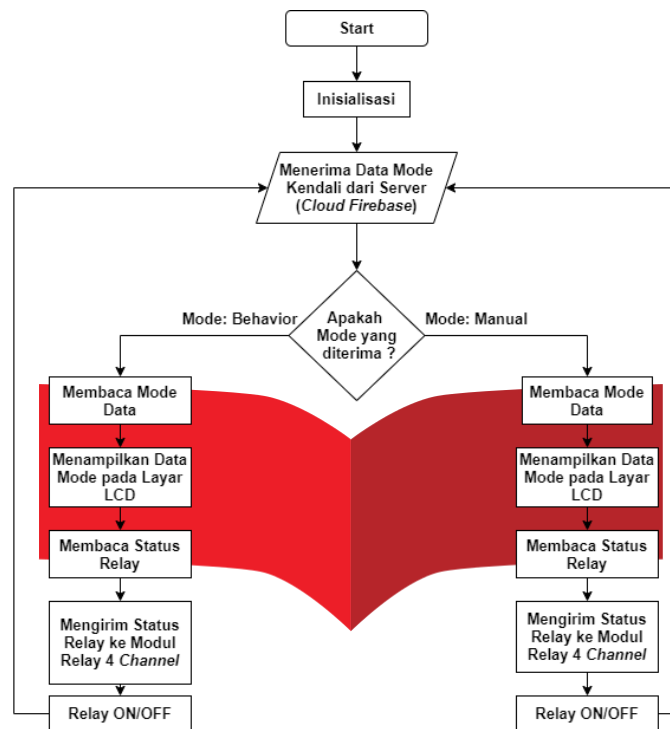
Gambar 3.4 Sistematika Desain Perangkat Keras

Gambar 3.4 menjelaskan sistematika desain dari perangkat keras yang dibuat, komponen yang digunakan saling terhubung dengan perantara nodemcu sebagai komponen utama. Komponen yang digunakan adalah modul LCD 16x2, modul relay 4 channel, modul nodemcu, 3 buah LED indicator, 3 buah resistor 1k ohm, power DC 5 Volt, perangkat elektronik sebagai output, dan AC power 240v. Nodemcu akan dihubungkan ke jaringan yang terkoneksi dengan internet dengan melakukan beberapa konfigurasi terlebih dahulu. Nodemcu dapat mengakses *cloud firebase* jika sudah terkoneksi dengan internet dengan tujuan dapat membaca data yang dikirimkan oleh *server* dan aplikasi *android* yang digunakan oleh pengguna. Berikut penggunaan pin GPIO pada modul nodemcu.

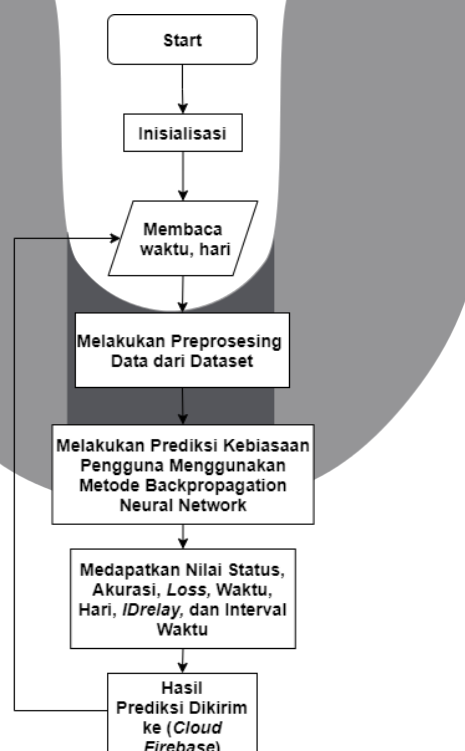
3.5 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada sistem kendali alat elektronik berdasarkan kebiasaan pengguna terbagi menjadi tiga diagram alur yaitu diagram alur pada mikrokontroler, diagram alur pada *server*, dan diagram alur pada aplikasi *android*. Program yang berada pada mikrokontroler berfungsi untuk menerima dari penyimpanan *cloud firebase*. Program yang dijalankan oleh *server* adalah jenis tugas yang dilakukan untuk mengirimkan data ke cloud berdasarkan data yang telah diolah sekaligus melakukan prediksi terhadap kebiasaan pengguna. Program pada aplikasi *android* memiliki dua alur proses dalam menentukan sistem yang

