

Implementasi Smart Helmet Cabinet pada Penyimpanan Helm Berbasis Mobile QR Code

Muhammad Raymount Abdahu^{1*}, Uray Ristian², Hirzen Hasfani³

^{1,2,3}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak

^{1,2,3}Jl. Jenderal Ahmad Yani, Kota Pontianak, 78115, Indonesia

email: ¹raymount_abdahu@student.untan.ac.id, ²eristian@siskom.untan.ac.id, ³hirzen.hasfani@siskom.untan.ac.id

Abstract – The use of Smart Helmet Cabinet in helmet storage based on Mobile QR Code has been implemented as an innovative solution to overcome the problem of safe and efficient helmet storage. By utilizing QR Code technology, authentication on the system facilitates users in the process of helmet storage and retrieval, as well as ensuring storage security. In addition, several challenges such as the need for reliable access authentication and reduction of access delay are the main focus to improve the effectiveness and reliability of the system. This research discusses the implementation of the Smart Helmet Cabinet by highlighting the benefits as well as potential future developments in improving user experience and security of stored helmets. The ESP32-CAM is used to scan the QR Code to authenticate user access, while the ESP32 NodeMCU controls the relay to open the door of the locker. The test results show that the average delay time for adding locker access is about 4.73 seconds, while access authentication using QR Code takes about 5.99 seconds. The implemented Smart Helmet Cabinet system is able to determine which lockers are given access and identify users by using QR Code as access authentication on the lockers.

Abstrak – Penggunaan Smart Helmet Cabinet dalam penyimpanan helm berbasis Mobile QR Code telah diimplementasikan sebagai solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan dalam penyimpanan helm yang aman dan efisien. Dengan memanfaatkan teknologi QR Code, autentikasi pada sistem memfasilitasi pengguna dalam proses penitipan dan pengambilan helm, serta memastikan keamanan penyimpanan. Selain itu, beberapa tantangan seperti kebutuhan akan autentikasi akses yang handal dan pengurangan delay dalam akses menjadi fokus utama untuk meningkatkan efektivitas dan keandalan sistem. Penelitian ini membahas implementasi Smart Helmet Cabinet dengan menyoroti manfaat serta potensi pengembangan masa depan dalam meningkatkan pengalaman pengguna dan keamanan helm yang tersimpan. ESP32-CAM digunakan untuk memindai QR Code sebagai autentikasi akses pengguna, sedangkan NodeMCU ESP32 mengendalikan relay sebagai alat pembuka pintu pada loker. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata waktu delay pada penambahan akses loker adalah sekitar 4,73 detik, sedangkan autentikasi akses menggunakan QR Code memerlukan waktu sekitar 5,99 detik. Sistem Smart Helmet Cabinet yang diimplementasikan mampu menentukan loker yang diberikan akses dan mengidentifikasi pengguna dengan menggunakan QR Code sebagai autentikasi akses pada loker.

Kata Kunci – Autentikasi, Delay, QR Code. Smart Helmet Cabinet

* penulis korespondensi: Muhammad Raymount Abdahu
Email: raymount_abdahu@student.untan.ac.id

I. PENDAHULUAN

Dengan pertumbuhan populasi kendaraan bermotor yang pesat, keselamatan pengendara menjadi semakin penting. Helm adalah perangkat perlindungan yang dikenakan di kepala dan biasanya terbuat dari logam atau bahan keras lainnya seperti kevlar, serat resin, atau plastik [1]. Dalam konteks seperti ini, keamanan dan kenyamanan menjadi faktor kunci dalam penyimpanan helm. Namun, sayangnya, banyak pengendara sering mengalami kesulitan dalam menemukan tempat yang aman untuk menyimpan helm mereka ketika tidak digunakan. Contohnya, di kampus universitas atau pusat perbelanjaan yang ramai, helm seringkali dibiarakan di atas sepeda motor atau diletakkan di area parkir terbuka. Hal ini meningkatkan risiko pencurian atau kerusakan pada helm, terutama mengingat helm seringkali merupakan barang mahal dan perlengkapan penting bagi pengendara. Selain itu, bagi pengendara sepeda motor yang sering melakukan perjalanan jarak jauh atau mengunjungi tempat-tempat wisata, mencari tempat penyimpanan sementara untuk helm bisa menjadi tantangan tambahan. Hal ini dapat mengganggu pengalaman wisata mereka dan menambah kekhawatiran akan keamanan helm saat tidak digunakan.

Perkembangan teknologi telah membawa solusi inovatif untuk mengatasi masalah penyimpanan helm. Salah satunya adalah penggunaan QR Code, yang telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi untuk memfasilitasi proses seperti pembayaran dan manajemen inventaris [2]. Pemanfaatan Mobile QR Code dalam konteks penyimpanan helm dapat memberikan solusi yang efisien dan aman. Sistem penyimpanan berbasis teknologi elektronik menggunakan QR Code atau NFC untuk menyederhanakan proses penyimpanan dan pengambilan barang [3,4]. Penyimpanan manual cenderung kompleks karena rentan terhadap masalah seperti pemeriksaan fisik yang memakan waktu dan berpotensi kesalahan. Masalah lain termasuk pengelolaan sejumlah kunci untuk beberapa loker dan memastikan penggunaan loker yang efisien [5]. Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan mengatasi kendala tersebut, penyimpanan helm terhubung dengan sistem autentikasi seperti Smart Helmet Cabinet menjadi solusi yang lebih efektif. Sistem ini memfasilitasi proses penitipan dan pengambilan helm, serta memastikan keamanan penyimpanan. Namun, autentikasi akses yang kurang memadai dapat membuka peluang bagi akses yang tidak sah, mengancam keamanan helm. Oleh karena itu, perlu dikembangkan sistem autentikasi yang handal untuk memastikan hanya pengguna yang sah yang dapat mengakses loker, menjaga keamanan helm yang disimpan. Selain itu,

delay dalam akses dapat mengganggu pengalaman pengguna dan menghambat efisiensi penggunaan sistem. Dengan meminimalkan delay sistem, produktivitas penggunaan fasilitas penyimpanan dapat ditingkatkan, menghemat waktu dan sumber daya manusia [6].

