



PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN

Khanuun Maulida Puspita Hasyim ¹⁾,

Daniel Alvaro Sormin ²⁾,

Samuel Miduk Anugrah Pasaribu ³⁾,

Dania Eridani ⁴⁾,

Arseto Satriyo Nugroho ⁵⁾

^{1,2,3,4,5)} Universitas Diponegoro

Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, Indonesia

¹⁾ khanuun19@gmail.com ²⁾ danielalvaro@students.undip.ac.id ³⁾

samuelanugrahpasaribu@gmail.com ⁴⁾ dania@ce.undip.ac.id ⁵⁾ arseto@ce.undip.ac.id

Abstraksi - Perkembangan teknologi membawa perubahan pada bidang edukasi, termasuk pada bidang edukasi lingkungan. Salah satu komunitas yang bergerak di bidang lingkungan yaitu Jepara Green Generation (Jegeg). Jegeg membutuhkan aplikasi yang memiliki fitur edukasi baik dalam bentuk artikel maupun video, fitur pengenalan tanaman, tempat wisata, tempat konservasi, serta informasi terkait kegiatan peduli lingkungan. Sehingga diperlukan suatu inovasi teknologi sebagai pemantik untuk meningkatkan kepekaan dan kesadaran masyarakat dengan keadaan lingkungan alam sekitarnya. Oleh karena itu, dibuatlah aplikasi Forestrytech yang menggunakan metode design thinking dan pengujian SEQ dan SUS dalam perancangan antarmuka. Aplikasi ini bertujuan untuk menyediakan pemantauan hutan secara real-time yang dapat diakses oleh masyarakat. ForestryTech, sebuah aplikasi pemantauan dan edukasi konservasi hutan berbasis PWA menggunakan algoritma CNN. Selain itu, juga dibuat prototipe alat monitoring hutan berbasis IoT menggunakan ESP32 yang dapat dipantau dan diakses melalui aplikasi. Sistem ini dapat membaca nilai suhu, kelembapan, tekanan udara, api, asap, dan kecepatan angin dengan akurasi yang baik.

Kata kunci: Forestrytech, Monitoring, Edukasi

LATAR BELAKANG

Hutan merupakan wilayah yang luas dan ditumbuhi oleh berbagai jenis tumbuhan. Keberadaan hutan membawa dampak positif baik bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu, perlu adanya konservasi hutan yang menjadi tanggung jawab semua orang. Konservasi juga akan bermanfaat terhadap lestariannya flora maupun fauna yang ada di hutan. Jepara Green Generation merupakan suatu komunitas yang peduli terhadap isu lingkungan, termasuk konservasi. Jepara Green Generation atau biasa disebut Jegeg diinisiasi oleh beberapa pemuda-pemudi di Jepara yang peduli dengan lingkungan. Dalam keberjalanannya, Jegeg menggunakan platform media sosial instagram untuk melakukan edukasi secara online, melakukan pertemuan/ seminar offline maupun online. Jegeg membutuhkan suatu inovasi untuk menarik masyarakat agar lebih tertarik dalam mengenal dan mengetahui pentingnya keseimbangan lingkungan seperti cara penanaman dan perawatan tumbuhan. Inovasi yang diharapkan yaitu inovasi yang memanfaatkan teknologi karena sasaran utamanya yaitu para generasi muda yang paham teknologi. Berdasarkan permasalahan yang ada maka solusi yang ditawarkan oleh tim yaitu dengan menyediakan aplikasi ForestryTech yaitu aplikasi monitoring dan edukasi konservasi hutan. Dengan adanya solusi ini, diharapkan masyarakat dapat lebih tertarik dan peduli terhadap lingkungan alam sekitarnya.

Received Mei 20, 2024; Revised Mei 27, 2024; Juli 2, 2024

*Corresponding author, e-mail address

PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN

KAJIAN TEORITIS

a. Jepara Green Generation

Jepara *Green Generation* merupakan suatu komunitas yang peduli terhadap isu lingkungan, termasuk konservasi. Jepara *Green Generation* atau biasa disebut Jegeg diinisiasi oleh beberapa pemuda-pemudi di Jepara yang peduli dengan lingkungan. Jepara *Green Generations* didirikan pada tanggal 23 Desember 2018. Selama kurang lebih 5 tahun berjalan, aktivitas komunitas Jepara *Green Generation* tentunya tidak jauh dari upaya untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap isu lingkungan.

b. Design Thinking

Design thinking merupakan metode yang digunakan sebagai pendekatan dalam proses perancangan. *Design thinking* digunakan sebagai metode analisis melalui proses pemahaman kebutuhan pengguna dan fokus terhadap bentuk, hubungan, perilaku, emosi, serta interaksi manusia sebagai dasar dalam menghasilkan sebuah solusi yang optimal. *Design thinking* memiliki 5 tahapan yaitu, *emphatize*, *define*, *ideation*, *prototype*, dan *testing*.

c. PWA

PWA adalah istilah yang digunakan untuk aplikasi atau website yang dibuat dan disempurnakan dengan API modern. PWA merupakan jenis perangkat lunak yang diaplikasikan melalui web dan dibangun menggunakan teknologi web umum seperti HTML, CSS, JavaScript, dan WebAssembly. Pengertian lain dari PWA adalah alat optimasi suatu web dan aplikasi hingga kemampuan, kecepatan, dan kemudahan pemasangannya (instalasi) meningkat dan dapat menjangkau siapa pun, di mana pun dan di perangkat apa pun dengan menggunakan single codebase. Karena fungsinya tersebut, PWA dibuat agar dapat bekerja pada platform apa pun selama browser-nya memenuhi standar, termasuk desktop dan perangkat seluler. PWA adalah istilah yang digunakan untuk aplikasi atau website yang dibuat dan disempurnakan dengan API modern. PWA merupakan jenis perangkat lunak yang diaplikasikan melalui web dan dibangun menggunakan teknologi web umum seperti HTML, CSS, JavaScript, dan WebAssembly. Pengertian lain dari PWA adalah alat optimasi suatu web dan aplikasi hingga kemampuan, kecepatan, dan kemudahan pemasangannya (instalasi) meningkat dan dapat menjangkau siapa pun, di mana pun dan di perangkat apa pun dengan menggunakan single codebase. Karena fungsinya tersebut, PWA dibuat agar dapat bekerja pada platform apa pun selama browser-nya memenuhi standar, termasuk desktop dan perangkat seluler..

