



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANCANGAN SISTEM *DATABASE DAN SERVER* SERTA
SISTEM KEAMANAN KUNCI PINTU GEDUNG DENGAN
*ACCESS CONTROL***

TUGAS AKHIR

MUHAMMAD KHOIRIL WAFI

21060119140133

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI SARJANA**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANCANGAN SISTEM *DATABASE DAN SERVER* SERTA
SISTEM KEAMANAN KUNCI PINTU GEDUNG DENGAN
*ACCESS CONTROL***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

MUHAMMAD KHOIRIL WAFI

21060119140133

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI SARJANA**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

NAMA : MUHAMMAD KHOIRIL WAFI

NIM : 21060119140133

Tanda Tangan :

Tanggal : 8 September 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Muhammad Khoiril Wafi
NIM : 21060119140133
Departemen/Program Studi : TEKNIK ELEKTRO / SARJANA (S1)
Judul Skripsi : PERANCANGAN SISTEM *DATABASE*
DAN *SERVER* SERTA SISTEM
KEAMANAN KUNCI PINTU GEDUNG
DENGAN *ACCESS CONTROL*

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai
bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Sarjana, Departemen Teknik Elektro, Fakultas
Teknik, Universitas Diponegoro**

TIM PENGUJI

Pembimbing : M. Arfan, S. Kom., M. Eng., ()

Pembimbing : Imam Santoso, S.T., M.T., ()

Penguji : ()

Penguji : ()

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Khoiril Wafi
NIM : 21060119140133
Program Studi : SARJANA (S1)
Departemen : TEKNIK ELEKTRO
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **PERANCANGAN SISTEM DATABASE DAN SERVER SERTA SISTEM KEAMANAN KUNCI PINTU GEDUNG DENGAN ACCESS CONTROL**. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non Eksklusif Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 8 September 2023

Yang menyatakan,

(Muhammad Khoiril Wafi)

NIM. 21060119140133

ABSTRAK

Banyak gedung yang masih menggunakan sistem penguncian manual dengan menggunakan kunci fisik sehingga dalam satu gedung akan mempunyai banyak kunci untuk masing-masing pintu hal tersebut menjadikan proses pengelolaan akses pintu kurang optimal. Untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan perancangan mengenai sistem penguncian pintu gedung yang dapat mengoptimalkan pengelolaan akses pintu serta meningkatkan efisiensi penguncian pintu gedung. Sistem yang dibuat menggunakan konsep IoT dimana terdapat beberapa perangkat kunci untuk masing-masing pintu yang terhubung ke sebuah server sebagai kendali dan data yang mengatur semua pintu serta memberikan informasi kepada pihak pengelola gedung tersebut mengenai kondisi pintu pada gedung tersebut. Beberapa fitur seperti pengawasan langsung, pindai kode QR, penjadwalan dan kendali jarak jauh akan disediakan untuk mengoptimalkan pengawasan dan pengelolaan pintu. Sistem yang dibangun terdiri dari backend API menggunakan Laravel, database menggunakan MySQL, penjadwalan menggunakan Cron Job serta komunikasi menggunakan Websocket dimana semua komponen tersebut akan dipasang pada sebuah Virtual Private Server dengan menggunakan sistem operasi Ubuntu.

Kata Kunci: Akses Pintu, kode QR, IoT, Server, Database, API.

ABSTRACT

Many buildings still use a manual locking system using physical keys so that in one building there will be many keys for each door, making the door access management process less than optimal. To overcome this, a design is carried out regarding a building door locking system that can optimize door access management and increase the efficiency of locking building doors. The system created uses the concept of IoT where there are several key devices for each door connected to a server as control and data that regulates all doors and provides information to the building manager about the condition of the doors in the building. Several features such as live monitoring, QR code scanning, scheduling and remote control will be provided to optimize door monitoring and management. The system consists of a backend API using Laravel, a database using MySQL, scheduling using Cron Job and communication using Websocket where all components will be installed on a Virtual Private Server using Ubuntu operating system.

Keywords: *Door Access, QR code, IoT, Server, Database, API.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat, karunia, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Tugas Akhir berjudul “PERANCANGAN SISTEM DATABASE DAN SERVER SERTA SISTEM KEAMANAN KUNCI PINTU GEDUNG DENGAN ACCESS CONTROL” ini diajukan sebagai syarat akhir untuk menyelesaikan program Sarjana di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang. Penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Aghus Sofwan, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Dr. Munawar Agus Riyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Yuli Christiyono, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
4. Bapak M. Arfan, S. Kom., M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Imam Santoso, S.T., M.T., selaku Dosen Pendamping yang selalu memberikan motivasi, bimbingan, serta arahan yang membangun kepada penulis.
6. Bapak Yuli Christiyono, S.T., M.T., selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan semangat dan mendengarkan dengan baik permasalahan penulis selama menempuh studi di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
7. Orang tua dan keluarga besar penulis yang selalu memberikan kasih sayang, doa, motivasi, dan semangat kepada penulis.
8. Sahabat kelompok tugas akhir Henric Dhiki Wicaksono dan Novi Dianasari yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas

akhir ini.

9. Keluarga Eternity S1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro Angkatan 2019 khususnya konsentrasi Teknologi Informasi, terimakasih atas semuanya selama penulis menimba ilmu di S1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
10. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini tentunya ada kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang dapat membangun diperlukan demi kebaikan dan kesempurnaan penyusunan laporan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambahkan pengetahuan bagi kita.

Semarang, 8 September 2023

(Muhammad Khoiril Wafi)

NIM. 21060119140133

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Kendali Akses (<i>Access Control</i>).....	4
2.2 Internet of <i>Things</i>	5
2.3 <i>Database MySQL</i>	7
2.4 <i>Virtual Private Server</i>	8
2.5 Sistem Operasi Ubuntu.....	9
2.6 Nginx	11
2.7 <i>Application Programming Interface</i>	11
2.8 <i>Framework Laravel</i>	12
2.9 Pusher Websocket	14
2.10 Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III PERANCANGAN SISTEM	17
3.1 Metode Perancangan	17
3.2 Kebutuhan Fungsional dan Non Fungsional	19
3.3 Perancangan Metode <i>Access Control</i>	21

3.4	Perancangan <i>Database</i>	23
3.5	Perancangan <i>Backend API</i>	25
3.5.1	<i>Diagram Use Case API</i>	25
3.5.2	<i>Endpoint API</i>	27
3.5.3	<i>API Login</i>	29
3.5.4	<i>API Logout</i>	30
3.5.5	<i>API Verifikasi Email</i>	30
3.5.6	<i>API Reset Password</i>	31
3.5.7	<i>API Ganti Password</i>	33
3.5.8	<i>API Ganti Profil</i>	33
3.5.9	<i>API Lihat Avatar</i>	34
3.5.10	<i>API Ganti Avatar</i>	35
3.5.11	<i>API Verifikasi Akses</i>	36
3.5.12	<i>API Daftar Akses</i>	37
3.5.13	<i>API Riwayat Akses</i>	38
3.5.14	<i>API Daftar Pintu</i>	39
3.5.15	<i>API Remote Pintu</i>	39
3.5.16	<i>API Door Login</i>	40
3.5.17	<i>API Door Logout</i>	41
3.5.18	<i>API Door Register</i>	42
3.5.19	<i>API Door Signature</i>	43
3.5.20	<i>API Door Update Status</i>	44
3.5.21	<i>API Door Alert</i>	45
3.6	Perancangan Penjadwalan	45
3.6.1	Pengecekan Jadwal	46
3.6.2	Atur Ulang Jadwal	47
3.7	Perancangan Komunikasi <i>Websocket</i>	48
3.8	Perancangan <i>Server</i>	49
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1	Kajian Hasil Perancangan.....	52
4.1.1	<i>API Login</i>	52
4.1.2	<i>API Logout</i>	54

4.1.3	API Verifikasi Email	54
4.1.4	API <i>Reset Password</i>	56
4.1.5	API Ganti <i>Password</i>	57
4.1.6	API Ganti Profil.....	58
4.1.7	API Lihat Avatar	58
4.1.8	API Ganti Avatar	59
4.1.9	API Verifikasi Akses.....	60
4.1.10	API Daftar Akses.....	61
4.1.11	API Riwayat Akses.....	62
4.1.12	API Daftar Pintu	63
4.1.13	API <i>Remote</i> Pintu	64
4.1.14	API <i>Door Login</i>	66
4.1.15	API <i>Door Logout</i>	67
4.1.16	API <i>Door Register</i>	67
4.1.17	API <i>Door Signature</i>	68
4.1.18	API <i>Door Update Status</i>	69
4.1.19	API <i>Door Alert</i>	70
4.1.20	Pengecekan Jadwal	72
4.1.21	Atur Ulang Jadwal	73
4.1.22	Komunikasi Websocket.....	74
4.1.23	Koneksi HTTPS.....	75
4.2	Pengujian Fungsional	76
4.2.1	Fungsi <i>Login</i>	77
4.2.2	Fungsi <i>Logout</i>	78
4.2.3	Fungsi Verifikasi <i>Email</i>	79
4.2.4	Fungsi Ganti <i>Password</i>	80
4.2.5	Fungsi <i>Reset Password</i>	81
4.2.6	Fungsi <i>Update Profil</i>	81
4.2.7	Fungsi <i>Update Avatar</i>	83
4.2.8	Fungsi Lihat Akses	83
4.2.9	Fungsi Lihat Pintu	84
4.2.10	Fungsi Lihat Riwayat Akses.....	85

4.2.11	Fungsi Verifikasi Akses	85
4.2.12	Fungsi <i>Signature</i>	86
4.2.13	Komunikasi <i>Websocket</i>	87
4.2.14	Fungsi <i>Update Status Pintu</i>	87
4.2.15	Fungsi Peringatan Pintu.....	88
4.3	Pengujian Non Fungsional	89
4.3.1	Pengujian Performa Verifikasi Akses	90
4.3.2	Pengujian Performa <i>Update Status Pintu</i>	91
4.3.3	Pengujian Performa Penjadwalan.....	91
4.4	Pembahasan	92
BAB V	PENUTUP.....	94
5.1	Kesimpulan.....	94
5.2	Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
BIODATA MAHASISWA	98
LAMPIRAN A SENARAI PROGRAM LARAVEL	99
LAMPIRAN B MAKALAH TUGAS AKHIR	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh pengendalian akses.....	5
Gambar 2.2 Arsitektur sistem IoT	6
Gambar 2.3 Struktur tabel MySQL	8
Gambar 2.4 Perbedaan <i>server</i> tradisional dan virtual.....	9
Gambar 2.5 Contoh konfigurasi <i>firewall</i> Ubuntu.....	10
Gambar 2.6 Contoh konfigurasi <i>cronjob</i>	10
Gambar 2.7 <i>Virtual host</i> pada Nginx.....	11
Gambar 2.8 Cara kerja API	12
Gambar 2.9 Konsep MVC pada Laravel	13
Gambar 2.10 Diagram Pusher <i>channel</i>	15
Gambar 3.1 Alur perancangan.....	17
Gambar 3.2 Metode access control	22
Gambar 3.3 ERD <i>database</i>	24
Gambar 3.4 Diagram <i>use case</i> API	26
Gambar 3.5 <i>Sequence diagram</i> API <i>login</i>	29
Gambar 3.6 <i>Sequence diagram</i> API <i>logout</i>	30
Gambar 3.7 <i>Sequence diagram</i> API verifikasi <i>email</i>	31
Gambar 3.8 <i>Sequence diagram</i> API <i>reset password</i>	32
Gambar 3.9 <i>Sequence diagram</i> API ganti <i>password</i>	33
Gambar 3.10 <i>Sequence diagram</i> API ganti profil.....	34
Gambar 3.11 <i>Sequence diagram</i> API lihat avatar.....	34
Gambar 3.12 <i>Sequence diagram</i> API ganti avatar.....	35
Gambar 3.13 <i>Sequence diagram</i> API verifikasi akses.....	36
Gambar 3.14 <i>Sequence diagram</i> API daftar akses.....	37
Gambar 3.15 <i>Sequence diagram</i> API riwayat akses	38
Gambar 3.16 <i>Sequence diagram</i> API daftar pintu	39
Gambar 3.17 <i>Sequence diagram</i> API <i>remote</i> pintu	40
Gambar 3.18 <i>Sequence diagram</i> API <i>door login</i>	41
Gambar 3.19 <i>Sequence diagram</i> API <i>logout</i>	41

Gambar 3.20 Sequence diagram API <i>door register</i>	42
Gambar 3.21 Sequence diagram API <i>door signature</i>	43
Gambar 3.22 Sequence diagram API <i>door update status</i>	44
Gambar 3.23 Sequence diagram API <i>door alert</i>	45
Gambar 3.24 Sequence diagram pengecekan jadwal.....	46
Gambar 3.25 Sequence diagram atur ulang jadwal	47
Gambar 3.26 Konfigurasi websocket	48
Gambar 3.27 Konfigurasi <i>server</i>	49
Gambar 4.1 Hasil API <i>login</i>	52
Gambar 4.2 Hasil API <i>login email</i> belum terverifikasi	53
Gambar 4.3 Email kode OTP	53
Gambar 4.4 Hasil API <i>logout</i>	54
Gambar 4.5 Hasil API verifikasi email	55
Gambar 4.6 Kode OTP kadaluarsa	55
Gambar 4.7 Hasil API <i>reset password</i>	56
Gambar 4.8 Email <i>reset password</i>	56
Gambar 4.9 Hasil API ganti <i>password</i>	57
Gambar 4.10 API ganti profil	58
Gambar 4.11 Hasil API lihat avatar.....	59
Gambar 4.12 Hasil API ganti avatar.....	60
Gambar 4.13 Hasil API verifikasi akses.....	61
Gambar 4.14 Hasil API daftar akses	62
Gambar 4.15 API riwayat akses	63
Gambar 4.16 Hasil API daftar pintu	64
Gambar 4.17 Hasil API <i>remote</i> pintu	65
Gambar 4.18 Aktivitas <i>door remote</i>	65
Gambar 4.19 Hasil API <i>door login</i>	66
Gambar 4.20 Hasil API <i>door logout</i>	67
Gambar 4.21 Hasil API <i>door register</i>	68
Gambar 4.22 Hasil API <i>door signature</i>	69
Gambar 4.23 Hasil API <i>door update status</i>	70
Gambar 4.24 Hasil API <i>door alert</i>	71

Gambar 4.25 Aktivitas <i>door alert</i>	71
Gambar 4.26 Pengecekan jadwal	72
Gambar 4.27 Atur ulang jadwal	73
Gambar 4.28 Koneksi <i>websocket</i> melalui <i>endpoint API</i>	74
Gambar 4.29 Proses <i>subscribe</i> ke <i>channel websocket</i>	74
Gambar 4.30 <i>Request</i> menggunakan HTTPS	75
Gambar 4.31 <i>Request</i> menggunakan HTTP	76
Gambar 4.32 Hasil pengujian performa API.....	89
Gambar 4.33 Grafik hasil pengujian performa verifikasi akses	90
Gambar 4.34 Grafik hasil pengujian performa update status pintu	91
Gambar 4.35 Grafik hasil pengujian performa penjadwalan.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan penelitian terdahulu	16
Tabel 3.1 Kebutuhan fungsional	20
Tabel 3.2 Kebutuhan non fungsional.....	21
Tabel 3.3 <i>Endpoint API</i>	27
Tabel 4.1 Hasil pengujian fungsional.....	76
Tabel 4.2 Hasil pengujian fungsi <i>login</i>	77
Tabel 4.3 Hasil pengujian fungsi <i>logout</i>	78
Tabel 4.4 Hasil pengujian fungsi verifikasi <i>email</i>	79
Tabel 4.5 Hasil pengujian fungsi ganti <i>password</i>	80
Tabel 4.6 Hasil pengujian fungsi <i>reset password</i>	81
Tabel 4.7 Hasil pengujian fungsi <i>update profil</i>	82
Tabel 4.8 Hasil pengujian fungsi <i>update avatar</i>	83
Tabel 4.9 Hasil pengujian fungsi lihat akses	84
Tabel 4.10 Hasil pengujian fungsi lihat pintu	84
Tabel 4.11 Hasil pengujian lihat riwayat akses	85
Tabel 4.12 Hasil pengujian fungsi verifikasi akses	85
Tabel 4.13 Hasil pengujian fungsi <i>signature</i>	86
Tabel 4.14 Hasil pengujian <i>websocket</i>	87
Tabel 4.15 Hasil pengujian fungsi <i>update status pintu</i>	88
Tabel 4.16 Hasil pengujian fungsi peringatan pintu.....	88

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Arti
API	<i>Application Programming Interface</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer-Transfer Protocol</i>
QR	<i>Quick Response</i>
ACL	<i>Access Control List</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
DB	<i>Database</i>
VPS	<i>Virtual Private Server</i>
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
SSL	<i>Secure Socket Layer</i>
ERD	<i>Entity Relation Diagram</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keamanan menjadi hal yang harus diperhatikan dalam sebuah gedung atau bangunan. Pada saat ini sistem penguncian masih banyak menggunakan penguncian tradisional dengan menggunakan kunci fisik yang tidak efisien mengingat jumlah ruangan yang banyak, kunci fisik juga mempunyai tingkat keamanan yang kurang dikarenakan kunci rentan untuk dicuri atau diduplikasi[1]. Mengelola sejumlah besar ruangan menjadi tantangan tersendiri. Seiring bertambahnya ruangan yang harus dikelola maka bertambah juga kompleksitas tugas yang harus dikerjakan seperti mengatur siapa saja yang dapat mengakses ruangan tersebut, bertambahnya ruangan juga meningkatkan resiko kunci hilang atau tertukar sehingga ruangan tidak bisa diakses[2].

Masalah keamanan ruangan dalam sebuah gedung dan efektivitas dapat diselesaikan dengan menggunakan sebuah sistem penguncian cerdas yang terorganisasi dan terkoneksi ke sebuah sistem manajemen kunci pintu (*access control*) yang memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi, adaptif dan fleksibel[3], [4].

Untuk mendukung kinerja dari sistem penguncian yang terorganisasi maka diperlukan sebuah *server* dan penyimpanan data. sebuah *server* akan menjalankan kode program yang bertugas untuk mengatur dan mengawasi semua aktivitas sistem penguncian dan sebuah penyimpanan data digunakan untuk menyimpan data-data seperti data pengguna, kunci, dan *backup*[5].

Dengan demikian, perancangan sistem *database* dan *server* pada sistem keamanan kunci pintu gedung dengan *access control* diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dalam meningkatkan keamanan kunci pintu gedung dan memberikan kenyamanan serta kemudahan dalam pengelolaannya.

1.2 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah untuk merancang sistem *database* dan *server* serta sistem keamanan kunci pintu gedung dengan *access control*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, telah ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Perancangan sistem *database* dan *server* akan difokuskan pada aplikasi *access control* untuk kunci pintu gedung. Hal ini meliputi perancangan struktur *database* untuk menyimpan informasi pengguna, akses pintu gedung, dan riwayat aktivitas akses serta perancangan *server* untuk menjalankan sistem penguncian.
2. Perancangan sistem *server* akan berfokus pada pemrosesan data dan komunikasi antara sistem *access control* dan perangkat keras.
3. Sistem keamanan kunci pintu gedung dengan *access control* akan mencakup teknologi seperti perangkat lunak *access control* untuk mengatur akses pengguna.
4. Sistem keamanan akan diimplementasikan pada gedung yang memiliki pintu masuk terbatas dengan akses terbatas pada karyawan atau pihak tertentu.
5. Penyimpanan data pengguna dan aktivitas akses akan disimpan dengan cara yang aman dan terenkripsi untuk memastikan keamanan informasi.
6. Pengembangan sistem *access control* harus memenuhi standar keamanan dan regulasi yang berlaku dalam industri atau lingkungan operasional gedung.
7. Sistem keamanan *access control* harus mudah dioperasikan dan dikelola oleh administrator gedung dengan tingkat keamanan dan kontrol yang optimal.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi teori yang melandasi dalam perancangan.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi tentang perancangan sistem *database* dan *server* serta sistem keamanan kunci pintu gedung dengan *access control*.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini dilakukan pengujian dan analisis hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran terhadap hasil pengujian dan analisis yang telah dibuat.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kendali Akses (*Access Control*)

Kendali akses atau *access control* merupakan sebuah mekanisme pengaturan kebijakan yang digunakan untuk membatasi dan mengatur hak akses pengguna terhadap suatu sumber daya atau fasilitas tertentu. Kendali akses dapat diaplikasikan secara *hardware* maupun *software* yang akan menjadi pintu masuk pengguna sebelum mengakses suatu fasilitas. Dengan menggunakan kendali akses kita bisa mengatur dan membatasi akses pengguna sehingga hanya pengguna tertentu yang diizinkan yang bisa mengakses sumber daya yang dilindungi[6].

Terdapat beberapa pendekatan yang biasanya digunakan untuk membatasi akses pengguna untuk mengakses suatu sumber daya yang dimiliki, diantaranya yaitu :

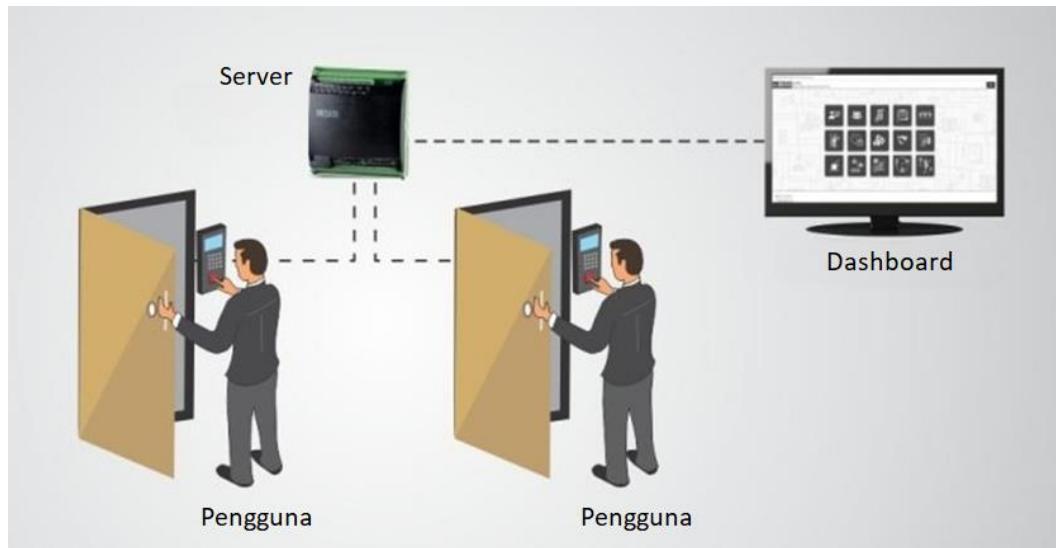
1. Access Control List

ACL atau *Access Control List* merupakan sebuah daftar yang berisi aturan-aturan atau daftar pengguna yang diizinkan untuk mengakses sebuah sumber daya yang dilindungi[7]. Dengan menggunakan ACL kita dapat membatasi hak akses dengan hanya mengizinkan pengguna yang terdapat di dalam daftar untuk mengakses sumber daya atau fasilitas tertentu. ACL akan memberikan pembatasan akses pada setiap pengguna secara ketat dan hanya mengizinkan akses jika pengguna memiliki hak akses yang tersimpan di dalam daftar akses.

2. Role-based Access Control

RBAC atau *Role-based Access Control* merupakan pendekatan kendali akses yang tidak memberikan hak akses langsung ke pengguna melainkan memberikan hak akses berdasarkan peran yang dimiliki oleh pengguna seperti *admin*, *operator*, *supervisor*, dan lain sebagainya. Metode pengendalian akses berbasis peran akan memberikan aturan-aturan terkait akses berdasarkan peran pengguna tanpa mengetahui identitas pengguna secara spesifik dan hanya menggunakan peran pengguna sebagai

parameter yang digunakan untuk melakukan pengendalian akses sumber daya.



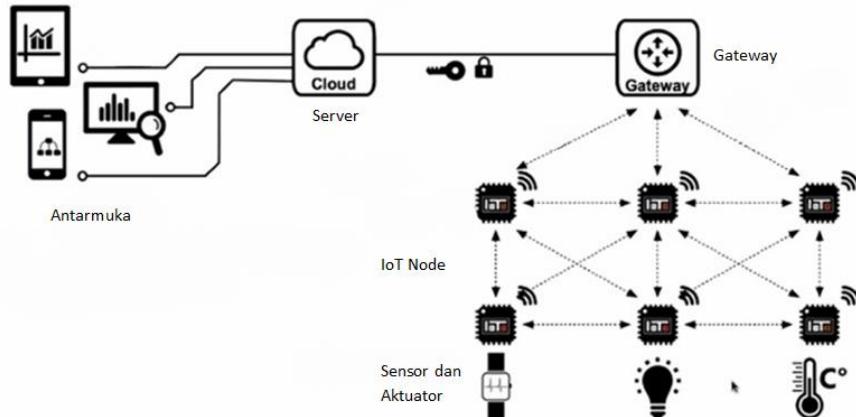
Gambar 2.1 Contoh pengendalian akses

Gambar 2.1 merupakan contoh pengendalian akses pada pintu untuk membatasi akses pengguna ke suatu ruangan. Setiap pengguna memiliki identitas unik yang digunakan untuk menentukan tindakan apakah pengguna tersebut diizinkan atau tidak, proses tersebut akan dilakukan secara otomatis dan dikendalikan oleh sebuah *server* sebagai pusat kendali dan pusat data. Pada sistem pengendalian akses juga terdapat sebuah *software* yang digunakan sebagai antar muka untuk melakukan pengelolaan hak akses seperti mengizinkan pengguna baru atau menghapus izin pengguna dan juga melihat riwayat akses pengguna.

2.2 Internet of Things

Internet of Things atau IoT merupakan sebuah konsep yang digunakan untuk mengembangkan koneksi internet, IoT juga memberikan gambaran mengenai kemampuan dari berbagai perangkat elektronik yang saling terhubung dengan membentuk sebuah jaringan komunikasi baik melalui internet maupun komunikasi lainnya seperti *bluetooth*. Dengan menggunakan konsep IoT kita dapat menghubungkan peralatan seperti sensor dan aktuator yang terhubung ke ke

sebuah jaringan menjadi sebuah kesatuan sistem yang dapat dikendalikan secara efektif dan efisien dengan tingkat kerumitan yang rendah[8].



Gambar 2.2 Arsitektur sistem IoT

Gambar 2.2 menjelaskan arsitektur dari sistem IoT, sebuah sistem IoT dibangun dari beberapa bagian yang membentuk suatu sistem yang dapat berkomunikasi antara perangkat IoT dan juga *server*. Bagian-bagian dari sistem IoT diantaranya :

1. Sensor dan Aktuator

Sensor dan aktuator akan menjadi penghubung yang menjembatani interaksi antara sistem dengan dunia luar. Sebuah sensor akan melakukan akuisisi data yang merupakan sumber data dari sebuah sistem IoT sedangkan aktuator akan menerima data dan memberikan keluaran mekanis seperti menyalaakan lampu, membuka kunci dan lain sebagainya.

2. IoT Node

IoT node bertindak sebagai penghubung antara perangkat keras seperti mikrokontroler ke dalam sebuah jaringan IoT dengan adanya IoT node memungkinkan antar perangkat IoT untuk saling berkomunikasi satu dengan lainnya secara independen[8].

3. Gateway

Pada sistem IoT umumnya akan terhubung ke sebuah *server* sebagai pusat kendali dan pusat data. *Gateway* menjadi penghubung antara IoT node dengan jaringan internet global, sebuah *gateway* misalnya *router* dan

modem akan menyediakan koneksi internet yang dapat digunakan oleh perangkat IoT untuk terhubung ke *server* melalui koneksi internet[8].

4. *Server*

Server akan menjadi pusat kendali dan penyimpanan data terpusat pada sistem IoT. Dengan adanya sebuah *server* memungkinkan perangkat IoT untuk saling saling berkoordinasi dengan *server* sebagai pengaturnya, dengan adanya *server* juga memungkinkan perangkat IoT melakukan penyimpanan data dan informasi secara *online* pada *database*[8].

5. Antarmuka

Antarmuka pada sistem IoT digunakan untuk melakukan proses pemantauan aktivitas dan data yang terjadi di dalam sistem IoT. Antarmuka akan memberikan akses kepada pengguna untuk berinteraksi dengan sistem IoT seperti melihat data dan memberikan perintah ke perangkat IoT.

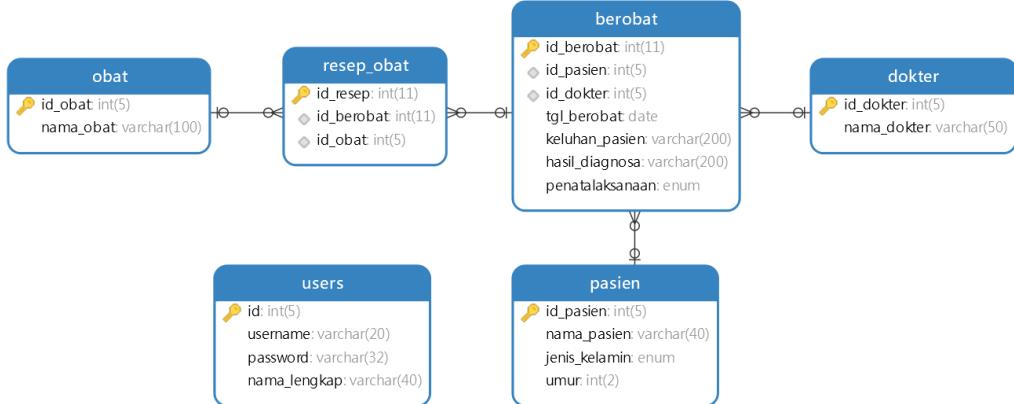
2.3 *Database MySQL*

Database atau basis data merupakan sekumpulan data yang terintegrasi dan diatur sedemikian rupa sehingga data tersebut dapat dicari, diambil, ditambahkan, dan diolah dengan tepat[6]. Selain berisikan data, *database* juga berisikan informasi lainnya seperti tipe data, nama-nama kolom dan baris. Adapun fungsi lain dari *database* yaitu[9] :

1. Mempermudah identifikasi data dengan cara pengelompokan data, salah satu contohnya dengan pembuatan beberapa tabel atau *field* yang berbeda-beda.
2. Meminimalisir suatu data ganda.
3. Penyimpanan secara digital.
4. Menjadi alternatif lain terkait masalah penyimpanan ruang dalam suatu aplikasi.

MySQL merupakan singkatan dari *Structured Query Language*. SQL merupakan bahasa terstruktur yang khusus digunakan untuk mengolah database. MySQL merupakan sistem manajemen *database* yang bersifat relational. Artinya,

data yang dikelola dalam *database* akan diletakkan pada beberapa tabel yang terpisah sehingga manipulasi data akan jauh lebih cepat[10].



Gambar 2.3 Struktur tabel MySQL

MySQL merupakan sistem database relasional yang berarti pada MySQL data akan disimpan dalam tabel-tabel yang terdiri dari beberapa kolom, Gambar 2.3 menjelaskan struktur data yang tersimpan di dalam *database* MySQL, data yang disimpan dapat berupa teks, angka, *boolean*, waktu, hari dan lain sebagainya tergantung dengan tipe data pada setiap kolomnya. Dalam MySQL terdapat relasi antar tabel yang memberikan informasi hubungan antara tabel satu dengan tabel lainnya serta perlakunya terhadap perubahan yang terjadi pada tabel induknya.

2.4 Virtual Private Server

Virtual Private Server atau VPS adalah jenis *server* yang secara eksklusif diperuntukkan bagi satu pengguna, sehingga seluruh sumber daya yang ada di dalamnya tidak dipengaruhi atau dibagi dengan pengguna lain. Dengan menggunakan teknologi VPS, sebuah mesin fisik dapat menjalankan beberapa sistem operasi secara bersamaan. Pengguna VPS memiliki kendali penuh untuk mengatur seluruh konfigurasi sesuai kebutuhan. Teknologi yang digunakan dalam VPS adalah virtualisasi hardware pada *server* fisik yang memungkinkan pembagian sumber daya menjadi beberapa bagian yang berbeda, sehingga setiap VPS berfungsi seperti *server* pribadi yang terisolasi dari pengguna lainnya[11].



Gambar 2.4 Perbedaan *server* tradisional dan virtual

Gambar 2.4 memperlihatkan perbedaan antara *server* tradisional dengan *server* virtual, pada *server* tradisional satu *server* fisik hanya bisa digunakan untuk menjalankan satu sistem operasi dan satu aplikasi sedangkan pada *server* virtual memungkinkan menjalankan beberapa sistem operasi dan aplikasi yang banyak di dalam satu *server* fisik. Perbedaan utama yaitu adanya virtualisasi pada *server* virtual yang bertugas untuk membagi sumber daya *server* fisik menjadi beberapa bagian untuk menjalankan sistem operasi. Proses pembagian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak, sehingga satu *server* fisik dapat menampung beberapa VPS yang berjalan secara terpisah. Setiap VPS memiliki akses penuh (*Full Root Access*) untuk mengatur sistem operasi dan konfigurasi sesuai keinginannya, termasuk pengaturan *init script*, pengguna, pemrosesan data, sistem file, serta sumber daya *server* seperti CPU dan RAM yang beroperasi secara independen.

2.5 Sistem Operasi Ubuntu

Ubuntu adalah salah satu distribusi Linux yang didasarkan pada Debian. Distro ini menyediakan sistem operasi berbasis Debian dengan jadwal rilis yang teratur dan dukungan yang luas, baik untuk pengguna perorangan maupun perusahaan. Selain digunakan sebagai sistem operasi desktop, Ubuntu juga populer digunakan sebagai sistem operasi pada *server*, karena memiliki karakteristik yang ringan dan dapat diandalkan dalam menangani berbagai tugas *server*[12]. Ubuntu menyediakan fitur yang cukup lengkap untuk diaplikasikan pada *server* seperti adanya *firewall* dan penjadwalan menggunakan *cronjob*.

```

user@localhost:~$ 
user@localhost:~$ sudo ufw status verbose
Status: active
Logging: on (low)
Default: deny (incoming), allow (outgoing), disabled (routed)
New profiles: skip

To                      Action    From
--                      --        --
22/tcp                  ALLOW IN  Anywhere
Anywhere on eth0        ALLOW IN  192.168.0.0/16
25/tcp                  ALLOW IN  Anywhere
80/tcp                  DENY IN   Anywhere
22/tcp (v6)             ALLOW IN  Anywhere (v6)
25/tcp (v6)             ALLOW IN  Anywhere (v6)
80/tcp (v6)             DENY IN   Anywhere (v6)

10.0.0.0/8              ALLOW OUT  Anywhere on eth1

```

Gambar 2.5 Contoh konfigurasi *firewall* Ubuntu

Gambar 2.5 merupakan contoh konfigurasi *firewall* pada sistem operasi Ubuntu. Di dalam *firewall* semua komunikasi yang keluar dan masuk akan di filter atau dikontrol, *port-port* yang rentan servisnya dapat ditutup atau diblokir, sehingga hanya pihak yang diizinkan saja yang boleh lewat. Cara ini merupakan salah satu pengamanan jaringan yang sering digunakan[13]. Selain *firewall* Ubuntu juga menyediakan sistem penjadwalan dengan menggunakan *cronjob*.

```

# daemon's notion of time and timezones.
#
# Output of the crontab jobs (including errors) is sent through
# email to the user the crontab file belongs to (unless redirected).
#
# For example, you can run a backup of all your user accounts
# at 5 a.m every week with:
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
#
# For more information see the manual pages of crontab(5) and cron(8)
#
# m h dom mon dow   command
* * * * * php /var/www/html/yii2advanced/yii makefile/make

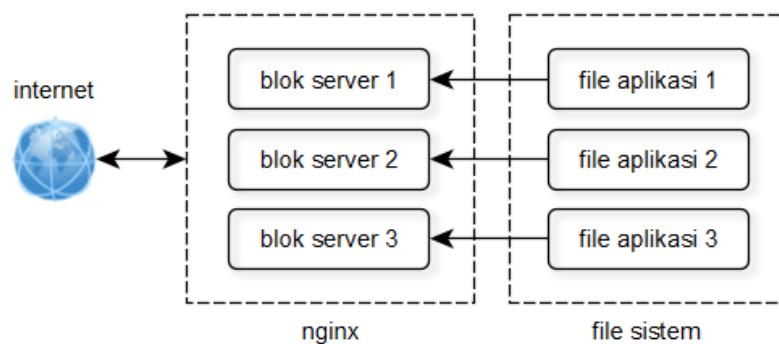
```

Gambar 2.6 Contoh konfigurasi *cronjob*

Gambar 2.6 merupakan contoh konfigurasi *cronjob* pada sistem operasi Ubuntu, dengan menggunakan *cronjob* maka dimungkinkan untuk mengeksekusi perintah pada terminal secara berulang setiap rentang waktu tertentu seperti setiap 1 minggu sekali atau 1 jam sekali.