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan mengenai pemanfaatan QR Code dalam penyimpanan barang. Salah satunya adalah penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Keamanan Locker Berbasis Raspberry PI" oleh Christito Kharisma [7]. Penelitian ini menggunakan QR Code sebagai pemicu pembukaan loker pribadi. QR Code dalam sistem ini bersifat statis dan tidak mengalami perubahan. Mikrokontroler yang digunakan adalah Raspberry PI. Sistem melakukan pemindaian terhadap QR Code serta konversi koordinat GPS. Jika koordinat GPS berada dalam jangkauan loker, Raspberry Pi akan mengaktifkan relay untuk membuka loker. Antarmuka sistem yang menampilkan QR Code dikembangkan melalui suatu situs web. Penelitian lainnya berjudul "Desain dan Implementasi Perangkat E-Locker Menggunakan QR-Code dan Website Monitoring Berbasis Internet of Things" [8]. Perangkat E-locker menggunakan QR Code dan ESP8266 yang terhubung ke sebuah website sebagai proses pengelola data pemesanan loker. Pada aplikasi, pengguna melakukan scan QR Code yang ada di loker yang telah dipesan. Pencocokan data pemesanan dengan QR Code dilakukan pada Firebase sebelum membuka solenoid pada loker. Website digunakan untuk mengetahui kondisi loker, data pengguna, dan melakukan pemesanan penggunaan loker.

Penggunaan aplikasi mobile dalam penyimpanan barang juga telah diimplementasikan oleh Farhan Fajar Lutfhi [9]. Dalam penelitiannya, loker diterapkan dengan Internet of Things yang menggunakan perhitungan jarak Euclidean untuk mengakses loker. Penggunaan loker diatur melalui aplikasi Android dengan memasukkan 4 digit PIN (Personal Identification Number) dan mendeteksi lokasi akses menggunakan modul GPS. Modul GPS memberikan titik lokasi akses yang kemudian dihitung dengan rumus Euclidean distance untuk menetapkan batas wilayah akses. Dengan demikian, loker hanya dapat diakses saat pengguna berada dalam jarak yang ditentukan. Rata-rata delay yang diperlukan untuk membuka pintu loker adalah sekitar 17,56 detik.

Demikian juga pada penelitian terkait penyimpanan helm yang dilakukan Mampe Parulian Munthe yang berjudul Sistem Monitoring Helm pada Multi RFID Loker [10]. Penelitian ini mengembangkan sistem dengan menggunakan RFID sebagai sistem keamanan penyimpanan helm. Selain itu penggunaan website sebagai monitoring penyewaan penyimpanan dilakukan secara manual dan belum terotomatisasi.

Dengan mempertimbangkan permasalahan yang diidentifikasi dan penelitian yang terkait, penelitian ini difokuskan pada pengembangan Smart Helmet Cabinet, dengan penekanan pada penggunaan QR Code sebagai metode autentikasi pada loker.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem keamanan pada smart helmet cabinet berbasis QR Code. Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan metodologi yang

meliputi identifikasi masalah, analisis sistem, perancangan, implementasi, dan pengujian. Tahapan metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



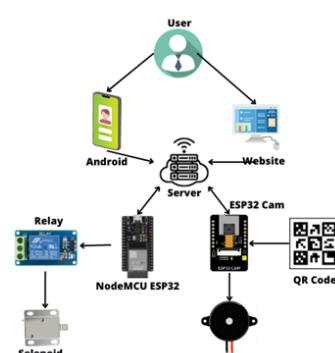
Gbr 1. Tahapan Metode Penelitian

A. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penyimpanan helm mencakup potensi kerentanan terhadap akses tidak sah dan kerusakan karena penyimpanan yang tidak terawat. Di lingkungan umum seperti tempat kerja atau fasilitas olahraga, risiko pencurian meningkat karena helm sering ditinggalkan tanpa pengawasan. Solusi yang diperlukan adalah sistem keamanan yang efektif dan kontrol akses yang lebih baik. Pengembangan smart helmet cabinet berbasis mobile QR code menawarkan solusi inovatif dengan memberikan akses terbatas hanya kepada pengguna yang sah, sambil memudahkan manajemen inventaris helm secara efisien.

B. Analisis Cara Kerja Sistem

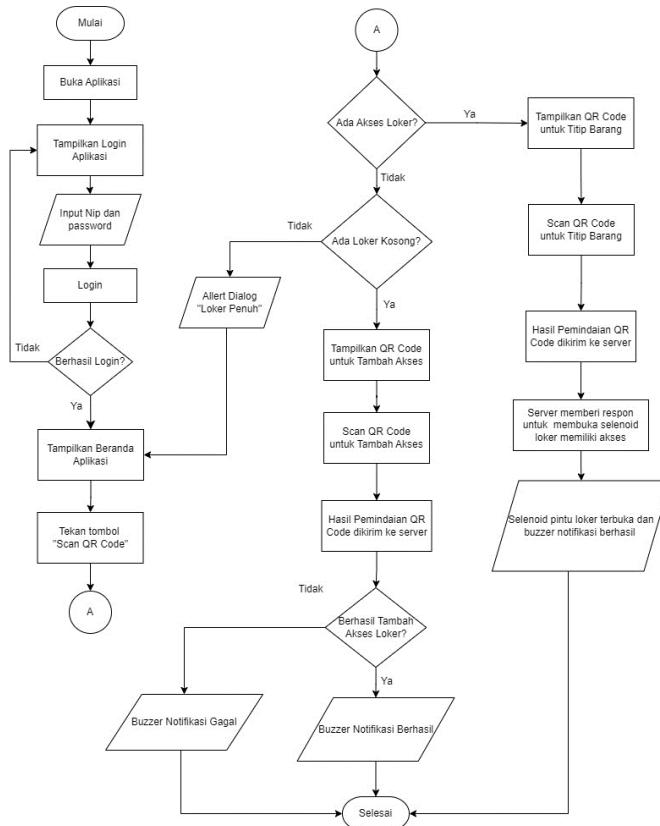
Analisis cara kerja sistem pada smart helmet cabinet berbasis QR Code melibatkan pemahaman tentang bagaimana setiap komponen sistem berinteraksi dan beroperasi bersama-sama. Sistem ini dirancang untuk mengelola penggunaan dan pemantauan pada loker penyimpanan helm secara efektif. Melalui penggunaan QR Code, sistem dapat mengidentifikasi pengguna dan memastikan akses yang tepat ke loker helm. Selain itu, sistem juga memungkinkan pengelolaan pengguna, termasuk penambahan pengguna baru dan pengendalian manual terhadap loker melalui sebuah situs web yang berfungsi sebagai pusat manajemen. Modul ESP32-CAM dengan kamera terintegrasi digunakan untuk mendeteksi QR Code sebagai bentuk autentikasi pengguna dalam proses akses [11]. QR Code yang berhasil dipindai akan dikirimkan melalui jaringan internet ke server yang ditentukan. Setelah itu, sistem akan menjalankan pengelolaan akses loker sesuai dengan informasi yang diterima dan diolah melalui antarmuka situs web. Rancangan arsitektur sistem pada Smart Helmet Cabinet dapat dilihat pada Gambar 2.