d. CNN

CNN (Convolutional Neural Network) adalah salah satu jenis neural network yang biasa digunakan pada data image. CNN bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek pada sebuah gambar. CNN adalah sebuah teknik yang terinspirasi dari cara mamalia — manusia, menghasilkan persepsi visual. Secara garis besar CNN tidak jauh beda dengan neural network biasanya. CNN terdiri dari neuron yang memiliki weight, bias dan activation function. Convolutional layer juga terdiri dari neuron yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi (pixels)

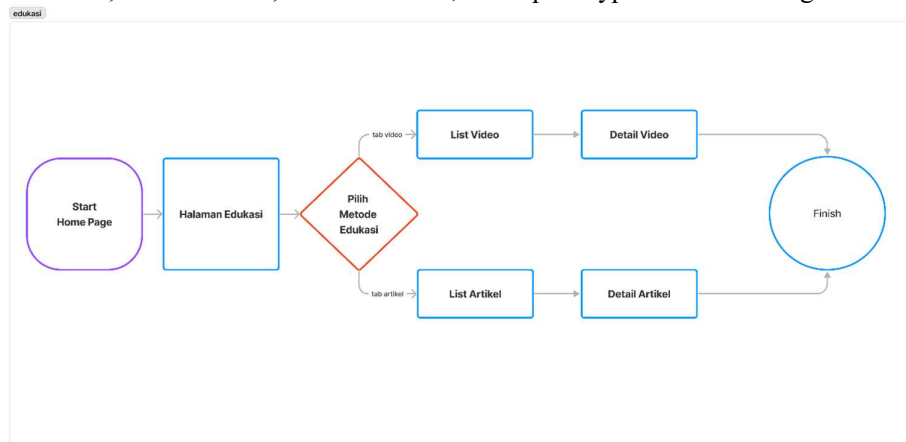
METODE PENELITIAN

a. Rencana Kebutuhan

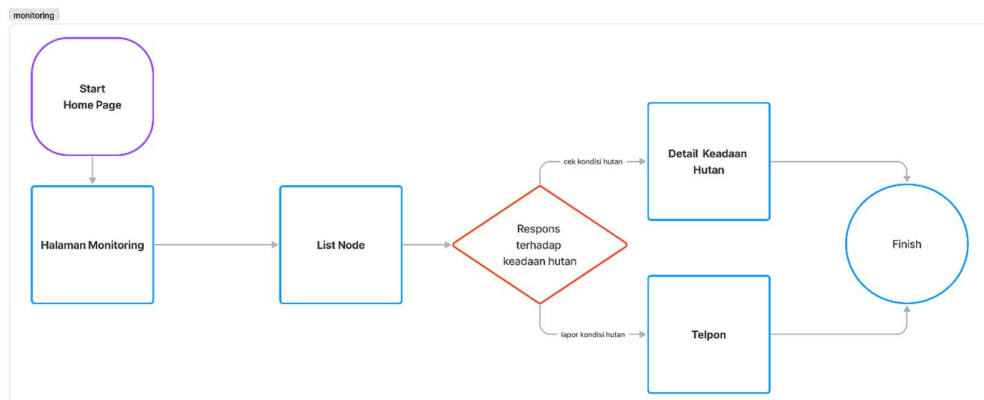
Tahap perencanaan kebutuhan memberikan gambaran mengenai apa saja yang dibutuhkan pada pengembangan aplikasi. Tahapan ini memastikan bahwa aplikasi ForestryTech akan dikembangkan dengan solusi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Analisis kebutuhan yang dilakukan meliputi penjelasan proses bisnis, karakteristik pengguna dan kebutuhan perangkat.

1. Proses Bisnis

Gambarkan *business process re-engineering* atau proses rekayasa dari sistem yang akan dikembangkan digambarkan pada gambar 1 untuk fitur edukasi, 2 untuk monitoring, 3 untuk donasi, 4 AI camera, dan 5 destinasi, dan 6 prototype alat monitoring.