2.6 Nginx

Nginx merupakan perangkat lunak *open-source* yang memiliki performa tinggi sebagai *server* HTTP dan *reverse proxy*. Nginx memiliki keunggulan dalam memberikan konten statis secara cepat, sambil menggunakan sumber daya sistem dengan efisien. Selain itu, Nginx dapat mendistribusikan konten HTTP dinamis melalui jaringan menggunakan FastCGI *handler* untuk menjalankan *script*[14]. Nginx dibangun secara modular, dengan demikian Nginx mampu mendukung berbagai fitur seperti *Load Balancing* dan *Reverse Proxying*, *Virtual hosts*.

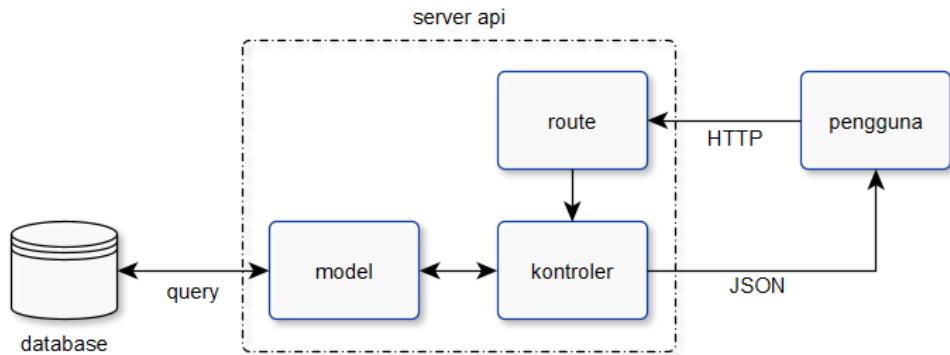


Gambar 2.7 *Virtual host* pada Nginx

Gambar 2.7 menjelaskan penggunaan *virtual host* pada Nginx, dengan menggunakan *virtual host* Nginx dapat menangani beberapa aplikasi yang sudah dikonfigurasi pada masing-masing *port*-nya. Nginx menggunakan pendekatan *asynchronous-event* untuk menangani permintaan sehingga Nginx tidak sepenuhnya bergantung pada ‘*thread*’ untuk menangani permintaan (*request*). Arsitektur ini memberikan hasil kinerja Nginx pada saat dibebani hanya memerlukan sedikit memori dalam jumlah yang bisa diprediksikan[14].

2.7 Application Programming Interface

Application Programming Interface atau API merupakan sebuah protokol yang digunakan untuk menampilkan layanan atau data yang disediakan oleh sebuah aplikasi melalui sumber daya yang telah ditentukan. Dengan menggunakan API, aplikasi lain dapat mengakses layanan atau data tanpa harus mengimplementasikan prosedur atau objek yang mendasarinya[15].



Gambar 2.8 Cara kerja API

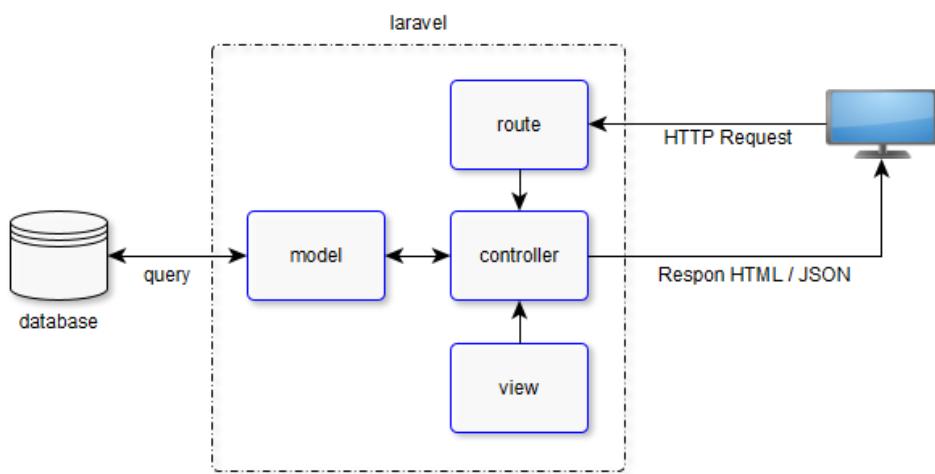
Gambar 2.8 menjelaskan cara kerja dari API, pengguna (*client*) akan mengirimkan permintaan HTTP melalui sebuah *endpoint*, *endpoint* merupakan sebuah URL yang digunakan untuk berinteraksi dan mengakses sumber daya yang disediakan oleh API tersebut. API akan mengirimkan data dengan format JSON sebagai respon dari permintaan *client*. JSON atau javascript Object Notation merupakan sebuah format data yang ditemukan oleh Douglas Crockford pada tahun 2006, JSON menggunakan sintak objek *javascript* sebagai format data berbasis teks, JSON memiliki ukuran data yang lebih kecil serta waktu proses yang lebih cepat jika dibandingkan dengan format data lainnya[16].

Dengan menggunakan sebuah API maka pengguna tidak akan terhubung secara langsung dengan *database*, sehingga akan meningkatkan keamanan dari sistem, jika sewaktu waktunya terjadi hal-hal yang tidak diinginkan seperti rusaknya data atau sistem diretas oleh pihak yang tidak bertanggung jawab data asli tetap aman tersimpan pada *database* tanpa mengalami gangguan sedikitpun[16].

2.8 Framework Laravel

Framework adalah struktur kerja yang terdiri dari sekumpulan program, terutama berisi kelas dan fungsi, yang dapat membantu para pengembang (*developer*) dalam menangani berbagai permasalahan yang sering dihadapi dalam pemrograman. Dengan menggunakan framework, para pengembang dapat lebih terfokus dan lebih cepat dalam membangun aplikasi karena berbagai tugas rutin seperti koneksi ke *database*, pemanggilan variabel, pengelolaan file, dan sebagainya telah diatur dan disediakan dalam framework tersebut[17].

Laravel merupakan kerangka kerja pemrograman web yang menggunakan bahasa pemrograman PHP yang terbuka dan gratis, Laravel diperuntukkan untuk pengembangan aplikasi berbasis *website* maupun API dengan menggunakan pendekatan pola MVC atau Model View Controller[18]. Arsitektur MVC memiliki *business logic* yang terpisah dari model dan *presentation*, sehingga saat melakukan modifikasi pada program tidak mempengaruhi komponen lain yang tidak diubah, dan proses pengembangan yang lebih cepat, serta dapat menggunakan *reuse of code* dimana fungsi ini berguna dalam pengembangan website tanpa harus melakukan coding dari awal[17].



Gambar 2.9 Konsep MVC pada Laravel

Gambar 2.9 menjelaskan konsep MVC yang ada pada Laravel, saat pengguna melakukan *request* ke Laravel maka *request* tersebut akan ditangani oleh *route*, *route* disini bertugas sebagai pintu masuk yang menyediakan *url/endpoint* mana saja yang dapat diakses oleh *client*. Jika tidak ditemukan masalah maka *route* akan melanjutkan *request* tersebut ke modul MVC dengan tugas sebagai berikut:

1. Model

Model merupakan sebuah modul yang digunakan untuk melakukan proses *query* ke *database*, pada Laravel model menyediakan mekanisme *query builder* yang menjamin proses *query* berjalan dengan mudah dan aman dengan berbagai filter untuk menghindari kesalahan.

2. View

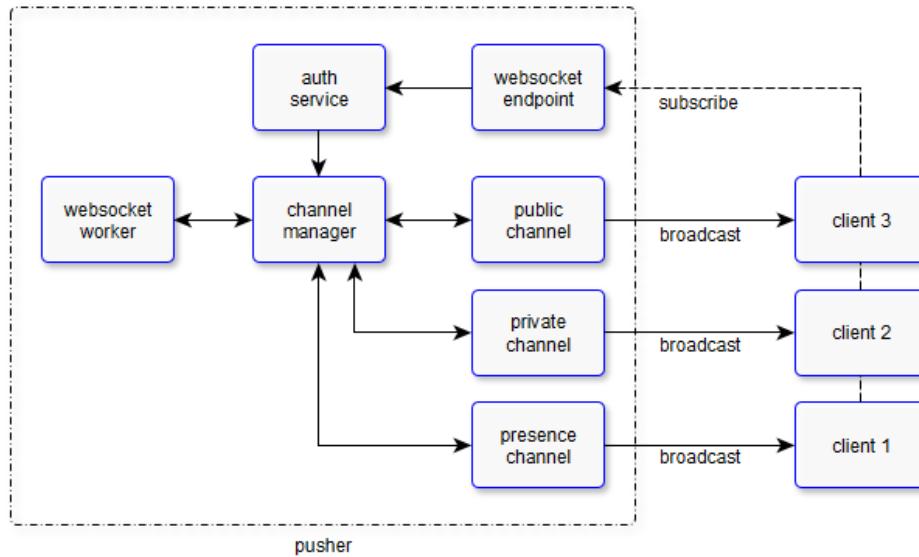
View merupakan bagian dari Laravel yang berfungsi untuk menyediakan tampilan antarmuka kepada pengguna, antarmuka akan tampil pada *browser* pengguna. Pada implementasi Laravel sebagai API maka *view* tidak mendapat tugas khusus karena pada API *controller* akan mengembalikan respon dalam format JSON dan tidak mengembalikan tampilan dalam HTML.

3. Controller

Controller digunakan untuk mengolah data yang diminta oleh pengguna, sebuah *controller* tidak langsung menerima permintaan dari pengguna melainkan *controller* akan dipanggil oleh bagian routing pada saat ada permintaan. *Controller* juga akan mengirimkan respon ke *client* sesuai dengan permintaan yang dikirimkan.

2.9 Pusher Websocket

Websocket merupakan sebuah protokol komunikasi web berbasis *client-server*, keberadaan *websocket* dinilai dapat mengantikan teknologi AJAX sebagai pendahulu komunikasi *client-server*. Websocket merupakan teknologi yang mampu memberikan performa terbaik ketika diimplementasikan dalam sistem dengan *rate-request* tinggi, dibandingkan dengan teknologi komunikasi lain termasuk AJAX[19]. Websocket memungkinkan komunikasi dua arah antara *client* dan *server* dengan menggunakan koneksi yang sudah terjalin, hal ini dikarenakan pada *websocket*, koneksi akan terus terjalin selama tidak terjadi error atau ada permintaan pemutusan koneksi. Salah satu layanan yang menyediakan koneksi *websocket* yaitu Pusher, Pusher menyediakan komunikasi *realtime* antara *server* dan *client* melalui *channel-channel* yang telah tersedia.



Gambar 2.10 Diagram Pusher *channel*

Gambar 2.10 di atas menjelaskan bagian-bagian dari Pusher channel, Pusher hanya mendukung komunikasi satu arah yaitu dari *server* ke client dengan menggunakan metode *broadcasting*. Untuk bisa mendapatkan pesan dari *broadcasting* maka client harus terhubung ke salah satu *channel* dengan cara melakukan *subscribe* ke *channel* tersebut. Di dalam Pusher terdapat 3 *channel* yaitu :

1. *Public Channel*

Public Channel merupakan *channel* yang tersedia dan dapat di-*subscribe* oleh semua pengguna tanpa adanya proses autentikasi.

2. *Private Channel*

Private Channel merupakan *channel* yang hanya tersedia untuk *client* tertentu, sebelum terhubung ke *private channel* *client* harus melakukan proses autentikasi untuk mendapatkan kode *signature channel* yang digunakan untuk melakukan *subscribe* ke *channel* tersebut.

3. *Presence Channel*

Presence Channel merupakan pengembangan dari *channel private*, pada *presence channel* perilaku *client* dapat dipantau seperti ada *client* baru yang melakukan *subscribe* atau ada *client* yang keluar.

2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dalam perancangan sistem *database* dan *server* pada sistem keamanan kunci pintu gedung menggunakan access control adalah :

Tabel 2.1 Ringkasan penelitian terdahulu

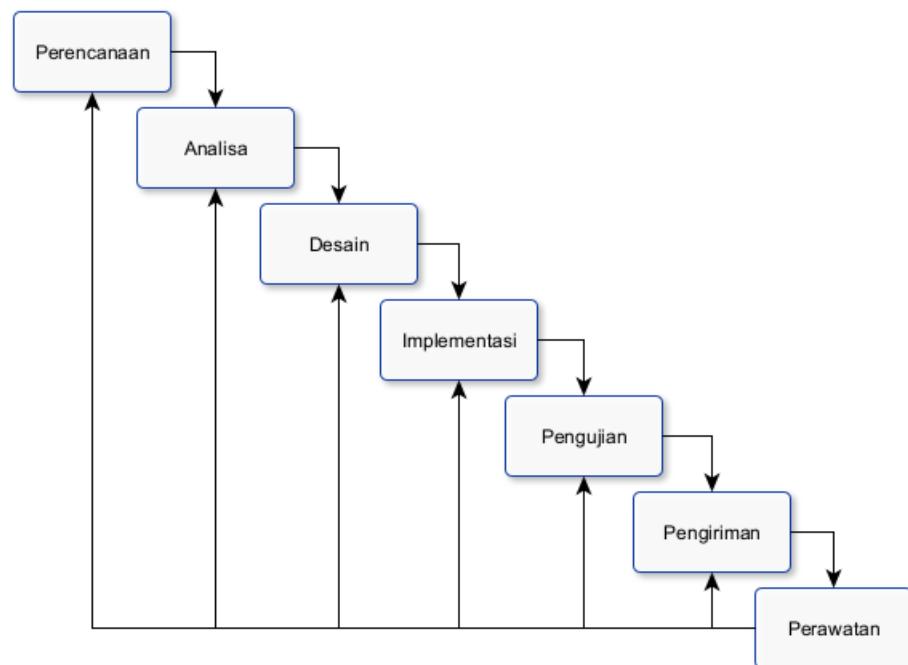
Judul	Tahun	Penulis	Pembahasan
<i>Perancangan Database IoT Berbasis Cloud dengan Restful API</i>	2021	M. Kasyful Anwar	Dalam penelitian ini dibahas mengenai rancangan <i>database</i> berbasis cloud dengan Restful API untuk IoT agar data IoT aman dan memiliki <i>throughput</i> yang bagus dengan struktur data yang diatur pada <i>database</i> .
<i>Development of Intelligent Door Lock System for Room Management Using Multi Factor Authentication</i>	2023	I. Hermawan, D. Arnaldy, P. Oktivasari, dan D. A. Fachrudin	Penelitian ini menjelaskan mengenai permasalahan yang muncul pada manajemen kunci secara tradisional seperti jumlah kunci yang banyak, mudah hilang dan mudah diduplikasi.
<i>RFID and GSM Based Attendance Monitoring System using door locking / unlocking system and Its Hardware Implementation</i>	2015	A. Jain, V. L. Kalyani, dan B. Nogiya	Penelitian ini menjelaskan penggunaan RFID untuk melakukan absensi siswa sekaligus sebagai kunci untuk membuka pintu ruang kelas.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Metode Perancangan

Dalam perancangan tugas akhir ini menggunakan pendekatan *waterfall* dengan pertimbangan yang matang. Metode *waterfall* memberikan struktur dan ketertiban yang sangat diperlukan dalam pengembangan proyek ini. Setiap tahapan akan dilaksanakan secara berurutan sesuai dengan Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur perancangan

Keputusan ini diambil karena proyek tugas akhir ini memiliki batasan waktu yang jelas dan persyaratan yang sudah ditetapkan dengan baik. Dengan menggunakan metode *waterfall*, kita dapat memastikan bahwa setiap tahapan diselesaikan dengan cermat sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga mengurangi risiko kesalahan dan memastikan kelancaran jalannya proyek. Selain itu, pendekatan ini juga memungkinkan untuk melakukan perencanaan yang lebih terperinci, memahami kebutuhan proyek secara menyeluruh, dan mengidentifikasi risiko potensial dengan lebih baik. Dengan demikian, metode *waterfall* menjadi pilihan yang tepat untuk memastikan keberhasilan dan kualitas dari tugas akhir

ini. Pada Gambar 3.1 terlihat alur perancangan dimulai dari proses perencanaan sampai dengan proses pemeliharaan dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Perencanaan

Pada tahap perencanaan dilakukan pengumpulan informasi mengenai tujuan serta batasan-batasan proyek yang harus terpenuhi. Pada tahap perencanaan juga mendefinisikan beberapa kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional pada rancangan sistem untuk dikembangkan lebih lanjut.

2. Analisa

Pada tahap analisa dilakukan studi literatur mengenai tujuan dan batasan-batasan proyek serta melakukan pengumpulan informasi mengenai sistem yang akan dibuat dengan melihat dan mempelajari penelitian/perancangan terdahulu. Analisa dilakukan bersama kelompok tugas akhir dengan melakukan penelusuran pustaka serta referensi yang relevan dan disertai dengan diskusi sehingga menghasilkan keluaran berupa gambaran umum mengenai bagian-bagian dari sistem yang akan digunakan pada tahap selanjutnya.

3. Desain

Setelah mendapatkan gambaran mengenai sistem yang akan dibuat, selanjutnya dilakukan pemodelan sistem dengan menggunakan diagram pemodelan. Diagram pemodelan digunakan untuk menggambarkan hubungan dan interaksi antar komponen di dalam sistem, dengan menggunakan diagram maka akan menghasilkan gambar sistem yang lebih rinci yang digunakan untuk membangun sistem.

4. Implementasi

Pada tahap implementasi, gambar pemodelan dari sistem kemudian diterjemahkan atau diimplementasikan menggunakan kode program untuk membuat sistem dapat bekerja sesuai dengan desain awal yang telah ditentukan.

Implementasi dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan menggunakan *framework* Laravel. Laravel mempunyai karakteristik RAD atau *Rapid Application Development* sehingga

implementasi dapat dilaksanakan dengan cepat dan efisien, Laravel juga menyediakan komponen-komponen yang akan digunakan di dalam sistem seperti autentikasi, antrian, notifikasi pesan, *websocket*, dan lain sebagainya sehingga dapat mempermudah proses implementasi.

5. Pengujian

Pada tahap pengujian, sistem yang telah dibangun diuji kinerjanya dengan mengirimkan beberapa permintaan data dan menganalisa hasil keluaran yang diberikan apakah sesuai atau tidak. Proses pengujian bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil implementasi dengan desain awal dan juga untuk mengetahui performa dari sistem yang telah dibuat.

6. Pengiriman

Pada tahap pengiriman, aplikasi yang sudah selesai dilakukan pengujian dan dinyatakan lolos uji selanjutkan akan dipasang atau diinstall pada *server*. Pada proses pengiriman juga akan dilakukan pemasangan aplikasi tambahan seperti *database*, penjadwalan, *firewall*, dan lain sebagainya. Pada tahap ini sistem yang sudah dibuat dapat digunakan oleh pengguna umum.

7. Perawatan

Pada tahap pemeliharaan atau perawatan dilakukan pengecekan secara berkala pada aplikasi yang sudah berjalan pada *server*. dengan adanya perawatan secara teratur jika ditemukan permasalahan atau komponen yang tidak bekerja maka akan langsung diperbaiki sehingga tidak mengganggu kinerja dari *server*.

3.2 Kebutuhan Fungsional dan Non Fungsional

Kebutuhan fungsional menggambarkan apa saja yang dimiliki dan bisa dilakukan oleh sistem yang akan dibuat sedangkan kebutuhan non-fungsional lebih menekankan keunggulan yang dimiliki oleh sistem yang akan dibuat. Dengan adanya analisa kebutuhan fungsional dan non-fungsional akan memberikan gambaran tentang batasan dan pencapaian yang harus dimiliki oleh sistem agar sistem tersebut dapat dikatakan sesuai dengan rancangan awal. Berdasarkan analisa pada tahap perancangan maka didapat hasil kebutuhan

fungsional sesuai pada Tabel 3.1 dan kebutuhan non fungsional sesuai dengan Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Kebutuhan fungsional

No	Kebutuhan	Penjelasan
1	Autentikasi <i>login</i> dan <i>logout</i>	Sistem memiliki metode autentikasi untuk melakukan <i>login</i> dan <i>logout</i>
2	Ganti <i>password</i>	Sistem memiliki metode untuk mengganti <i>password</i>
3	Reset <i>password</i>	Sistem memiliki metode untuk menangani kondisi lupa <i>password</i>
4	Verifikasi <i>email</i>	Sistem memiliki metode untuk melakukan verifikasi <i>email</i>
5	Ganti profil	Sistem memiliki metode untuk memperbarui profil pengguna
6	Lihat daftar akses	Sistem memiliki metode untuk melihat daftar akses yang dimiliki oleh pengguna
7	Verifikasi akses	Sistem memiliki metode untuk melakukan verifikasi akses pengguna
8	Lihat riwayat aktivitas	Sistem memiliki metode untuk melihat riwayat aktivitas
9	Lihat daftar pintu	Sistem memiliki metode untuk melihat daftar pintu yang ada
10	Membuka pintu jarak jauh	Sistem memiliki metode untuk membuka atau mengunci pintu dari jarak jauh
11	Register pintu baru	Sistem memiliki metode untuk menambahkan pintu baru ke sistem penguncian
12	Koneksi <i>websocket</i> untuk pintu	Sistem memiliki jalur komunikasi menggunakan <i>websocket</i>
13	Mendapatkan <i>signature</i>	Sistem memiliki metode untuk memperoleh <i>signature</i> untuk melakukan <i>subscribe</i> ke <i>channel websocket</i>
14	<i>Update</i> status pintu	Sistem memiliki metode untuk melakukan <i>update</i> status pintu
15	Peringatan pintu	Sistem memiliki metode oleh pintu untuk mengirim peringatan

Tabel 3.1 menjelaskan kebutuhan fungsional yang harus disediakan oleh sistem yang akan dibuat. Sistem *database* dan *server* yang dibuat akan menyediakan layanan untuk 2 jenis *client*, pertama yaitu perangkat aplikasi mobile yang dipakai oleh operator dan pengguna, yang kedua yaitu perangkat kunci pintu berbasis IoT. Untuk jenis client ini sistem yang dibuat akan memberikan layanan API yang digunakan untuk melakukan beberapa kegiatan seperti *login*, *logout*, ganti *password*, *reset password*, verifikasi *email*, verifikasi akses dan lain sebagainya.

Tabel 3.2 Kebutuhan non fungsional

No	Kebutuhan	Penjelasan
1	Tersedia	Sistem dapat beroperasi penuh selama 7 hari dalam satu minggu dan 24 jam dalam satu hari
2	Cepat	Sistem memiliki waktu respon yang cepat, tidak lebih dari 5 detik
3	Aman	Sistem dapat beroperasi dengan aman baik dalam penyimpanan data maupun pengiriman data.

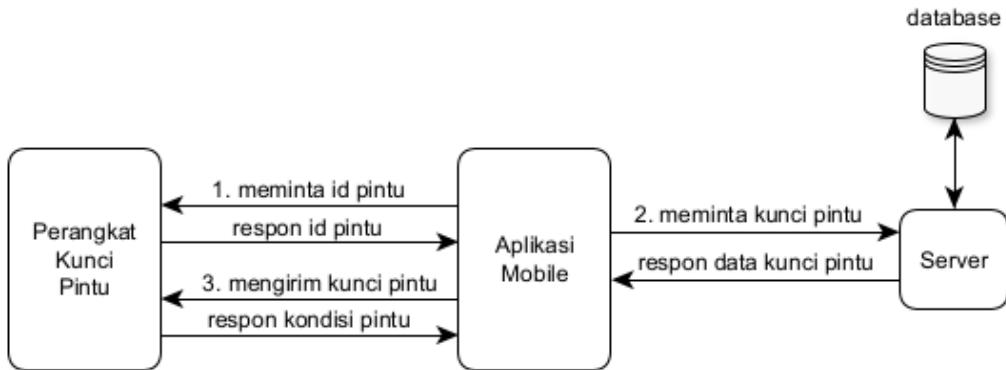
Tabel 3.2 menjelaskan kebutuhan non fungsional pada sistem, kebutuhan non-fungsional menggambarkan keunggulan dari sistem seperti sistem harus dapat bekerja 24 jam penuh, sistem harus memberikan respon dengan cepat dan juga sistem harus menyimpan dan mengirim data dengan aman.

3.3 Perancangan Metode *Access Control*

Setiap pintu pada gedung akan dikunci menggunakan perangkat kunci pintu digital, hal tersebut memungkinkan untuk melakukan verifikasi akses kepada semua pengguna yang ingin mengakses ruangan tersebut. Proses verifikasi akses dapat dilaksanakan dengan menggunakan berbagai macam metode, penelitian yang dilakukan oleh Indra Hermawan dkk [2] tentang autentikasi pada kunci pintu pintar, RFID dapat digunakan untuk melakukan autentikasi kunci pintu, namun metode ini juga tidak menyediakan solusi yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan dikarenakan RFID hanya akan mengantikan tempat

dari kunci fisik. Oleh karena itu pada penelitian ini dikembangkan metode lain untuk melakukan autentikasi akses.

Pada penelitian ini menggunakan *access control list* untuk menentukan apakah pengguna diizinkan untuk masuk ke suatu ruangan. Diagram dari metode verifikasi akses dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah.



Gambar 3.2 Metode access control

Pada Gambar 3 terlihat proses verifikasi akses melibatkan 3 bagian yaitu perangkat kunci pintu, aplikasi *mobile* dan *server* menggunakan 3 langkah dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Meminta identitas pintu

Untuk membuka kunci pintu tentunya perlu mengetahui pintu mana yang akan dibuka, identitas pintu akan membedakan pintu satu dengan pintu lainnya sehingga setiap pintu akan memiliki identitas yang unik. Identitas pintu dapat berupa kode QR sehingga memudahkan aplikasi *mobile* untuk mengenali pintu tersebut dengan memindai kode QR tersebut.

2. Meminta kunci pintu

Setelah mendapatkan identitas pintu selanjutnya aplikasi *mobile* akan meminta kode kunci pintu dengan mengirimkan permintaan ke *server* disertai dengan identitas pengguna. *Server* akan memeriksa data akses pengguna dengan menggunakan data identitas pintu dan identitas pengguna, jika aksesnya cocok maka *server* akan mengembalikan kode kunci pintu yang digunakan untuk membuka pintu.

3. Mengirim kunci pintu

Setelah mendapatkan kode kunci pintu selanjutnya aplikasi *mobile* akan mengirimkan kode kunci tersebut melalui koneksi *bluetooth* untuk membuka kunci pintu.

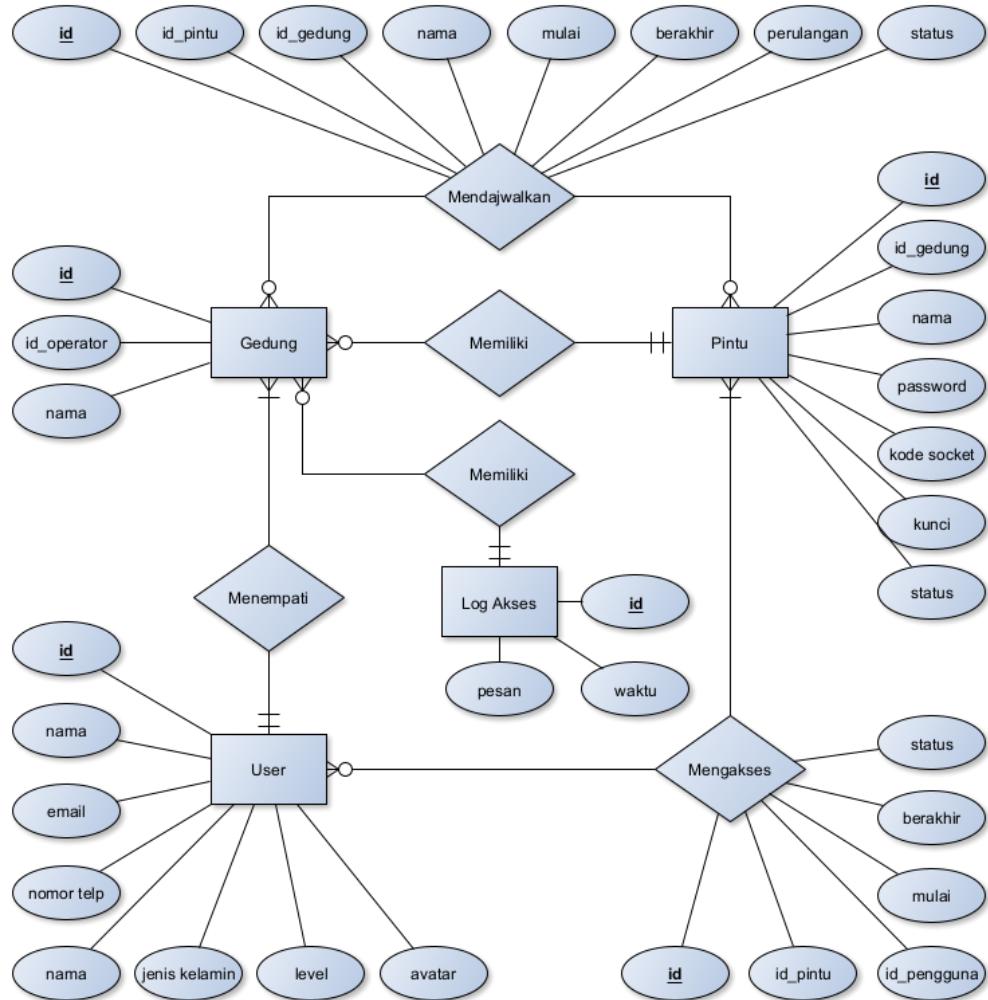
Berdasarkan penjelasan metode *access control* di atas, proses membuka kunci pintu dilakukan menggunakan koneksi *bluetooth* hal ini dikarenakan untuk mendapatkan identitas pintu menggunakan kode QR statis sehingga memungkinkan pengguna untuk melakukan duplikasi kode QR tersebut, dengan adanya kekurangan tersebut maka penggunaan *bluetooth* akan memastikan bahwa pengguna benar-benar memindai kode QR di area atau di depan pintu persis karena karakteristik *bluetooth* yang memiliki batas jarak koneksi yang dekat. Untuk membuka kunci pintu maka pengguna menggunakan kode kunci dinamis, kode tersebut akan berubah seiring dengan perubahan kondisi pintu sehingga proses autentikasi benar-benar aman dengan menggunakan kunci yang dinamis.

3.4 Perancangan *Database*

Database digunakan untuk menyimpan data yang akan digunakan di dalam sistem keamanan kunci pintu gedung seperti data *user*, data pintu, data akses dan lain sebagainya. *Database* yang digunakan harus dapat menunjang kinerja sistem dengan karakteristik respon yang cepat dan pengelolaan data terstruktur.

Berdasarkan penelitian [20] yang membandingkan kinerja dari berbagai tipe dan jenis *database* didapatkan hasil penggunaan MySQL mempunyai kinerja yang bagus dalam hal waktu eksekusi permintaan, dengan sistem penyimpanan data bersifat relasional dan terstruktur maka MySQL dapat diterapkan pada sistem keamanan kunci pintu gedung ini. Proses perancangan *database* dilakukan dengan melakukan identifikasi terhadap kebutuhan data. Data yang dibutuhkan akan dikelompokkan menjadi beberapa tabel yang akan digambarkan menggunakan sebuah ERD (*entity relation diagram*). Sebuah ERD akan menggambarkan tabel-tabel yang ada pada *database* serta hubungan tabel tersebut dengan tabel yang

lain. ERD dari *database* pada sistem keamanan kunci pintu gedung ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 ERD *database*

Pada Gambar 3.3 terlihat beberapa tabel yang ada pada *database*. Setiap tabel memiliki atribut (kolom) yang menunjukkan isi dari tabel-tabel tersebut, contohnya pada tabel gedung akan berisi data berupa identitas gedung, identitas operator dan nama gedung. Setiap tabel pada *database* juga memiliki hubungan dengan tabel lain contohnya pada tabel gedung terdapat identitas operator yang merujuk pada data operator yang tersimpan di dalam tabel *user*. Setiap relasi akan memberikan informasi tambahan terkait dengan data pada sebuah tabel contohnya tabel pintu memiliki relasi dengan tabel gedung dengan jenis relasi *many to one* yang artinya pada satu gedung dapat memiliki banyak pintu dan sebuah pintu

hanya bisa memiliki satu gedung. Pada contoh yang lain, tabel *user* memiliki relasi *many to many* dengan tabel pintu yang artinya setiap *user* bisa memiliki banyak pintu dan setiap pintu juga bisa memiliki banyak *user*, pada jenis relasi *many to many* maka diperlukan tabel penghubung untuk menyimpan data relasinya pada contoh relasi antara tabel *user* dan tabel pintu data penghubung akan disimpan di dalam tabel akses yang artinya setiap relasi tersebut akan digunakan sebagai data akses dari setiap *user* dan setiap pintu.