Gbr 2. Arsitektur Sistem

Pada sistem yang dirancang pada perangkat diharapkan dapat mampu mengolah data informasi pengguna, mengecek autentikasi pengguna pada database dan mengendalikan solenoid pada pintu loker. Informasi dan data yang diterima akan dikirim melalui server ke database [12]. Data yang

tersimpan pada database diolah pada server sesuai kebutuhan serta ditampilkan dalam antarmuka website bagi admin dan pada aplikasi mobile bagi pengguna. Diagram alur cara kerja sistem Smart Helmet Cabinet dapat dilihat pada Gambar 3.



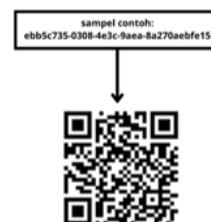
Gbr 3. Flowchart Cara Kerja Sistem

Dalam penggunaan sistem, pengguna diharuskan untuk melakukan login pada aplikasi. Selanjutnya, pengguna memasukkan username dan password untuk dapat mengakses aplikasi. Pengguna diharuskan mengarahkan QR Code yang dimiliki ke kamera pada sistem Smart Helmet Cabinet. Saat sistem sedang beroperasi, fungsi utamanya adalah untuk memindai QR Code menggunakan kamera yang terpasang pada perangkat tersebut. Ketika kamera mendeteksi keberadaan QR Code, sistem akan mengambil data dari kode tersebut dan menyimpannya dalam sebuah variabel [13]. Data yang berhasil dipindai dari QR Code kemudian akan dikirim ke server untuk dilakukan pengecekan terhadap akses ke salah satu loker. Data tersebut kemudian dikirim melalui koneksi jaringan ke server yang bertugas memeriksa kecocokan data dengan akses ke loker tertentu. Ketika selesai melakukan autentikasi pada QR Code, server akan mengirimkan respons kembali ke ESP32-CAM. Jika autentikasi akses berhasil pada sistem, maka buzzer akan berbunyi sebanyak 2 kali pendek menandakan berhasil sedangkan berbunyi 1 kali selama 1 detik menandakan gagal pada autentikasi.

Eksekusi program pada NodeMCU ESP32 akan dimulai saat sistem terhubung pada jaringan internet. NodeMCU ESP32 mengirimkan request status tiap solenoid pada loker ke server menggunakan protokol HTTP. Server akan memproses data dan mengirim hasil kembali ke mikrokontroler NodeMCU ESP32 [14]. Apabila status loker

bernilai 1, maka relay membuka solenoid pada pintu loker tersebut. Selanjutnya, NodeMCU ESP32 akan memberikan delay 10 detik sebelum mengembalikan kondisi solenoid loker menjadi tertutup dan mengirim request kembali ke server.

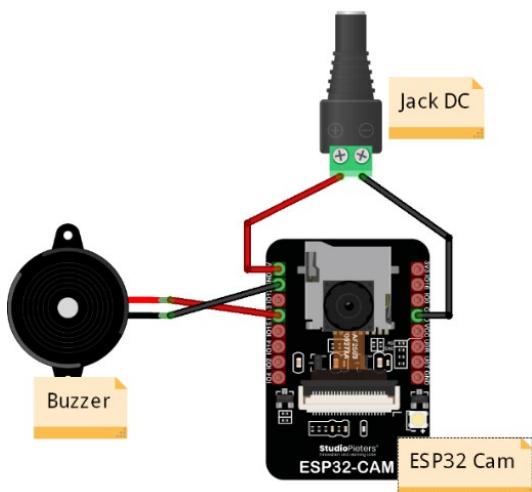
Penerapan QR Code pengguna memanfaatkan library "ramsey-uuid" untuk menghasilkan universally unique identifier (UUID) yang kemudian disimpan dalam bentuk string biner 16 byte. UUID versi 4 dihasilkan dengan nilai acak, terdiri dari 32 karakter heksadesimal yang dibagi dalam lima blok dan dipisahkan oleh tanda hubung [15]. UUID berperan sebagai identifikasi unik untuk setiap pengguna dalam melakukan akses pada loker. Data UUID disimpan dalam database dan ditampilkan dalam bentuk QR Code, yang berfungsi sebagai kunci untuk mengakses loker yang dimiliki oleh pengguna. Penerapan QR code pada sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