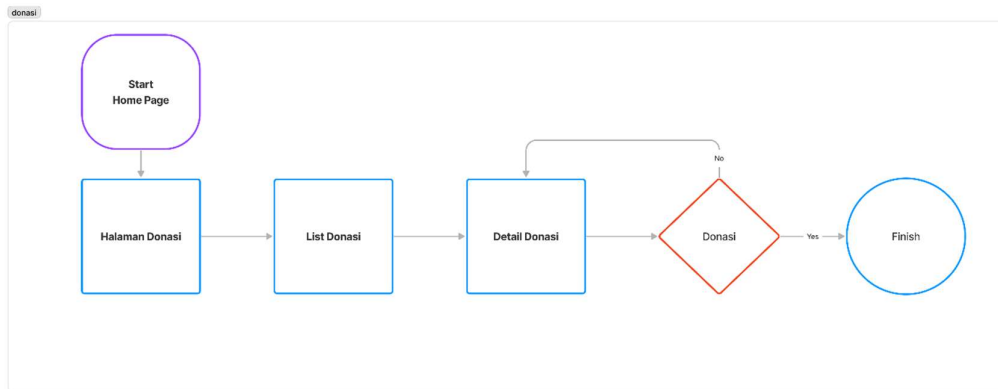


Gambar 1 User Flow Edukasi

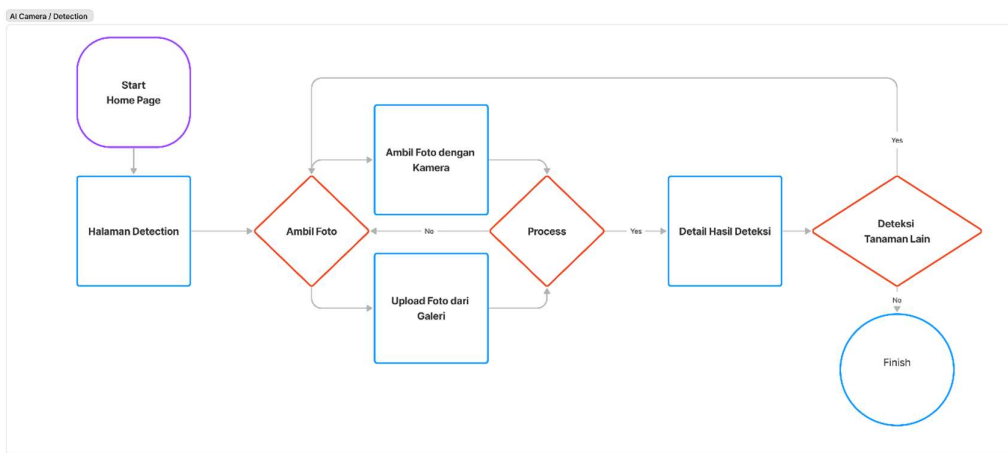


Gambar 2 User flow monitoring

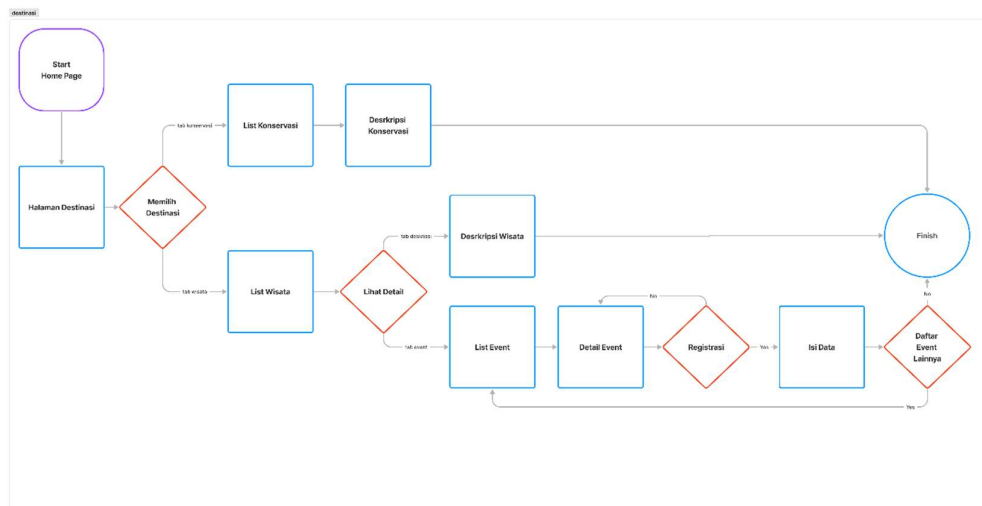
PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN



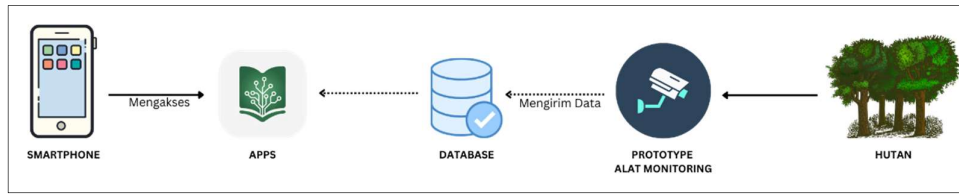
Gambar 3 Userflow Donasi



Gambar 4 User flow AI camera



Gambar 5 User flow destinasi



Gambar 6 Skenario Penggunaan Prototype Alat Monitoring

2. Karakteristik Pengguna

Aplikasi ForestryTech memiliki 2 jenis pengguna yang ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik pengguna

No	Pengguna	Peran	Hak Akses
1.	Admin	Aktor yang mengelola <i>website</i>	Melakukan <i>create, read, update, dan delete</i> data profil, artikel, video donasi, dan destinasi.
2.	Pengguna	Aktor yang dapat mengakses dan melakukan aktivitas dalam aplikasi dengan fitur yang sudah disediakan.	Melakukan <i>read dan create</i> data donasi, profil.

3. Kebutuhan Perangkat

Dalam pengembangan aplikasi ForestryTech dibutuhkan perangkat untuk mengoperasikan aplikasi tersebut. Berikut merupakan daftar perangkat yang dibutuhkan pada tabel 2.

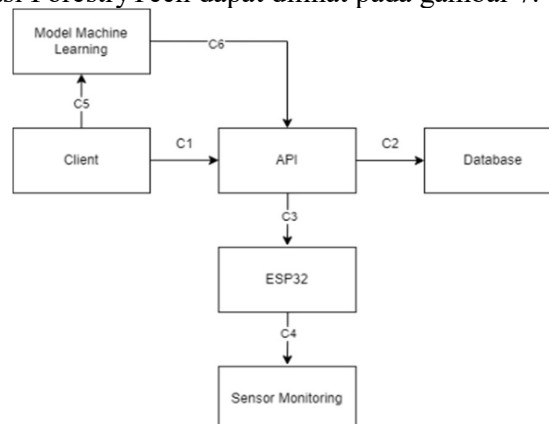
Tabel 2 Kebutuhan Pengguna

Nama Perangkat	Fungsi
<i>Shared Hosting</i>	Sebagai server yang digunakan untuk mengoperasikan aplikasi ForestryTech
Ponsel/Laptop	Untuk mengakses aplikasi ForestryTech melalui <i>browser</i> .

b. Desain Sistem

1. Arsitektur Sistem

Arsitektur aplikasi ForestryTech dapat dilihat pada gambar 7.