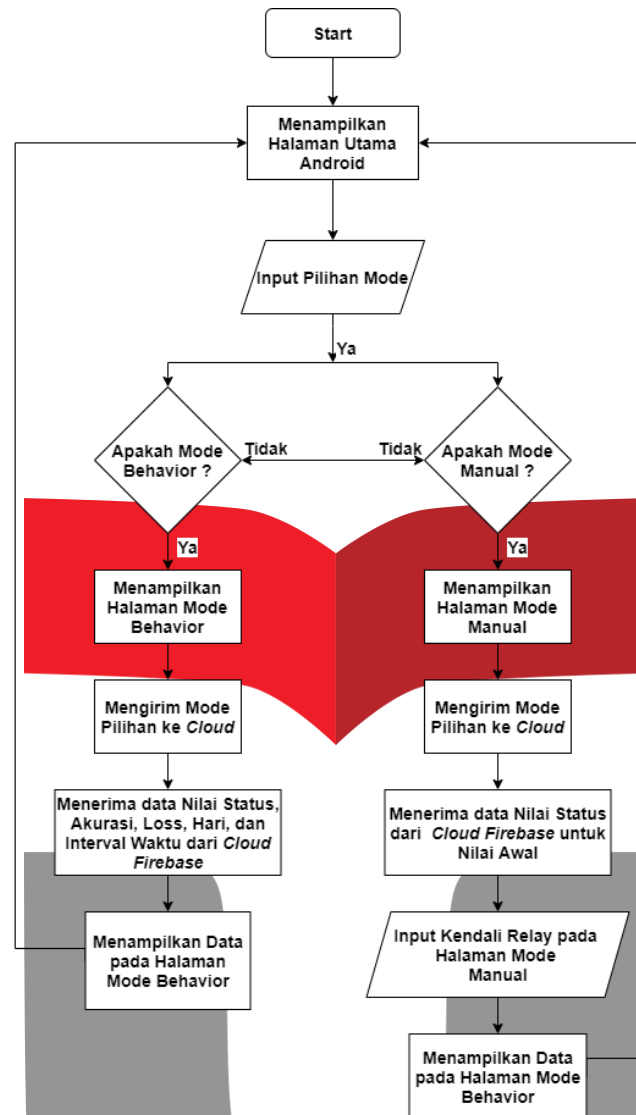
akan digunakan, yaitu menghidupkan atau mematikan peralatan elektronik dengan menggunakan kebiasaan pengguna atau dapat melakukan kendali manual secara langsung.



Gambar 3.5 Diagram Alur pada Mikrokontroler



Gambar 3.6 Diagram Alur pada Server



Gambar 3.7 Diagram Alur pada Aplikasi Android

4. Implementasi dan Pengujian

4.1 Dataset

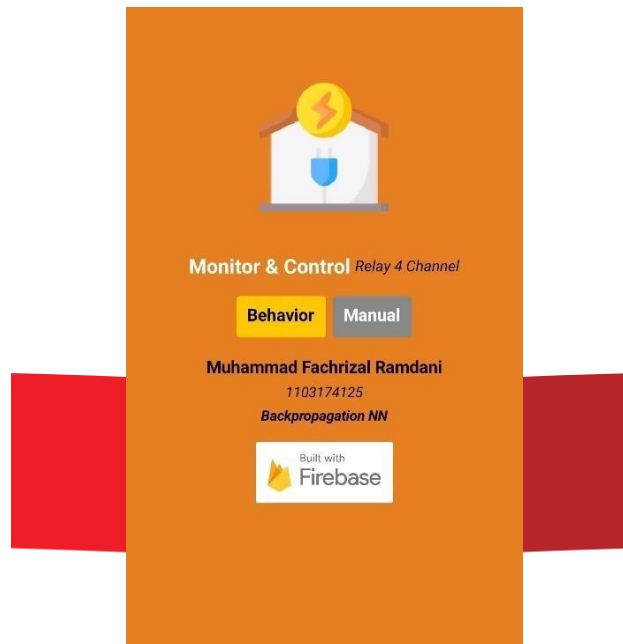
Dataset yang diperoleh bersumber dari hasil aktivitas penggunaan pada kebiasaan pengguna saat menggunakan peralatan elektronik yang disimpan pada *file* berbentuk *csv*. Data yang diperoleh berjumlah 8065 baris. Dari data tersebut akan dilampirkan pada link <https://github.com/fachrizalmr/TA-Behavior-2021/blob/main/Modeling/FixDataBind.csv> sebagai contoh.