Gbr 4. Penerapan QR Code

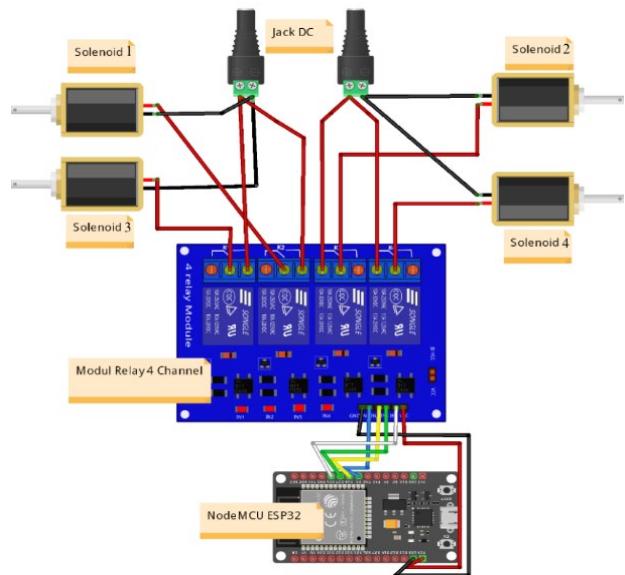
C. Perancangan

Sistem Smart Helmet Cabinet berbasis mobile QR Code menggunakan beberapa komponen perangkat. Komponen tersebut diantaranya NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama pintu pada loker, ESP32-CAM sebagai pemindai QR Code dan mengirimkan ke server, modul relay sebagai pengendali solenoid pada pintu, buzzer sebagai notifikasi bunyi pada sistem, dan solenoid door lock sebagai elemen pengunci pintu loker. ESP32-CAM adalah mikrokontroler dengan mode ganda yang dilengkapi dengan antena internal dan terintegrasi dengan kamera [16]. ESP32-CAM berfungsi untuk memindai QR Code yang diarahkan ke kamera [17]. Setelah QR Code berhasil dipindai, informasi hasil pemindaian dikirimkan ke server. Server digunakan sebagai tempat penyimpanan data, pengelola jaringan, atau menjalankan berbagai tugas sesuai dengan layanan yang diberikan. Data yang diterima server selanjutnya dicocokkan untuk memeriksa kebenaran informasi pada database dan memberikan akses pada pintu loker yang ditentukan. Server akan mengirim respons kembali ke ESP32-CAM berupa perintah untuk membunyikan buzzer. Buzzer akan berbunyi sebagai notifikasi berhasil atau gagalnya proses autentifikasi pengguna [18]. Rancangan sistem pemindaian QR Code dapat dilihat pada Gambar 5.



Gbr 5. Rancangan Pemindaian QR Code

Sistem pengontrolan pada loker menggunakan modul relay sebagai saklar untuk membuka dan menutup solenoid pada pintu loker dengan kontrol menggunakan NodeMCU ESP32. NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai pengendali perangkat pada solenoid sesuai nilai perintah oleh server [19]. Relay pada sistem menggunakan active high yang menghubungkan ke arus listrik jika nilai perintah yang dimasukkan adalah high dan memutuskan kembali arus listrik jika nilai perintah yang dimasukkan low [20]. Perubahan status kondisi pintu loker dikirimkan ke NodeMCU ESP32 untuk membuka pintu loker yang sesuai dengan data pada database. Solenoid pada loker terbuka selama sepuluh detik sebelum akhirnya kembali menutup dan mengirimkan perubahan data kembali ke server. Rancangan pengontrolan relay pada solenoid pintu loker dapat dilihat pada Gambar 6.

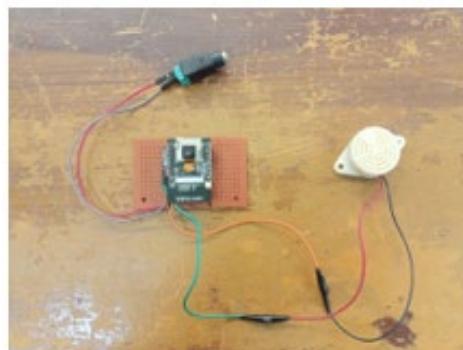


Gbr 6. Rancangan Pengontrolan Relay Selenoid

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Dalam sistem Smart Helmet Cabinet, Penerapan perangkat keras meliputi implementasi sistem pemindaian QR Code dan implementasi sistem kendali solenoid pada loker. Sistem pemindaian QR Code pada loker melibatkan beberapa komponen, di antaranya adalah modul mikrokontroler ESP32-CAM dan buzzer. ESP32-CAM bertindak sebagai pemindai QR Code melalui kamera terintegrasi, dan mengirim data ke server untuk proses autentifikasi. Buzzer dihubungkan pada ESP32-CAM sebagai notifikasi hasil autentifikasi. Hasil pemindaian tersebut berupa string yang merepresentasikan informasi dalam QR Code, dan selanjutnya, string tersebut dikirimkan ke server untuk menjalankan proses autentifikasi akses pada loker. Server akan memproses data yang diterima dan memberikan respons kepada ESP32-CAM untuk menunjukkan apakah autentifikasi berhasil atau gagal. Buzzer digunakan sebagai elemen pemberi notifikasi kepada pengguna.



Gbr 7. Implementasi Pemindaian QR Code

Pengontrolan relay pada sistem mencakup penggunaan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang diintegrasikan dengan modul relay 4 channel, serta solenoid yang terhubung ke setiap pintu loker. Pada sistem ini, keluaran dari NodeMCU ESP32 dengan nilai output 0 untuk menghentikan aliran arus listrik yang menuju solenoid pintu, sementara nilai output 1 diaplikasikan untuk membuka arus listrik dan

menghubungkannya ke solenoid.



Gbr 8. Implementasi Pengontrolan Relay

Implementasi keseluruhan dari perangkat keras sistem Smart Helmet Cabinet berbasis mobile QR Code terdiri dari dua komponen utama, yakni sistem pemindaian QR Code dan sistem pengontrolan relay solenoid untuk loker. Sistem ini dirancang untuk memungkinkan pengguna menyimpan helm dalam loker yang diakses melalui autentikasi QR Code. Desain yang telah diimplementasikan mencakup empat buah loker, dengan setiap loker ditujukan untuk penggunaan individual dalam menyimpan satu unit helm. Pertimbangan desain terhadap penggunaan rak bertingkat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan helm dalam sistem ini, memungkinkan penyimpanan yang efisien dan terorganisir. Dalam konteks penyimpanan, kapasitas sistem dapat ditingkatkan secara signifikan dengan menambahkan lebih banyak unit loker atau dengan merancang ulang ukuran dan tata letak loker untuk memaksimalkan ruang penyimpanan yang tersedia. Implementasi Keseluruhan pada sistem Smart Helmet Cabinet dapat dilihat pada Gambar 9.