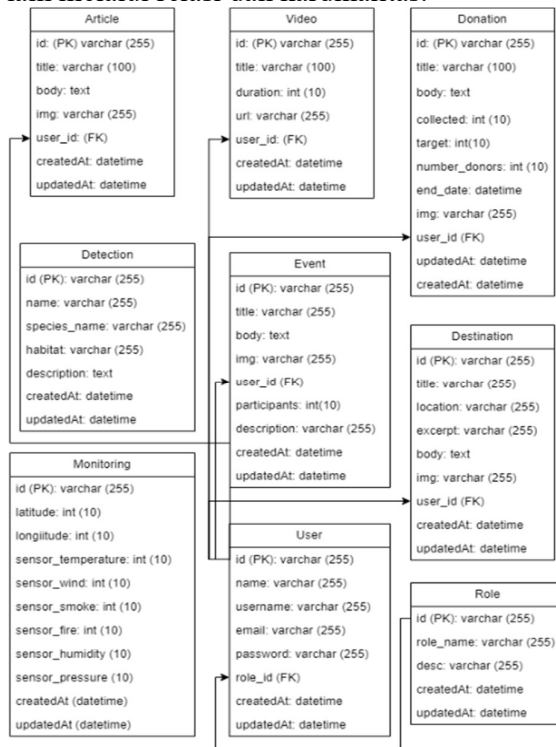


Gambar 7 Arsitektur aplikasi ForestryTech

PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN

2. Entity Relation Diagram

Dalam ERD aplikasi ForestryTech pada gambar 8 terdapat beberapa entitas yang terhubung satu sama lain melalui relasi dan kardinalitas.



Gambar 8 ERD aplikasi ForestryTech

3. Rancangan Model CNN

Tabel 3 merupakan rancangan model algoritma CNN yang akan digunakan untuk melakukan klasifikasi jenis tanaman.

Tabel 3 Rancangan model CNN

```

FUNCTION create_model():
    // Inisialisasi model sekuen
    model = Sequential()

    // Tambahkan ekstraktor fitur yang telah dilatih sebelumnya sebagai
    layer pertama
    model.add(feature_extractor)

    // Tambahkan layer dense dengan 512 unit dan aktivasi ReLU
    model.add(Dense(units=512, activation='relu', name='Layer_Dense_512'))

    // Tambahkan layer dense dengan 256 unit dan aktivasi ReLU
    model.add(Dense(units=256, activation='relu', name='Layer_Dense_256'))

    // Tambahkan layer dense dengan 128 unit dan aktivasi ReLU
    model.add(Dense(units=128, activation='relu', name='Layer_Dense_128'))

    // Tambahkan layer dropout dengan dropout rate 0.5
    model.add(Dropout(rate=0.5, name='Layer_Dropout_0.5_1'))
    
```

```

// Tambahkan layer dense dengan 10 unit dan aktivasi softmax untuk output
model.add(Dense(units=10, activation='softmax',
name='Layer_Dense_15_Output'))

// Impor optimizer RMSprop dari Keras
from tensorflow.keras.optimizers import RMSprop

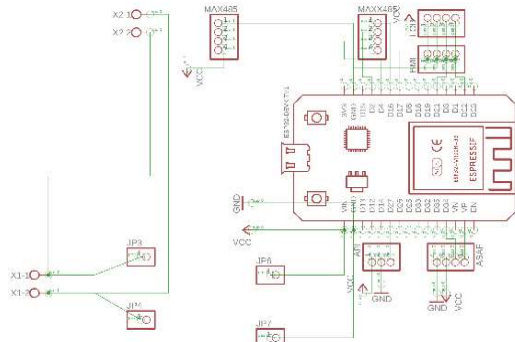
// Kompilasi model dengan loss categorical_crossentropy, optimizer Adam,
dan metrik akurasi
model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='adam',
metrics=['accuracy'])

// Kembalikan model yang telah dikompilasi
RETURN model

```

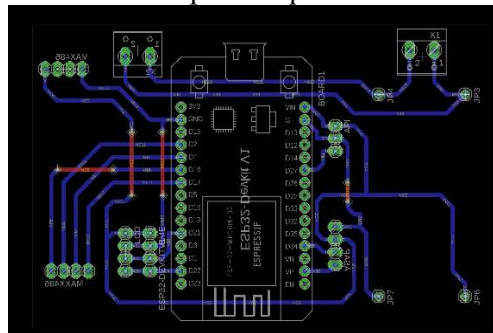
c. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dimulai dengan pembuatan skema perangkat keras menggunakan aplikasi Eagle agar dapat memudahkan dalam penerapan pada perangkat keras. Alat dibangun dengan menggunakan mikrokontroler ESP32-WROOM-32 yang dihubungkan dengan catu daya, sensor suhu, kelembapan, tekanan udara BME280, sensor asap MQ-2, sensor api IR Flame, dan anemometer.



Gambar 9 Skematik rangkaian

Membangun rangkaian elektronika tidak berhenti pada pembuatan skema. Tahap selanjutnya adalah proses layouting untuk menempatkan komponen pada printed circuit board (PCB) dan routing untuk membuat jalur terhubung antara tiap komponen sesuai dengan skematik yang telah dibuat sebelumnya. Proses ini penting untuk memastikan bahwa desain rangkaian elektronika dapat diimplementasikan dengan tepat pada PCB.