3.5 Perancangan *Backend API*

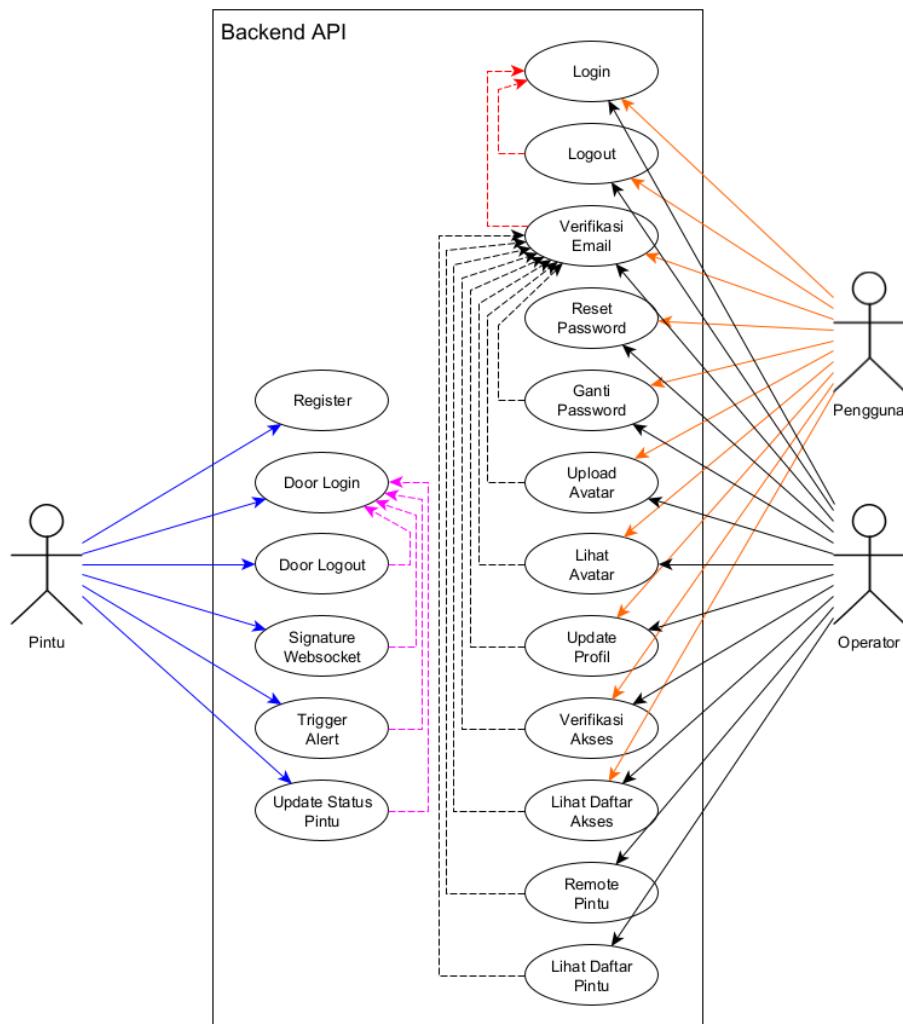
Backend API digunakan sebagai salah satu jalur komunikasi yang menghubungkan antara perangkat *mobile* dan perangkat kunci pintu berbasis IoT dengan *server*. Selain terdapat *website* yang digunakan sebagai antarmuka utama dalam mengelola proses penguncian, sistem ini juga terdapat aplikasi berbasis mobile yang digunakan untuk menunjang kinerja dari sistem terutama pada bagian yang membutuhkan teknologi yang belum disediakan oleh *browser* seperti koneksi *bluetooth* dan pindai kode QR menggunakan kamera.

Backend API yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan menggunakan kerangka kerja dari Laravel. Laravel menyediakan beberapa fitur yang siap digunakan seperti autentikasi *login*, *reset password*, notifikasi *email* dan lain sebagainya sehingga mempermudah dan mempercepat proses pembuatan API.

3.5.1 Diagram *Use Case API*

Tidak semua fitur yang ada pada *website* diimplementasikan dalam bentuk API, hal ini berkaitan dengan kompleksitas dari sistem yang dikembangkan. Fitur-fitur yang berkaitan dengan pengelolaan penguncian seperti menambah pintu baru, membuat jadwal, menambahkan pengguna baru, memberikan akses ke pengguna dan lain sebagainya hanya bisa dilakukan melalui *website* hal ini dimaksudkan untuk mempertahankan kontrol yang lebih ketat terhadap akses dan perubahan yang dilakukan pada sistem, pembuatan API juga hanya berfokus pada fitur-fitur yang memerlukan piranti yang belum disediakan oleh *browser* seperti penggunaan *bluetooth* untuk membuka kunci pintu.

Proses pengembangan API dilakukan dengan melakukan pemilihan fitur-fitur yang harus disediakan pada aplikasi *mobile* serta metode-metode yang akan dilakukan oleh perangkat kunci pintu. Fitur dan metode tersebut akan digambarkan dalam sebuah diagram *use case*. Dengan adanya pemodelan dalam diagram *use case* maka dapat dilihat fitur atau metode yang harus diimplementasikan serta kebutuhan terhadap metode lain seperti autentikasi dan verifikasi. Diagram *use case* dari API dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram *use case* API

Dapat dilihat pada Gambar 3.4 di atas, terdapat 3 aktor yang berinteraksi dengan sistem melalui API yaitu pintu, pengguna dan operator. Pintu merupakan perangkat IoT yang digunakan untuk melakukan penguncian pada gedung, sedangkan pengguna dan operator merupakan aplikasi *mobile* yang digunakan

sebagai antarmuka sistem. Pada Gambar 3.3 juga terlihat bahwa ada beberapa *case* yang terhubung dengan *case* lain (garis putus-putus) yang menandakan keterkaitan antar kedua *case* tersebut, contohnya untuk melakukan *remote* pintu maka seorang operator diharuskan untuk melakukan proses *login* dan verifikasi *email* terlebih dahulu.

3.5.2 *Endpoint API*

Perancangan API dilanjutkan dengan mengimplementasikan setiap case pada diagram menjadi sebuah *endpoint API*. Dalam perancangan API ini terdapat dua bagian API yang digunakan, yaitu API untuk aplikasi mobile dan API untuk perangkat kunci pintu IoT dengan penjabaran setiap *endpoint* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Endpoint API*

Tipe	Endpoint	Auth	Keterangan
<i>POST</i>	/api/login	-	<i>login</i> pengguna dan operator
<i>POST</i>	/api/reset-password	-	<i>reset password</i> menggunakan <i>email</i>
<i>POST</i>	/api/verify-email	<i>sanctum</i>	verifikasi <i>email</i>
<i>GET</i>	/api/logout	<i>sanctum</i>	<i>logout</i> pengguna dan operator
<i>POST</i>	/api/update-profile	<i>sanctum, verified</i>	<i>update profile</i> nama, <i>email</i> , dan lainnya
<i>GET</i>	/api/avatar	<i>sanctum, verified</i>	mengambil gambar avatar
<i>POST</i>	update-avatar	<i>sanctum, verified</i>	mengubah gambar avatar
<i>POST</i>	/api/change-password	<i>sanctum, verified</i>	mengubah <i>password</i> pengguna atau operator
<i>GET</i>	/api/get-doors	<i>sanctum, verified</i>	mengambil daftar pintu
<i>GET</i>	/api/my-access	<i>sanctum, verified</i>	mengambil daftar akses

Tabel 3.3 (lanjutan)

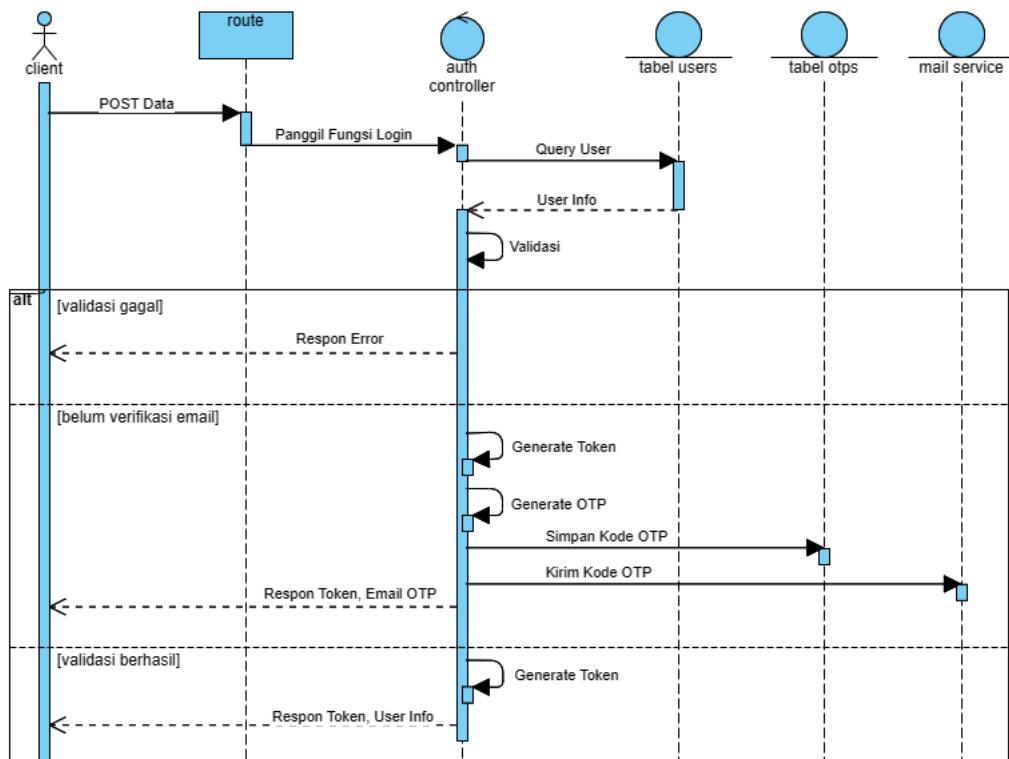
Tipe	Endpoint	Auth	Keterangan
<i>GET</i>	/api/my-history	<i>Sanctum, verified</i>	mengambil daftar riwayat akses
<i>GET</i>	/api/verify-access/{door_id}	<i>sanctum, verified</i>	verifikasi akses dari kode QR pintu
<i>POST</i>	/api/remote-access	<i>sanctum, verified</i>	membuka atau mengunci pintu jarak jauh
<i>POST</i>	/door/login	-	<i>login</i> perangkat kunci pintu
<i>POST</i>	/door/register	-	menambahkan perangkat kunci pintu baru
<i>GET</i>	/door/logout	<i>sanctum</i>	<i>logout</i> perangkat kunci pintu
<i>POST</i>	/door/get-signature	<i>sanctum</i>	mengambil kode <i>signature channel</i> Pusher
<i>POST</i>	/door/update-status	<i>sanctum</i>	<i>update</i> status pintu
<i>POST</i>	/door/alert	<i>sanctum</i>	peringatan pada pintu

Dapat dilihat pada Tabel 3.3 di atas, API terbagi menjadi 2 bagian yang ditandai dengan awalan (*prefix*) “/api” dan “/door”. Awalan “/api” merupakan *endpoint* API yang khusus ditujukan untuk penggunaan aplikasi *mobile* sedangkan awalan “/door” ditujukan untuk perangkat kunci IoT, dengan menggunakan *prefix* yang berbeda maka sistem API akan semakin terorganisir dengan baik.

Pada Tabel 3.3 juga terlihat bahwa beberapa *endpoint* memerlukan autentikasi *sanctum* dan *verified*. Autentikasi *sanctum* merupakan sebuah metode autentikasi berbasis token yang digunakan untuk mengamankan sumber daya API dari *client* dengan hanya mengizinkan pengguna yang sudah terautentikasi yang dapat mengakses API tersebut. Sedangkan *verified* merupakan autentikasi tambahan yang digunakan untuk memastikan bahwa *client* (pengguna dan operator) sudah melakukan verifikasi *email* sehingga dapat meningkatkan keamanan API.

3.5.3 API Login

API *login* digunakan untuk melakukan autentikasi *client* melalui *username* dan *password*, API *login* juga memeriksa apakah pengguna dan operator sudah melakukan verifikasi *email*, jika belum maka *login* akan tertahan sampai pengguna melakukan verifikasi *email*. Diagram API *login* dapat dilihat pada Gambar 3.5 di bawah.



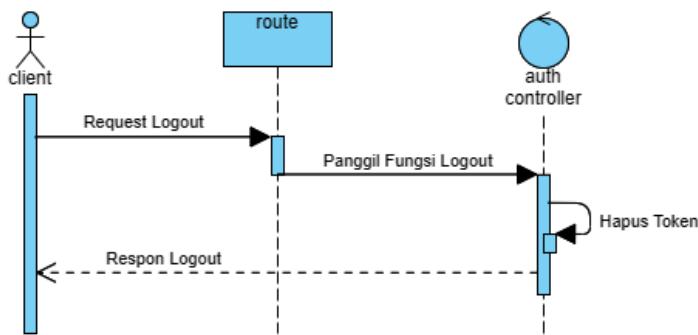
Gambar 3.5 Sequence diagram API *login*

API *login* akan dimulai oleh *client* dengan mengirimkan *username* dan *password* mereka melalui endpoint “/api/login” kemudian *route* akan memanggil fungsi *login* di dalam kontroler, kontroler akan memeriksa *username* dan *password* dengan melakukan *query* ke tabel *users*, jika sesuai maka kontroler akan membuat token menggunakan modul *sanctum*. *Sanctum* adalah sebuah paket autentikasi yang disediakan oleh Laravel yang dirancang untuk memudahkan implementasi autentikasi API yang sederhana namun aman pada aplikasi Laravel. Setelah mendapatkan token kemudian kontroler akan mengembalikan token tersebut disertai dengan data *client* seperti nama, *email*, nomor hp dan lain sebagainya. Jika terdeteksi *client* belum melakukan verifikasi *email* maka

kontroler akan membuat kode OTP atau *One Time Password* yang merupakan 6 digit angka acak dan mengirimkan kode tersebut ke *email client*. Jika autentikasi yang dilakukan gagal, maka kontroler akan mengembalikan respon *error* ke *client*.

3.5.4 API Logout

Fungsi *logout* digunakan untuk mengakhiri sesi *login client* dengan cara menghapus semua token yang dimilikinya. Diagram dari API *logout* dapat dilihat pada Gambar 3.6 di bawah.



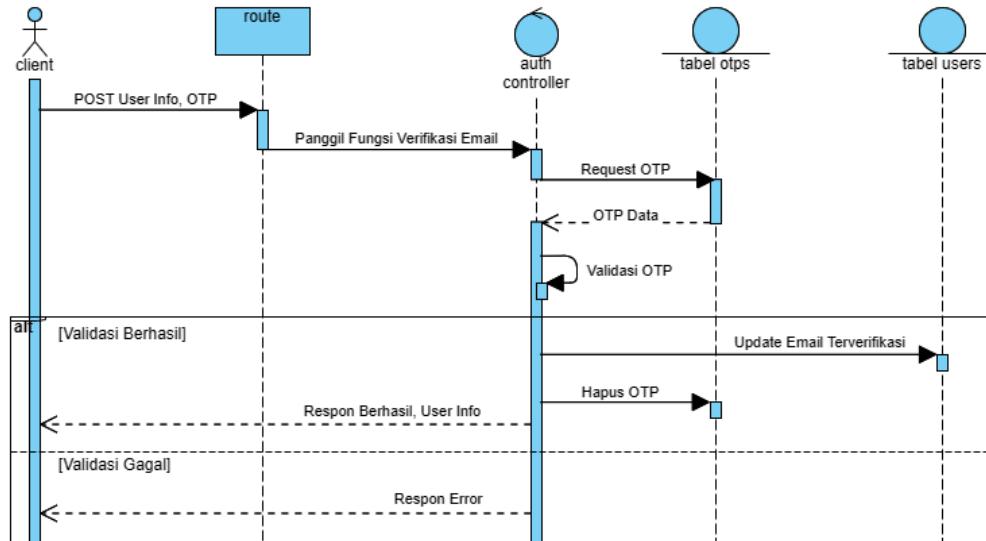
Gambar 3.6 Sequence diagram API *logout*

Pada Gambar 3.5 di atas, sebuah metode *logout* di dalam kontroler akan dipanggil oleh *route* jika ada *client* yang melakukan *request* ke *endpoint* “*/api/logout*”. Kemudian kontroler akan menghapus token dari *client* sesuai dengan token yang dilampirkan di dalam *header* pada saat *request* diterima. Proses ini sangat penting untuk menjaga keamanan sistem dan melindungi privasi *client* dengan memastikan bahwa akses tidak sah atau akses yang sudah tidak digunakan lagi tidak dapat digunakan kembali oleh pihak yang tidak berwenang.

3.5.5 API Verifikasi Email

API verifikasi *email* digunakan untuk memastikan bahwa pengguna dan operator memiliki *email* yang benar dan aktif, dengan adanya verifikasi *email* maka akan meningkatkan keamanan dengan hanya mengizinkan pengguna dan operator yang terpercaya untuk mengakses sumber daya yang ada. Verifikasi

email dilakukan dengan cara mengirimkan kode OTP ke *email* yang telah didaftarkan. Diagram dari API verifikasi *email* dapat dilihat pada Gambar 3.7.

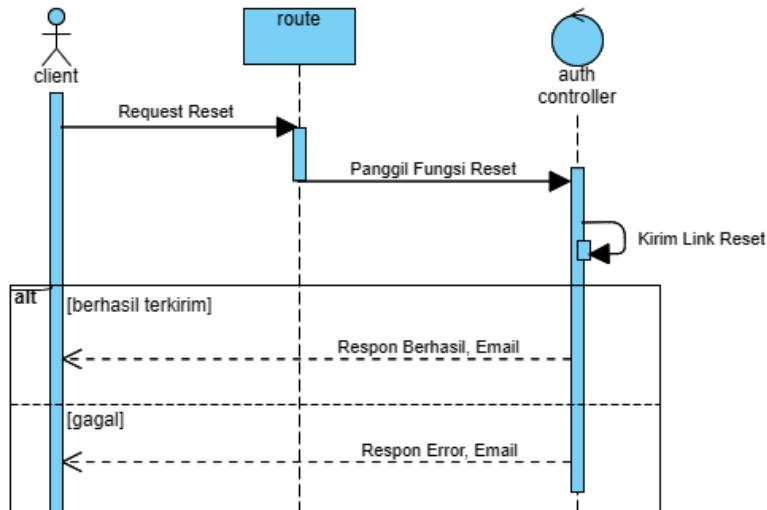


Gambar 3.7 Sequence diagram API verifikasi *email*

Pada Gambar 3.7 di atas dapat dilihat bahwa pengguna melakukan verifikasi *email* dengan mengirimkan kode OTP yang sudah diterima disertai dengan pada *client* seperti *id*, nama dan *email* ke endpoint “/api/verify-email”, kemudian kontroler akan memeriksa kode OTP yang diterima dengan kode yang tersimpan pada tabel *otps*, jika cocok dan masih aktif maka kontroler akan memperbarui status *client* menjadi terverifikasi dan menghapus kode OTP yang lama kemudian mengembalikan respon berhasil. Jika kode salah atau sudah kadaluarsa maka kontroler akan mengembalikan respon *error*.

3.5.6 API Reset Password

API *reset password* adalah fitur penting yang memungkinkan pengguna dan operator untuk mengatasi masalah lupa *password* dengan cepat dan mudah. API *reset password* digunakan oleh pengguna dan operator untuk memperbarui *password* dengan cara memasukkan *email* yang sudah terdaftar dan menggunakan *link* yang telah dikirimkan ke *email* untuk memperbarui *password*. Diagram dari API *reset password* dapat dilihat pada Gambar 3.8 di bawah.

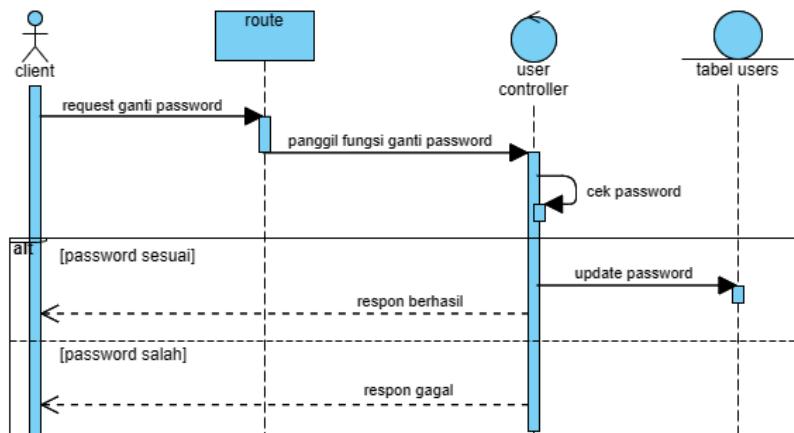


Gambar 3.8 Sequence diagram API reset password

Dapat dilihat pada Gambar 3.8 di atas, *client* memulai proses *reset password* dengan melakukan *request* ke *endpoint* "/api/reset-password". Permintaan tersebut berisi data *email* yang sudah terdaftar sebagai parameter agar *server* dapat mengidentifikasi akun yang melakukan *reset password*. Setelah permintaan tersebut diterima maka kontroler menjalankan sebuah fungsi khusus yang telah disediakan oleh Laravel. Fungsi tersebut bertugas untuk mengirimkan *link reset password* ke alamat *email* yang diberikan oleh *client*. Proses pengiriman *email* ini menggunakan layanan *email* eksternal seperti SMTP yang telah dikonfigurasi pada *server*. Jika *email* berhasil terkirim dengan sukses maka kontroler akan memberikan respon ke *client* berupa pesan berhasil. Pesan ini memberitahukan bahwa *email reset password* telah berhasil dikirim dan pengguna dapat segera memeriksa kotak masuk *email* mereka untuk melanjutkan proses selanjutnya. Namun, dalam beberapa situasi, pengiriman *email* mungkin mengalami kegagalan. Misalnya, alamat *email* yang diberikan tidak valid, terjadi gangguan jaringan, atau layanan *email* eksternal mengalami masalah. Jika hal ini terjadi, maka kontroler akan memberikan respon *error* ke *client*.

3.5.7 API Ganti Password

API ganti *password* digunakan oleh pengguna dan operator untuk mengganti *password* mereka melalui aplikasi *mobile*. Berbeda dengan *reset password*, API ganti *password* digunakan untuk mengganti *password* tanpa melalui *link* yang dikirimkan ke *email*. Diagram dari API ganti *password* dapat dilihat pada Gambar 3.9 di bawah.

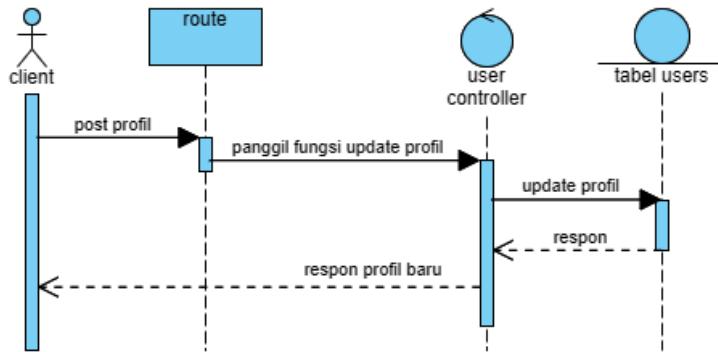


Gambar 3.9 Sequence diagram API ganti password

Dapat dilihat pada Gambar 3.9 di atas, untuk mengganti *password* pertama *client* mengirimkan permintaan ganti *password* ke endpoint “/api/change-password” dengan mengirimkan *password* lama, *password* baru dan konfirmasi *password* baru, kemudian di dalam kontroler *password* lama yang dikirimkan akan dicocokkan dengan *password* client sekarang dengan menggunakan fungsi *hash*. Jika kedua *password* cocok maka kontroler akan memperbarui *password* pada tabel *users* dan mengembalikan respon berhasil, jika *password* tidak sesuai maka kontroler akan mengembalikan respon *error*.

3.5.8 API Ganti Profil

API ganti profil digunakan untuk mengganti data pengguna dan operator seperti nama, *email*, nomor hp dan lain sebagainya melalui aplikasi *mobile*. Diagram dari API ganti profil dapat dilihat pada Gambar 3.10 di bawah.

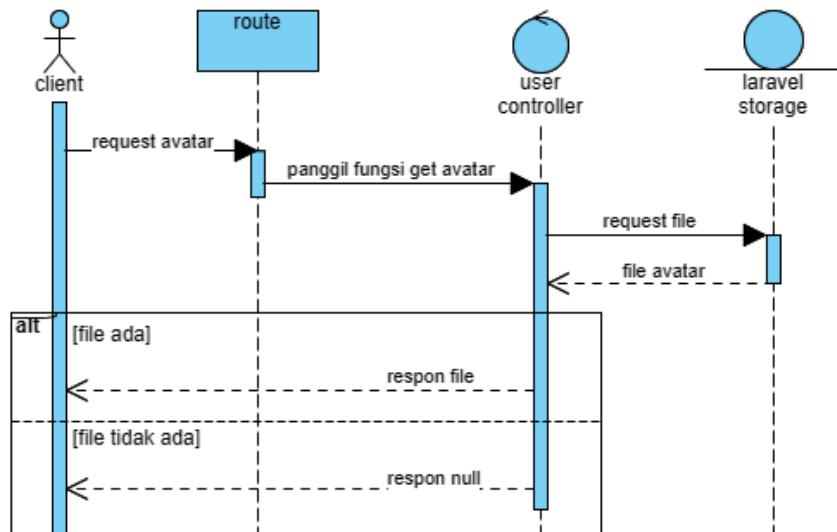


Gambar 3.10 Sequence diagram API ganti profil

Dapat dilihat pada Gambar 3.10 di atas, untuk mengganti profil pertama pengguna atau operator mengirimkan data profil ke *endpoint* “*/api/update-profile*” kemudian di dalam kontroler data yang telah terima akan dimasukkan ke dalam tabel *users* untuk memperbarui profil dan terakhir kontroler mengembalikan respon bahwa profil berhasil diubah.

3.5.9 API Lihat Avatar

API lihat avatar digunakan untuk mendapatkan gambar avatar (foto profil) dari pengguna dan operator untuk ditampilkan pada aplikasi *mobile*. Diagram dari API lihat avatar dapat dilihat pada Gambar 3.11 di bawah.

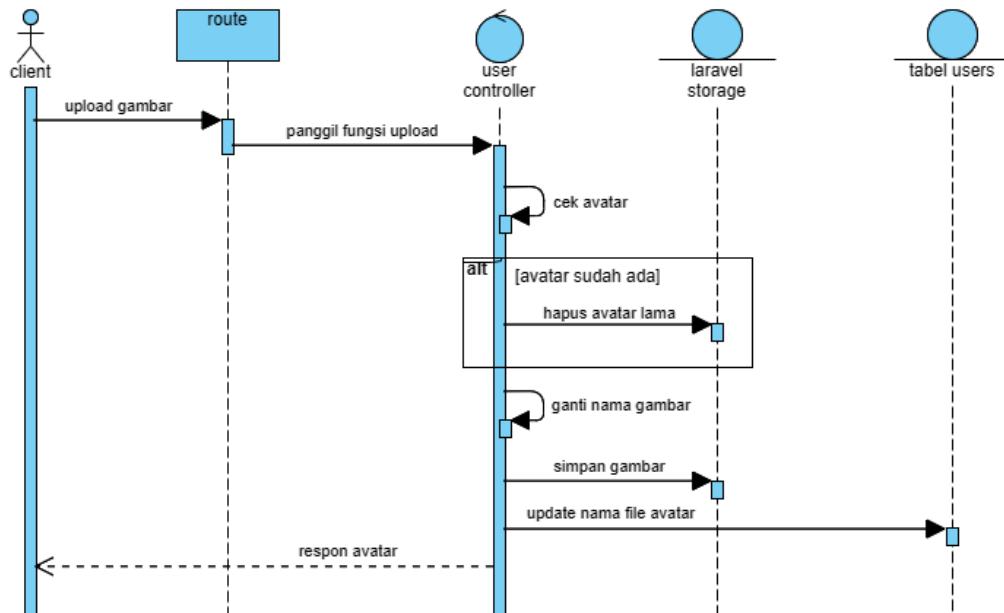


Gambar 3.11 Sequence diagram API lihat avatar

Dapat dilihat pada Gambar 3.11 di atas, untuk mendapatkan gambar avatar pertama pengguna atau operator melakukan permintaan data avatar melalui *endpoint* “/api/avatar” kemudian kontroler akan mengambil gambar avatar di dalam penyimpanan Laravel (*storage*). *Storage* merupakan salah satu fitur yang disediakan Laravel untuk melakukan penyimpanan file seperti gambar, *log* dan berkas lainnya, dengan menggunakan *storage* kita bisa mengatur siapa saja yang boleh mengakses penyimpanan tersebut sehingga lebih aman. Jika file telah ditemukan maka kontroler akan mengembalikan respon file dan jika tidak ditemukan maka kontroler akan mengembalikan nilai *null* atau kosong.

3.5.10 API Ganti Avatar

API ganti avatar digunakan untuk mengganti gambar avatar pengguna atau operator, pengguna dapat mengganti gambar avatar melalui aplikasi *mobile*. Diagram dari API ganti avatar dapat dilihat pada Gambar 3.12 di bawah.



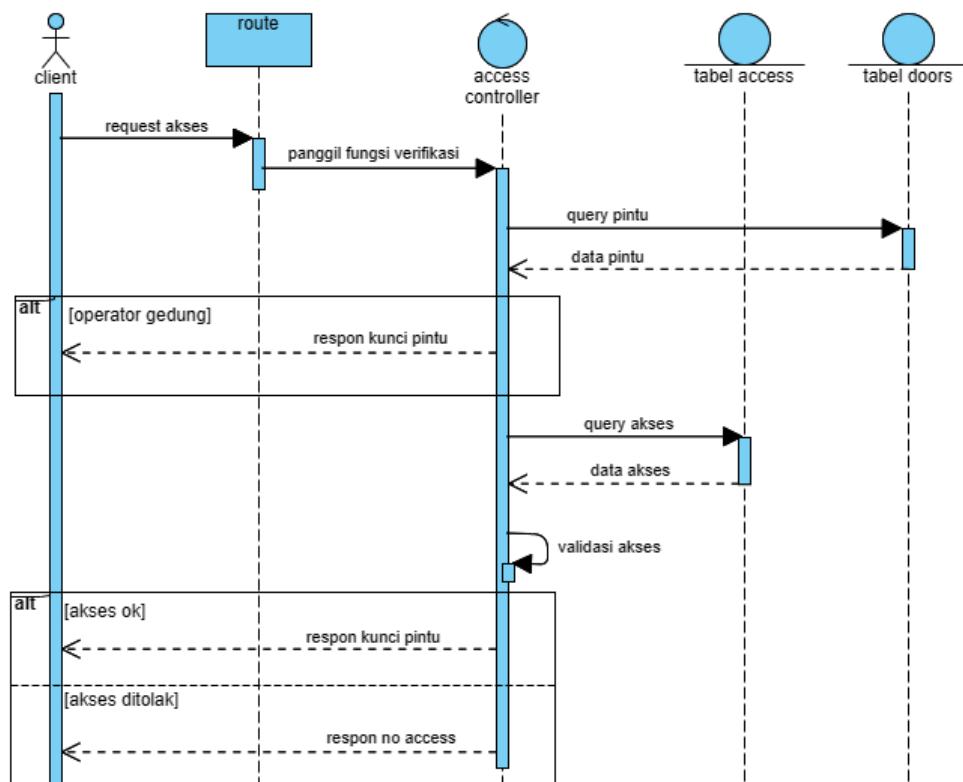
Gambar 3.12 Sequence diagram API ganti avatar

Dapat dilihat pada Gambar 3.12 di atas, untuk mengganti avatar pertama pengguna atau operator akan mengirimkan file avatar yang baru melalui *endpoint* “/api/update-avatar”, kemudian kontroler akan melakukan pemeriksaan apakah

sebelumnya pengguna atau operator sudah memiliki gambar avatar, jika sudah maka file avatar sebelumnya akan dihapus dari *storage*, kemudian file avatar yang baru akan disesuaikan namanya sesuai dengan format penamaan *server*, setelah namanya diganti kemudian file akan disimpan di dalam *storage* dan kontroler juga akan memperbarui nama avatar di dalam tabel *users*, terakhir kontroler akan mengembalikan respon yang menginformasikan avatar telah diganti.

3.5.11 API Verifikasi Akses

Verifikasi akses digunakan untuk melakukan verifikasi pengguna dan operator. Proses verifikasi untuk mendapatkan akses terhadap suatu pintu dengan cara memindai kode QR dengan aplikasi *mobile*. Diagram dari API verifikasi akses dapat dilihat pada Gambar 3.13 di bawah.



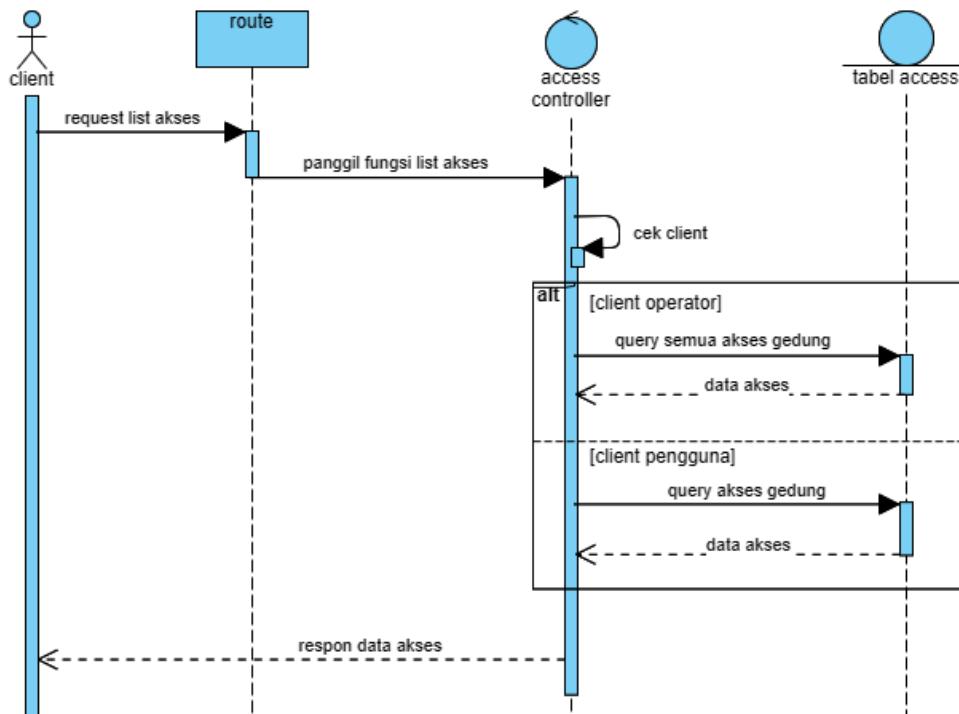
Gambar 3.13 Sequence diagram API verifikasi akses

Untuk mendapatkan akses ke pintu, setelah memindai kode QR pada pintu maka pengguna atau operator akan mendapatkan data informasi terkait pintu tersebut, kemudian data tersebut akan dikirimkan ke *server* melalui *endpoint*

“/api/verify-access/{door-id}”, kemudian kontroler akan mengambil data pintu pada tabel *doors*, jika permintaan berasal dari operator gedung dimana pintu tersebut berada maka kontroler akan mengizinkan dengan mengembalikan respon berupa kode kunci pintu. Jika pengguna permintaan akses dilakukan oleh pengguna biasa maka kontroler akan memeriksa daftar akses di dalam tabel *access*, jika pengguna memiliki akses dan masih berlaku maka kontroler akan mengembalikan respon akses diizinkan dan mengirimkan kode kunci untuk membuka pintu.

3.5.12 API Daftar Akses

API daftar akses digunakan untuk mendapatkan daftar pintu mana saja yang dapat diakses oleh pengguna, sehingga pengguna dapat mengetahui pintu mana saja yang bisa diakses oleh dirinya. Diagram dari API daftar akses dapat dilihat pada Gambar 3.14 di bawah.