Gbr 9. Implementasi Smart Helmet Cabinet

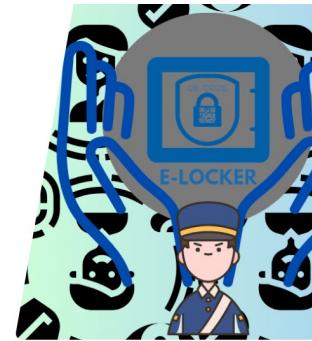
B. Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka website berfungsi sebagai alat pengelolaan data dan manajemen yang dapat diakses oleh administrator. Antarmuka ini memberikan akses kepada administrator untuk melaksanakan berbagai tindakan dengan sistem, termasuk pengelolaan pengguna, manajemen data, pemantauan aktivitas, dan kendali manual. Tujuan dari implementasi antarmuka website ini adalah memberikan kemudahan bagi administrator dalam menjalankan tugas yang diperlukan dalam operasi pada sistem. Halaman login berperan dalam proses autentikasi admin pada sistem manajemen Smart Helmet Cabinet, dan terdapat pada Gambar 10. Selanjutnya, halaman dashboard merupakan tampilan awal yang diakses oleh admin setelah berhasil login pada website, dan dapat dilihat pada Gambar 11.

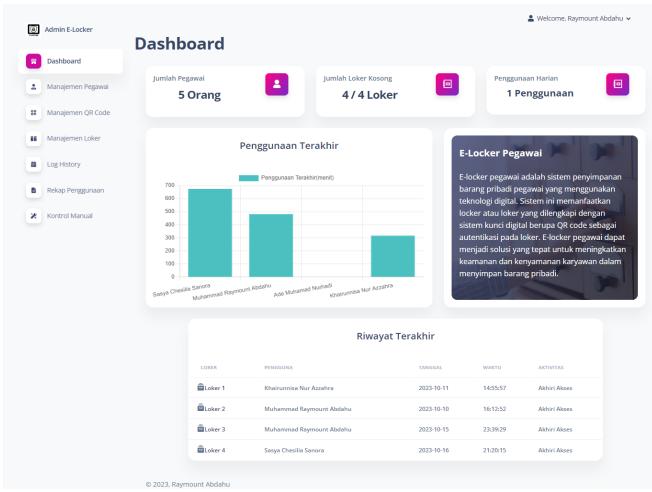
Welcome to Admin

Masukkan Email dan Password untuk Log in

Email	<input type="text"/>
Password	<input type="password"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Ingat Saya	
SIGN IN	



Gbr 10. Tampilan Website Login



Gbr 11. Tampilan Website Dashboard

Tampilan manajemen loker dapat dilihat pada gambar 12. Halaman manajemen loker dapat menampilkan informasi terkait loker serta QR Code yang dapat mengakses loker tersebut. Selain itu, admin juga dapat melakukan aksi berupa menambahkan akses pegawai pada loker yang masih kosong dan menghapus akses yang dimiliki oleh pegawai pada loker tertentu.

ID LOKER	NAMA LOKER	STATUS	QR CODE	HAPUS AKSES
1	Loker 1	Tutup	TAMBAH QR CODE	HAPUS
2	Loker 2	Tutup	TAMBAH QR CODE	HAPUS
3	Loker 3	Tutup	TAMBAH QR CODE	HAPUS
4	Loker 4	Tutup	TAMBAH QR CODE	HAPUS

Gbr 12. Tampilan Website Manajemen Loker

Tampilan Log History dapat dilihat pada Gambar 13. Pada halaman ini, ditampilkan informasi mengenai riwayat aktivitas penggunaan loker oleh pegawai. Halaman ini berfungsi untuk memantau dan mencatat berbagai aktivitas yang terkait dengan penggunaan loker dalam sistem, sehingga admin dapat melacak dan menganalisis aktivitas penggunaan loker oleh pegawai.