4.2 Implementasi Perancangan Antarmuka

Implementasi interface aplikasi sistem kendali peralatan elektronik dari halaman utama. Berikut adalah tampilan interface aplikasinya.

1. Halaman Utama

Halaman utama adalah halaman awal pada aplikasi sistem kendali peralatan elektronik. Halaman ini menampilkan menu yang dapat dipilih oleh pengguna, yaitu mode *behavior* dan mode manual.



Gambar 4.1 Halaman Utama

2. Halaman *Behavior*

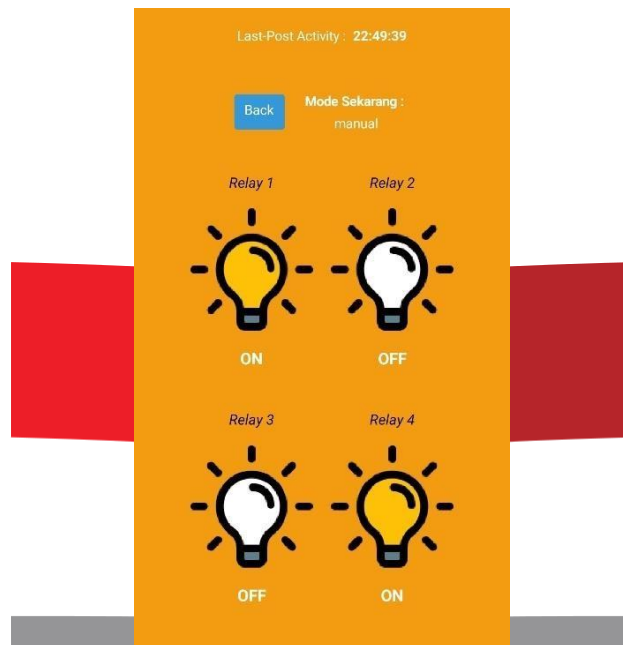
Halaman mode *behavior* adalah halaman yang diperlihatkan ketika pengguna memilih mode *behavior* pada halaman utama. Sebelum masuk ke halaman ini sistem secara otomatis sistem akan akan mengirimkan nilai status mode *behavior* ke *cloud firebase*. Halaman mode *behavior* akan menampilkan informasi status dari hasil prediksi yang disimpan di *cloud firebase* berasal dari *server*.



Gambar 4.2 Halaman mode *Behavior*

3. Halaman Manual

Halaman mode manual adalah halaman yang diperlihatkan ketika pengguna memilih mode manual pada halaman utama. Sebelum masuk ke halaman ini sistem secara otomatis sistem akan mengirimkan nilai status mode manual ke *cloud firebase*. Halaman mode manual akan menampilkan mode *control* untuk dapat mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat elektronik yang dikirim dan disimpan pada *cloud firebase*.



Gambar 4.3 Halaman mode Manual

4.3 Pengujian Alpha

Pengujian alpha bertujuan untuk mengetahui apakah sistem kendali peralatan elektronik sudah dapat dijalankan pada smartphone berbasis sistem operasi *android*. Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji semua fitur yang dimiliki oleh aplikasi.

Berdasarkan hasil pengujian *alpha* yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa pada proses masih memungkinkan terjadi kesalahan, namun secara fungsionalitas sistem sudah dapat menghasilkan output yang diharapkan atau sudah berjalan 100% dengan yang diharapkan.

4.4 Pengujian Beta

Pengujian *beta* merupakan tahap kedua dari pengujian perangkat lunak dimana pengguna mencoba perangkat. Tujuan pengujian *beta* adalah untuk menempatkan aplikasi di tangan pengguna sebenarnya dimana untuk mengetahui sejauh mana kualitas dari aplikasi yang dibangun.