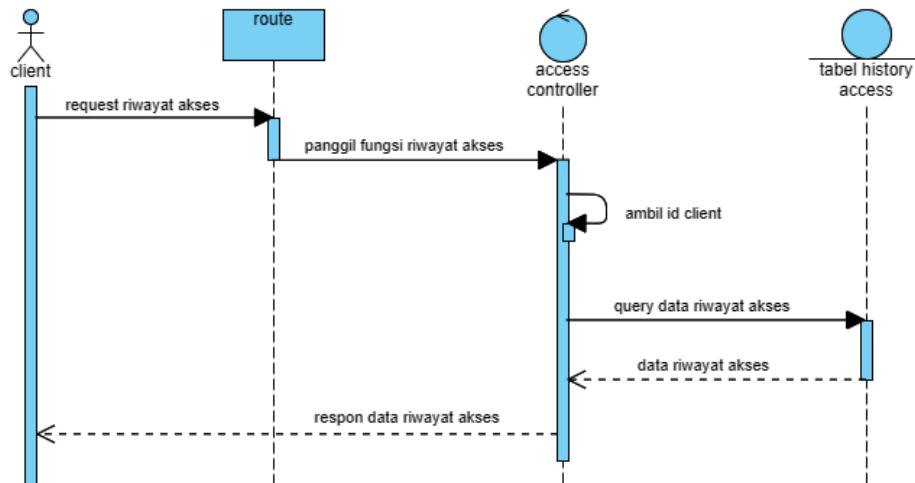
Gambar 3.14 Sequence diagram API daftar akses

Dapat dilihat pada Gambar 3.14 di atas, untuk mendapatkan daftar akses yang dimiliki pengguna mengirimkan *request* ke *endpoint* “/api/my-access”, kemudian kontroler akan melakukan pemeriksaan apakah permintaan datang dari

seorang operator atau pengguna biasa. Jika permintaan berasal dari seorang operator maka kontroler akan mengembalikan semua akses pintu atau semua daftar pintu yang ada, namun jika permintaan datang dari pengguna biasa maka kontroler akan mengembalikan data akses sesuai dengan akses yang dimiliki pengguna tersebut.

3.5.13 API Riwayat Akses

API riwayat akses digunakan untuk memberikan informasi pencatatan akses pengguna, riwayat akses pengguna dapat dilihat pada masing-masing aplikasi *mobile* pengguna. Diagram dari API riwayat akses dapat dilihat pada Gambar 3.15 di bawah.

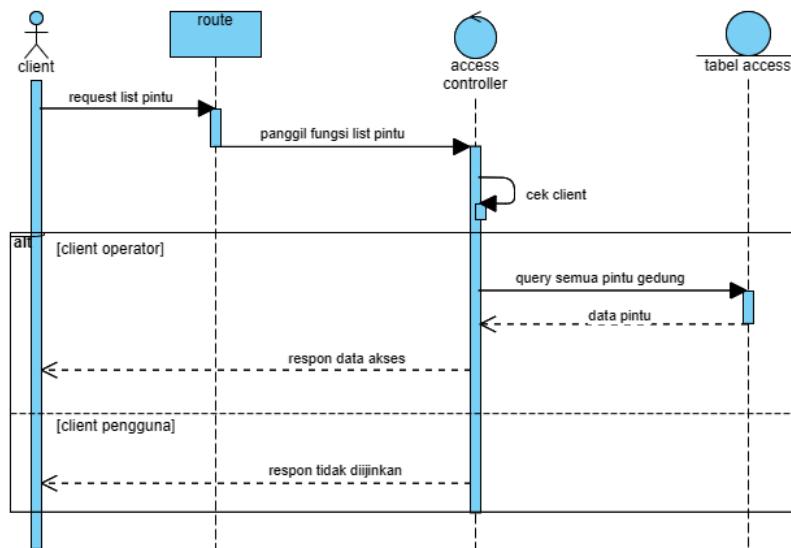


Gambar 3.15 Sequence diagram API riwayat akses

Dapat dilihat pada Gambar 3.15 untuk mendapatkan data riwayat akses maka pengguna akan melakukan permintaan ke *endpoint* “/api/my-history”. Kemudian kontroler akan mengambil data riwayat akses pengguna dengan melakukan *query* ke *database* dengan menyertakan identitas pengguna sebagai parameter. Selanjutnya data yang sudah diperoleh seperti nama pintu, mana gedung, waktu aktivitas dan jenis aktivitas akan dikirimkan kembali ke pengguna sebagai respon untuk diolah pada tampilan aplikasi *mobile*.

3.5.14 API Daftar Pintu

API daftar pintu digunakan oleh operator untuk menampilkan daftar pintu yang ada pada suatu gedung, sehingga operator dapat mengetahui jumlah dan status pada setiap pintu. Diagram dari API daftar pintu dapat dilihat pada Gambar 3.16 di bawah.

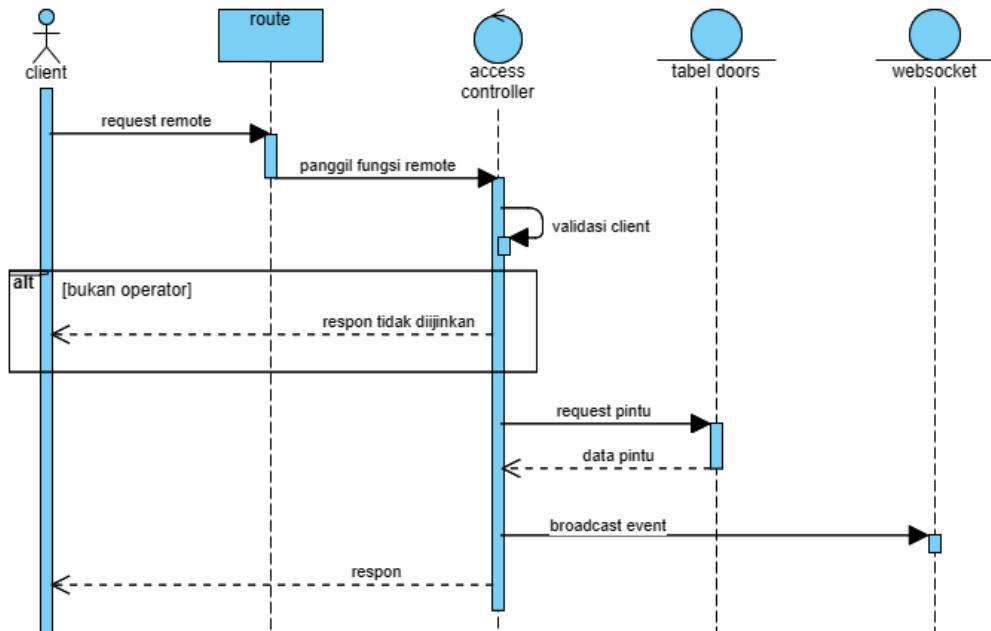


Gambar 3.16 Sequence diagram API daftar pintu

Dapat dilihat pada Gambar 3.16 di atas, untuk mendapatkan daftar pintu maka operator akan melakukan *request* ke *endpoint* “/api/get-door” kemudian kontroler akan melakukan pengecekan untuk memastikan permintaan tersebut berasal dari operator, jika permintaan berasal dari pengguna biasa maka kontroler akan mengembalikan respon tidak diizinkan. Selanjutnya kontroler akan mengambil data pintu pada tabel *doors* dan mengirimkan sebagai respon ke operator.

3.5.15 API Remote Pintu

API *remote* pintu digunakan oleh operator untuk membuka atau mengunci pintu secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile*. Dengan adanya fitur ini operator dapat mengendalikan pintu melalui aplikasi *mobile* dimana saja dan kapan saja tanpa harus berada di ruang operasional dengan menggunakan komputer. Diagram dari API *remote* pintu dapat dilihat pada Gambar 3.17 di bawah.

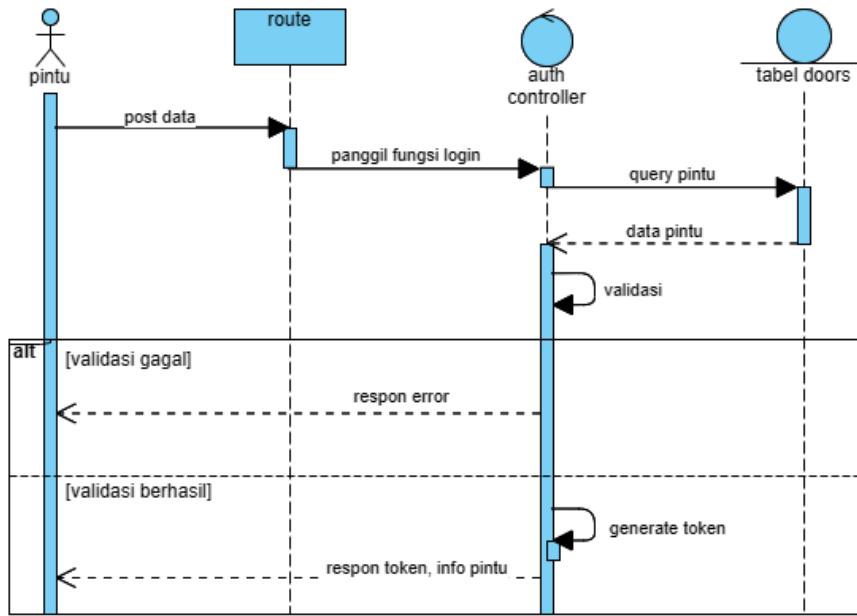


Gambar 3.17 Sequence diagram API remote pintu

Dapat dilihat pada Gambar 3.17 di atas, untuk melakukan *remote* pintu pertama operator akan melakukan *request* ke *endpoint* “*/api/remote-access*” dengan mengirimkan identitas dari pintu yang akan dikendalikan, kemudian kontroler akan memeriksa *client* untuk memastikan permintaan berasal dari operator, jika berasal dari pengguna biasa maka kontroler akan mengembalikan respon tidak diizinkan. Selanjutnya kontroler akan mengambil data pintu untuk melengkapi informasi yang dibutuhkan seperti kode kunci, kode gedung, token dan lain sebagainya, kemudian data tersebut akan disiarkan ke perangkat kunci pintu melalui koneksi *websocket* yang sudah terhubung, terakhir kontroler akan mengembalikan respon *remote* pintu telah dilaksanakan.

3.5.16 API Door Login

API *door login* digunakan untuk proses autentikasi perangkat kunci pintu, berbeda dengan *login* pada pengguna dan operator pada *login* pintu hanya terdapat pengecekan *username* dan *password* saja tanpa ada pengecekan verifikasi *email* dan lainnya hal ini dikarenakan pada perangkat kunci pintu tidak menggunakan *email* sebagai identitasnya. Diagram dari API *door login* dapat dilihat pada Gambar 3.18 di bawah.

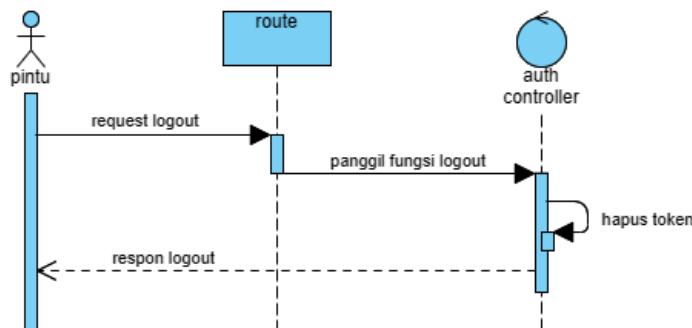


Gambar 3.18 Sequence diagram API door login

Dapat dilihat pada Gambar 3.18 di atas, perangkat kunci pintu akan mengirimkan data *username* dan *password* melalui *endpoint* “/door/login”, kemudian kontroler akan memeriksa dan membandingkan dengan data pada tabel *doors*, jika data sesuai maka kontroler akan membuat token baru menggunakan *sanctum* dan mengembalikan respon token yang menandakan *login* berhasil, jika data tidak sesuai maka kontroler akan mengembalikan respon *error*.

3.5.17 API Door Logout

API *door logout* digunakan untuk mengakhiri sesi *login* perangkat kunci pintu dengan cara menghapus semua token yang dimiliki. Diagram dari API *door logout* dapat dilihat pada Gambar 3.19 di bawah.

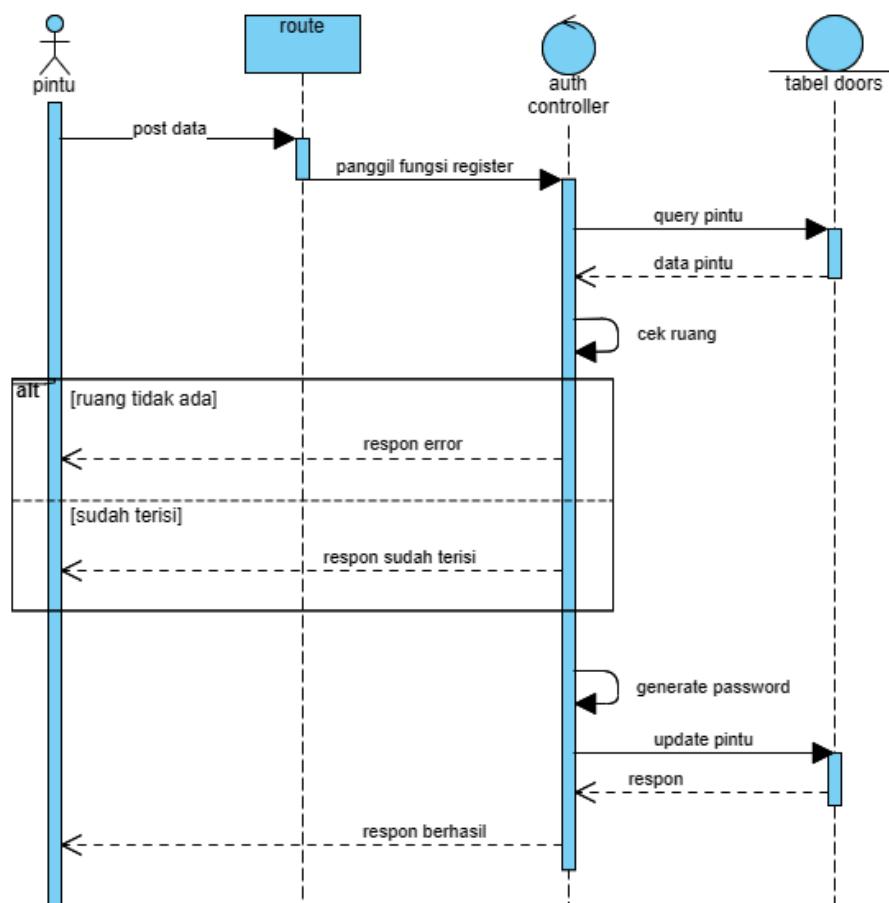


Gambar 3.19 Sequence diagram API logout

Pada Gambar 3.19 di atas, sebuah metode *logout* di dalam kontroler akan dipanggil oleh *route* jika ada perangkat kunci pintu yang melakukan *request* ke *endpoint* “/door/logout”. Kemudian kontroler akan menghapus token dari perangkat kunci pintu sesuai dengan token yang dilampirkan di dalam *header* pada saat *request* diterima. Terakhir kontroler akan mengembalikan respon *logout*.

3.5.18 API Door Register

API *door register* digunakan untuk menambahkan perangkat kunci pintu yang baru ke dalam pintu. Pada saat operator menambahkan pintu baru melalui *dashboard website* operator maka pintu tersebut belum terpasang perangkat kunci pintu sehingga harus ditambahkan secara manual melalui prosedur pendaftaran. Diagram dari API *door register* dapat dilihat pada Gambar 3.20 di bawah.

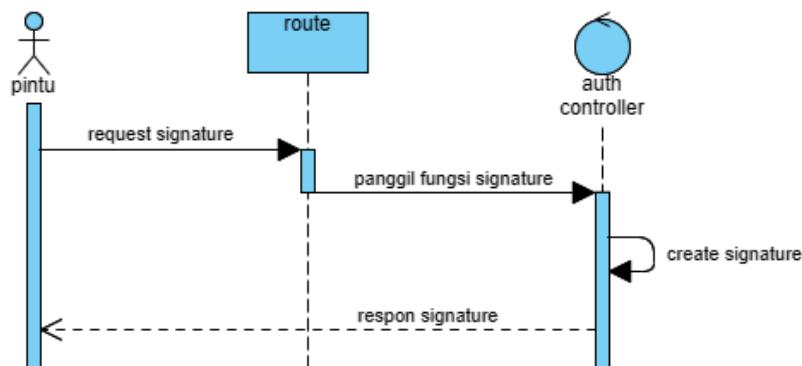


Gambar 3.20 Sequence diagram API *door register*

Dapat dilihat pada Gambar 3.20 di atas, untuk menambahkan perangkat kunci pintu baru maka perangkat kunci pintu akan mengirimkan data nama perangkat yang akan didaftarkan dan kode pintu yang akan ditempati melalui *endpoint* “/door/register” kemudian kontroler akan mengambil data pada tabel *doors* untuk memastikan bahwa pintu masih kosong, jika pintu sudah ada perangkat penguncinya maka kontroler akan mengembalikan respon sudah terisi dan kontroler akan mengembalikan respon error jika pintu yang dituju tidak ditemukan. Selanjutnya kontroler akan membuat *password* acak yang akan digunakan untuk proses autentikasi, dengan menggunakan metode ini maka akan meningkatkan keamanan karena *password* bersifat acak dan hanya diketahui oleh perangkat kunci pintu dan *server*. Terakhir kontroler akan mengembalikan respon berhasil disertai dengan *password* untuk disimpan pada perangkat kunci pintu.

3.5.19 API Door Signature

API *door signature* digunakan untuk mendapatkan kode unik yang digunakan untuk melakukan *subscribe* ke *channel* Pusher. Pusher merupakan sebuah protokol komunikasi notifikasi yang dibangun menggunakan *websocket*, di dalam Pusher terdapat *channel-channel* yang dapat di-*subscribe* yang nantinya *client* dapat menunggu *event* yang disiarkan pada setiap *channel*. Diagram dari API *door signature* dapat dilihat pada Gambar 3.21 di bawah.



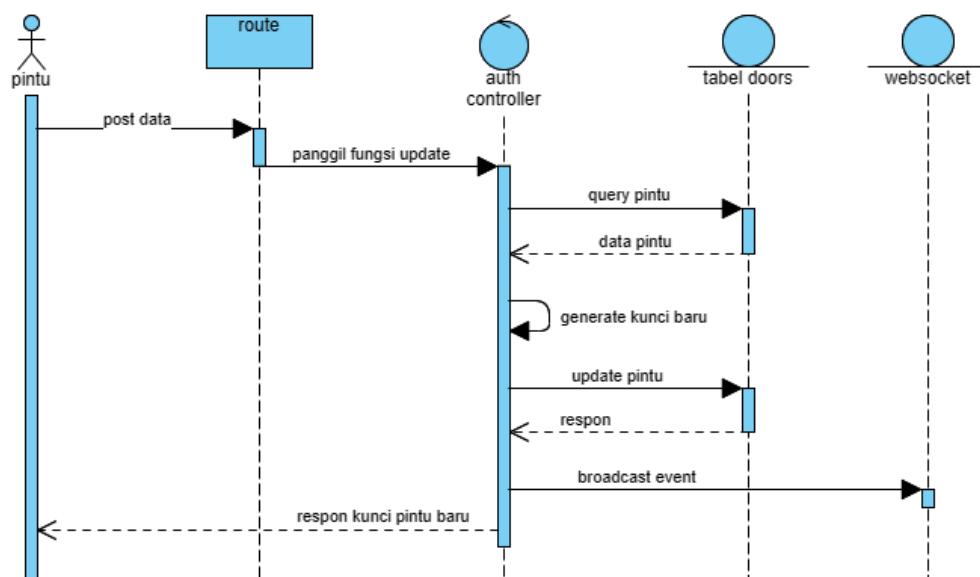
Gambar 3.21 Sequence diagram API door signature

Dapat dilihat pada gambar 3.21 di atas, untuk mendapatkan kode *signature* Pusher pertama perangkat kunci pintu melakukan permintaan ke *endpoint* “/door/get-signature” dengan mengirimkan data-data seperti *socket-id*, *office-id*

dan *channel-data*, dari data tersebut kemudian kontroler akan membuat kode *signature* menggunakan metode yang ada pada protokol Pusher. Setelah mendapatkan nilai *signature* kemudian kontroler akan mengembalikan respon kode *signature* ke perangkat kunci pintu.

3.5.20 API Door Update Status

API *door update* status digunakan oleh perangkat kunci pintu untuk memperbarui status pintu seperti pintu terbuka, pintu terkunci atau pintu terkoneksi. Pada setiap proses *update* ini kode kunci pintu juga akan diperbarui sehingga meningkatkan keamanan karena kode kunci selalu berubah secara dinamis. Diagram dari API *door update* status dapat dilihat pada Gambar 3.22 di bawah.



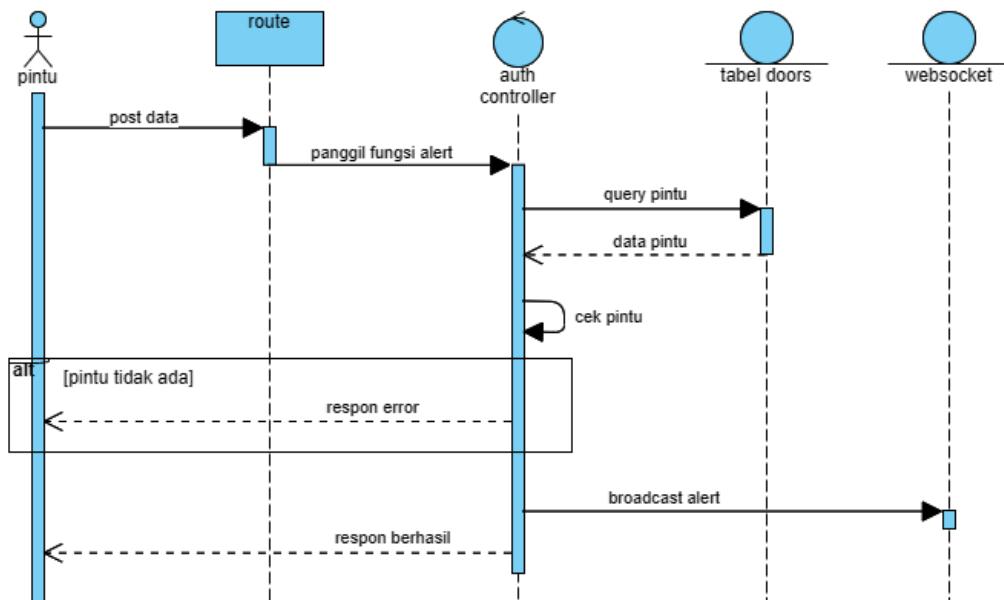
Gambar 3.22 Sequence diagram API door update status

Terlihat pada Gambar 3.22 di atas, untuk melakukan *update* status pertama perangkat kunci pintu akan mengirimkan data-data seperti status penguncian dan *id-socket* melalui *endpoint* “/door/update-status”, kemudian kontroler akan mengambil data pintu terkait untuk diperbarui menggunakan data status dan kode kunci yang baru, kemudian kontroler juga akan melakukan *broadcasting* untuk menyiarkan bahwa status pintu berubah sehingga setiap informasi perubahan

dapat tersampaikan secara langsung, terakhir kontroler akan mengembalikan respon *update* status telah dilaksanakan.

3.5.21 API Door Alert

API *door alert* digunakan oleh perangkat kunci pintu untuk memberikan peringatan kepada operator bahwa pintu dalam kondisi yang tidak aman seperti terbuka tanpa autentikasi yang sah. Diagram dari API *door alert* dapat dilihat pada Gambar 3.23 di bawah.



Gambar 3.23 Sequence diagram API door alert

Dapat dilihat pada Gambar 3.23 di atas, untuk memberikan peringatan pertama perangkat kunci pintu akan mengirimkan data-data seperti *id-pintu*, *id-office* dan status peringatan melalui *endpoint* “/door/alert” kemudian kontroler akan memeriksa pada tabel pintu untuk memastikan bahwa pintu tersebut sesuai, jika pintu tidak ditemukan maka kontroler akan mengembalikan respon *error*. Selanjutnya kontroler akan menyiarkan peringatan melalui *websocket*, terakhir kontroler akan mengembalikan respon peringatan sudah dilaksanakan.

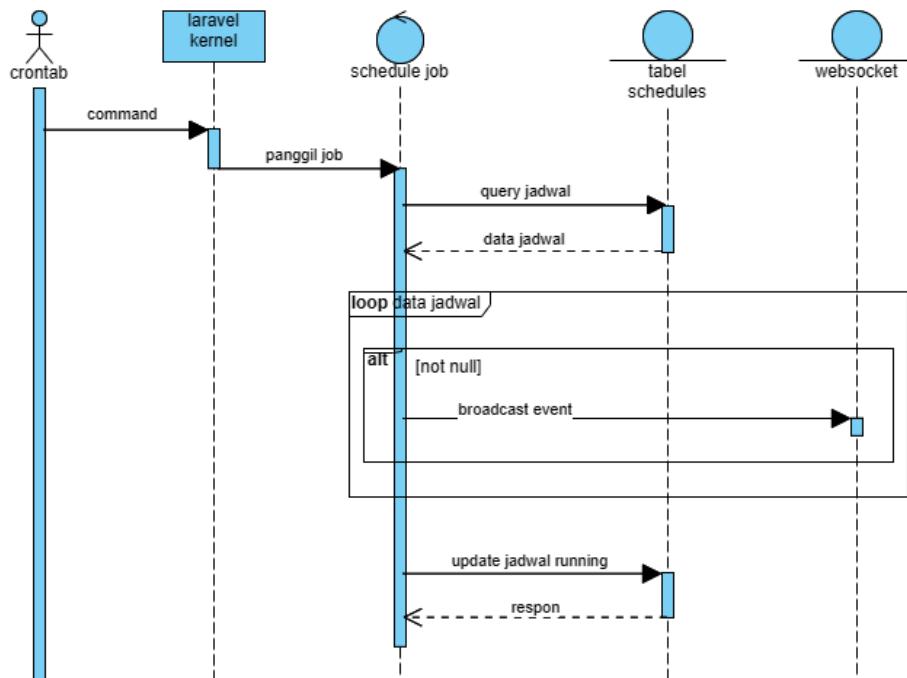
3.6 Perancangan Penjadwalan

Penjadwalan digunakan untuk memeriksa data jadwal yang ada pada tabel *schedules*. Penjadwalan bekerja dengan menggunakan *kernel* yang disediakan

oleh Laravel, *kernel* ini nantinya akan dijalankan oleh Laravel dengan menggunakan *crontab* yang diatur pada sistem operasi *server*. *Crontab* akan diatur untuk menjalankan perintah “*schedule:run*” setiap 1 menit sekali yang akan menjalankan fungsi pengecekan jadwal yang ada pada *kernel* Laravel.

3.6.1 Pengecekan Jadwal

Pengecekan jadwal dilakukan dengan cara memeriksa data jadwal pada tabel *schedules* setiap satu menit sekali. *Kernel* akan menjalankan *job* setiap satu menit sekali untuk memeriksa jadwal, jika ada jadwal yang harus dilaksanakan seperti membuka pintu atau mengunci pintu maka perintah akan dikirimkan ke perangkat kunci pintu melalui *websocket*. Diagram dari pengecekan jadwal dapat dilihat pada Gambar 3.24 di bawah.



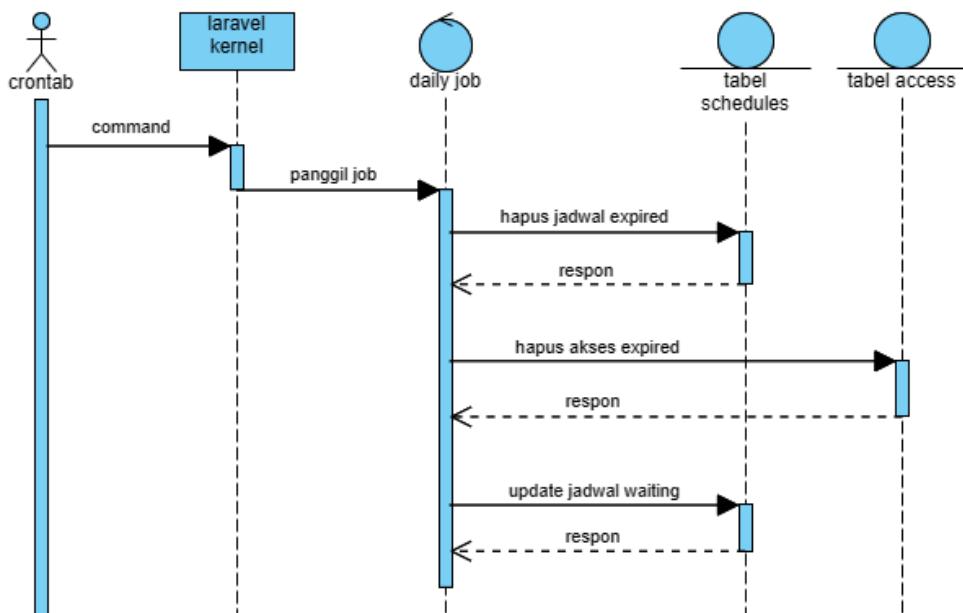
Gambar 3.24 Sequence diagram pengecekan jadwal

Terlihat pada Gambar 3.24 di atas, *crontab* akan mengirimkan perintah ke *kernel* setiap 1 menit sekali dan *kernel* akan menjalankan sebuah *job* yang digunakan untuk memeriksa jadwal. Pertama *job* tersebut akan mengambil data jadwal hari ini yang akan dilaksanakan tentunya dengan menggunakan *query* untuk mengambil data yang sesuai dengan memperhatikan tanggal, waktu dan

status jadwal, setelah data didapatkan kemudian *job* akan mengirimkan *event* ke setiap perangkat kunci pintu yang ada pada data jadwal tersebut, setelah semua *event* dikirimkan kemudian *job* akan memperbarui status jadwal menjadi “*running*” atau sedang berjalan. Terakhir *job* akan memperbarui semua jadwal yang sudah dijalankan dan sudah melewati waktu pelaksanaan menjadi “*done*” atau sudah selesai dilaksanakan.

3.6.2 Atur Ulang Jadwal

Setiap jadwal yang sudah dilaksanakan harus dihapus dari *database* dan jadwal yang berulang harus diatur seperti awal mula sehingga memerlukan proses atur ulang jadwal untuk membersihkan dan mengatur ulang jadwal. Jadwal akan dibersihkan dan diatur ulang setiap 24 jam sekali dengan menggunakan sebuah *job* pada *kernel* Laravel. Diagram dari *job* atur ulang jadwal dapat dilihat pada Gambar 3.25 di bawah.



Gambar 3.25 Sequence diagram atur ulang jadwal

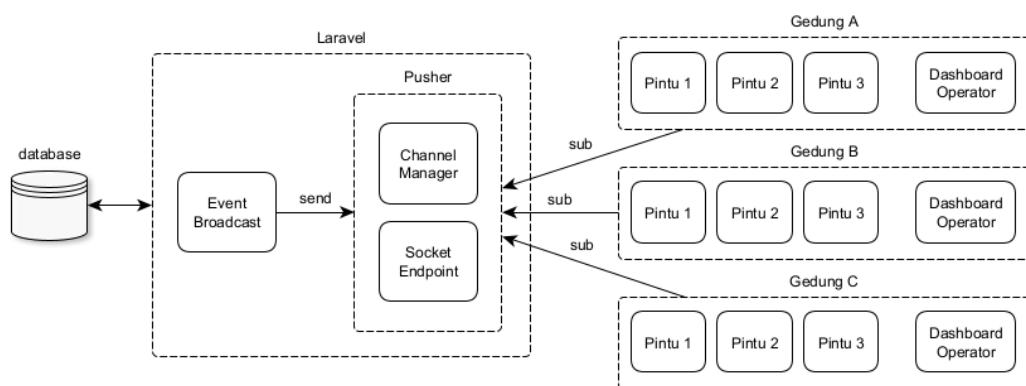
Dapat dilihat pada Gambar 3.25 di atas, *crontab* akan mengirimkan perintah ke *kernel* untuk menjalankan *job* atur ulang jadwal. Di dalam *job* tersebut pertama *job* akan menghapus data jadwal yang sudah kadaluarsa pada tabel *schedules* yaitu jadwal yang sudah dilaksanakan dan tidak berulang,

kemudian pada *job* ini juga akan menghapus kartu akses pengguna yang sudah kadaluarsa, kemudian job akan memperbarui setiap jadwal yang sudah pernah dilaksanakan menjadi “*waiting*” atau menunggu untuk dilaksanakan kembali.

3.7 Perancangan Komunikasi Websocket

Websocket digunakan sebagai jalur komunikasi yang menghubungkan antara *server* dengan perangkat kunci pintu, dengan adanya komunikasi *websocket* maka perangkat kunci pintu dan *server* akan selalu terhubung sehingga dapat berkomunikasi secara langsung.

Pada perancangan *backend server* untuk mendukung kinerja perangkat kunci pintu ini menggunakan Pusher sebagai protokol komunikasi *websocket* yang menghubungkan antara perangkat kunci pintu dengan *server* dengan konfigurasi seperti yang terlihat pada Gambar 3.26 di bawah.



Gambar 3.26 Konfigurasi websocket

Dapat dilihat pada Gambar 3.26 di atas, setiap pintu akan dikelompokkan berdasarkan dengan gedung yang diatur oleh satu orang operator, setiap gedung akan memiliki satu *channel* Pusher yang dapat di-*subscribe* oleh perangkat penguncian di dalam gedung tersebut, untuk mengawasi semua aktivitas yang terhubung ke *channel* dengan mudah maka konfigurasi channel menggunakan *presence channel*, dengan menggunakan *presence channel* maka aktivitas semua perangkat kunci pintu seperti perangkat kunci melakukan *subscribe* dan koneksi terputus dapat diketahui secara langsung.

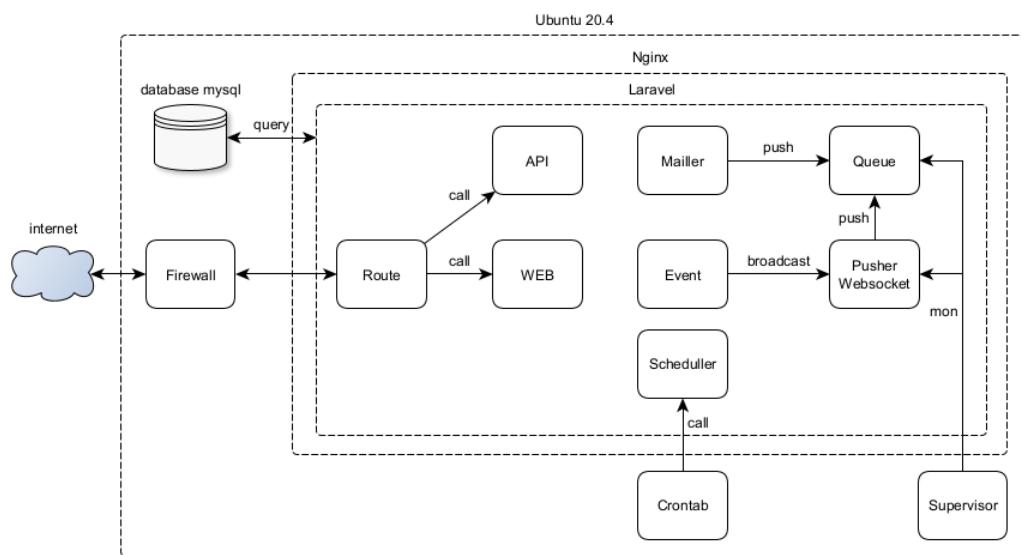
Laravel mengirimkan data atau perintah ke perangkat kunci pintu melalui Pusher menggunakan sebuah *event*, setiap *event* seperti kunci atau buka pintu

yang dipanggil baik melalui *website* maupun *API* maka *event* tersebut akan disiarkan ke *channel* sesuai dengan kode perintah dan *channel* yang dituju.