Admin E-Locker		Log History																																																																						
		Dashboard		Data																																																																				
		Manajemen Pegawai		Log History																																																																				
		Manajemen QR Code																																																																						
		Manajemen Loker																																																																						
		Log History																																																																						
		Rekap Penggunaan																																																																						
		Kontrol Manual																																																																						
		Tampilan 1 sampai 10 dari total 27 data																																																																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>TANGGAL</th> <th>WAKTU</th> <th>NAMA PEGAWAI</th> <th>LOCKER</th> <th>AKTIVITAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2023-10-16</td><td>21:20:15</td><td>Sasya Chellisa Sanora</td><td>Loker 4</td><td>Akhiri Akses</td></tr> <tr><td>2</td><td>2023-10-16</td><td>10:15:47</td><td>Sasya Chellisa Sanora</td><td>Loker 4</td><td>Titip Barang</td></tr> <tr><td>3</td><td>2023-10-16</td><td>10:09:33</td><td>Sasya Chellisa Sanora</td><td>Loker 4</td><td>Titip Barang</td></tr> <tr><td>4</td><td>2023-10-16</td><td>10:09:00</td><td>Sasya Chellisa Sanora</td><td>Loker 4</td><td>Tambah Akses</td></tr> <tr><td>5</td><td>2023-10-15</td><td>23:39:29</td><td>Muhammad Raymount Abdahu</td><td>Loker 3</td><td>Akhiri Akses</td></tr> <tr><td>6</td><td>2023-10-14</td><td>15:37:15</td><td>Muhammad Raymount Abdahu</td><td>Loker 3</td><td>Titip Barang</td></tr> <tr><td>7</td><td>2023-10-14</td><td>15:37:07</td><td>Muhammad Raymount Abdahu</td><td>Loker 3</td><td>Tambah Akses</td></tr> <tr><td>8</td><td>2023-10-13</td><td>15:25:53</td><td>Ade Muhamad Nurhadi</td><td>Loker 4</td><td>Akhiri Akses</td></tr> <tr><td>9</td><td>2023-10-13</td><td>15:18:32</td><td>Ade Muhamad Nurhadi</td><td>Loker 4</td><td>Titip Barang</td></tr> <tr><td>10</td><td>2023-10-11</td><td>15:27:31</td><td>Ade Muhamad Nurhadi</td><td>Loker 4</td><td>Titip Barang</td></tr> </tbody> </table>					No.	TANGGAL	WAKTU	NAMA PEGAWAI	LOCKER	AKTIVITAS	1	2023-10-16	21:20:15	Sasya Chellisa Sanora	Loker 4	Akhiri Akses	2	2023-10-16	10:15:47	Sasya Chellisa Sanora	Loker 4	Titip Barang	3	2023-10-16	10:09:33	Sasya Chellisa Sanora	Loker 4	Titip Barang	4	2023-10-16	10:09:00	Sasya Chellisa Sanora	Loker 4	Tambah Akses	5	2023-10-15	23:39:29	Muhammad Raymount Abdahu	Loker 3	Akhiri Akses	6	2023-10-14	15:37:15	Muhammad Raymount Abdahu	Loker 3	Titip Barang	7	2023-10-14	15:37:07	Muhammad Raymount Abdahu	Loker 3	Tambah Akses	8	2023-10-13	15:25:53	Ade Muhamad Nurhadi	Loker 4	Akhiri Akses	9	2023-10-13	15:18:32	Ade Muhamad Nurhadi	Loker 4	Titip Barang	10	2023-10-11	15:27:31	Ade Muhamad Nurhadi	Loker 4	Titip Barang
No.	TANGGAL	WAKTU	NAMA PEGAWAI	LOCKER	AKTIVITAS																																																																			
1	2023-10-16	21:20:15	Sasya Chellisa Sanora	Loker 4	Akhiri Akses																																																																			
2	2023-10-16	10:15:47	Sasya Chellisa Sanora	Loker 4	Titip Barang																																																																			
3	2023-10-16	10:09:33	Sasya Chellisa Sanora	Loker 4	Titip Barang																																																																			
4	2023-10-16	10:09:00	Sasya Chellisa Sanora	Loker 4	Tambah Akses																																																																			
5	2023-10-15	23:39:29	Muhammad Raymount Abdahu	Loker 3	Akhiri Akses																																																																			
6	2023-10-14	15:37:15	Muhammad Raymount Abdahu	Loker 3	Titip Barang																																																																			
7	2023-10-14	15:37:07	Muhammad Raymount Abdahu	Loker 3	Tambah Akses																																																																			
8	2023-10-13	15:25:53	Ade Muhamad Nurhadi	Loker 4	Akhiri Akses																																																																			
9	2023-10-13	15:18:32	Ade Muhamad Nurhadi	Loker 4	Titip Barang																																																																			
10	2023-10-11	15:27:31	Ade Muhamad Nurhadi	Loker 4	Titip Barang																																																																			

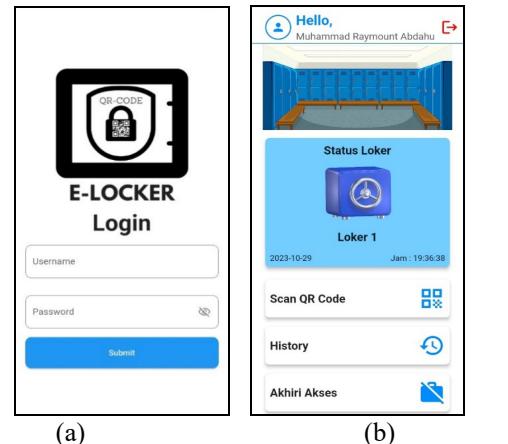
Gbr 13. Tampilan Website Log History

Tampilan kontrol manual dapat dilihat pada gambar 14. pada halaman ini, admin dapat membuka tiap loker secara langsung. Halaman ini memberikan admin kontrol langsung atas akses ke setiap loker dalam sistem, memungkinkan untuk melakukan tindakan seperti membuka atau mengunci loker sesuai kebutuhan operasional.

Admin E-Locker		Manual Control					
		Dashboard		Loker			
		Manajemen Pegawai		Loker 1	Loker 2	Loker 3	Loker 4
		Manajemen QR Code	Manajemen Loker	User	User	User	User
		Rekap Penggunaan	Kontrol Manual	TUTUP	TUTUP	TUTUP	TUTUP

Gbr 14. Tampilan Website Kontrol Manual

Implementasi antarmuka aplikasi Android berfungsi untuk menampilkan QR Code yang diakses oleh pegawai sebagai autentikasi penggunaan loker. Antarmuka ini memfasilitasi pegawai dalam menggunakan sistem Smart Helmet Cabinet. Antarmuka ini menyediakan fitur untuk menampilkan QR code yang dimiliki pegawai. Implementasi antarmuka aplikasi mencakup tampilan login, beranda, history dan profil. Tampilan login merupakan tampilan awal ketika pengguna membuka aplikasi mobile. Ketika pengguna sudah melakukan login, maka tampilan akan diarahkan pada tampilan beranda. Tampilan login dan beranda pada aplikasi dapat dilihat pada Gambar 15.



Gbr 15. (a) Tampilan Login , (b) Tampilan Beranda

Pada History aplikasi menampilkan riwayat aktivitas yang berisi informasi berkaitan tanggal dan waktu akses aktivitas pada loker. Tampilan profil menampilkan informasi yang terkait dengan pegawai yang bersangkutan seperti nama, NIP (Nomor Induk Pegawai), jenis kelamin, nomor telepon, dan alamat tinggal. Tampilan riwayat aktivitas dan profil pada aplikasi mobile dapat dilihat pada Gambar 16.