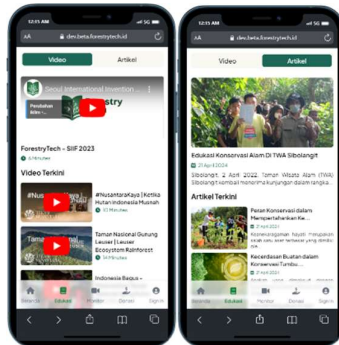
Gambar 10 Layout PCB

PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Implementasi Aplikasi

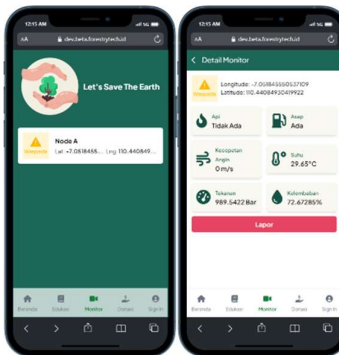
1. Edukasi



Gambar 11 Tampilan halaman edukasi

Gambar 11 merupakan tampilan dari halaman edukasi pada aplikasi ForestryTech. Pada halaman edukasi terdapat video dan artikel terkait konservasi hutan dan lingkungan.

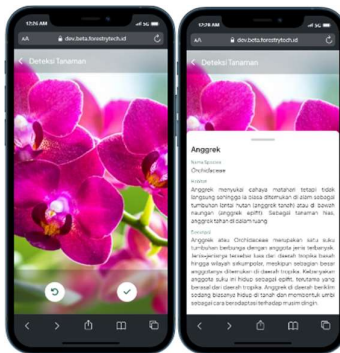
2. Monitoring



Gambar 12 Tampilan halaman monitor

Gambar 12 merupakan tampilan dari halaman monitor pada aplikasi ForestryTech. Pada halaman monitor terdapat informasi terkait data yang dikirim oleh alat monitoring mengenai kondisi hutan seperti data api, asap, kecepatan angin, suhu, tekanan dan kelembaban.

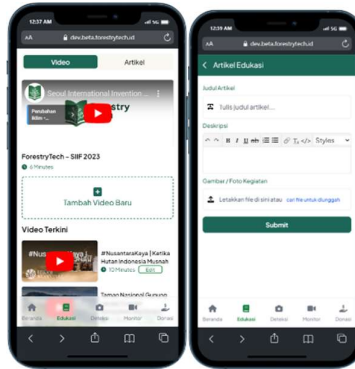
3. Deteksi



Gambar 13 Tampilan Halaman Deteksi

Gambar 13 merupakan tampilan dari halaman deteksi pada aplikasi ForestryTech. Pada halaman deteksi pengguna dapat mengenali jenis tanaman dengan menggunakan kamera pada perangkat yang dimiliki. Untuk mengakses fitur deteksi pengguna harus login terlebih dahulu.

4. Admin



Gambar 14 Tampilan halaman admin

Gambar 14 merupakan tampilan dari halaman edukasi video pada aplikasi ForestryTech ketika admin sedang login. Pada halaman edukasi video tersebut admin dapat menambahkan video edukasi baru atau melakukan terhadap video yang sudah ada.

b. Pengujian Aplikasi

1. Edukasi

Berikut merupakan hasil pengujian fitur edukasi menggunakan metode *blackbox testing* yang ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4 Pengujian fitur edukasi

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
Lihat Video	Melihat data video pada aplikasi.	Pengguna dapat menonton video edukasi pada aplikasi	Berhasil
Lihat Artikel	Melihat data artikel pada aplikasi	Pengguna dapat membaca artikel pada aplikasi	Berhasil

2. Monitor

Berikut merupakan hasil pengujian fitur monitor menggunakan metode *blackbox testing* yang ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5 Pengujian fitur monitor

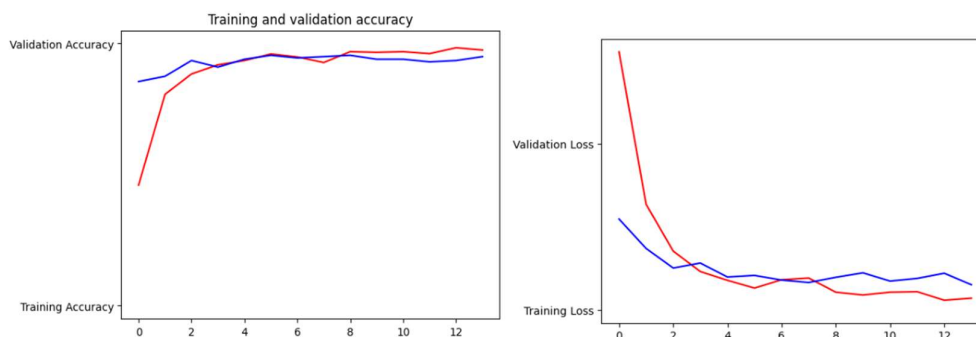
Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
Lihat data monitor	Melihat data monitor yang dikirim dari alat <i>monitoring</i>	Pengguna dapat melihat data monitor pada aplikasi	Berhasil
Pembaharuan data monitor	Melakukan pembaharuan data yang dikirim dari alat <i>monitoring</i>	Data sensor yang terdapat pada halaman monitor dapat diperbaharui sesuai dengan data yang dikirim oleh alat <i>monitoring</i>	Berhasil

PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN

3. Deteksi

Tabel 6 Pengujian fitur deteksi

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
Deteksi tanaman	jenis Melakukan deteksi jenis tanaman menggunakan kamera pada perangkat yang mengakses aplikasi.	Pengguna dapat jenis tanaman menggunakan kamera pada perangkat yang digunakan.	Berhasil