Di dalam Pusher sendiri terdapat 2 komponen utama yaitu *channel manager* dan *socket endpoint*, *channel manager* digunakan untuk mengelola semua *channel* yang ada serta mengelola semua *subscriber* dan melakukan *broadcast event*, sedangkan *socket endpoint* digunakan sebagai pintu masuk berupa URL yang digunakan untuk memulai koneksi dengan *websocket*.

3.8 Perancangan Server

Dengan menggunakan Laravel sebagai *backend* yang mengatur kinerja dari perangkat kunci pintu tentunya diperlukan sebuah *server*. *Server* ini akan bertindak sebagai pusat pengolahan data dan berfungsi untuk menerima permintaan dari perangkat kunci pintu, mengatur akses, memproses logika bisnis, dan berkomunikasi dengan *database*. Diagram dari *backend server* dapat dilihat pada Gambar 3.27 di bawah.



Gambar 3.27 Konfigurasi *server*

Dapat dilihat pada Gambar 3.27 di atas, *server* dibangun menggunakan sistem operasi Ubuntu 20.04, Ubuntu merupakan bagian dari sistem operasi *linux* yang biasa digunakan baik untuk perangkat desktop maupun *server* karena *open source* dan ringan. Dengan menggunakan Ubuntu 20.04 sebagai sistem operasi

server, kita dapat memanfaatkan kestabilan, keamanan, dan dukungan jangka panjang untuk menjalankan aplikasi Laravel dengan aman dan efisien.

Di dalam sistem operasi Ubuntu 20.04 dipasang Nginx yang digunakan sebagai HTTP *server* untuk menjalankan aplikasi Laravel. Dengan menggunakan Nginx maka aplikasi Laravel dapat dijalankan dengan efisien dikarenakan Nginx memiliki karakteristik ringan dan cepat. Dengan menggunakan Nginx kita juga bisa membagi *server* menjadi beberapa blok yang dapat digunakan untuk menjalankan API dan *websocket* secara bersamaan. Pada Nginx juga dipasang sertifikat SSL yang digunakan untuk mengenkripsi semua komunikasi dengan menggunakan protokol HTTPS sehingga keamanan data akan terjamin dengan adanya jalur komunikasi yang terenkripsi. Sertifikat tersebut disediakan oleh pihak ke-3 yaitu menggunakan *letsencrypt* sebagai penyedia sertifikat HTTPS gratis.

Di dalam Ubuntu juga dipasang MySQL sebagai pusat penyimpanan data yang terhubung ke Laravel, dengan menggunakan *database* yang berjalan pada *server* yang sama maka kecepatan transfer data akan sangat cepat dengan menghilangkan latensi jaringan hal ini sesuai dengan karakteristik sistem yang dibangun yaitu sistem cepat dan efisien.

Dengan adanya fitur penjadwalan otomatis di dalam sistem kunci pintu maka kita juga harus memasang *crontab* untuk menjalankan penjadwalan yang ada pada Laravel, penjadwalan akan dipanggil setiap 1 menit sekali untuk memeriksa apakah ada jadwal yang harus dilaksanakan atau tidak.

Pada Laravel juga mengimplementasikan fitur antrian yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja dari sistem sehingga fungsi antrian harus dijaga agar selalu berada dalam kondisi berjalan, oleh karena itu pada *server* juga dipasang *supervisor* yang digunakan untuk memantau kinerja dari antrian. *Supervisor* merupakan sebuah sistem pengawas atau *process control system* yang digunakan untuk mengontrol dan mengelola proses-proses yang berjalan di dalam sistem operasi. *Supervisor* akan memastikan bahwa proses antrian pada Laravel tetap berjalan secara terus-menerus dan akan memulai ulang proses jika terjadi kegagalan serta mengelola jumlah pekerja antrian atau *queue workers* yang berjalan secara paralel untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja.

Supervisor juga digunakan untuk menjaga *websocket* berjalan secara terus menerus, *websocket* memegang peranan penting di dalam sistem ini karena *websocket* menjadi jalur komunikasi yang menghubungkan perangkat kunci pintu dengan *server* pusat, sehingga jika terjadi gangguan pada kinerja *websocket* maka seluruh kinerja dari perangkat kunci pintu akan terganggu, oleh karena itu diperlukan pengawasan menggunakan *supervisor* untuk menjaga kinerja dari *websocket*.

BAB IV

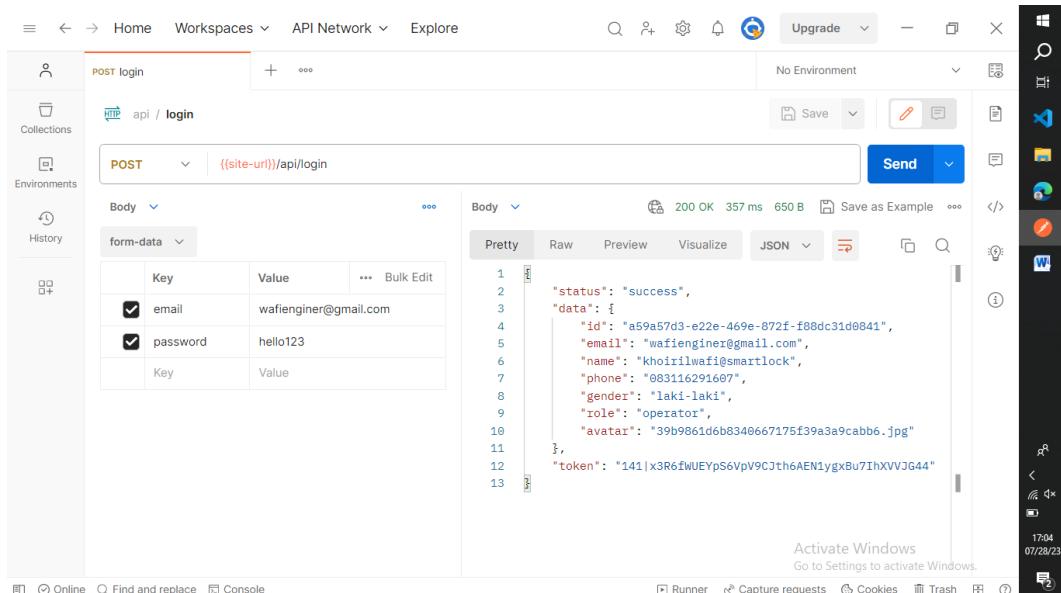
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kajian Hasil Perancangan

Untuk melihat hasil dari perancangan API aplikasi *mobile* dan perangkat kunci pintu maka dilakukan uji coba menggunakan Postman. Postman merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk melakukan *request* ke API, dengan menggunakan Postman maka akan terlihat hasil respon yang dikirimkan oleh *server* sesuai dengan permintaan *client* melalui *endpoint* tertentu.

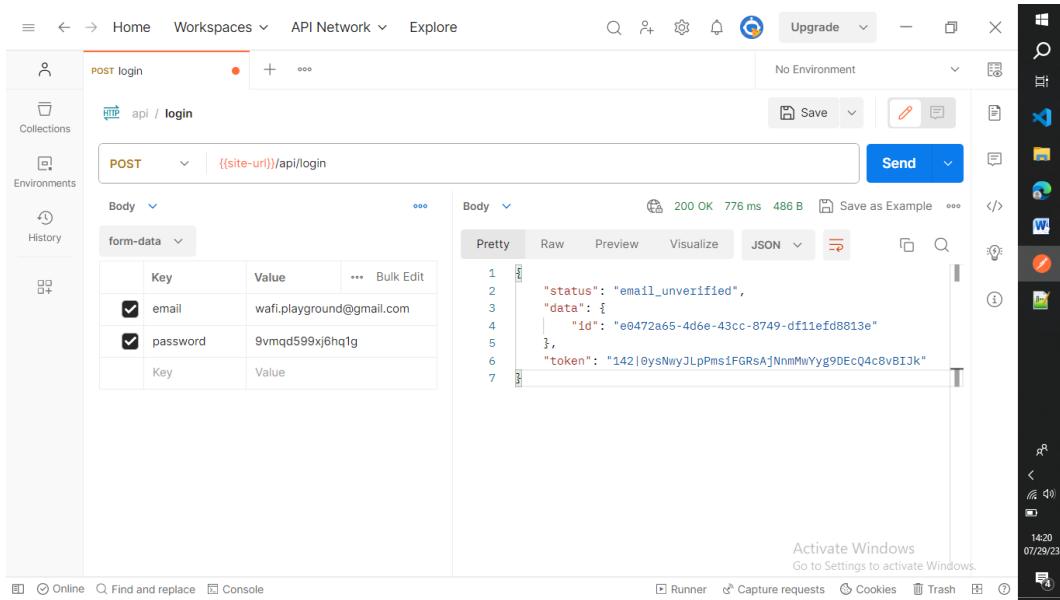
4.1.1 API Login

API *login* akan menerima alamat *email* dan *password* pengguna untuk melakukan autentikasi. Hasil dari perancangan dari API *login* dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah.



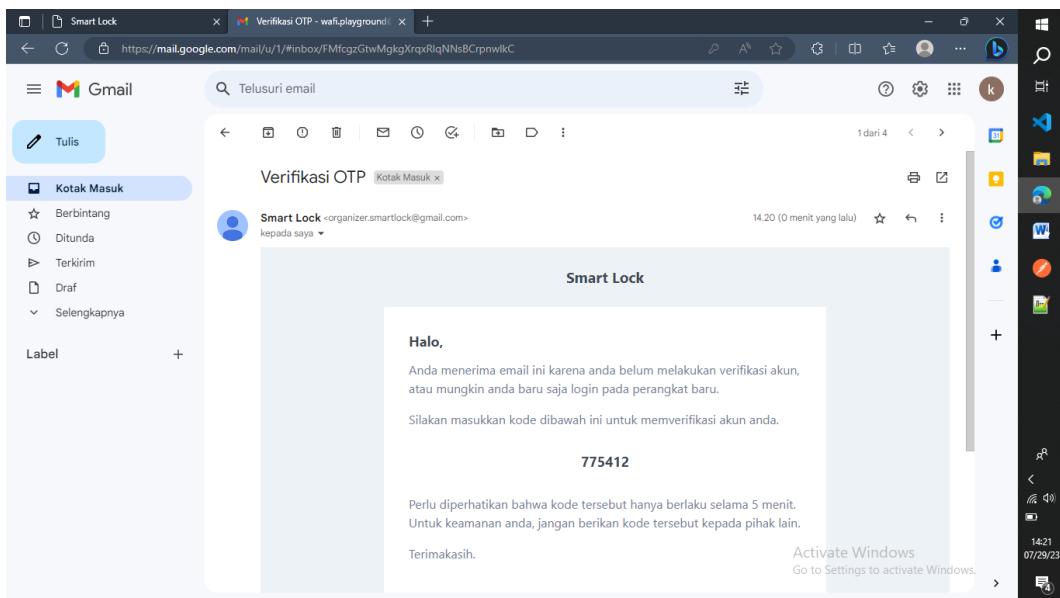
Gambar 4.1 Hasil API *login*

Gambar 4.1 menampilkan hasil *request login* yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/login”. API *login* akan memberikan respon status *login*, data pengguna yang melakukan *login* serta token yang akan digunakan untuk mengakses API lainnya yang membutuhkan autentikasi token.



Gambar 4.2 Hasil API *login* *email* belum terverifikasi

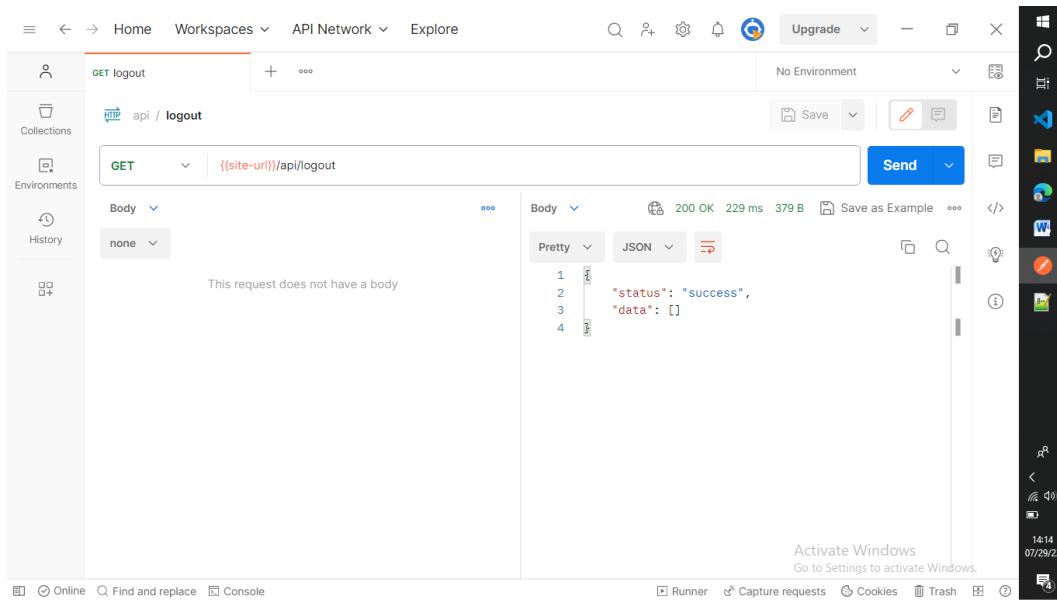
Pada API *login* juga dilakukan pengecekan *email* pengguna, seperti yang terlihat pada Gambar 4.2, pengguna yang belum melakukan verifikasi *email* akan menerima respon status *email* belum terverifikasi dan pengguna akan menerima kode OTP yang dikirimkan ke *email* pengguna seperti yang terlihat pada Gambar 4.3. Pada kondisi ini API juga memberikan token yang akan digunakan oleh pengguna untuk melakukan verifikasi *email* karena API untuk melakukan verifikasi *email* membutuhkan akses *login*.



Gambar 4.3 Email kode OTP

4.1.2 API Logout

API *logout* digunakan untuk mengakhiri sesi *login* pengguna dengan menghapus semua token yang dimiliki oleh pengguna. API *logout* akan menerima permintaan *logout* pengguna dengan melampirkan token yang dimiliki. Hasil dari API *logout* dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah.

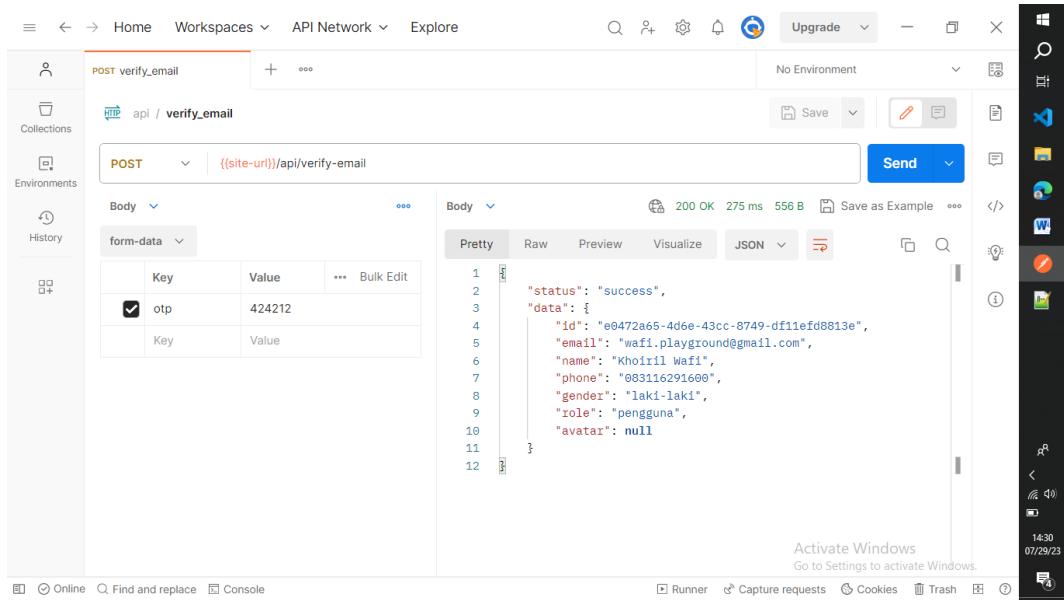


Gambar 4.4 Hasil API *logout*

Gambar 4.4 menampilkan hasil *request* dari API *logout* yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/logout”. API *logout* akan memberikan respon status *logout* yang dilakukan oleh pengguna dengan melampirkan *token* yang dimiliki oleh pengguna yang bersangkutan pada bagian *header request*.

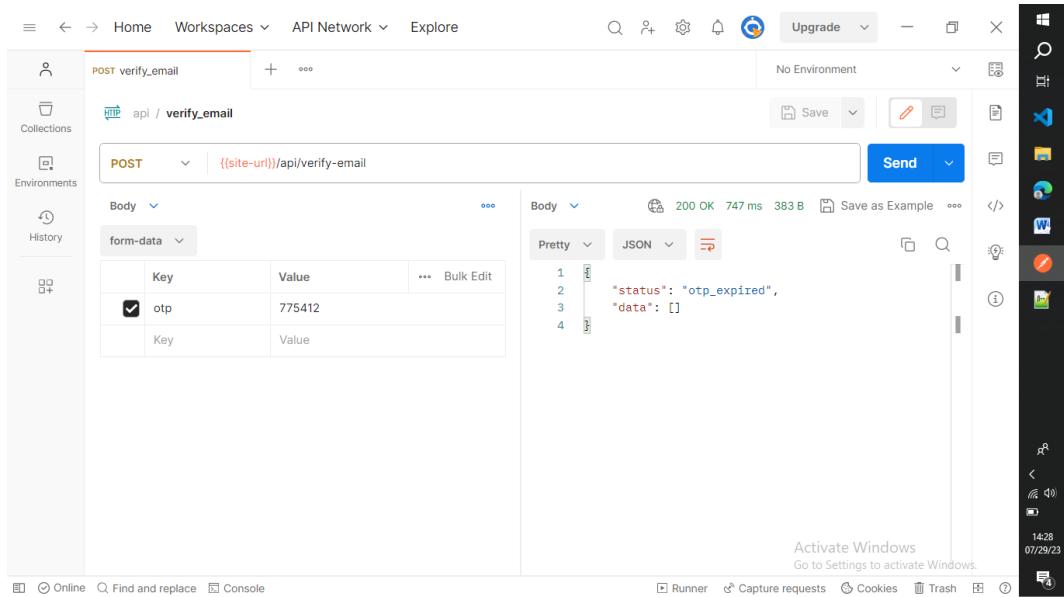
4.1.3 API Verifikasi Email

Pada saat pengguna melakukan *login* dan mendapatkan respon *email* belum terverifikasi maka pengguna akan mendapatkan sebuah kode OTP yang dikirimkan ke *email* pengguna. API verifikasi *email* akan menerima kode OTP yang telah diterima oleh pengguna untuk melakukan verifikasi *email*. Dengan menggunakan langkah verifikasi ini maka hanya pengguna atau operator dengan *email* yang benar dan aktif yang dapat mengakses API sehingga akan meningkatkan keamanan dari API tersebut. Hasil dari API verifikasi *email* dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah.



Gambar 4.5 Hasil API verifikasi email

Gambar 4.5 menampilkan hasil dari API verifikasi *email* yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/verify-email”. Pengguna akan mengirimkan kode OTP melalui *body* serta melampirkan token *login* pada *header request*, jika verifikasi berhasil maka API akan memberikan respon status berhasil dan mengirimkan data pengguna seperti pada saat *login*. API verifikasi *email* juga akan memeriksa waktu kadaluarsa dari kode OTP, jika kode OTP sudah kadaluarsa maka verifikasi akan gagal seperti yang terlihat pada Gambar 4.6 di bawah.



Gambar 4.6 Kode OTP kadaluarsa

4.1.4 API Reset Password

API *reset password* akan menerima *email* dari pengguna dan mengirimkan *link* yang dapat digunakan untuk membuat *password* baru ke *email* pengguna. Hasil dari API *reset password* dapat dilihat pada Gambar 4.7 di bawah.

The screenshot shows the Postman interface with the following details:

- Request URL:** POST `api / reset_password`
- Body:** form-data

Key	Value
<input checked="" type="checkbox"/> email	wafi.playground@gmail.com
Key	Value
- Response Status:** 200 OK (768 ms, 414 B)
- Response Body (Pretty JSON):**

```

1  "status": "success",
2  "data": {
3    "email": "wafi.playground@gmail.com"
4  }
5
6
    
```

Gambar 4.7 Hasil API reset password

The screenshot shows a Gmail inbox with the following details:

- Subject:** Reset Password
- From:** Smart Lock <organizer.smartlock@gmail.com>
- Content Preview:**

Smart Lock

Halo,

Anda menerima email ini karena kami menerima permintaan reset password untuk akun Anda.

Silakan klik tombol di bawah ini untuk mereset password Anda

[Reset Password](#)

Perlu diperhatikan bahwa link reset password anda hanya berlaku selama 60 menit. Jika Anda tidak meminta reset password, silahkan abaikan email ini.

Terimakasih.

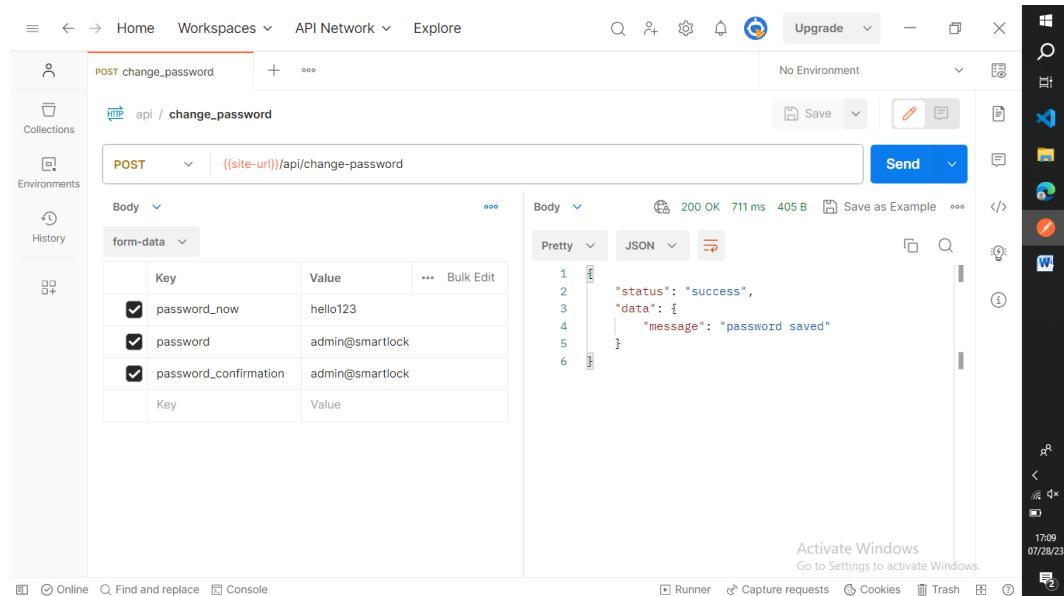
Gambar 4.8 Email reset password

Gambar 4.7 merupakan hasil API *reset password* yang dikirimkan melalui endpoint “`/api/reset-password`”. Pengguna akan mengirimkan alamat *email* pada *body request* dan API akan memberikan respon status beserta data alamat *email*.

Pada proses ini API juga akan mengirimkan *link reset password* ke *email* pengguna seperti yang terlihat pada Gambar 4.8, pengguna dapat menggunakan *link* tersebut untuk membuat *password* baru melalui halaman *website*.

4.1.5 API Ganti Password

API ganti *password* akan menerima *password* lama dan *password* baru pengguna untuk memperbarui *password* pengguna. API ganti *password* juga akan memeriksa token *login* yang dikirimkan untuk memastikan bahwa *pengguna* sudah melakukan proses autentikasi *login*. Hasil dari API ganti *password* dapat dilihat pada Gambar 4.9 di bawah.

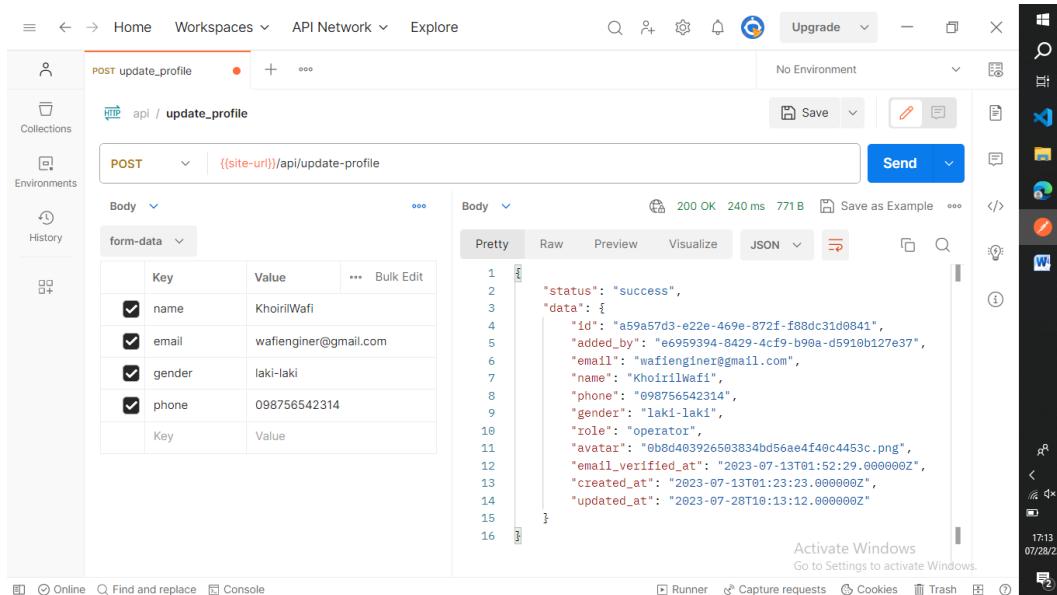


Gambar 4.9 Hasil API ganti *password*

Gambar 4.9 merupakan hasil dari API ganti *password* yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/change-password”. Pengguna akan mengirimkan *password* lama dan *password* baru serta konfirmasi *password* baru pada *body request*, pengguna juga memerlukan token *login* untuk mengakses *endpoint* ini. API ganti *password* akan memberikan respon status dan pesan apakah *password* baru berhasil tersimpan atau tidak. Dengan adanya API ganti *password* maka pengguna dan operator dapat mengganti *password* secara berkala sesuai dengan kehendak masing-masing untuk meningkatkan keamanan akun.

4.1.6 API Ganti Profil

API ganti profil akan menerima data pengguna yang akan diganti seperti nama, *email*, jenis kelamin dan nomor hp, API ganti profil juga memerlukan token *login* untuk memastikan pengguna sudah melakukan autentikasi. Hasil dari API ganti profil dapat dilihat pada Gambar 4.10 di bawah.

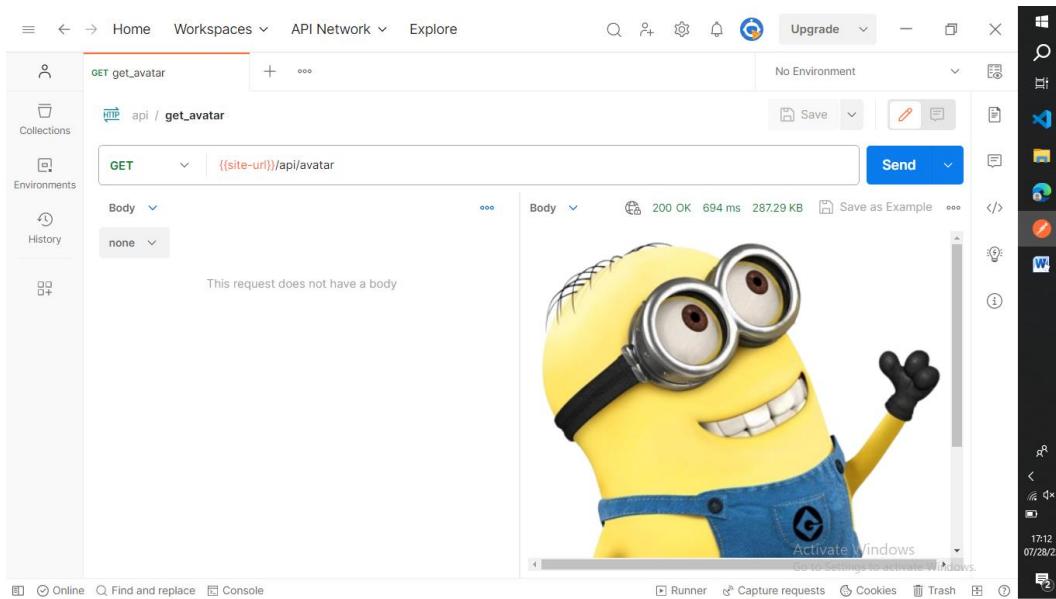


Gambar 4.10 API ganti profil

Gambar 4.10 merupakan hasil dari API ganti profil yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/update-profile”. Pengguna akan mengirimkan data yang akan diganti seperti nama, *email*, jenis kelamin dan nomor hp pada *body request*, pengguna juga menyertakan token *login* pada *header request*. API akan memberikan respon berupa status dan data pengguna yang sudah diubah seperti yang terlihat pada Gambar 4.10 di atas.

4.1.7 API Lihat Avatar

Setiap gambar avatar pengguna tidak tersedia untuk publik, pengguna akan melakukan *request* untuk mendapatkan gambar avatar dengan melampirkan token *login* ke API lihat avatar. API lihat avatar akan memberikan respon berupa gambar avatar dari setiap pengguna atau operator untuk ditampilkan pada masing-masing aplikasi *mobile*. Hasil dari API lihat avatar dapat dilihat pada Gambar 4.11 di bawah.

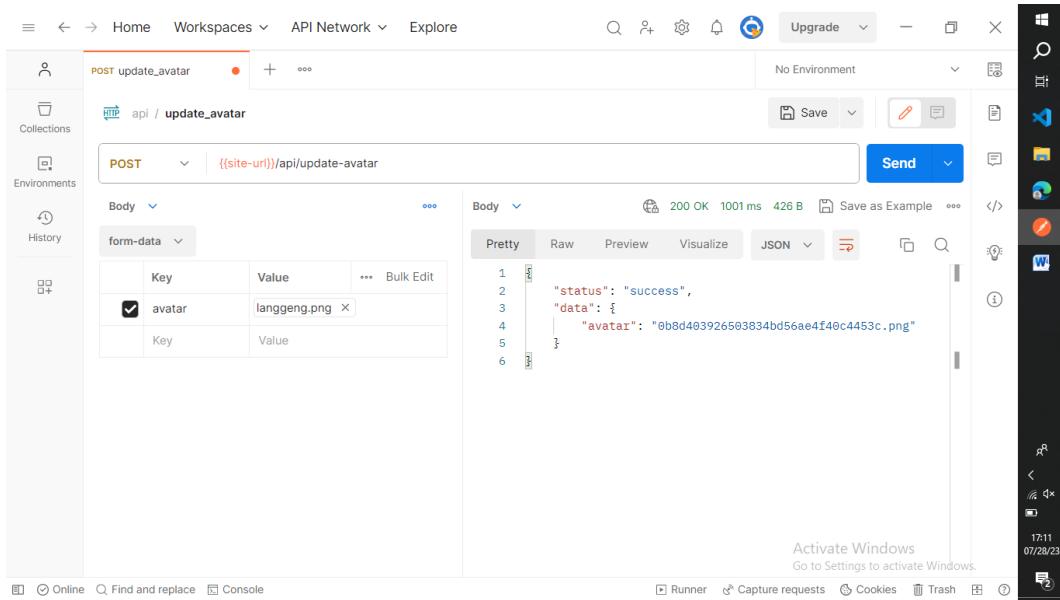


Gambar 4.11 Hasil API lihat avatar

Gambar 4.11 merupakan hasil dari API lihat avatar yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/avatar”, pengguna akan mengirimkan permintaan disertai dengan token *login* dan API akan memberikan respon berupa gambar avatar masing-masing pengguna dalam format file gambar. Jika pengguna belum memiliki avatar maka API akan mengembalikan respon berupa gambar *default* untuk avatar yang telah disediakan oleh *server*.

4.1.8 API Ganti Avatar

Pengguna dan operator dapat memperbarui gambar avatar melalui aplikasi *mobile*. Untuk mengganti avatar melalui aplikasi *mobile* pengguna akan mengirimkan gambar avatar melalui API ganti avatar, pengguna juga memerlukan akses *login* untuk mengakses API ganti avatar. Pada API Ganti avatar pengguna hanya diizinkan untuk mengunggah file gambar dengan ukuran maksimal 1 MB hal ini bertujuan untuk mencegah pengguna mengunggah file lain seperti dokumen atau pdf dan juga untuk membatasi ukuran file proses pengiriman gambar dapat berjalan dengan lancar. Hasil dari API ganti avatar dapat dilihat pada Gambar 4.12 di bawah ini.

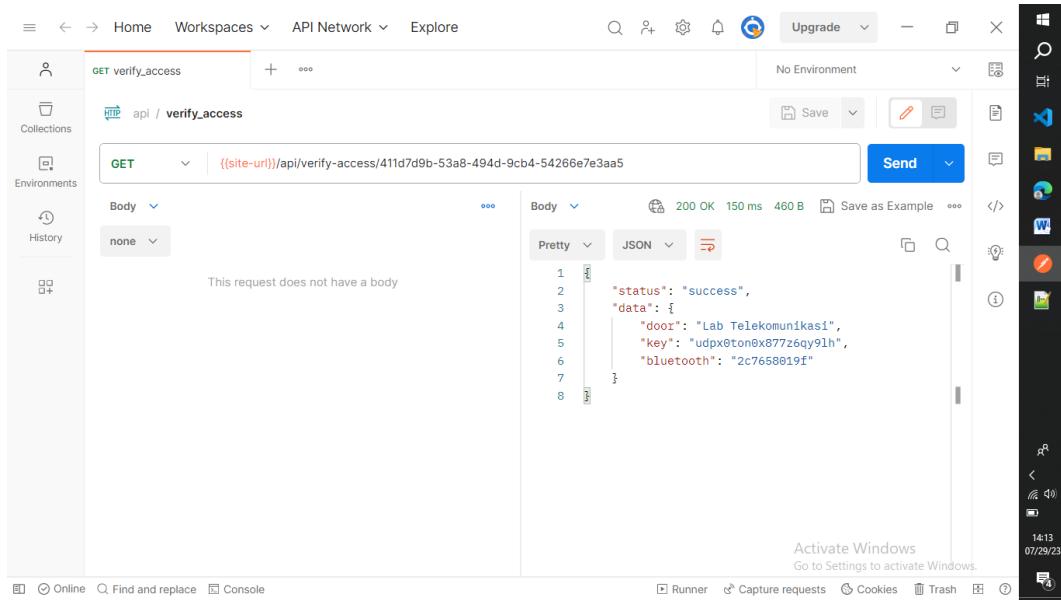


Gambar 4.12 Hasil API ganti avatar

Gambar 4.12 merupakan hasil dari API ganti avatar yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/update-avatar”. Pengguna akan mengirimkan file gambar avatar ke API disertai dengan token *login* yang dimiliki, API akan memberikan respon status dan nama file avatar yang berhasil tersimpan di dalam *server*.