← Riwayat Penggunaan	
Loker 1	Tanggal :2023-10-29 Waktu :19:36:38
	Tambah Akses
Loker 2	Tanggal :2023-10-28 Waktu :22:47:12
	Akhiri Akses
Loker 2	Tanggal :2023-10-28 Waktu :22:35:24
	Tambah Akses
Loker 4	Tanggal :2023-10-28 Waktu :22:13:04
	Akhiri Akses
Loker 4	Tanggal :2023-10-28 Waktu :21:48:47
	Tambah Akses
Loker 4	Tanggal :2023-10-27 Waktu :16:23:09
	Akhiri Akses
Loker 4	

(a)

Muhammad Raymount Abdahu	
Jenis Kelamin	Laki-laki
Nomor Handphone	085750114081
Alamat	Jalan Bukit Batu Komp. Sejahtera 2 No.12B

(b)

Gbr 16. (a)Tampilan Riwayat Aktivitas, (b) Tampilan Profil

C. Pengujian Penambahan Akses Baru

Pengujian penambahan akses dilakukan untuk menguji kerja sistem dalam menambahkan akses pada loker yang tidak memiliki akses. Pengujian dilakukan dengan merancang kondisi awal pada loker dengan kondisi ada atau tidaknya akses. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan pada setiap kondisi. Selanjutnya, diambil rata-rata *delay* pada setiap kondisi. Hasil pengujian penambahan akses baru dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN PENAMBAHAN AKSES BARU

Kondisi ke-	Kondisi awal Akses				Loker Pengguna	Notifikasi Buzzer	Ket.	Rata-rata Delay
	Loker 1	Loker 2	Loker 3	Loker 4				
1	Kosong	Kosong	Kosong	Kosong	Loker1	2 kali pendek	Berhasil	4,60
2	Terisi	Kosong	Kosong	Kosong	Loker4	2 kali pendek	Berhasil	4,59
3	Kosong	Terisi	Kosong	Kosong	Loker3	2 kali pendek	Berhasil	4,66

4	Terisi	Terisi	Kosong	Kosong	Loker3	2 kali pendek	Berhasil	4,76
5	Kosong	Kosong	Terisi	Kosong	Loker2	2 kali pendek	Berhasil	5,00
6	Terisi	Kosong	Terisi	Kosong	Loker2	2 kali pendek	Berhasil	4,72
7	Kosong	Terisi	Terisi	Kosong	Loker1	2 kali pendek	Berhasil	4,84
8	Terisi	Terisi	Terisi	Kosong	Loker4	2 kali pendek	Berhasil	4,89
9	Kosong	Kosong	Kosong	Terisi	Loker3	2 kali pendek	Berhasil	4,74
10	Terisi	Kosong	Kosong	Terisi	Loker2	2 kali pendek	Berhasil	4,70
11	Kosong	Terisi	Kosong	Terisi	Loker1	2 kali pendek	Berhasil	4,81
12	Terisi	Terisi	Kosong	Terisi	Loker3	2 kali pendek	Berhasil	4,78
13	Kosong	Kosong	Terisi	Terisi	Loker2	2 kali pendek	Berhasil	4,65
14	Terisi	Kosong	Terisi	Terisi	Loker2	2 kali pendek	Berhasil	4,91
15	Kosong	Terisi	Terisi	Terisi	Loker1	2 kali pendek	Berhasil	4,40
16	Terisi	Terisi	Terisi	Terisi	-	1 kali Panjang	Berhasil	4,56

Berdasarkan hasil pengujian, sistem berhasil menentukan dan memberikan akses baru kepada pengguna dengan berhasil mengalokasikan loker kosong. Waktu rata-rata delay ESP32-CAM untuk mentransmisikan data dan memberikan notifikasi melalui buzzer berkisar antara 4,40 detik hingga 5,00 detik, dengan rata-rata waktu sekitar 4,73 detik.

D. Pengujian Autentikasi Akses

Pengujian autentikasi akses bertujuan untuk menguji

kehandalan sistem dalam pengguna yang telah memiliki akses ke loker pada sistem. Pengujian dilakukan dengan memberikan akses kepada pengguna pada loker-loker yang tersedia dalam sistem. Pengujian menguji sistem dalam membuka loker serta mengukur waktu respons yang dibutuhkan saat proses autentikasi. Hasil Pengujian Autentikasi Akses pada sistem dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN AUTENTIKASI AKSES

No	User	Hak Akses	Hasil Pengujian		Keterangan	Delay Notifikasi Buzzer (detik)	Delay Loker Terbuka (detik)
			Notifikasi Buzzer	Loker Terbuka			
1	User1	Ada	2 kali pendek	Loker 1	Berhasil	4,43	5,31
2	User1	Ada	2 kali pendek	Loker 1	Berhasil	5,19	6,20
3	User2	Ada	2 kali pendek	Loker 2	Berhasil	5,18	6,48
4	User2	Ada	2 kali pendek	Loker 2	Berhasil	4,14	5,34
5	User3	Ada	2 kali pendek	Loker 3	Berhasil	4,83	5,87
6	User3	Ada	2 kali pendek	Loker 3	Berhasil	4,64	5,77
7	User4	Ada	2 kali pendek	Loker 4	Berhasil	5,62	6,84
8	User4	Ada	2 kali pendek	Loker 4	Berhasil	4,98	6,13
9	User5	Tidak	1 kali Panjang	-	Berhasil	5,21	-
10	User5	Tidak	1 kali Panjang	-	Berhasil	5,09	-
Rata-Rata Delay						4,93	5,99