Gambar 15 Grafik training dan validation model CNN

Keterangan:

- Garis Biru bagian Kiri : Validation Accuracy
- Garis Merah bagian Kiri : Training Accuracy
- Garis Biru bagian Kanan : Validation Loss
- Garis Merah bagian Kanan : Training Loss

Pada gambar 15 terdapat beberapa parameter yang menjadi acuan dari hasil pelatihan dan pengujian model yang sedang dikembangkan diantaranya yaitu *validation accuracy*, *training accuracy*, *validation loss* dan *training loss*. *Training accuracy* merupakan parameter yang mengukur seberapa baik *model* berperforma pada data yang digunakan untuk melatihnya sedangkan *validation accuracy* merupakan parameter yang mengukur seberapa baik model berperforma pada data yang tidak digunakan dalam proses pelatihan. *Training loss* merupakan parameter yang mengukur seberapa besar perbedaan antara nilai prediksi yang dihasilkan oleh *model* dan nilai sebenarnya dari label yang ada dalam data pelatihan sedangkan *validation loss* mengukur seberapa besar perbedaan antara nilai prediksi yang dihasilkan oleh *model* dan nilai sebenarnya dari label yang ada dalam data validasi.

Grafik menunjukkan bahwa data latih dan data uji yang didapat setelah melakukan *training model* tidak mengindikasikan adanya *overfitting* ataupun *underfitting* yang berarti *model* yang dihasilkan teroptimasi dan terlatih dengan baik.

```

Epoch 1/14
20/20 [=====] - 44s 1s/step - loss: 1.5536 - accuracy: 0.4600 - val_loss: 0.5495 - val_accuracy: 0.8550
Epoch 2/14
20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.6377 - accuracy: 0.8062 - val_loss: 0.3725 - val_accuracy: 0.8750
Epoch 3/14
20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.3567 - accuracy: 0.8838 - val_loss: 0.2551 - val_accuracy: 0.9350
Epoch 4/14
20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.2340 - accuracy: 0.9187 - val_loss: 0.2849 - val_accuracy: 0.9100
Epoch 5/14
20/20 [=====] - 26s 1s/step - loss: 0.1812 - accuracy: 0.9350 - val_loss: 0.2012 - val_accuracy: 0.9400
Epoch 6/14
20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.1345 - accuracy: 0.9600 - val_loss: 0.2107 - val_accuracy: 0.9550
Epoch 7/14
20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.1848 - accuracy: 0.9488 - val_loss: 0.1827 - val_accuracy: 0.9450
Epoch 8/14
20/20 [=====] - 26s 1s/step - loss: 0.1949 - accuracy: 0.9275 - val_loss: 0.1682 - val_accuracy: 0.9500
Epoch 9/14
20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.1098 - accuracy: 0.9688 - val_loss: 0.1994 - val_accuracy: 0.9550
Epoch 10/14
20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.0931 - accuracy: 0.9663 - val_loss: 0.2262 - val_accuracy: 0.9400
Epoch 11/14
20/20 [=====] - 37s 2s/step - loss: 0.1098 - accuracy: 0.9688 - val_loss: 0.1768 - val_accuracy: 0.9400
Epoch 12/14
20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.1130 - accuracy: 0.9613 - val_loss: 0.1926 - val_accuracy: 0.9300
Epoch 13/14
20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.0617 - accuracy: 0.9837 - val_loss: 0.2238 - val_accuracy: 0.9350
Epoch 14/14
20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.0738 - accuracy: 0.9750 - val_loss: 0.1549 - val_accuracy: 0.9500

```

Gambar 16 Hasil training model

Hal ini diperkuat pada gambar 16 yang menunjukkan akurasi dari *training model* mencapai 97% dengan tingkat validasi akurasi mencapai 95% sehingga dapat dipastikan bahwa *model* yang dilatih dapat mengenali jenis tanaman dengan akurat.

```

GET {{url}}/detection/plant/65202d2f6bfe7940716c6089
Send

Params Authorization Headers (6) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies
Query Params
KEY VALUE DESCRIPTION Bulk Edit
Key Value Description

Body Cookies Headers (17) Test Results Status: 200 OK Time: 337 ms Size: 1.47 KB Save Response
Pretty Raw Preview Visualize JSON
1
2 "status": "Success",
3 "message": "Get data detection by id",
4 "data": {
5   "_id": "65202d2f6bfe7940716c6089",
6   "name": "Orchid",
7   "species_name": "Orchid",
8   "habitat": "Orchids grow in various regions in Indonesia, especially in tropical forests, including Java, Bali and Sumatra.",
9   "description": "Orchids or orchids are one of the largest groups of flowering plants in the world with thousands of species. They are",
10  "image_plant": "1696607535861-aaron-burden-2IzoIH8gYao-unsplash.jpg",

```

Gambar 17 Endpoint API get detection

Gambar 17 merupakan hasil pengujian dari *endpoint API detection* untuk mendapatkan data hasil deteksi yang dilakukan *model machine learning* yang dibuat menggunakan algoritman CNN pada aplikasi ForestryTech. Pada gambar dapat dilihat bahwa API memberikan *response status* “success” yang artinya data deteksi telah berhasil didapatkan.

PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN

4. Admin

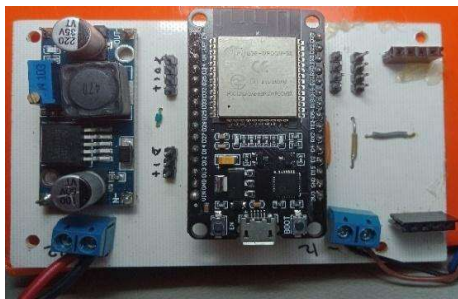
Berikut merupakan hasil pengujian fitur admin menggunakan metode *blackbox testing* yang ditampilkan pada tabel 7.