Berdasarkan hasil pengujian *beta* yang dilakukan pada tanggal 18 Juli 2021 dengan menggunakan pengisian kuesioner kepada pengguna dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak ada pertanyaan yang tidak valid dan 82.50% dari total 41 responden memilih bahwa sistem sangat mudah untuk dipahami dan 17.50% responden memilih sistem mudah untuk digunakan. Dan pengujian *platform IoT* yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa secara fungsionalitas *server* dapat mengirim data ke *cloud firebase* dan dibaca oleh alat sistem kendali berdasarkan kebiasaan pengguna dengan 100% sesuai dengan yang diharapkan.

4.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem dapat bekerja dengan baik. Dalam pengujian sistem akan diuji untuk mencari nilai akurasi terbaik terhadap dataset yang dimiliki untuk melakukan prediksi terhadap status on atau off pada perangkat elektronik berdasarkan kebiasaan pengguna. Akurasi merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan dalam menguji apakah suatu model yang telah dibuat bekerja dengan optimal atau tidak. Dalam pengujian mencari nilai akurasi terhadap model, maka dibutuhkan parameter optimal yang mempengaruhi nilai akurasi. Terdapat 4 faktor yang mempengaruhi suatu nilai akurasi yang akan dibuat oleh model antara lain:

1. Pengujian Pertama Distribusi Dataset.

Pengujian distribusi dataset, telah dibuat 5 model dari variasi distribusi data yang berbeda. Dimulai dari pembagian dataset dengan data *training* sebesar 50% dan data *test* sebesar 50% hingga mencapai nilai data *training* sebesar 90% dan data *test* sebesar 10%. Berikut adalah tabel hasil pengujian distribusi dataset.

Data Training	Jumlah data	Precision (%)		Recall (%)		Accuracy
		ON	OFF	ON	OFF	
50% - 50%	8064	93	89	76	97	90%
60% - 40%	8064	81	97	94	90	91%
70% - 30%	8064	88	94	89	94	92%
80% - 20%	8064	90	98	96	95	95%
90% - 10%	8064	98	94	95	97	97%

2. Pengujian kedua Laju Pembelajaran/*learning rate*

Pengujian *learning rate*, dibuat dengan 5 model variasi *learning rate* 0.0002 hingga 0.2. Berikut adalah tabel dari hasil pengujian *learning rate*.

Learning Rate	Jumlah data	Precision (%)		Recall (%)		Accuracy
		ON	OFF	ON	OFF	
0.00002	8064	66	81	59	85	77%
0.0002	8064	84	90	79	93	88%
0.002	8064	92	93	85	97	93%
0.02	8064	92	98	96	96	96%
0.2	8064	0	0	0	0	67%

3. Pengujian ketiga *Epoch*

Pengujian *epoch* dilakukan dengan menggunakan nilai *epoch* dengan kelipatan 100 dimulai dengan *epoch* minimum sebesar 300 dan akan terus naik hingga nilai akurasi mendapatkan nilai yang tertinggi. Berikut adalah tabel hasil pengujian *epoch*.

Epoch	Jumlah data	Precision (%)		Recall (%)		Accuracy
		ON	OFF	ON	OFF	
300	8064	82	94	87	91	89%
400	8064	83	97	94	91	92%
500	8064	87	95	90	93	92%
600	8064	90	97	94	95	95%
700	8064	95	96	92	98	96%
800	8064	91	99	97	96	96%
900	8064	95	98	96	97	97%
1000	8064	98	97	93	99	97%
1100	8064	94	98	97	97	97%

Epoch	Jumlah data	Precision (%)		Recall (%)		Accuracy
		ON	OFF	ON	OFF	
1200	8064	88	95	90	94	93%

4.6 Pengujian Platform IoT

Pengujian *platform IoT* dilakukan dengan memastikan bahwa data yang dikirimkan oleh server dapat dikirim ke *cloud realtime firebase* dan dapat dibaca oleh alat melalui modul *nodemcu*. Jenis database yang digunakan adalah *realtime database* dan *firestore database*. Pengujian dapat dilakukan jika mikrokontroler dan server terhubung dengan jaringan internet, dengan menambahkan *firebase authentication* dan *firebase credentials* pada server yang melakukan program prediksi kebiasaan pengguna dan juga *Firebase Auth* dan *Firebase Host* pada program Arduino IDE.