Dalam sepuluh percobaan, sistem berhasil mengautentikasi akses pada loker dengan delay notifikasi buzzer rata-rata sekitar 4,93 detik dan pembukaan loker rata-rata sekitar 5,99 detik. Terdapat perbedaan waktu respons antara notifikasi buzzer dan pembukaan pintu loker, dengan delay sekitar 1,06 detik. Hal ini disebabkan oleh waktu yang dibutuhkan untuk proses autentikasi akses dan pengiriman perintah pembukaan solenoid loker. Ketika pengguna tidak memiliki akses, sistem memberikan notifikasi kegagalan dengan bunyi buzzer satu kali panjang.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menerapkan sistem penyimpanan Smart Helmet Cabinet berbasis QR Code yang terhubung dengan server internet. Melalui Autentikasi QR Code, sistem ini menentukan loker yang bisa diakses oleh pengguna,

memastikan hanya pengguna dengan QR Code valid yang dapat membuka loker yang dituju. Pengujian menunjukkan waktu respons yang memadai dengan rata-rata 4,73 detik untuk penambahan akses baru dan 5,99 detik untuk autentikasi akses. Selain itu, Dampak penggunaan sistem Smart Helmet Cabinet terhadap sistem penyimpanan helm konvensional dapat signifikan. Sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam penyimpanan helm melalui mekanisme autentikasi QR Code, yang memastikan bahwa hanya pengguna yang sah yang dapat mengakses loker. Selain itu, integrasi dengan teknologi IoT memungkinkan pemantauan real-time terhadap status loker, notifikasi kepada pengguna, dan pengumpulan data penggunaan untuk analisis operasional dan peningkatan layanan. Ini semua dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan pengalaman pengguna dibandingkan dengan sistem penyimpanan helm

konvensional yang mungkin kurang efisien dan rentan terhadap keamanan. Dengan perencanaan yang matang terhadap aspek teknis dan operasional, sistem ini diharapkan dapat menyediakan solusi penyimpanan helm yang aman, efisien, dan mudah diakses di berbagai lingkungan, mulai dari tempat kerja hingga fasilitas umum dan area-area rekreasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Allah SWT. Tuhan yang Yang Maha Kuasa. Penulis juga berterimakasih kepada setiap pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, khususnya Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Khairiyah dan M. F. A. Aji Armawan, “DETEKSI PENGENDARA MOTOR TANPA MENGGUNAKAN HELM DENGAN ALGORITMA DEEP LEARNING YOLO,” *JEIS: Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma*, vol. 3, no. 2, pp. 72-82, 2023.
- [2] H. B. D. Arief dan V. Frendiana, “Aplikasi Android Loker Penyimpanan Keyless Berbayar pada Stasiun MRT,” *Spektral*, vol. 3, no. 1, pp. 111-118, 2022.
- [3] W. Winarto, A. Setiawan dan R. Lim, “Sistem Peminjaman Loker Otomatis Menggunakan QR Code dan Arduino,” *Jurnal Infra*, vol. 8, no. 1, pp. 272-277, 2020.
- [4] H. M. H. Muhammad dan R. Wicaksono, “Locker Dengan RFID MFRC522 Berbasis Arduino UNO,” *AUTOCRACY: Jurnal Otomasi, Kendali, Dan Aplikasi Industri*, vol. 3, no. 2, pp. 140-148, 2016.
- [5] P. Parab, M. Kulkarni dan V. Shinde, “Smart Locker Management System Using IoT,” *system*, vol. 8, no. 10, 2018.
- [6] R. D. Mardian, R. H. Orbia dan L. Sari, “Rancang Bangun Kunci Loker Otomatis Berbasis Raspberry PI dan RFID Untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, vol. 9, no. 3, pp. 151-160, 2020.
- [7] C. Kharisma, B. Narasiang dan M. E. I. Najoan, “RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN LOCKER BERBASIS RASPBERRY PI,” 2021.
- [8] N. H. P. Nugraha, R. Tullah dan R. M. Negara, “Desain Dan Implementasi Perangkat E-locker Menggunakan Qr Code Dan Website Monitoring Berbasis Internet Of Things,” *eProceedings of Applied Science*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [9] F. F. Luthfi dan D. M. Midyanti, “Sistem Keamanan pada Loker Berbasis Internet of Things,” *Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, vol. 7, no. 3, pp. 200-206, 2022.
- [10] M. P. Munthe, G. I. Hapsari dan T. Gunawan, “Sistem Monitoring Helm pada Multi RFID Loker,” *eProceedings of Applied Science*, vol. 5, no. 3, 2019.
- [11] N. Qomarudin, A. P. Putra, T. Tijaniyah dan M. A. Rizki, “Prototype Sistem Pengaman Loker Penyimpanan Otomatis Dengan Memanfaatkan Qr Code Dan Internet Of Things (IoT),” *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, vol. 2, no. 2, pp. 41-44, 2020.
- [12] F. Mahardika, N. Safira, I. Robaniyyah dan M. Y. Ihzam, “Konsep Rancangan RFID Tag Keamanan Locker Perpustakaan Berbasis MySQL,” *sudo Jurnal Teknik Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 11-18, 2023.
- [13] A. F. Ikhsan dan H. Susilawati, “System Management Informasi Akademik berbasis QR Code pada KTM,” *Jurnal FUSE-Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 41-50, 2022.
- [14] M. Melinda, S. R. R. Na, Y. Nurdin dan Y. Yunidar, “Implementation of System Development Life Cycle (SDLC) on IoT-Based Lending Locker Application,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 7, no. 4, pp. 982-987, 2023.
- [15] L. Koster, “Persistent identifiers for heritage objects,” *Code4Lib Journal*, vol. 47, 2020.
- [16] A. F. Saputra dan C. Darujati, “Sistem Presensi Mahasiswa Berbasis Realtime Kamera Metode Klasifikasi Haar,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 9, no. 3, pp. 137-144, 2020.
- [17] D. P. Ariyanto, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Penyimpanan Inventaris Berbasis Internet of Things pada PT. Swatama Mega Teknik,” *Jurnal Teknik*, vol. 12, no. 2, 2023.
- [18] D. Widcaksono dan M. Masyadi, “Rancang Bangun Secured Door Automatic System Untuk Keamanan Rumah Menggunakan Sms Berbasis Arduino,” *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 52-66, 2018.
- [19] A. Purnomo, D. Hardiyanto dan S. Kartikawati, “Smart Doorlock System Menggunakan Kontrol Android Blynk Untuk Pemantauan Keamanan Rumah Tinggal,” dalam *SNPTE: SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO*, 2023.
- [20] A. P. Putra, A. Chairunnas dan I. Nurdiansyah, “SMART BOX BERBASIS INTERNET OF THINK (IOT) DAN ANDROID,” *Jurnal Teknoinfo*, vol. 17, no. 2, pp. 449-462, 2023.