4.1.9 API Verifikasi Akses

Pada setiap pintu akan terpasang kode QR yang menjadi identitas dari pintu tersebut. Pengguna dan operator dapat menggunakan kode QR tersebut untuk membuka pintu. Ketika pengguna atau operator melakukan pemindaian kode QR untuk membuka pintu maka perangkat mobile akan mengirimkan *request* ke API verifikasi akses untuk mendapatkan kunci dari pintu tersebut. Kode QR yang terpasang nantinya akan menyimpan informasi identitas dari pintu yang digunakan untuk membedakan pintu satu dengan yang lainnya. Dengan menggunakan metode ini maka akses pengguna dapat diatur secara langsung karena setiap ingin membuka kunci pintu maka pengguna harus meminta kunci pintu melalui API verifikasi akses sehingga akan meningkatkan keamanan sistem penguncian pintu gedung ini. Hasil dari API verifikasi akses dapat dilihat pada Gambar 4.13 di bawah.

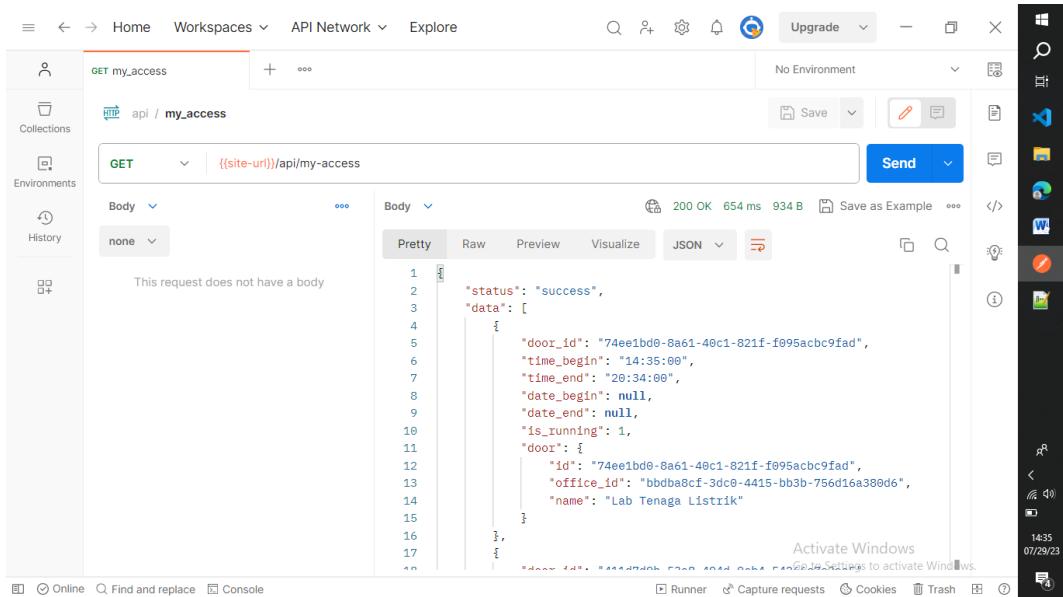


Gambar 4.13 Hasil API verifikasi akses

Gambar 4.13 merupakan hasil dari API verifikasi akses yang dikirimkan melalui *endpoint* “`/api/verify-access/{id}`” dimana *id* merupakan identitas dari pintu. Pengguna akan mengirimkan token *login* yang dimiliki dan API akan memberikan respon terkait akses yang dimiliki pengguna tersebut, jika diizinkan maka API akan memberikan respon status diizinkan dan API akan memberikan respon data yang digunakan untuk membuka pintu seperti nama pintu, kunci pintu dan nama *bluetooth* untuk berkomunikasi dengan perangkat kunci pintu. Namun jika akses pengguna tidak ditemukan atau akses pengguna sedang diblokir maka API verifikasi akses akan memberikan respon gagal atau tidak diizinkan dan tidak akan memberikan data untuk membuka pintu.

4.1.10 API Daftar Akses

API daftar akses akan memberikan informasi pintu mana saja yang dapat diakses oleh pengguna. Setiap pengguna dengan pengguna lain mungkin memiliki akses yang berbeda, pemberian akses pintu kepada pengguna tertentu akan diatur oleh seorang operator. Seorang operator dapat memberikan akses atau menghapus akses pengguna pada pintu tertentu, operator juga dapat menghentikan sementara akses pengguna untuk keperluan tertentu. Hasil dari API daftar akses dapat dilihat pada Gambar 4.14 di bawah.

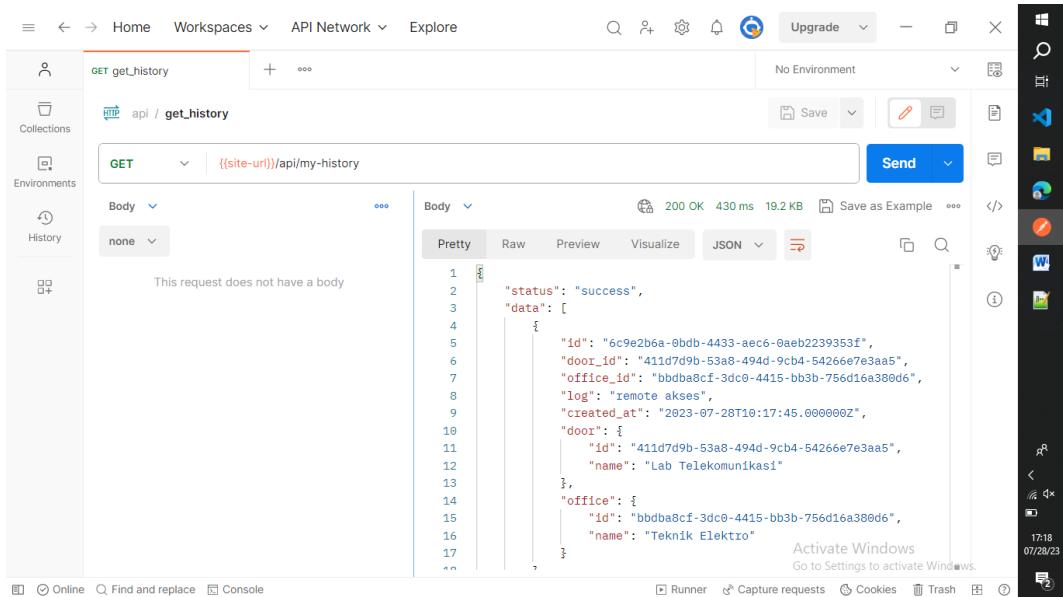


Gambar 4.14 Hasil API daftar akses

Gambar 4.14 merupakan hasil dari API daftar akses yang dikirimkan oleh pengguna melalui *endpoint* “/api/my-access”. API daftar akses akan memberikan respon berupa daftar informasi pintu yang dapat diakses oleh pengguna tersebut yaitu berupa nama pintu, nama gedung, rentang waktu akses, rentang tanggal akses dan status akses. Dengan menggunakan data akses yang dimiliki pengguna dapat mengetahui pintu mana saja yang dapat diakses oleh pengguna tersebut dan juga mengetahui jika akses pengguna masih aktif atau sedang ditangguhkan. Dengan adanya informasi ini pengguna dapat mengelola akses mereka dengan efisien sesuai dengan kebutuhan masing-masing pengguna.

4.1.11 API Riwayat Akses

API riwayat akses akan memberikan informasi kepada pengguna terkait dengan catatan aktivitas pengguna di dalam sistem penguncian gedung ini dengan menampilkan data riwayat aktivitas pada aplikasi pengguna. API ini dapat diakses oleh pengguna maupun operator untuk melihat aktivitas mereka di dalam sistem penguncian pintu gedung ini. Pencatatan aktivitas dilakukan berdasarkan kegiatan pengguna dan operator seperti memindai kode QR, membuka kunci pintu melalui akses *remote*, membuat jadwal pintu otomatis dan lain sebagainya. Hasil dari API dapat dilihat pada Gambar 4.15 di bawah.

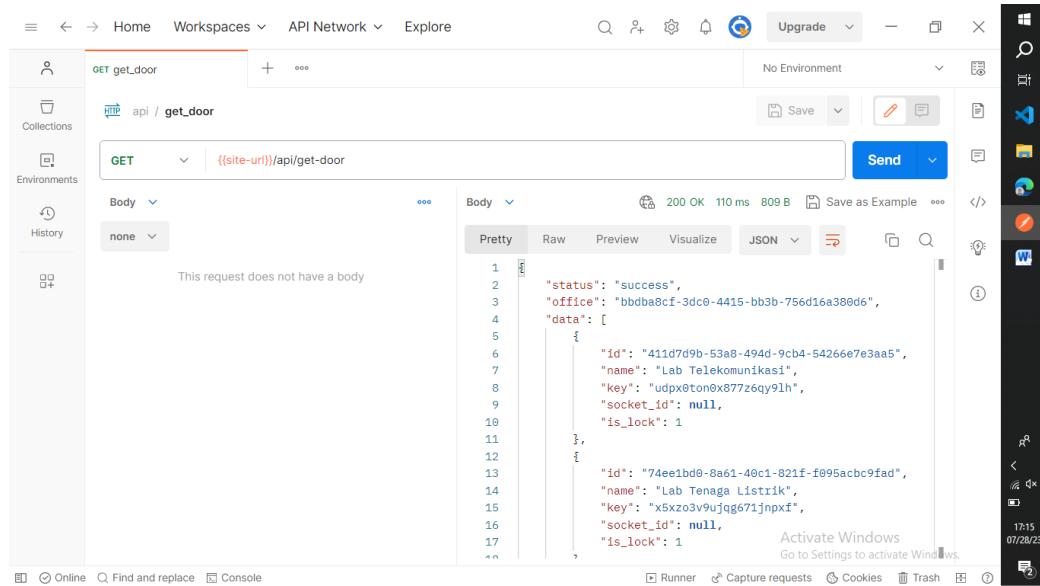


Gambar 4.15 API riwayat akses

Gambar 4.15 merupakan hasil dari API riwayat akses. API riwayat akses akan memberikan data pencatatan aktivitas pengguna seperti melakukan pindai kode QR dan membuka pintu disertai dengan waktu dan tanggal aktivitas tersebut. Setiap aktivitas penguncian akan tersimpan di dalam *database* sebagai riwayat aktivitas, seorang operator dapat melihat semua aktivitas yang terjadi di dalam sistem penguncian tetapi pengguna hanya dapat melihat aktivitas dirinya sendiri. Pada Gambar 4.15 terlihat bahwa data riwayat aktivitas berupa nama pintu, waktu, dan jenis aktivitas yang dilakukan. Data riwayat akses hanya tersedia dalam kurun waktu 1 bulan dan setiap awal bulan maka data riwayat akses akan dipindahkan ke dalam penyimpanan *server (backup)* dan tabel riwayat akses dalam *database* akan dibersihkan.

4.1.12 API Daftar Pintu

API daftar pintu digunakan untuk mendapatkan daftar pintu yang ada pada sebuah gedung, data tersebut kemudian ditampilkan pada aplikasi *mobile* yang akan memberikan informasi terkait kondisi pintu apakah terkunci, *offline* atau kondisi lainnya. API ini hanya dapat diakses oleh operator gedung karena hak pengelolaan pintu gedung berada pada tangan operator. Hasil dari API daftar pintu dapat dilihat pada Gambar 4.16 di bawah.

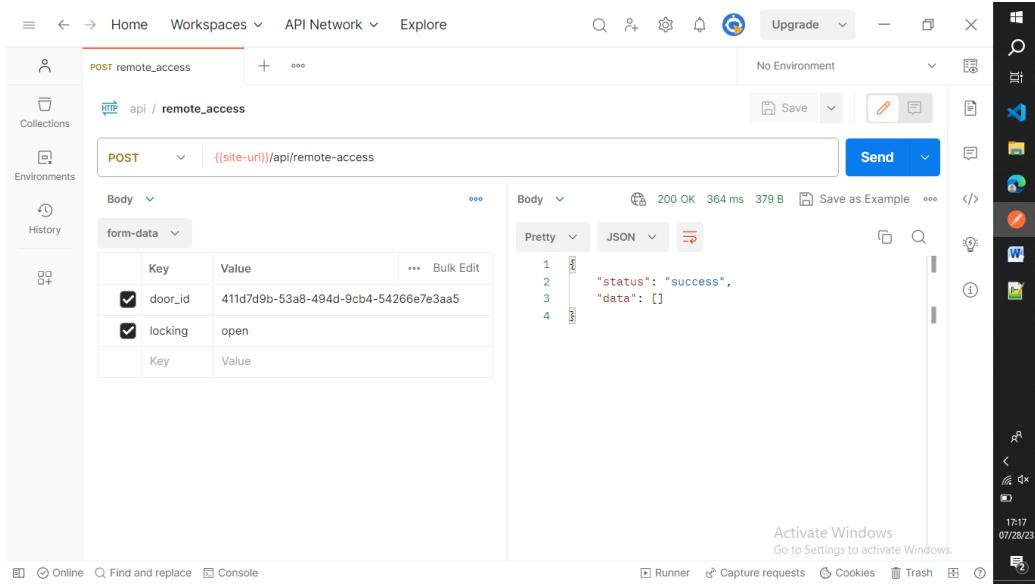


Gambar 4.16 Hasil API daftar pintu

Gambar 4.16 merupakan hasil dari API daftar gedung yang dikirimkan melalui endpoint “/api/get-door”. Pengguna akan mengirimkan token *login* yang dimiliki, jika pengguna merupakan seorang operator maka API akan memberikan respon daftar pintu yang ada pada gedung tersebut beserta dengan informasi tambahan seperti nama pintu, kondisi penguncian, koneksi, dan kunci pintu. Namun jika pengguna bukan seorang operator maka API akan memberikan respon bahwa pengguna tersebut tidak diizinkan untuk mengakses API ini.

4.1.13 API *Remote Pintu*

Pada aplikasi yang digunakan oleh operator terdapat tombol yang dapat digunakan untuk membuka dan mengunci pintu sehingga memungkinkan operator dapat melakukan pengelolaan pintu secara jarak jauh melalui koneksi internet. Untuk membuka atau mengunci pintu secara jarak jauh melalui koneksi internet, maka seorang operator akan melakukan *request* dengan mengirimkan identitas pintu beserta token *login* yang dimiliki, jika sesuai maka *server* akan mengirimkan perintah ke perangkat kunci pintu melalui koneksi *websocket* yang sudah terhubung. Namun jika terjadi permasalahan maka API akan memberikan respon *error*. Hasil dari API *remote* pintu dapat dilihat pada Gambar 4.17 di bawah.



Gambar 4.17 Hasil API *remote* pintu

Gambar 4.17 merupakan hasil dari API *remote* pintu yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/remote-access”. Untuk membuka atau mengunci pintu secara jarak jauh melalui koneksi internet operator akan mengirimkan identitas pintu yang dituju serta aktivitas yang dilakukan seperti *lock* atau *open* yang menjelaskan aktivitas membuka dan mengunci pintu, kemudian *server* akan memeriksa permintaan dan mengirimkan perintah ke perangkat kunci pintu melalui koneksi *websocket* seperti yang terlihat pada Gambar 4.18 di bawah.

The screenshot shows a Notepad++ window with the title 'D:\download\websocket.log - Notepad++'. The log file contains several lines of JSON messages. Some lines are highlighted in blue. The log starts with a connection message from a client and ends with a series of messages from the server. The highlighted lines show a client sending a 'pusher:ping' message and a server responding with a 'pusher:pong' message. Other lines show a client sending a 'door-command' message and a server responding with a 'presence' message.

```

877 Pc8LLXsNgnzmq2x9vV2U: connection id 350611825.967385339 received message:
{"event":"pusher:ping","data":{}}
878 Connection id 350611825.967385339 sending message {"event":"pusher:pong"}
879 Connection id 123981025.486971429 sending message
{"channel":"presence-office.bbdba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{("user_id":"\\"a59a57d3-e22e-469e-872f-f88dc31d0841\\","door_id":\\"411d7d9b-53a8-494d-9cb4-54266e7e3aa5\\","locking":\\"open\\","key":\\"18fyj6fibzrf9i0yxwcs\\")}}
880 Connection id 350611825.967385339 sending message
{"channel":"presence-office.bbdba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{("user_id":"\\"a59a57d3-e22e-469e-872f-f88dc31d0841\\","door_id":\\"411d7d9b-53a8-494d-9cb4-54266e7e3aa5\\","locking":\\"open\\","key":\\"18fyj6fibzrf9i0yxwcs\\")}}

```

Gambar 4.18 Aktivitas *door remote*

Gambar 4.18 di atas memperlihatkan aktivitas *websocket* pada *server*, pada saat API *remote* pintu dipanggil maka *server* akan mengirimkan perintah ke perangkat kunci pintu pada *channel* yang sudah ditentukan. *WebSocket* akan mengirimkan data identitas dari pintu, aktivitas yang harus dilakukan serta kode kunci dari pintu tersebut. Sebagai tambahan untuk pencatatan riwayat aktivitas maka ditambahkan identitas aktor yang melakukan *request* ke API tersebut.

4.1.14 API Door Login

API *door login* digunakan oleh setiap perangkat kunci pintu untuk mendapatkan token akses. Setiap pintu akan mengirimkan *username* dan *password* yang dimiliki untuk mendapatkan token akses. Hasil dari API *door login* dapat dilihat pada Gambar 4.19 di bawah.

The screenshot shows the Postman interface with the following details:

- Request URL:** {{site-url}}/door/login
- Method:** POST
- Body:** form-data

Key	Value
device_name	cc:db:a7:5a:34:80
device_pass	t6ux4kqv9wichpuo3ivn
- Response Status:** 200 OK
- Response Time:** 904 ms
- Response Size:** 489 B
- Response Content (Pretty):**

```

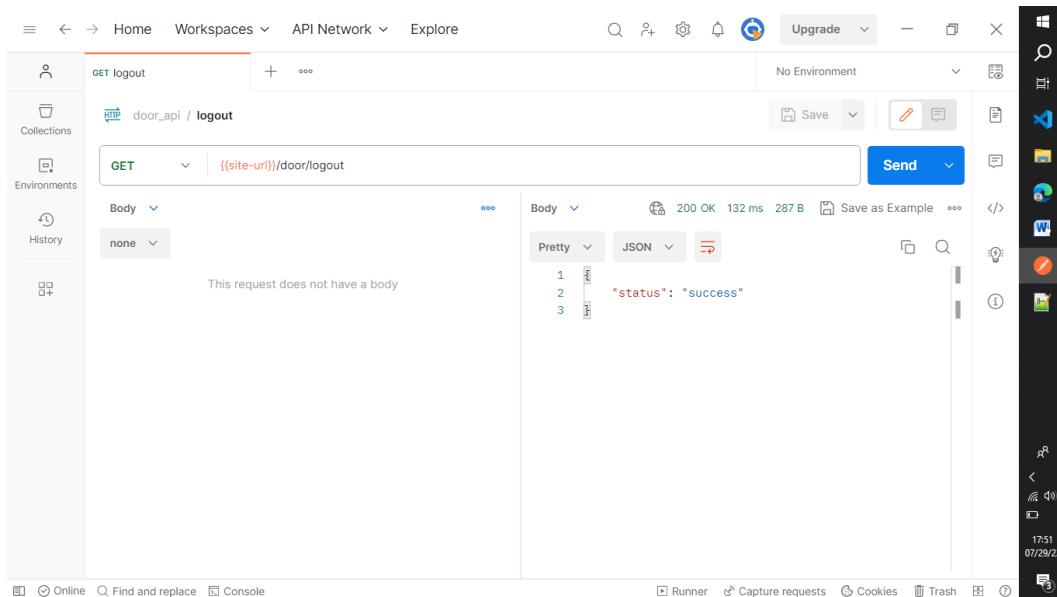
1 "status": "success",
2 "data": {
3   "office_id": "bbdba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6",
4   "door_id": "bf2e7662-fc30-42b8-b6ab-7513a1d34b2c",
5   "door_name": "Lab Teknologi Informatika"
6 },
7 "token": "145|0nXnY1inGyY8mpHwXsBA7bpvmJ6GZyAfjUs2Qq37"
8
9
  
```

Gambar 4.19 Hasil API *door login*

Gambar 4.19 di atas merupakan hasil dari API *door login* yang dikirimkan melalui *endpoint* “/door/login”. Setiap pintu akan mengirimkan *device_name* sebagai *username* dan *device_pass* sebagai *password* untuk mendapatkan token akses. Jika *login* berhasil maka API akan memberikan respon berupa token akses disertai dengan data pendukung seperti identitas gedung dan identitas pintu. Namun jika gagal maka API akan memberikan respon *login gagal*.

4.1.15 API Door Logout

API *door logout* digunakan untuk menghapus semua token yang dimiliki oleh pintu tersebut. Sesekali pintu akan melakukan permintaan *logout* untuk menghapus semua token yang disimpan di dalam *database*. Hasil dari API *door logout* dapat dilihat pada Gambar 4.20 di bawah.

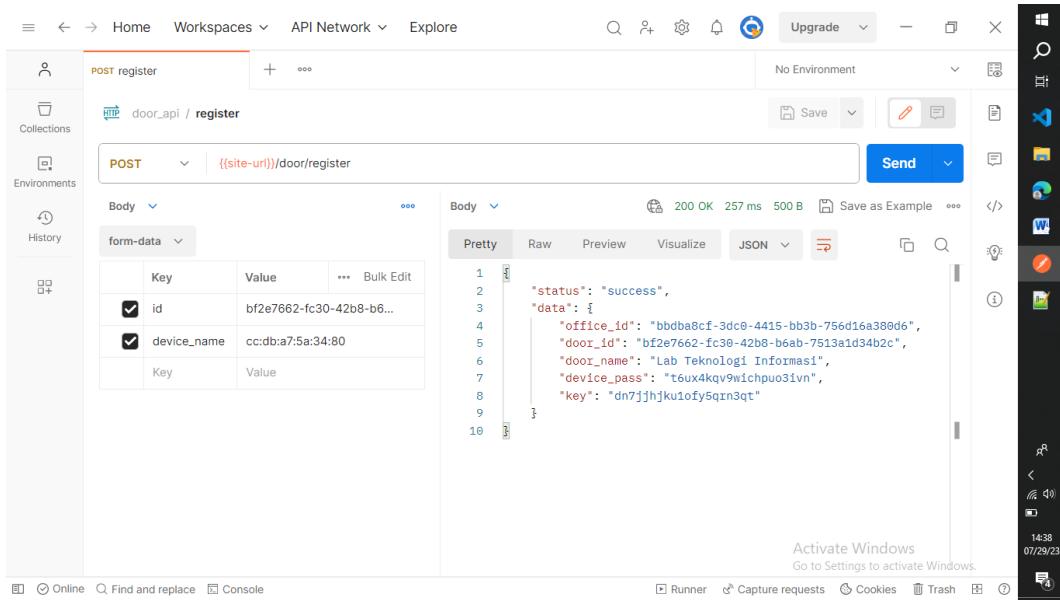


Gambar 4.20 Hasil API *door logout*

Gambar 4.20 di atas merupakan hasil dari API *door logout* yang dikirimkan melalui *endpoint* “/door/logout”. Pintu akan mengirimkan permintaan dengan melampirkan token akses yang digunakan untuk autentikasi, jika autentikasi berhasil maka API akan memberikan respon berhasil atau sukses.

4.1.16 API Door Register

API *door register* digunakan oleh perangkat kunci pintu untuk mendaftarkan perangkat penguncian ke *server* sehingga perangkat tersebut dapat dikenali dan dapat diatur kinerjanya oleh *server*. Pada proses pendaftaran *server* akan memperbarui data pintu pada *database*, pada proses pendaftaran *server* juga akan memberikan *password* acak yang digunakan oleh perangkat penguncian untuk melakukan proses autentikasi *login*. Hasil dari API *door register* dapat dilihat pada Gambar 4.21 di bawah.

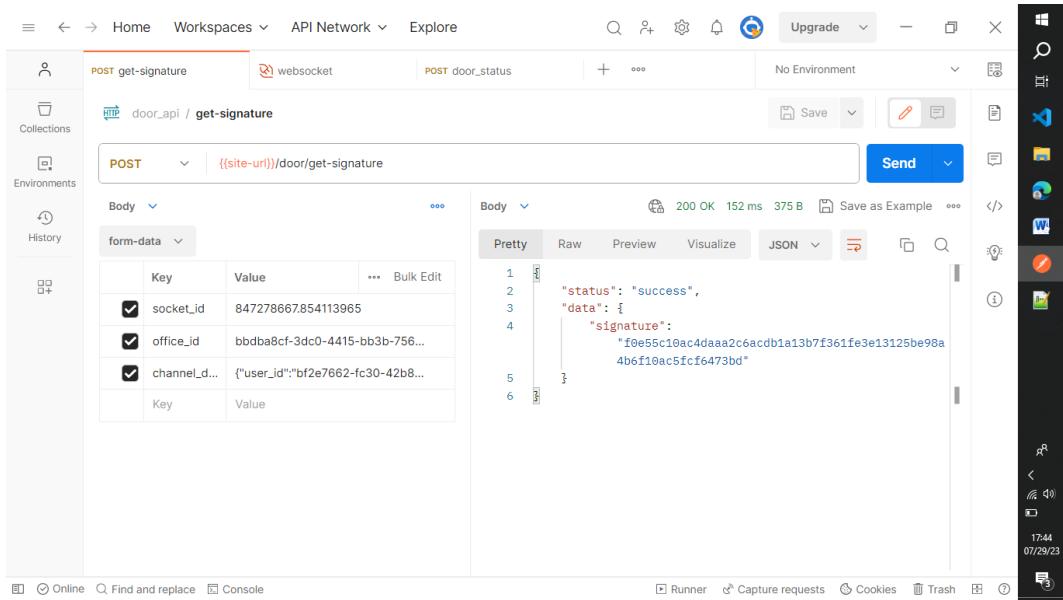


Gambar 4.21 Hasil API door register

Gambar 4.21 di atas merupakan hasil dari API *door register* yang dikirimkan melalui *endpoint* “/door/register”. Perangkat kunci pintu akan mengirimkan identitas unik yang nantinya akan digunakan sebagai nama perangkat yang dikenali oleh *server*. Jika proses pendaftaran berhasil maka API akan memberikan respon sukses dan mengirimkan data seperti identitas pintu, identitas gedung dan juga *password* acak untuk melakukan proses *login*. Dengan menggunakan *password* acak maka *password* tersebut hanya diketahui oleh *server* dan perangkat penguncian sehingga akan meningkatkan keamanan sistem.

4.1.17 API Door Signature

API *door signature* digunakan oleh perangkat kunci pintu untuk mendapatkan kunci *websocket*. Komunikasi antara *server* ke perangkat kunci pintu dilakukan menggunakan *websocket*, dengan menggunakan *websocket* maka *server* dapat langsung memberikan perintah ke perangkat kunci pintu tanpa harus menunggu *polling* yang dilakukan oleh perangkat kunci pintu. Untuk mengamankan jalur komunikasi *websocket* ini menggunakan kunci *signature* yang harus dikirimkan oleh perangkat kunci untuk bisa terhubung dan menerima perintah melalui koneksi *websokcet*. Hasil dari API *door signature* dapat dilihat pada Gambar 4.22 di bawah.

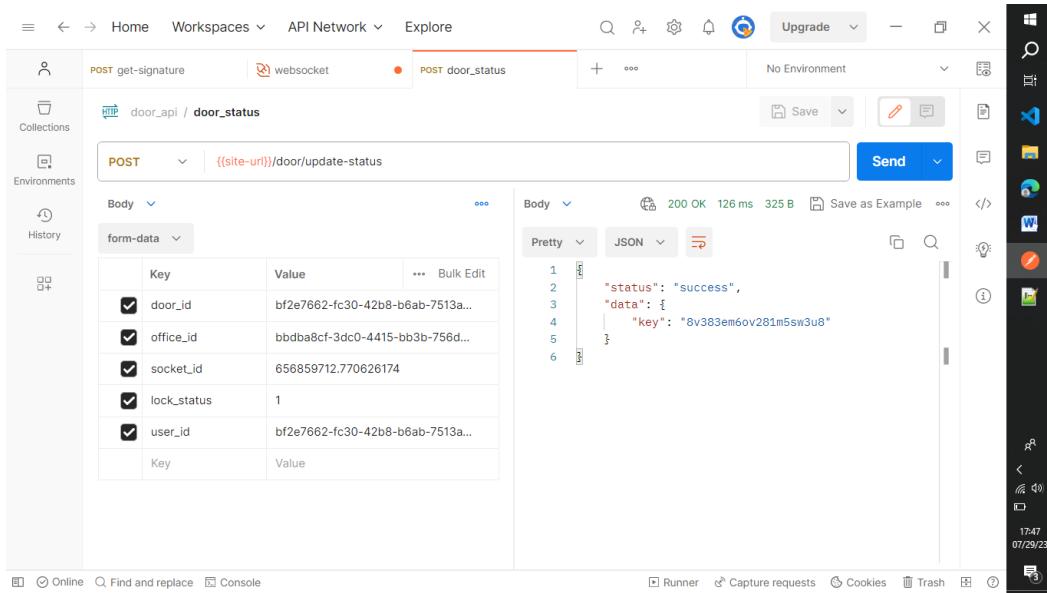


Gambar 4.22 Hasil API *door signature*

Gambar 4.22 di atas merupakan hasil dari API *door signature* yang dikirimkan melalui *endpoint* “/api/signature”. Perangkat kunci pintu akan mengirimkan identitas *socket* yang sudah terjalin disertai dengan data pendukung seperti identitas gedung, identitas pintu dan tentunya token akses, kemudian *server* akan membuat kunci *signature* yang dapat digunakan untuk terhubung ke *channel* websocket. Dengan adanya proses autentikasi dengan menggunakan *signature* maka jalur komunikasi websocket akan lebih aman dikarenakan hanya pengguna yang memiliki kode *signature* yang sesuai yang dapat men-*subscribe* ke *channel* untuk mendapatkan data pada jalur *websocket*.

4.1.18 API *Door Update Status*

API *door update* status digunakan oleh perangkat kunci pintu untuk memperbarui status penguncian pintu, jika ada perubahan status pintu seperti terkunci atau terbuka maka perangkat kunci pintu akan mengirimkan status tersebut ke *server*. Proses *update* status ini akan memastikan adanya perubahan kondisi pada pintu sehingga jika ada perintah yang dikirimkan ke perangkat kunci pintu maka perangkat kunci pintu hanya akan memberikan respon jika perubahan benar-benar terjadi dan memastikan bahwa perintah sudah benar-benar dikerjakan. Hasil dari API *update* status dapat dilihat pada Gambar 4.23 di bawah.

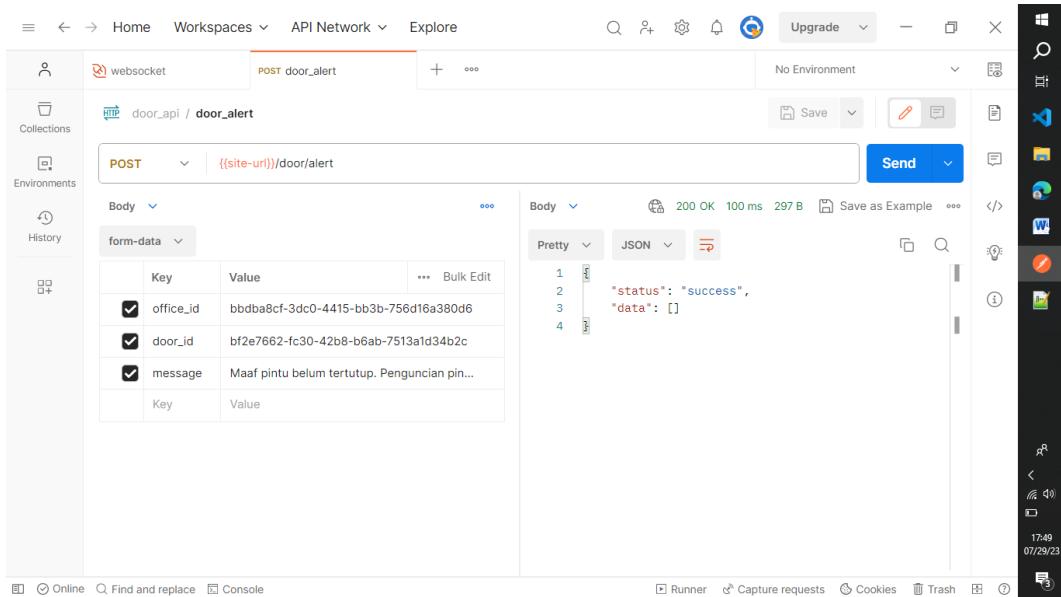


Gambar 4.23 Hasil API *door update* status

Gambar 4.23 di atas merupakan hasil dari API *update* status yang dikirimkan melalui *endpoint* “/door/update-status”. Perangkat kunci pintu akan mengirimkan data pendukung seperti identitas pintu, identitas gedung, identitas *socket*, status penguncian dan identitas aktor yang melakukan kegiatan tersebut. Jika data yang dikirimkan sesuai maka *server* akan mengembalikan respon status sukses yang mengirimkan kunci pintu baru. Setiap melakukan *update* status maka *server* akan memberikan kunci pintu baru sehingga kunci pada setiap pintu bersifat dinamis, hal ini dimaksudkan untuk memperkuat keamanan sistem penguncian dengan menggunakan kode kunci pintu yang berubah-ubah untuk melakukan autentikasi.

4.1.19 API *Door Alert*

API *door alert* digunakan oleh perangkat kunci pintu untuk mengirimkan status peringatan ke *server*, peringatan yang dikirimkan dapat berupa pintu yang terbuka tanpa autentikasi yang sah atau juga pintu dalam kondisi terbuka sehingga menghalangi perintah penguncian untuk dijalankan. Hasil dari API *door alert* dapat dilihat pada Gambar 4.24 di bawah. Dengan adanya sistem peringatan ini maka sistem dapat dengan cepat kondisi yang tidak normal yang terjadi pada pintu-pintu yang sudah terpasang sehingga informasi tersebut dapat tersampaikan dengan cepat untuk segera ditindaklanjuti lebih dalam.



Gambar 4.24 Hasil API door alert

Gambar 4.24 merupakan hasil dari API *door alert* yang dikirimkan melalui endpoint “/door/alert”. Perangkat kunci pintu akan mengirimkan identitas pintu, identitas gedung dan pesan peringatan. Jika data yang dikirimkan sesuai maka server akan memberikan respon status sukses dan mengirimkan peringatan ke operator melalui koneksi *websocket* seperti yang terlihat pada Gambar 4.25 di bawah.