Tabel 7 Pengujian fitur admin

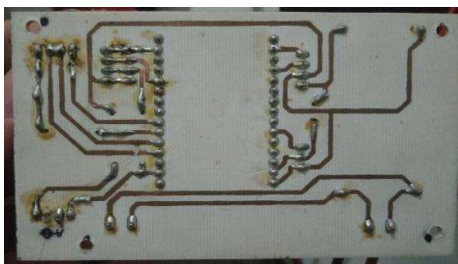
Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
Tambah artikel baru	Menambah artikel baru pada aplikasi.	Admin dapat menambah artikel baru.	Berhasil
Edit artikel	Melakukan edit artikel pada aplikasi.	Admin dapat memperbaharui artikel.	Berhasil
Hapus artikel	Menghapus artikel pada aplikasi.	Admin dapat menghapus artikel	Berhasil
Tambah video baru	Menambah video baru pada aplikasi.	Admin dapat menambah video baru.	Berhasil
Edit video	Melakukan edit video pada aplikasi.	Admin dapat memperbaharui video.	Berhasil
Hapus Video	Menghapus video pada aplikasi.	Admin dapat menghapus video.	Berhasil

c. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras merupakan tahap penerapan perangkat keras sesuai dengan perencanaan atau perancangan yang telah dibuat agar sistem bekerja sesuai kebutuhan dan fungsinya. Tahap berikutnya dari perancangan skematik, *layouting*, dan *routing* adalah proses produksi atau pencetakan. PCB yang telah selesai produksi dilakukan pemasangan komponen-komponen. PCB tersebut dapat dilihat pada Gambar 18 dan Gambar 19.



Gambar 18 PCB mikrokontroler tampak atas



Gambar 19 PCB mikrokontroler tampak bawah

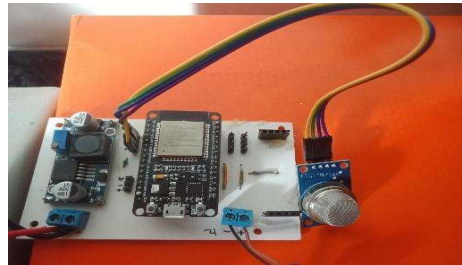
Pada pemasangan komponen berupa sensor penting untuk memerhatikan orientasi dan polaritas sensor yang sesuai dengan desain agar sensor dapat berfungsi dengan baik.

1. Pemasangan sensor MQ-2

Pada sistem ini sensor asap yang digunakan adalah sensor asap dengan tipe MQ-2. Penggunaan sensor ini karena memiliki kemampuan dalam mendeteksi berbagai jenis gas dengan sensitivitas yang tinggi dan dapat bekerja pada berbagai rentang suhu dan kelembapan, membuatnya cocok dalam berbagai kondisi lingkungan. Antarmuka dari sensor ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Antarmuka sensor MQ-2

No.	MQ-2	ESP32
1.	VCC	VIN
2.	GND	GND
3.	DO	GPIO34
4.	AO	GPIO36



Gambar 20 Pemasangan sensor MQ-2

2. Pemasangan sensor IR Flame

Pada sistem ini sensor api yang digunakan adalah sensor IR Flame. Sensor ini mendeteksi keberadaan api atau nyala api dengan menggunakan teknologi inframerah. Antarmuka dari sensor ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Antarmuka sensor IR Flame

No.	IR Flame	ESP32
1.	VCC	VIN
2.	GND	GND
3.	DO	GPIO27



Gambar 21 Pemasangan sensor IR Flame

PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN

3. Pemasangan sensor BME280

Pada sistem ini sensor suhu, kelembapan, dan tekanan udara yang digunakan adalah sensor BME280. Sensor ini menjadi pilihan yang praktis dan efisien karena telah menyatukan tiga parameter sekaligus. BME280 menggunakan protokol I2C untuk memudahkan integrasinya dengan mikrokontroler. Antarmuka dari sensor ini dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Antarmuka sensor BME280

No.	BME280	ESP32
1.	VCC	VIN
2.	GND	GND
3.	SCL	GPIO22
4.	SDA	GPIO21



Gambar 8 Pemasangan sensor BME280

4. Pemasangan sensor anemometer

Pada sistem ini sensor angin yang digunakan adalah anemometer. Anemometer berkomunikasi dengan mikrokontroler menggunakan protokol RS485. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan modul MAX485. Antarmuka dari modul ini dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Antarmuka MAX485

No.	MAX485	ESP32
1.	VCC	VIN
2.	GND	GND
3.	RO	GPIO17
4.	DI	GPIO16
5.	RE	GPIO2
6.	DE	GPIO4



Gambar 22 Pemasangan anemometer

5. Penyusunan seluruh komponen

Semua sensor dihubungkan pada PCB mikrokontroler sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Gabungan perangkat elektronika ini ditempatkan dalam wadah berbentuk *panel box* atau kotak kontrol sistem. Penggunaan *panel box* ini memungkinkan untuk mengintegrasikan semua komponen secara rapat dan teratur dalam satu wadah, sehingga memudahkan dalam pengaturan dan pemeliharaan sistem. Selain itu, *panel box* juga memungkinkan untuk melindungi perangkat keras dari kerusakan fisik atau gangguan lingkungan eksternal. Keuntungan lainnya adalah *panel box* ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan ruang yang diinginkan. Tampilan dari tata letak komponen di dalam *panel box* dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23 Implementasi perangkat IoT

Prototipe ini dilengkapi dengan baterai aki 12V 5Ah sebagai sumber daya listrik utama untuk mengaktifkan perangkat dan diintegrasikan dengan panel surya 10Wp sebagai sumber daya bantu yang bertanggung jawab atas pengisian baterai aki dengan energi matahari yang tersedia. Dengan kombinasi ini, prototipe alat monitoring dapat beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada sumber daya listrik eksternal.