Berdasarkan hasil pengujian *platform IoT* yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa secara fungsionalitas server dapat mengirim data ke *cloud firebase* dan dibaca oleh alat sistem kendali berdasarkan kebiasaan pengguna dengan 100% sesuai dengan yang diharapkan. Kemudian pengujian terhadap analisa waktu sistem kendali berdasarkan *remote control* dengan rata-rata waktu 1,81second, dan waktu sistem kendali berdasarkan kebiasaan pengguna dengan rata-rata waktu 1,90second

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Algoritma *Backpropagation Neural Network* dapat melakukan prediksi aktivitas kebiasaan pengguna dalam menggunakan peralatan elektronik dengan handal, mencakup pembentukan dataset yang dimiliki dan pembuatan model pada arsitektur yang digunakan. Hasil performansi pada algoritma ini dapat dilihat pada poin ketiga.
2. Berdasarkan hasil pengujian *alpha* yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa secara fungsionalitas 100% sistem dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan *output* yang sesuai diharapkan. Dari hasil pengujian *beta* yang telah dilakukan bahwa tidak ada pertanyaan yang tidak valid dan 82.50% dari total 41 responden memilih bahwa sistem sangat mudah untuk dipahami dan 17.50% responden memilih sistem mudah untuk digunakan. Dan pengujian *platform IoT* yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa secara fungsionalitas server dapat mengirim data ke *cloud firebase* dan dibaca oleh alat sistem kendali berdasarkan kebiasaan pengguna dengan 100% sesuai dengan yang diharapkan.
3. Berdasarkan hasil pengujian sistem, prediksi menggunakan algoritma *backpropagation neural network* dapat memprediksi status dari penggunaan peralatan elektronik berdasarkan kebiasaan pengguna dengan beberapa parameter yang mempengaruhi nilai akurasi, yaitu distribusi data bernilai 90% untuk data *training* dan 10% untuk data *test*, *learning rate* dengan nilai 0.02, dan *epoch* 1100. Proses sistem ini mendapatkan nilai rata-rata akurasi berkisar antara 0.80 atau 80% hingga 0.97 atau 97% dalam memprediksi kebiasaan pengguna ketika menggunakan peralatan elektronik.

4. Pengujian terhadap analisa waktu sistem kendali berdasarkan *remote control* dengan rata-rata waktu 1,81*second*, dan waktu sistem kendali berdasarkan kebiasaan pengguna dengan rata-rata waktu 1,90*second*

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir ini maka penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

Alat dapat dikembangkan dengan membuat sistem yang dapat dengan mudah melakukan penambahan pengguna, data pengguna dapat disimpan dengan profil lengkap dan dataset yang digunakan dapat direkam dengan durasi waktu yang lebih lama.

Referensi

- [1] S. Kumar, "Ubiquitous Smart Home System Using Android Application," *International journal of Computer Networks & Communications*, vol. 6, no. 1, pp. 33–43, 2014, doi: 10.5121/ijcnc.2014.6103.
- [2] J. R. Rosslin and K. Tai-hoon, "Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology : A Review," *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 15, pp. 37–48, 2010.
- [3] Suhandi, "Manfaat Pembelajarankecerdasan Buatan Dan Aplikasinya Bagi Mahasiswa Informatika Dan Komputer," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 23–34, 2014.
- [4] Y. Andrian and E. Ningsih, "Prediksi Curah Hujan Di Kota Medan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network," *Seminar Nasional Informatika*, pp. 184–189, 2014.
- [5] C. Oktaviani and Afdal, "Prediksi Curah Hujan Bulanan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Beberapa Fungsi Pelatihan Backpropagation (Studi Kasus: Stasiun Meteorologi Tabing Padang, Tahun 2001-2012)," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 2, no. 4, pp. 228–237, 2014, [Online]. Available: <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/49>
- [6] A. al Dahoud and M. Fezari, "NodeMCU V3 For Fast IoT Application Development," *Notes*, no. October, p. 5, 2018.
- [7] R. Amalia., Hendro. Widiarto, and Rubby. Soebiantoro, "MODIFIKASI ALAT KENDALI AIR CONDITIONER SPLIT DI LABORATORIUM MAINTENANCE AIRFIELD GROUND LIGHTING SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA," no. 1, pp. 71–78.