D:\download\websocket.log - Notepad++

File Edit Search View Encoding Language Settings Tools Macro Run Plugins Window ?

websocket.log

```
\\"key":\\"b634bmb6a906glsd292w\\\""}}
941 Pc8LLXsNgnzmq2x9vV2U: connection id 350611825.967385339 received message:
{"event":"pusher:ping","data":{}}
942 Connection id 350611825.967385339 sending message {"event":"pusher:pong"}
943 Connection id 123981025.486971429 sending message
{"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":
"door-alert","data":{"\"name\": \"Lab Telekomunikasi\", \"message\": \"Pintu
masih terbuka tidak bisa dikunci, menunggu pintu tertutup ...\""}}
944 Connection id 350611825.967385339 sending message
{"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":
"door-alert","data":{"\"name\": \"Lab Telekomunikasi\", \"message\": \"Pintu
masih terbuka tidak bisa dikunci, menunggu pintu tertutup ...\""}}
Search results (1302 hits)
Line 873: Connection id 350611825.967385339 sending message {"event":"pusher_internal:subscription_succeeded","channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","data":{}}
Line 873: Connection id 350611825.967385339 sending message {"event":"pusher_internal:subscription_error","channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","data":{}}
Line 874: Connection id 123981025.486971429 sending message {"event":"pusher_internal:subscription_error","channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","data":{}}
Line 875: Connection id 123981025.486971429 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 880: Connection id 350611825.967385339 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 883: Connection id 123981025.486971429 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 884: Connection id 350611825.967385339 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 893: Connection id 123981025.486971429 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 894: Connection id 350611825.967385339 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 898: Connection id 123981025.486971429 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 904: Connection id 350611825.967385339 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 909: Connection id 123981025.486971429 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 910: Connection id 350611825.967385339 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 923: Connection id 123981025.486971429 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 924: Connection id 350611825.967385339 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}
Line 935: Connection id 123981025.486971429 sending message {"channel":"presence-office.bbdaba8cf-3dc0-4415-bb3b-756d16a380d6","event":"door-command","data":{}}

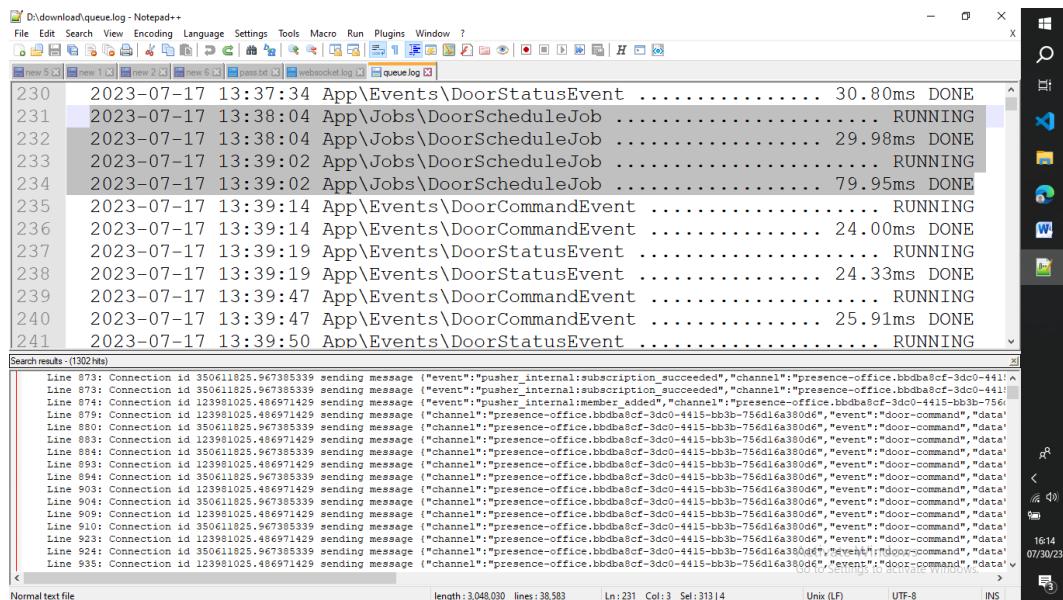
Normal text file length: 2,401,926 lines: 21,359 Ln: 943 Col: 1 Pos: 132,512 Unix (LF) UTF-8 INS
```

Gambar 4.25 Aktivitas *door alert*

Gambar 4.25 di atas merupakan aktivitas dari peringatan pintu pada koneksi *websocket*. Setiap ada peringatan yang dikirimkan oleh perangkat kunci pintu maka *server* akan mengirimkan peringatan ke operator baik pada *website* maupun aplikasi *mobile* melalui koneksi *websocket* sehingga peringatan tersebut dapat diterima oleh operator secara *realtime*.

4.1.20 Pengecekan Jadwal

Pada sistem penguncian pintu gedung terdapat fitur penjadwalan yang memungkinkan operator untuk mengatur jadwal membuka atau mengunci pintu secara otomatis pada rentang waktu tertentu. Proses pengecekan jadwal akan dilakukan secara otomatis oleh *server*, jika temukan jadwal yang harus dilaksanakan maka *server* akan mengirimkan perintah melalui koneksi *websocket* seperti yang terlihat pada Gambar 4.26 di bawah.



```

D:\download\queue.log - Notepad++
File Edit Search View Encoding Language Settings Tools Macro Run Plugins Window ?
File 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1290 1291 1292 
```

Pada Gambar 4.26 juga memperlihatkan bahwa saat proses pengecekan jadwal *server* menemukan jadwal yang harus dilaksanakan maka *server* akan mengirimkan perintah ke perangkat kunci pintu. Seperti yang terlihat pada baris 235 setelah ditemukan jadwal yang harus dilaksanakan maka *server* akan mengirimkan perintah ke perangkat kunci pintu dengan menggunakan sebuah event yaitu *DoorCommandEvent* yang akan disiarkan melalui *channel websocket*.

4.1.21 Atur Ulang Jadwal

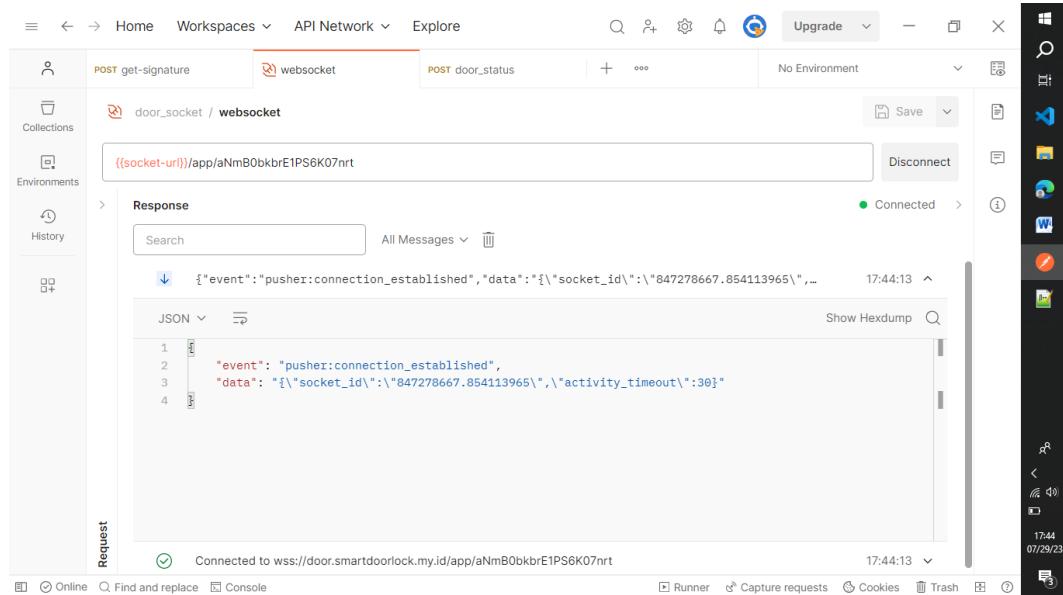
Setiap jadwal yang sudah dilaksanakan akan dihapus dari *database*, namun jika jadwal tersebut berulang maka akan diatur ulang sehingga dapat dijalankan kembali. Proses pengaturan jadwal dilaksanakan setiap 24 jam sekali seperti yang terlihat pada Gambar 4.27 di bawah.

Gambar 4.27 Atur ulang jadwal

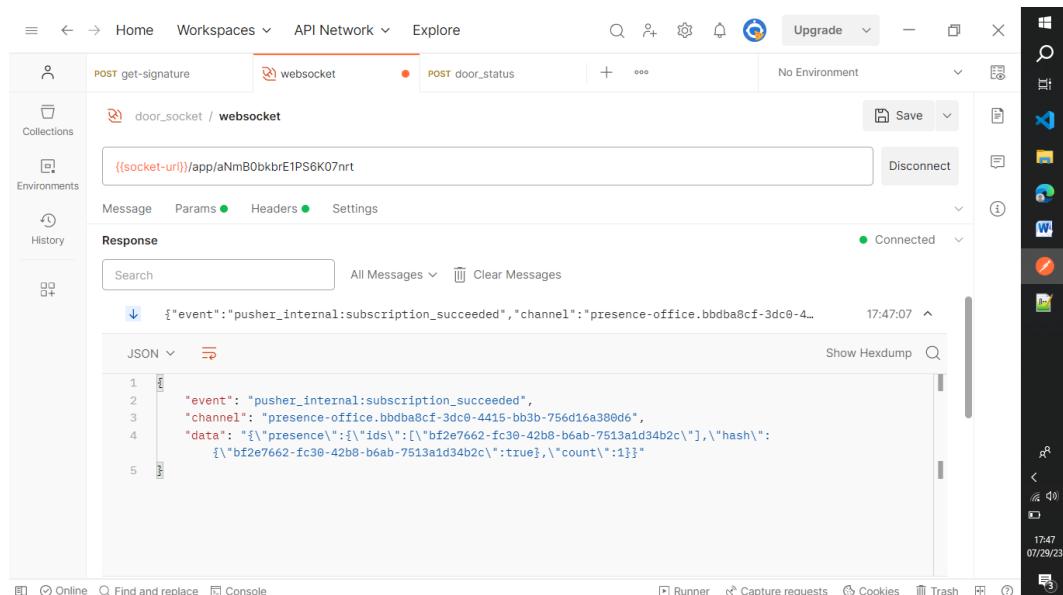
Pada Gambar 4.27 terlihat bahwa pengaturan jadwal dilakukan menggunakan sebuah job Laravel yaitu *DailyJob*. Job ini digunakan untuk menghapus jadwal yang sudah dilaksanakan atau mengatur ulang jadwal untuk kembali dilaksanakan. Pada Gambar 4.27 juga terlihat pada baris 1599 dan baris 4614 memperlihatkan proses pengaturan jadwal dilaksanakan setiap 24 jam dimulai pada tanggal 18 Juli 2023 dan proses pengaturan selanjutnya dilaksanakan pada tanggal 19 Juli 2023.

4.1.22 Komunikasi Websocket

Komunikasi *websocket* dilakukan dengan melakukan permintaan koneksi ke *endpoint websocket* yang telah disediakan oleh *server* seperti yang terlihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Koneksi *websocket* melalui *endpoint API*



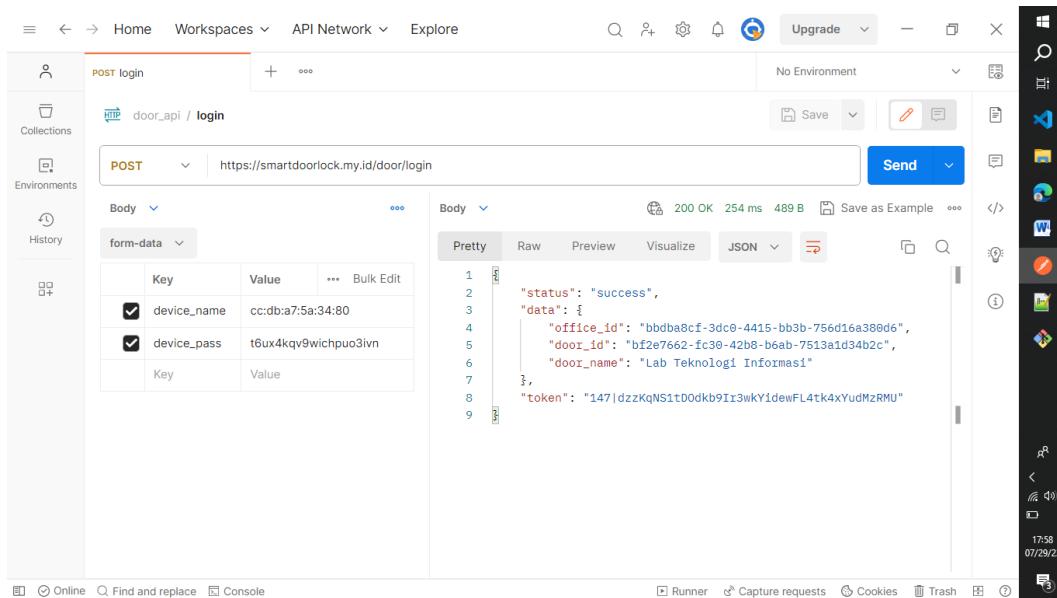
Gambar 4.29 Proses *subscribe* ke *channel websocket*

Pada Gambar 4.28 di atas terlihat proses koneksi *websocket* dimulai dengan mengirimkan permintaan ke *endpoint websocket*. Jika koneksi berhasil maka *client* akan menerima pesan berupa *event:connection_establisde* yang

menandakan koneksi *websocket* sudah berhasil. Sampai tahap ini *client* tidak akan menerima data perintah yang dikirimkan melalui *websocket*. *Client* harus men-*subscribe channel* untuk bisa mendapatkan data perintah tersebut. Pada Gambar 4.29 diperlihatkan proses *subscribe* ke *channel* dengan mengirimkan pesan *subscriber* melalui *websocket* dengan melampirkan kode *signature*, jika kode *signature* sesuai maka *server* akan mengirimkan pesan *pusher_internal:subscription_succeeded* yang menandakan proses *subscribe* berhasil.

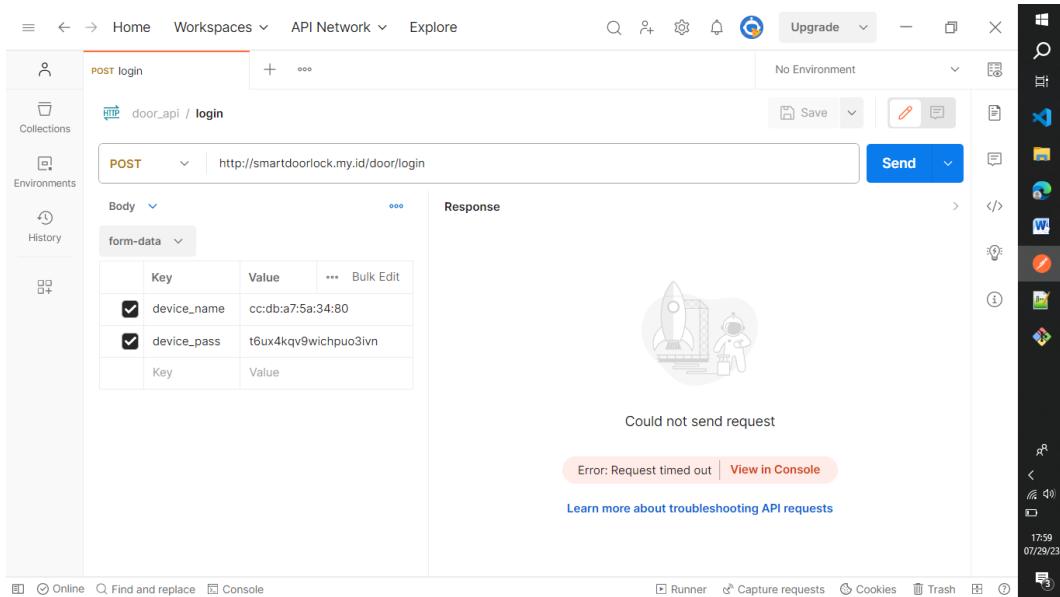
4.1.23 Koneksi HTTPS

Setiap pertukaran data pada sistem penguncian pintu gedung ini akan menggunakan koneksi HTTPS yang merupakan koneksi yang aman dengan enkripsi SSL, hal ini untuk menjamin keamanan proses transfer data. Setiap permintaan yang masuk hanya diizinkan melalui *port* 443 atau koneksi HTTPS selain melalui *port* tersebut maka permintaan akan ditolak.



Gambar 4.30 Request menggunakan HTTPS

Pada Gambar 4.30 terlihat *request* pada berhasil diterima oleh *server* dan *server* memberikan respon status terhadap permintaan yang dikirimkan. Dengan mengirimkan permintaan ke <https://smartdoorlock.my.id/api/login> berarti kita melakukan *request* menggunakan HTTPS sehingga *request* tersebut diizinkan oleh *server*.



Gambar 4.31 Request menggunakan HTTP

Pada Gambar 4.31 terlihat bahwa permintaan dikirimkan menggunakan protokol HTTP, dengan menggunakan HTTP maka *server* akan menolak permintaan tersebut dan tidak akan ditanggapi oleh *server* sehingga permintaan tersebut akan *timeout* karena *server* tidak memberikan respon terhadap permintaan tersebut.

4.2 Pengujian Fungsional

Pada pengujian fungsional berfokus pada fungsi dari fitur-fitur yang ada pada sistem. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *blackbox* dengan bantuan Postman sebagai alat pengujian. Pengujian *blackbox* merupakan sebuah metode pengujian perangkat lunak yang dilakukan tanpa memperhatikan struktur kode program di dalamnya. Tabel 4.1 menjelaskan beberapa fitur hasil implementasi dari kebutuhan fungsional pada sistem penguncian pintu gedung ini.

Tabel 4.1 Hasil pengujian fungsional

No	Kebutuhan	Hasil
1	Autentikasi <i>login</i> dan <i>logout</i>	Tersedia
2	Ganti <i>password</i>	Tersedia
3	<i>Reset password</i>	Tersedia

Tabel 4.1 (lanjutan)

No	Kebutuhan	Hasil
4	Verifikasi <i>email</i>	Tersedia
5	Ganti profil	Tersedia
6	Lihat daftar akses	Tersedia
7	Verifikasi akses	Tersedia
8	Lihat riwayat aktivitas	Tersedia
9	Lihat daftar pintu	Tersedia
10	Membuka pintu jarak jauh	Tersedia
11	<i>Register</i> pintu baru	Tersedia
12	Koneksi websocket untuk pintu	Tersedia
13	Mendapatkan <i>signature</i>	Tersedia
14	Update status pintu	Tersedia
15	Peringatan pintu	Tersedia

4.2.1 Fungsi *Login*

Pengujian pada fungsi *login* dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi *login*, *login* dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server* disertai dengan dikirimkannya data *client* dan token akses. Hasil dari pengujian fungsi *login* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian fungsi *login*

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	<i>Login</i> dengan data benar	Melakukan <i>login</i> menggunakan <i>email</i> dan <i>password</i> yang sesuai	<i>success</i>	Berhasil
2	<i>Login</i> dengan data salah	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>email</i> atau <i>password</i> yang salah	<i>failed</i>	Gagal
3	<i>Login</i> dengan data kurang	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>email</i> saja atau <i>password</i> saja	<i>missing_parameter</i>	Gagal

Tabel 4.2 (lanjutan)

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
4	<i>Login</i> dengan data tidak terdaftar	Melakukan login dengan menggunakan <i>email</i> yang belum terdaftar	<i>missing_parameter</i>	Gagal
5	<i>Login</i> dengan format tidak sesuai	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>username</i> bukan <i>email</i>	<i>missing_parameter</i>	Gagal
6	<i>Login</i> dengan <i>email</i> belum terverifikasi	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>email</i> yang belum terverifikasi	<i>email_unverified</i>	Gagal

Dapat dilihat pada Tabel 4.2 proses *login* akan berhasil jika menggunakan *email* dan *password* yang sesuai, proses *login* juga memastikan semua parameter yang digunakan pada autentikasi tersedia dan sesuai. Pada proses pengujian menggunakan *email* yang belum terverifikasi *login* akan tertahan dengan status *email_unverified* dan menunggu *client* untuk melakukan verifikasi *email*.

4.2.2 Fungsi *Logout*

Pengujian pada fungsi *logout* dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. *Logout* dikatakan berhasil jika *client* menerima respon *success* dari *server*. Hasil dari pengujian fungsi *logout* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian fungsi *logout*

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	<i>Logout</i> dengan token	Melakukan <i>logout</i> menggunakan token yang sesuai	<i>success</i>	Berhasil
2	<i>Logout</i> tanpa token	Melakukan <i>logout</i> tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal

Tabel 4.3 (lanjutan)

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
3	<i>Login</i> dengan token salah	Melakukan <i>logout</i> dengan menggunakan token yang sudah terhapus	<i>Unauthenticated</i>	Gagal

Dapat dilihat pada Tabel 4.3 proses *logout* hanya berhasil jika menggunakan token yang sesuai, jika *client* melakukan *logout* tanpa menggunakan token atau menggunakan token yang sudah terhapus maka *logout* akan gagal dengan respon *unauthenticated* atau tidak terautentikasi.

4.2.3 Fungsi Verifikasi *Email*

Pengujian pada fungsi verifikasi *email* dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Verifikasi *email* dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. Hasil dari pengujian fungsi verifikasi *email* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil pengujian fungsi verifikasi *email*

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	Verifikasi <i>email</i> tanpa token	Melakukan verifikasi <i>email</i> tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal
2	Verifikasi <i>email</i> tidak sesuai	Melakukan verifikasi <i>email</i> menggunakan kode OTP yang salah	<i>otp_not_match</i>	Gagal
3	Verifikasi <i>email</i> kadaluarsa	Melakukan verifikasi <i>email</i> menggunakan kode OTP yang sudah kadaluarsa	<i>otp_expired</i>	Gagal
4	Verifikasi <i>email</i> sesuai	Melakukan verifikasi <i>email</i> menggunakan kode OTP yang sesuai	<i>success</i>	Berhasil
5	Verifikasi <i>email</i> token salah	Melakukan verifikasi <i>email</i> menggunakan token yang sudah terhapus	<i>Unauthenticated</i>	Gagal

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 proses verifikasi *email* hanya berhasil jika client mengirimkan kode OTP yang sesuai disertai dengan token yang sesuai. Jika proses verifikasi *email* menggunakan kode OTP yang salah atau sudah kadaluarsa maka proses verifikasi *email* akan gagal.

4.2.4 Fungsi Ganti *Password*

Pengujian pada fungsi ganti *password* dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses ganti *password* dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian ganti *password* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil pengujian fungsi ganti *password*

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	Ganti <i>password</i> tanpa token	Melakukan penggantian <i>password</i> tanpa token menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal
2	Ganti <i>password</i> dengan token salah	Melakukan penggantian <i>password</i> menggunakan token yang sudah terhapus	<i>Unauthenticated</i>	Gagal
3	Ganti <i>password</i> sesuai	Melakukan penggantian <i>password</i> sesuai	<i>success</i>	Berhasil
4	Ganti <i>password</i> minimal	Melakukan penggantian <i>password</i> dengan 3 karakter	<i>missing_parameter</i>	Gagal
5	Ganti <i>password</i> maksimal	Melakukan penggantian <i>password</i> dengan 100 karakter	<i>missing_parameter</i>	Gagal
6	Ganti <i>password</i> konfirmasi salah	Melakukan penggantian <i>password</i> dengan konfirmasi <i>password</i> berbeda	<i>missing_parameter</i>	Gagal

Pada Tabel 4.5 terlihat proses ganti *password* berhasil jika *client* mengirimkan *password* dan konfirmasi *password* sesuai, *client* juga harus mengirimkan token yang sesuai juga. Jika salah satu parameter tidak terpenuhi maka proses ganti *password* akan gagal.

4.2.5 Fungsi Reset Password

Pengujian pada fungsi *reset password* dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses *reset password* dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian reset *password* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil pengujian fungsi *reset password*

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	<i>Reset password email sesuai</i>	Melakukan <i>reset password</i> menggunakan <i>email</i> dengan format sesuai dan sesuai terdaftar	<i>success</i>	Berhasil
2	<i>Reset password email tidak sesuai</i>	Melakukan <i>reset password</i> menggunakan <i>email</i> yang belum terdaftar	<i>failed</i>	Gagal
3	<i>Reset password format email salah</i>	Melakukan <i>reset password</i> menggunakan <i>email</i> dengan format salah	<i>missing_parameter</i>	Gagal

Pada Tabel 4.6 terlihat proses reset *password* berhasil jika *client* mengirimkan alamat *email* yang sesuai, Jika *email* tidak sesuai atau belum terdaftar maka reset *password* akan gagal.

4.2.6 Fungsi Update Profil

Pengujian pada fungsi update profil dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses update profil dikatakan berhasil jika *client*

mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian update profil dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil pengujian fungsi *update* profil

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	<i>Update</i> nama minimal	Melakukan <i>update</i> profil nama menggunakan 3 karakter	<i>missing_parameter</i>	Gagal
2	<i>Update</i> nama sesuai	Melakukan <i>update</i> profil menggunakan nama sesuai	<i>success</i>	Berhasil
3	<i>Update</i> email sesuai	Melakukan <i>update</i> profil menggunakan <i>email</i> yang sesuai	<i>success</i>	Berhasil
4	<i>Update</i> email format salah	Melakukan <i>update</i> profil menggunakan <i>email</i> dengan format tidak sesuai	<i>missing_parameter</i>	Gagal
5	<i>Update</i> jenis kelamin sesuai	Melakukan <i>update</i> jenis kelamin dengan format sesuai	<i>success</i>	Berhasil
6	<i>Update</i> nomor hp sesuai	Melakukan <i>update</i> nomor hp dengan format sesuai	<i>success</i>	Berhasil
7	<i>Update</i> nomor hp tidak sesuai	Melakukan <i>update</i> nomor hp dengan format salah (digit angka kurang/lebih)	<i>missing_parameter</i>	Gagal

Pada Tabel 4.7 terlihat proses *update* profil akan berhasil jika semua data yang dikirimkan sesuai dengan format sehingga mendapatkan respon *success*, jika ada salah satu data ada yang tidak sesuai format misalnya format *email* tidak sesuai atau nomor hp kurang/more maka *update* profil akan gagal.

4.2.7 Fungsi *Update Avatar*

Pengujian pada fungsi *update* avatar dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses *update* avatar dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian *reset password* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil pengujian fungsi *update* avatar

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	<i>Update</i> avatar format sesuai	Melakukan <i>update</i> gambar avatar sesuai dengan format	<i>success</i>	Berhasil
2	<i>Update</i> avatar file besar	Melakukan <i>update</i> gambar menggunakan gambar dengan ukuran lebih dari 1 MB	<i>request entity too large</i>	Gagal
3	<i>Update</i> avatar bukan gambar	Melakukan <i>update</i> avatar menggunakan file selain gambar	<i>missing_parameter</i>	Gagal

Pada Tabel 4.8 terlihat proses *update* avatar hanya berhasil jika file yang dikirim adalah gambar dengan ukuran kurang dari 1 MB, jika data yang dikirim bukan merupakan gambar atau ukuran gambar lebih dari 1 MB maka proses *update* avatar akan gagal.

4.2.8 Fungsi Lihat Akses

Pengujian pada fungsi *update* avatar dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses update avatar dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian fungsi lihat akses dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil pengujian fungsi lihat akses

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	Lihat akses dengan token	Melakukan <i>request</i> lihat akses menggunakan token yang sesuai	<i>success</i>	Berhasil
2	Lihat akses tanpa token	Melakukan <i>request</i> lihat akses tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal

Pada Tabel 4.9 terlihat bahwa proses lihat akses akan berhasil jika permintaan dilakukan dengan menyertakan token, jika permintaan tidak menyertakan token maka permintaan akan ditolak.

4.2.9 Fungsi Lihat Pintu

Pengujian pada fungsi lihat pintu dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses lihat pintu dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. Hasil dari pengujian fungsi lihat pintu dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil pengujian fungsi lihat pintu

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	Lihat pintu tanpa token	Melakukan <i>request</i> lihat akses tanpa menggunakan token yang sesuai	<i>Unauthenticated</i>	Gagal
2	Lihat pintu dengan token pengguna	Melakukan <i>request</i> lihat akses menggunakan token yang dimiliki pengguna	<i>Unauthenticated</i>	Gagal
3	Lihat Pintu dengan token operator	Melakukan <i>request</i> lihat akses menggunakan token yang dimiliki operator	<i>success</i>	Berhasil

Pada Tabel 4.10 terlihat bahwa proses lihat pintu berhasil jika permintaan disertai dengan token operator, jika permintaan tidak menggunakan token atau

menggunakan token yang dimiliki oleh pengguna biasa maka permintaan akan ditolak.

4.2.10 Fungsi Lihat Riwayat Akses

Pengujian pada fungsi lihat riwayat akses dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses lihat riwayat akses dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian fungsi lihat riwayat akses dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil pengujian lihat riwayat akses

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	Lihat riwayat dengan token	Melakukan <i>request</i> lihat riwayat menggunakan token yang sesuai	<i>success</i>	Berhasil
2	Lihat riwayat tanpa token	Melakukan <i>request</i> lihat riwayat tanpa token menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal

Pada Tabel 4.11 terlihat bahwa proses lihat riwayat akses berhasil jika permintaan disertai dengan token yang sesuai, jika permintaan tidak menggunakan token maka permintaan akan ditolak.

4.2.11 Fungsi Verifikasi Akses

Pengujian pada fungsi verifikasi akses dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses verifikasi akses dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian fungsi lihat riwayat akses dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil pengujian fungsi verifikasi akses

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	Verifikasi akses tanpa token	Melakukan <i>request</i> lihat verifikasi akses tanpa token menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal

Tabel 4.12 (lanjutan)

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
2	Verifikasi akses dengan token	Melakukan <i>request verifikasi akses menggunakan token yang sesuai</i>	<i>success</i>	Berhasil
3	Verifikasi akses dengan <i>id</i> pintu salah	Melakukan <i>request verifikasi akses menggunakan identitas pintu yang salah</i>	<i>no_data</i>	Gagal

Pada Tabel 4.12 terlihat bahwa proses verifikasi akses berhasil jika permintaan disertai dengan token dan identitas pintu sesuai, jika identitas pintu tidak sesuai maka proses verifikasi akses akan gagal karena pintu tidak ditemukan. Jika permintaan tidak disertai dengan token maka permintaan tersebut akan ditolak.

4.2.12 Fungsi *Signature*

Pengujian pada fungsi *signature* dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses pembuatan *signature* dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian fungsi *signature* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil pengujian fungsi *signature*

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	<i>Signature</i> tanpa token	Melakukan <i>request signature</i> tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal
2	<i>Signature</i> dengan token	Melakukan <i>request signature</i> menggunakan token dan data lengkap	<i>success</i>	Berhasil
3	<i>Signature</i> data kurang	Melakukan <i>request signature</i> menggunakan data yang kurang	<i>missing_parameter</i>	Gagal

Pada Tabel 4.13 terlihat bahwa proses fungsi *signature* berhasil jika permintaan yang dikirimkan disertai dengan token dan data yang dikirimkan lengkap, jika permintaan yang dikirimkan tanpa menggunakan token atau ada data yang kurang maka permintaan akan gagal.

4.2.13 Komunikasi Websocket

Pengujian komunikasi *websocket* dilakukan untuk mengetahui kinerja dari koneksi *subscription* pada *channel websocket*. Hasil dari pengujian *websocket* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil pengujian *websocket*

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	<i>Subscription</i> dengan <i>signature</i>	Melakukan <i>subscription</i> ke <i>channel websocket</i> menggunakan <i>signature</i> yang sesuai	<i>Subscription Succeed</i>	Berhasil
2	<i>Subscription</i> tanpa <i>signature</i>	Melakukan <i>subscription</i> ke <i>channel websocket</i> tanpa menggunakan <i>signature</i>	<i>Invalid Signature</i>	Gagal
3	<i>Subscription</i> dengan <i>signature</i> salah	Melakukan <i>subscription</i> ke <i>channel websocket</i> menggunakan <i>signature</i> yang tidak sesuai	<i>Invalid Signature</i>	Gagal

Pada Tabel 4.14 terlihat bahwa proses *subscription* pada *channel websocket* berhasil jika menggunakan kode *signature* yang sesuai, jika tidak menggunakan kode *signature* atau menggunakan kode *signature* yang salah maka proses *subscription* akan gagal.

4.2.14 Fungsi *Update Status Pintu*

Pengujian pada fungsi *update status pintu* dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses *update status pintu* dikatakan berhasil jika

client mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian fungsi update status pintu dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil pengujian fungsi *update* status pintu

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	<i>Update</i> status tanpa token	Melakukan <i>update</i> status pintu tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal
2	<i>Update</i> status dengan token	Melakukan <i>update</i> status pintu dengan menggunakan token dan data lengkap	<i>success</i>	Berhasil
3	<i>Update</i> status data tidak lengkap	Melakukan <i>update</i> status pintu dengan menggunakan data yang tidak lengkap	<i>missing_parameter</i>	Gagal
4	<i>Update</i> status id pintu salah	Melakukan <i>update</i> status pintu menggunakan data identitas pintu yang salah	<i>failed</i>	Gagal

Pada Tabel 4.15 terlihat bahwa proses *update* status pintu berhasil jika *request* dikirimkan dengan token dan data yang lengkap, jika ada data yang kurang lengkap atau tidak disertai dengan token akan *request* tersebut akan gagal.

4.2.15 Fungsi Peringatan Pintu

Pengujian pada fungsi peringatan pintu dilaksanakan untuk memeriksa kinerja dari fungsi tersebut. Proses peringatan pintu dikatakan berhasil jika *client* mendapatkan respon *success* dari *server*. hasil dari pengujian fungsi peringatan pintu dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil pengujian fungsi peringatan pintu

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	Peringatan pintu tanpa token	Mengirim peringatan pintu tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal

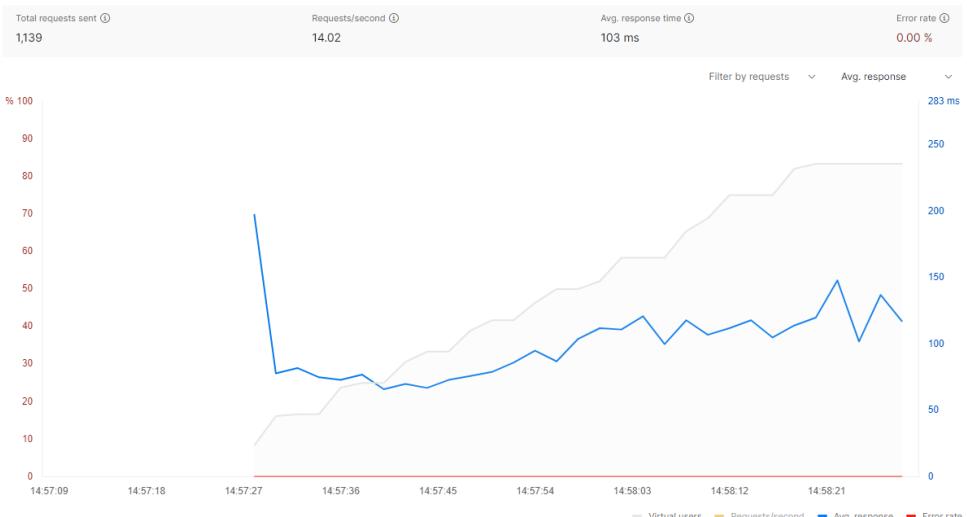
Tabel 4.16 (lanjutan)

No	Nama	Bentuk Pengujian	Respon	Hasil
1	Peringatan pintu tanpa token	Mengirim peringatan pintu tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>	Gagal
2	Peringatan pintu sesuai	Mengirim peringatan pintu dengan menggunakan token dan data lengkap	<i>success</i>	Berhasil
3	Peringatan pintu data tidak lengkap	Mengirim peringatan pintu dengan menggunakan data yang tidak lengkap	<i>missing_parameter</i>	Gagal
4	Peringatan pintu <i>id</i> pintu salah	Mengirim peringatan pintu menggunakan data identitas pintu yang salah	<i>failed</i>	Gagal

Pada Tabel 4.16 terlihat bahwa proses peringatan pintu berhasil jika *request* dikirimkan dengan token dan data yang lengkap, jika ada data yang kurang lengkap atau tidak disertai dengan token akan *request* tersebut akan gagal.