Gambar 24 Prototipe alat monitoring

**PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT MONITORING DAN APLIKASI EDUKASI
TANAMAN GUNA KONSERVASI HUTAN BERBASIS PWA MENGGUNAKAN
ALGORITMA CNN**

d. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian dilakukan pada perangkat sistem monitoring hutan yang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan terhubung dengan empat sensor, yaitu sensor suhu, kelembapan, dan tekanan udara BME280, sensor asap MQ-2, sensor api IR Flame, dan sensor angin anemometer. Pengujian dilakukan terhadap empat sensor tersebut untuk memastikan bahwa fungsi pendeteksian yang dilakukan oleh sensor-sensor tersebut bekerja dengan akurat dan sesuai. Selain itu dilakukan juga pengujian fungsionalitas terhadap seluruh komponen elektronika termasuk mikrokontroler ESP32 untuk memastikan seluruh komponen dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan fungsinya. Hasil pengujian fungsionalitas perangkat IoT tersebut dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12 Pengujian fungsionalitas perangkat IoT

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	Papan mikrokontroler dihubungkan ke sumber daya	ESP32 dan sensor menyala	Sesuai
2.	ESP32 dihubungkan ke Wi-Fi	ESP32 dapat terkoneksi dengan Wi-Fi melalui SSID dan <i>password</i> yang telah disimpan sebelumnya	Sesuai
3.	ESP32 dengan <i>database</i>	ESP32 dapat terkoneksi dengan <i>database</i> dan dapat mengirim dan menerima data	Sesuai

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari Perancangan Prototype Alat Monitoring Dan Aplikasi Edukasi Tanaman Guna Konservasi Hutan Berbasis Pwa Menggunakan Algoritma CNN dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi ForestryTech telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan teknologi MERN *stack* dan algoritma CNN dalam pengembangan fitur klasifikasi jenis tanaman. Hasil pengujian *blackbox* juga menunjukkan fitur berjalan dengan baik tanpa ada kesalahan yang menyimpulkan keberhasilan pengembangan aplikasi ForestryTech.
2. Perancangan prototipe alat monitoring hutan berbasis *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan ESP32. Penerapan IoT tersebut memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* melalui jaringan internet.
3. Sistem IoT untuk monitoring hutan dapat dirancang dengan memanfaatkan sensor MQ-2, IR Flame, BME280, dan anemometer yang dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 dengan hasil pengujian dari keempat sensor menyatakan bahwa keempat sensor memiliki persentase *error* pembacaan kurang dari lima persen.

DAFTAR REFERENSI

- A. Y. Permana dan P. Romadlon, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN PERUMAHAN MENGGUNAKAN METODE SDLC PADA PT. MANDIRI LAND PROSPEROUS BERBASIS MOBILE," *J. Teknol. Pelita*, vol. 10, no. 2, hal. 153–167, 2019, doi: 10.1134/s0320972519100129.
- Altexsoft, "Agile Project Management: Best Practices and Methodologies," *Altexsoft*, vol. 1, no. june 2018, hal. 1–17, 2015, [Daring]. Tersedia pada: <https://www.altexsoft.com/wp-content/uploads/2016/04/Agile-Project-Management.-Best-Practices-and-Methodologies-AltexSoft-Whitepaper.pdf>.
- E. N. Arrofiqoh dan H. Harintaka, "Implementasi Metode Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Tanaman Pada Citra Resolusi Tinggi," *Geomatika*, vol. 24, no. 2, hal. 61, 2018, doi: 10.24895/jig.2018.24-2.810.
- F. F. Maulana dan N. Rochmawati, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 1, no. 02, hal. 104–108, 2020, doi: 10.26740/jinacs.v1n02.p104-108.
- F. Hidayat, F. Hamami, I. A. Dahlan, S. H. Supangkat, A. Fadillah, dan A. Hidayatuloh, "Real Time Video Analytics Based on Deep Learning and Big Data for Smart Station," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1577, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1577/1/012019.
- G. Matiini, R. Setiyadi, A. Setiawan, dan M. Ramli, "Pengembangan Aplikasi Progressive Web Application (PWA) Untuk Pembelajaran dan Evaluasi Kelas English Grammar Online Course," *J. Pendidik. Edutama*, vol. 8, no. 2, hal. 163, 2021, doi: 10.30734/jpe.v8i2.984.
- I. Maryati, "Website Perpustakaan 'Library HUB' dengan Pencarian Buku Berdasarkan Gambar Menggunakan Google MLKit," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 4, hal. 1821–1831, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i4.1269.
- M. R. Ridho, A. Pinandito, dan R. K. Dewi, "Perbandingan Performa Progressive Web Apps dan Mobile Web Terkait Waktu Respon, Penggunaan Memori dan Penggunaan Media Penyimpanan," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 10, hal. 3483–3491, 2018.
- N. Nim dan F. Husaini, "memperkuat sistem dengan kemampuan analisis gambar yang canggih, sehingga memudahkan identifikasi berbagai jenis flora, serta potensi ancaman atau aktivitas yang membahayakan hutan," 2020.
- Nasution, "Implementasi Mongo Db, Express Js, React Js Dan Node Js (Mern) Pada Pengembangan Aplikasi Formulir, Kuis, Dan Survei Online," *Informatics Eng.*, hal. 1–160, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/38607>.
- V. H. P. Tjandra dan N. Setiyawati, "Perancangan Aplikasi E-Voting Berbasis Android Dengan Teknologi Firebase (Studi Kasus : Pemilihan Ketua HMP FTI UKSW)," *J. SITECH Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, hal. 21–30, 2019, doi: 10.24176/sitech.v2i1.3164.