4.3 Pengujian Non Fungsional

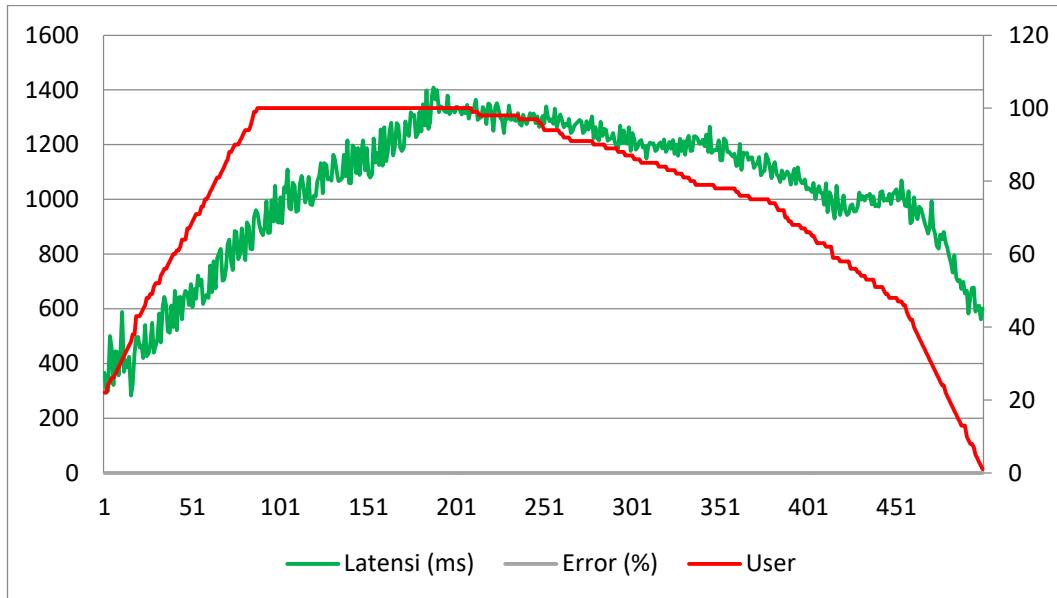
Pengujian non fungsional berfokus pada karakteristik dari sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Postman dan Jmeter dengan cara memberikan beberapa *request* secara bersamaan.

**Gambar 4.32** Hasil pengujian performa API

Dapat dilihat pada Gambar 4.32, pada pengujian API secara keseluruhan dengan menggunakan 10 pengguna secara bersamaan menunjukkan waktu respon rata-rata 104 milidetik dengan waktu respon tertinggi 148 milidetik dan rasio error 0%.

4.3.1 Pengujian Performa Verifikasi Akses

Pada sistem penguncian pintu gedung ini kemungkinan pengguna melakukan permintaan akses secara bersamaan, secara teori semakin banyak pengguna yang mengirimkan *request* maka waktu respon akan semakin meningkat. Oleh karena itu dilakukan pengujian untuk melihat kemampuan sistem dalam menangani permintaan akses tersebut.

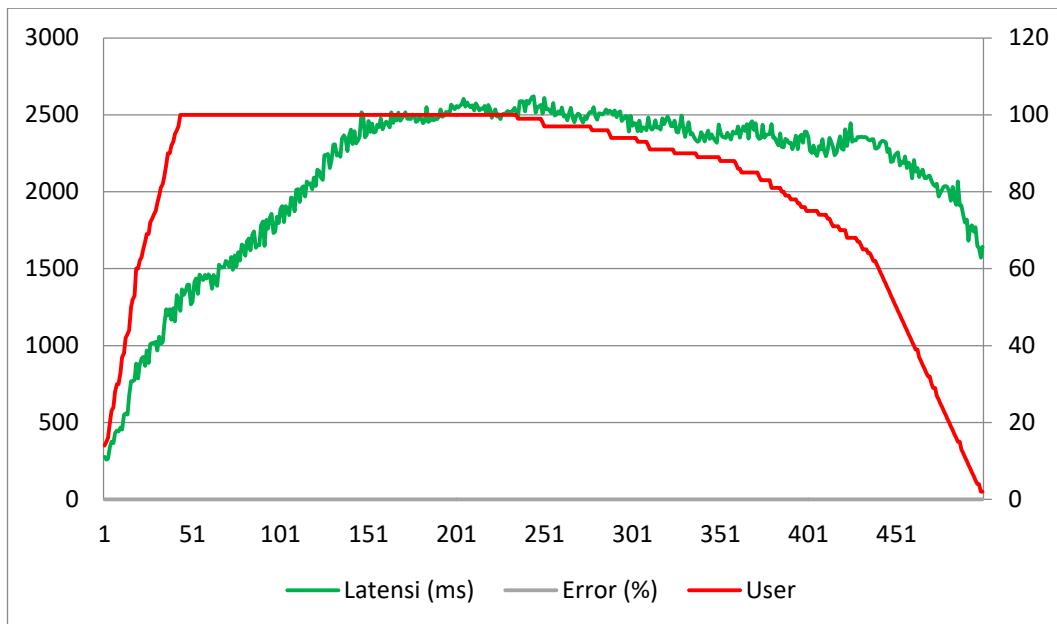


Gambar 4.33 Grafik hasil pengujian performa verifikasi akses

Gambar 4.33 merupakan hasil pengujian fungsi verifikasi akses menggunakan Jmeter. Pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi beban permintaan verifikasi akses sebanyak 100 pengguna berbeda secara bersamaan. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa pada puncak jumlah pengguna sistem membutuhkan waktu rata-rata 1.3 detik untuk memberikan respon ke pengguna dengan rasio error 0.0%.

4.3.2 Pengujian Performa *Update Status Pintu*

Setiap terjadi perubahan status pada pintu maka perangkat penguncian akan langsung mengirimkan status perubahan ke *server*. Dalam prosesnya dimungkinkan beberapa pintu mengirimkan status perubahan secara bersamaan sehingga dapat mempengaruhi kinerja dari sistem.



Gambar 4.34 Grafik hasil pengujian performa update status pintu

Gambar 4.34 merupakan hasil pengujian performa update status pintu menggunakan Jmeter. Proses pengujian mendapatkan hasil bahwa pada beban 100 pintu berbeda melakukan update status secara bersamaan maka sistem memerlukan waktu respon rata-rata 2.5 detik dengan rasio error 0.0%.

4.3.3 Pengujian Performa Penjadwalan

Pada proses penjadwalan maka sistem akan melakukan pemeriksaan data jadwal pada *database* setiap 1 menit, oleh karena itu metode pengecekan jadwal diharuskan selesai dilaksanakan sebelum proses pemeriksaan selanjutnya dijalankan.



Gambar 4.35 Grafik hasil pengujian performa penjadwalan

Pengujian dilakukan dengan mencatat waktu pemeriksaan untuk setiap jadwal, yaitu terdapat 11 titik pengujian dimulai dari 1 jadwal sampai 100 jadwal dengan masing-masing jadwal terdapat 20 pintu. Dapat dilihat pada Gambar 4.35 di atas, semakin besar jumlah jadwal yang ada maka waktu yang diperlukan pada proses penjadwalan akan semakin lama dimana untuk 1 jadwal memerlukan waktu 96.00 milidetik dan 100 jadwal memerlukan waktu 3641.14 milidetik. Dari hasil pengujian menggunakan 100 jadwal waktu yang diperlukan yaitu 3.6 detik dimana nilai tersebut masih di bawah dari periode pengecekan jadwal (1 menit) sehingga sistem masih dapat menangani 100 proses penjadwalan dengan aman.

4.4 Pembahasan

Pengembangan sistem *database* dan *server* serta sistem keamanan kunci pintu gedung dengan akses kontrol ini merupakan bagian dari pengembangan sistem penguncian gedung berbasis IoT yang dibangun dengan tujuan untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi pengelolaan kunci pada sebuah gedung dimana di dalam satu gedung tersebut terdapat banyak ruangan. Sistem yang dibangun dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi penguncian dengan menggunakan beberapa fitur seperti kode QR, kendali jarak jauh, peringatan penerobosan dan penjadwalan.

Perancangan metode *access control* bertujuan untuk menerapkan metode penguncian yang baru untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan kunci pintu pada sebuah gedung. metode yang dikembangkan yaitu menggunakan konsep *access control list* untuk melakukan pemeriksaan setiap pengguna yang akan membuka kunci pintu, jika pengguna tersebut terdaftar di dalam *database* dan memiliki akses pada pintu tersebut maka pengguna akan diberikan kode kunci yang dapat digunakan untuk membuka kunci pintu.

Perancangan *database* dan *server* pada sistem keamanan kunci pintu menggunakan metode waterfall, pengembangan dilakukan secara berurutan dimulai dari proses pengumpulan kriteria kebutuhan, implementasi sampai ke pengujian dan pengiriman. Sistem *server* dibangun menggunakan sistem operasi Ubuntu 20.04 dengan *database* MySQL dan *backend* API Laravel. Penggunaan Ubuntu sebagai *server* memberikan banyak kemudahan seperti adanya dukungan *cronjob* sebagai mekanisme penjadwalan dan Nginx sebagai HTTP *server* yang ringan dan cepat. Laravel dan MySQL digunakan sebagai bagian dari *backend* dengan memanfaatkan beberapa fitur seperti autentikasi, penyiaran, penjadwalan yang disediakan oleh Laravel serta *database* relasional yang disediakan oleh MySQL. Pada tahap pengujian menggunakan alat pengujian seperti Jmeter dan Postman, Hasil dari proses pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan kinerja yang diinginkan dan juga dapat menangani banyak pengguna secara bersamaan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Metode *access control* yang digunakan pada penelitian ini dapat meningkatkan keamanan penguncian pada pintu gedung dibuktikan dengan hasil pengujian pada proses verifikasi akses yang mana hanya pengguna tertentu yang dapat membuka kunci pintu sesuai dengan izin yang diberikan oleh operator.
2. Metode penjadwalan yang dirancang pada penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi penguncian pada sebuah gedung dibuktikan pada hasil pengujian penjadwalan untuk membuka 20 pintu hanya membutuhkan waktu 96.00 milidetik.
3. API yang telah dikembangkan menggunakan Laravel pada penelitian ini secara umum dapat menangani permintaan secara bersamaan dengan waktu respon sekitar 140 milidetik dengan rasio *error* 0%.
4. Pada *endpoint* API yang kemungkinan besar akan diakses secara bersamaan seperti verifikasi akses memerlukan waktu respon 1.3 detik pada beban 100 *request* bersamaan sedangkan untuk *endpoint update* status pintu memerlukan waktu 2.5 detik pada beban 100 *request* bersamaan.
5. Proses penjadwalan 100 jadwal pintu memerlukan waktu eksekusi sebesar 3.6 detik sehingga proses penjadwalan dapat berjalan dengan aman menggunakan periode pengecekan jadwal 1 menit sekali.

5.2 Saran

Setelah dilakukan proses perancangan dan pengujian didapatkan beberapa hal yang dapat diperbaiki atau ditingkatkan yaitu perlu adanya perancangan lebih lanjut untuk mempercepat respon *server* terutama pada beban *request* yang berat seperti kondisi adanya banyak permintaan secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Y. Sun, Y. Pernando, and M. I. Safari, “Perancangan Sistem IoT pada Smart Door Lock Menggunakan Aplikasi BLYNK,” *JUTSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 1, no. 3, pp. 289–296, 2021, doi: 10.33330/jutsi.v1i3.1360.
- [2] I. Hermawan, D. Arnaldy, P. Oktivasari, and D. A. Fachrudin, “Development of Intelligent Door Lock System for Room Management Using Multi Factor Authentication,” vol. 16, no. 1, pp. 1–14, 2023.
- [3] F. As *et al.*, “Design and Construction of a Smart Door Lock With an Embedded Spy-Camera,” *J. Multidiscip. Eng. Sci. Technol.*, vol. 8, no. October, pp. 2458–9403, 2021, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/354872757>
- [4] A. Jain, V. L. Kalyani, and B. Nogiya, “RFID and GSM Based Attendance Monitoring System using door locking / unlocking system and Its Hardware Implementation,” *J. Manag. Eng. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 5–10, 2015.
- [5] M. Kasyful Anwar, “Perancangan Database IoT Berbasis Cloud dengan Restful API Cloud-Based IoT Database Design with Restful API,” vol. 20, no. 2, pp. 268–279, 2021.
- [6] S. Artikel, “Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi Pembangunan Auto Backup SQL Database Server Menggunakan Raspberry Pi : Studi Kasus,” vol. 03, pp. 130–137, 2018.
- [7] P. Simanjuntak, C. E. Suharyanto, and Jamilah, “Analisis Penggunaan Access Control List (Acl) Dalam Jaringan Komputer Di Kawasan,” *Isd*, vol. 2, no. 2, pp. 122–128, 2017.
- [8] Y. Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.

- [9] R. F. Ramadhan and R. Mukhaiyar, “Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi,” vol. 1, no. 2, pp. 129–134, 2020.
- [10] Nirsal, Rusmala, and Syafriadi, “Desain Dan Implementasi Sistem Pembelajaran Berbasis E-Learning Pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Pakue Tengah,” *J. Ilm. d'Computare*, vol. 10, pp. 30–37, 2020, [Online]. Available: <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- [11] C. Bestari Gea, K. Juri Damai Lase, M. Syamsudin, P. Studi Informatika, F. Sains dan Komputer, and U. Kristen Immanuel Yogyakarta, “Implementasi Virtual Private Server untuk Mini Hosting,” *J. InFact Sains dan Komput.*, vol. 7, no. 02, pp. 5–9, 2023.
- [12] B. Robert and E. B. Brown, “Pengembangan Distro Ubuntu untuk Aplikasi Game Center,” no. 1, pp. 1–14, 2010.
- [13] F. Nabawi and A. B. Susanto, “Perancangan Sistem Keamanan Server Linux Ubuntu 18 . 04 dengan Metode Ufw Firewall , Hardening , Chmod dan Chown pada UNUSIA Jakarta Abstrak Pendahuluan,” vol. 7, no. 4, 2022.
- [14] A. Aziz and T. Tampati, “Analisis Web Server untuk Pengembangan Hosting Server Institusi: Pembandingan Kinerja Web Server Apache dengan Nginx,” vol. 1, no. 2, pp. 12–20, 2015.
- [15] M. Meng, S. Steinhardt, and A. Schubert, “Application Programming Interface Documentation : Application Programming Interface Documentation : What Do Software Developers Want ?,” no. March, 2019, doi: 10.1177/0047281617721853.
- [16] A. B. Warsito, A. Ananda, and D. Triyanjaya, “Penerapan Data JSON Untuk Mendukung Pengembangan Aplikasi Pada Perguruan Tinggi Dengan Teknik Restfull Dan Web Service,” *Technomedia J.*, vol. 2, no. 1, pp. 26–36, 2017, doi: 10.33050/tmj.v2i1.313.
- [17] S. Kosasi, I. D. Ayu, E. Yuliani, and G. Syarifudin, “Implementasi Arsitektur Model View Controller pada Website Toko Online

- Implementation of Model View Controller Architecture on Online Store Website,” vol. 3, no. 2, pp. 135–150, 2021, doi: 10.30812/bite.v3i2.1566.
- [18] D. Purnama Sari and R. Wijanarko, “Implementasi Framework Laravel pada Sistem Informasi Penyewaan Kamera (Studi Kasus di Rumah Kamera Semarang),” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 1, p. 32, 2020, doi: 10.36499/jnrpl.v2i1.3190.
 - [19] A.-I. A.B., “Implementasi Teknologi Websocket dalam Pengembangan Sistem Berbagi Lokasi Berbasis Web,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 9, pp. 950–959, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
 - [20] C. Asiminidis, G. Kokkonis, and S. Kontogiannis, “Database Systems Performance Evaluation for IoT Applications,” *SSRN Electron. J.*, no. November 2019, 2019, doi: 10.2139/ssrn.3360886.

BIODATA MAHASISWA



Nama : Muhammad Khoiril Wafi
NIM : 21060119140133
Konsentrasi : Teknologi Informasi
Tempat Tanggal Lahir : Demak, 4 Maret 2001
Alamat Sekarang : Jl. Baskoro Raya No. 61, RT.03 /
RW.07, Tembalang, Kec.
Tembalang, Kota Semarang,
Jawa Tengah 50275
Alamat Email : khoirilwafi123@gmail.com
Nama Orang Tua : Muarifin
Alamat Orang Tua : Jl. Putrajaya No. 06 02/06 Desa
Karangrejo Kec. Bonang Kab.
Demak
IPK : 3.54

Pengalaman dan Prestasi yang Pernah Diraih:

Nama pengalaman / prestasi	Tahun
Sertifikasi Huawei Datacom	2021
Kerja Praktek Kominfo Demak	2022

Semarang, 8 September 2023

(Muhammad Khoiril Wafi)
NIM. 21060119140133

LAMPIRAN A
SENARAI PROGRAM LARAVEL

A. Migrasi Database

```
Schema::create('users', function (Blueprint $table) {
    // identifier
    $table->uuid('id')->primary();
    $table->uuid('added_by')->nullable();

    // authentication parameter
    $table->string('email')->unique();
    $table->string('password');
    $table->rememberToken();

    // profile
    $table->string('name')->unique();
    $table->string('phone')->unique();
    $table->enum('gender', ['laki-laki', 'perempuan']);
    $table->enum('role', ['moderator', 'operator',
        'pengguna']);
    $table->string('avatar')->nullable();

    // timestamp data
    $table->timestamp('email_verified_at')->nullable();
    $table->timestamps();
});

Schema::table('users', function (Blueprint $table) {
    // self-reference relation
    $table->foreign('added_by')->references('id')
        ->on('users')
        ->onUpdate('cascade')
        ->onDelete('restrict');
});

Schema::create('offices', function (Blueprint $table) {
    // identifier
    $table->uuid('id')->primary();

    // data
    $table->string('name');
    $table->uuid('user_id');

    // timestamp
    $table->timestamps();
});

Schema::table('offices', function (Blueprint $table) {

    // relation to users table
    $table->foreign('user_id')->references('id')
        ->on('users')
        ->onDelete('restrict')
        ->onUpdate('cascade');
});
```

```

Schema::create('doors', function (Blueprint $table) {

    // identifier
    $table->uuid('id')->primary();
    $table->uuid('office_id');
    $table->uuid('socket_id')->unique()->nullable();

    // data
    $table->string('name');
    $table->string('device_name')->unique()->nullable();
    $table->string('device_pass')->unique()->nullable();
    $table->string('key')->nullable();
    $table->boolean('is_lock')->default(1);

    // timestamp
    $table->timestamps();
});

Schema::table('doors', function (Blueprint $table) {

    // relation to offices table
    $table->foreign('office_id')->references('id')
        ->on('offices')
        ->onDelete('restrict')
        ->onUpdate('cascade');
});

Schema::create('access', function (Blueprint $table) {

    // identifier
    $table->uuid('id')->primary();
    $table->uuid('user_id');
    $table->uuid('door_id');

    // data
    $table->time('time_begin');
    $table->time('time_end');
    $table->date('date_begin')->default(null)->nullable();
    $table->date('date_end')->default(null)->nullable();
    $table->boolean('is_temporary')->nullable();
    $table->boolean('is_running')->nullable();

    // timestamp
    $table->timestamps();
});

Schema::table('access', function (Blueprint $table) {

    // relation to users table
    $table->foreign('user_id')->references('id')
        ->on('users')
        ->onUpdate('cascade')
        ->onDelete('cascade');
});

```

```

    // relation to doors table
    $table->foreign('door_id')->references('id')
        ->on('doors')
        ->onUpdate('cascade')
        ->onDelete('cascade');
});

Schema::create('schedules', function (Blueprint $table) {

    // identifier
    $table->uuid('id')->primary();
    $table->uuid('office_id');

    // data
    $table->string('name');
    $table->date('date_begin');
    $table->date('date_end');
    $table->time('time_begin');
    $table->time('time_end');
    $table->boolean('is_repeating')->default(0);
    $table->string('day_repeating');
    $table->enum('status', ['waiting', 'running', 'done'])
        ->default('waiting');

    // timestamp
    $table->timestamps();
});

Schema::table('schedules', function (Blueprint $table) {

    // relation to offices table
    $table->foreign('office_id')->references('id')
        ->on('offices')
        ->onUpdate('cascade')
        ->onDelete('cascade');
});

Schema::create('door_schedule', function (Blueprint $table) {

    // identifier
    $table->uuid('id')->primary();
    $table->uuid('schedule_id');
    $table->uuid('door_id');

    // timestamp
    $table->timestamps();
});

Schema::table('door_schedule', function (Blueprint $table) {

    // relation to schedules table
    $table->foreign('schedule_id')->references('id')
        ->on('schedules')
        ->onUpdate('cascade')
        ->onDelete('cascade');
});

```

```

    // relation to doors table
    $table->foreign('door_id')->references('id')
        ->on('doors')
        ->onUpdate('cascade')
        ->onDelete('cascade');
);

```

B. Routing API

```

// login
Route::post('/login', [AuthController::class,
    'authenticate'])->middleware('guest');

// verify otp via email
Route::post('/verify-email', [AuthController::class,
    'verifyEmail'])->middleware('auth:sanctum');

// reset password
Route::post('/reset-password', [AuthController::class,
    'resetPassword'])->middleware('guest');

// logout
Route::get('/logout', [AuthController::class, 'logout'])
->middleware('auth:sanctum');

Route::middleware(['auth:sanctum', 'verified'])
->group(function () {

    // update user profile
    Route::post('/update-profile', [UserController::class,
        'updateProfile']);

    // get user avatar
    Route::get('/avatar/', [UserController::class,
        'getAvatar']);

    // update avatar
    Route::post('/update-avatar', [UserController::class,
        'updateAvatar']);

    // change password
    Route::post('/change-password', [UserController::class,
        'changePassword']);

    // get user access
    Route::get('/my-access', [AccessController::class,
        'myAccess']);

    // get door at office
    Route::get('/get-door', [AccessController::class,
        'getOfficeDoor']);
});

```

```

    // check access
    Route::get('/verify-access/{door_id}', [AccessController::class, 'verifyAccess']);

    // remote access
    Route::post('/remote-access', [AccessController::class, 'remoteAccess']);

    // get signature
    Route::post('/get-signature', [AuthController::class, 'signature']);

    // history access
    Route::get('/my-history', [AccessController::class, 'getHistory']);
);

```

C. Routing Door

```

Route::post('/login', [AuthController::class, 'authenticate'])->middleware('guest');

Route::post('/register', [AuthController::class, 'register'])->middleware('guest');

Route::middleware('auth:sanctum')->group(function () {

    // get signature
    Route::post('/get-signature', [AuthController::class, 'signature']);

    // logout
    Route::get('/logout', [AuthController::class, 'logout']);

    // update door status
    Route::post('/update-status', [DoorEventController::class, 'update_status']);

    // door alert
    Route::post('/alert', [DoorEventController::class, 'alert']);
);

```

D. Kontroler API

```

class AccessController extends Controller
{
    public function myAccess(Request $request)
    {
        $user = $request->user();

```

```

if ($user->role == 'operator') {

    $office = Office::where('user_id', $user->id)
->select('id')->first();

    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => Door::with(
            ['office' => function ($query) {
                $query->select(['id', 'name']);
            }])->where('office_id', $office->id)
->select(['id', 'office_id', 'name'])
->get(),
    ], 200);
}

$access = Access::with(['door' => function ($query) {
    $query->select(['id', 'office_id', 'name']);
}])->where('user_id', $user->id)
->select(['door_id', 'time_begin', 'time_end',
'date_begin', 'date_end', 'is_running'])->get();

if ($access) {
    Log::info('user request acccess using api',
['user' => $user]);
    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => $access
    ], 200);
}

return response()->json([
    'status' => 'no_data',
    'data' => []
], 200);
}

public function getOfficeDoor(Request $request)
{
    $user = $request->user();

    if ($user->role != 'operator') {
        return response()->json([
            'message' => 'Not Authorized',
        ], 401);
    }

    $office = Office::select('id')->where('user_id',
$user->id)->first();

    Log::info('user request door using api', ['user' =>
$user]);
}

```

```

        return response()->json([
            'status' => 'success',
            'office' => $office->id,
            'data' => Door::where('office_id', $office->id)
                ->select(['id', 'name', 'key', 'socket_id',
                    'is_lock'])->get()
        ], 200);
    }

    public function verifyAccess(Request $request, $door_id)
    {
        $user = $request->user();
        $door = Door::with('office')->where('id', $door_id)
            ->whereNotNull('device_name')->first();

        if (!$door) {
            return response()->json([
                'status' => 'no_data',
                'data' => []
            ], 200);
        }

        $bt = hash_hmac('sha256', $door->device_name,
            config('broadcasting.connections.pusher.secret'));
        $bt_name = substr($bt, 0, 5) . substr($bt, -5);

        if ($user->role == 'operator' && $user->id == $door
            ->office->user_id) {
            return response()->json([
                'status' => 'success',
                'data' => [
                    'door' => $door->name,
                    'key' => $door->key,
                    'bluetooth' => $bt_name,
                ]
            ], 200);
        }

        $now = Carbon::now();

        $date = $now->toDateString();
        $time = $now->toTimeString();

        $access = Access::with('door')
            ->where('user_id', $user->id)
            ->where('door_id', $door_id)
            ->where('is_running', 1)
            ->where('time_begin', '<=' , $time)
            ->where('time_end', '>=' , $time)
            ->first();

        if ($access) {
            if ($access['is_temporary'] == 1) {
                if ($access['date_begin'] <= $date &&
                    $access['date_end'] >= $date) {
                    new CustomLog($access->user_id,
                        $access->door_id, $access->door
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        ->office_id, 'mendapatkan kunci akses');

        return response()->json([
            'status' => 'success',
            'data' => [
                'door' => $access->door->name,
                'key' => $access->door->key,
                'bluetooth' => $bt_name,
            ],
        ], 200);
    }
} else {
    new CustomLog($access->user_id, $access
->door_id, $access->door->office_id,
'mendapatkan kunci akses');

    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => [
            'door' => $access->door->name,
            'key' => $access->door->key,
            'bluetooth' => $bt_name,
        ],
    ], 200);
}
}

return response()->json([
    'status' => 'failed',
    'data' => []
], 200);
}

public function remoteAccess(Request $request)
{
    $user = $request->user();

    if ($user->role != 'operator') {
        return response()->json([
            'status' => 'not authorized',
            'data' => []
        ], 200);
    }

    $data = $request->only(['door_id', 'locking']);

    $validator = Validator::make($data, [
        'door_id' => ['required', 'string'],
        'locking' => ['required', 'string']
    ]);

    if ($validator->fails()) {
        return response()->json([
            'status' => 'missing_parameter',
            'data' => $validator->messages()
        ], 200);
    }
}

```

```

$door = Door::where('id', $data['door_id'])
->first();

if (!$door) {
    return response()->json([
        'status' => 'no_data',
        'data' => []
    ], 200);
}

event(new DoorCommandEvent($door->office_id, $user
->id, $door->id, $data['locking'], $door->key));
new CustomLog($user->id, $door->id, $door
->office_id, 'remote akses');

return response()->json([
    'status' => 'success',
    'data' => []
], 200);
}

public function getHistory(Request $request)
{
    $user = $request->user();

    $history = AccessLog::with(['door' => function
    ($query) {
        $query->select(['id', 'name']);
    }, 'office' => function ($query) {
        $query->select(['id', 'name']);
    }])->select(['id', 'door_id', 'office_id', 'log',
    'created_at'])->where('user_id', $user->id)
->orderBy('created_at', 'DESC')->get();

    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => $history
    ], 200);
}
}

class AuthController extends Controller
{
    protected function generateOTP($id)
    {
        $data = array(
            'code_otp'      => rand(123456, 999999),
            'valid_until'  => Carbon::now()->addMinutes(5),
        );

        Otp::updateOrCreate(['user_id' => $id], $data);

        return $data['code_otp'];
    }
}

```

```

public function authenticate(Request $request)
{
    $data = $request->only(['email', 'password']);

    $validator = Validator::make($data, [
        'email' => ['required', 'string', "email"],
        'password' => ['required', 'string']
    ]);

    if ($validator->fails()) {
        return response()->json([
            'status' => 'missing_parameter',
            'data' => $validator->messages()
        ], 200);
    }

    $user = User::where('email', $data['email'])
    ->first();

    // cek jika email valid dan password sesuai
    if (!$user || !Hash::check($data['password'], $user
    ->password)) {
        return response()->json([
            'status' => 'failed',
            'data' => []
        ], 200);
    }

    // generate token
    $token = $user->createToken('api-token')
    ->plainTextToken;
    Log::info('user login with api', ['user' => $user]);

    // cek apakah user sudah verifikasi email
    if ($user->email_verified_at == null) {

        // get otp
        $last_otp = Otp::where('user_id', $user->id)
        ->first();

        // kirim kode otp
        if ($last_otp == null) {
            $otp = $this->generateOTP($user->id);
            $user->notify(new
            SendOTPNotification($otp));
        }

        // send email notification
        return response()->json([
            'status' => 'email_unverified',
            'data' => [
                'id' => $user->id
            ],
            'token' => $token
        ], 200);
    }
}

```

```

return response()->json([
    'status' => 'success',
    'data' => [
        "id"      => $user->id,
        "email"   => $user->email,
        "name"    => $user->name,
        "phone"   => $user->phone,
        "gender"  => $user->gender,
        "role"    => $user->role,
        "avatar"  => $user->avatar,
    ],
    'token' => $token
], 200);
}

public function logout(Request $request)
{
    $user = $request->user();
    Log::info('user logout using api', ['user' => $user]);

    $user->tokens()->delete();
    return response()->json(['status' => 'success',
    'data' => []], 200);
}

public function verifyEmail(Request $request)
{
    $now = Carbon::now();

    $data = $request->only(['otp']);
    $user = $request->user();

    $validator = Validator::make($data, [
        'otp' => ['required', 'numeric', 'digits:6'],
    ]);

    if ($validator->fails()) {
        return response()->json([
            'status' => 'missing_parameter',
            'data' => $validator->messages()
        ], 200);
    }

    $otp = Otp::where('user_id', $user->id)
        ->where('code_otp', $data['otp'])->first();

    if ($otp && $now->lessThanOrEqualTo($otp
        ->valid_until)) {
        User::where('id', $user->id)
        ->update(['email_verified_at' => $now]);
        Otp::where('user_id', $user->id)->delete();

        Log::info('user verify email using api', ['user' => $user]);
    }
}

```

```

return response()->json([
    'status' => 'success',
    'data' => User::where('id', $user->id)
        ->select(['id', 'email', 'name', 'phone',
        'gender', 'role', 'avatar'])->first(),
], 200);
} else if ($otp) {
    Otp::where('user_id', $user->id)->delete();
    return response()->json([
        'status' => 'otp_expired',
        'data' => []
], 200);
}

return response()->json([
    'status' => 'otp_not_match',
    'data' => []
], 200);
}

public function resetPassword(Request $request)
{
    $data = request()->only('email');

    $validator = Validator::make($data, [
        'email' => ['required', 'email:dns'],
    ]);

    if ($validator->fails()) {
        return response()->json([
            'status' => 'missing_parameter',
            'data' => $validator->messages()
        ], 200);
    }

    $status = Password::sendResetLink($data);

    // check status
    if ($status === Password::RESET_LINK_SENT) {
        Log::info('reset link send', ['email' => $data['email']]);
        return response()->json([
            'status' => 'success',
            'data' => [
                'email' => $data['email']
            ]
        ], 200);
    }

    // return error
    return response()->json([
        'status' => 'failed',
        'data' => [
            'message' => 'email not found',
            'email' => $data['email'],
        ]
    ]);
}

```

```

        ], 200);
    }

    public function signature(Request $request)
    {
        $data = $request->only(['socket_id', 'office_id',
        'channel_data']);

        $validator = Validator::make($data, [
            'socket_id' => ['required', 'string'],
            'office_id' => ['required', 'string'],
            'channel_data' => ['required', 'string']
        ]);

        if ($validator->fails()) {
            return response()->json([
                'status' => 'missing_parameter',
                'data' => $validator->messages()
            ], 200);
        }

        $signature = $data['socket_id'] . ':presence
        -office.' . $data['office_id'] . ':' .
        $data['channel_data'];
        $hash = hash_hmac('sha256', $signature,
        config('broadcasting.connections.pusher.secret'));

        Log::info('mobile app signature', ['app' => $data]);

        return response()->json([
            'status' => 'success',
            'data' => [
                'signature' => $hash
            ]
        ], 200);
    }
}

class UserController extends Controller
{
    public function updateProfile(Request $request)
    {
        $data = $request->only(['name', 'email', 'gender',
        'phone']);
        $user = $request->user();

        $validator = Validator::make($data, [
            'name' => ['required', 'min:4',
            Rule::unique('users')->ignore($user->id)],
            'email' => ['required', 'email:dns',
            Rule::unique('users')->ignore($user->id)],
            'gender' => ['required'],
            'phone' => ['required', 'numeric',
            Rule::unique('users')->ignore($user->id)],
        ]);
    }
}

```

```

        Rule::unique('users')->ignore($user->id),
        'digits_between:11,13'],
    ]);

if ($validator->fails()) {
    return response()->json([
        'status' => 'missing_parameter',
        'data' => $validator->messages()
    ], 200);
}

$user = User::where('id', $user->id)->first();

if ($user) {
    $user->name    = $data['name'];
    $user->email   = $data['email'];
    $user->gender  = $data['gender'];
    $user->phone   = $data['phone'];

    $status = $user->save();

    if ($status) {
        Log::info('user update profile using api',
            ['user' => $user]);

        return response()->json([
            'status' => 'success',
            'data' => $user
        ], 200);
    }
}

return response()->json([
    'status' => 'failed',
    'data' => []
], 200);
}

public function getAvatar(Request $request)
{
    $file_name = request()->user()->avatar;

    if ($file_name == null) {
        $file = storage_path(
            '/app/images/02943e5368adf6cc72f4a2e0a435090b.png');
    } else {
        $file = storage_path('/app/images/' .
            $file_name);
    }

    return response()->file($file);
}

public function updateAvatar(Request $request)
{
    $data = $request->only('avatar');
}

```

```

$validator = Validator::make($data, [
    'avatar' => ['required', 'image',
        'mimes:jpg,jpeg,png', 'max:1024'],
]);
if ($validator->fails()) {
    return response()->json([
        'status' => 'missing_parameter',
        'data' => $validator->messages()
    ], 200);
}

$user = User::where('id', $request->user()->id)
->first();

if ($user->avatar != null) {
    Storage::disk('local')->delete('/images/' .
    $user->avatar);
}

$name = md5(Carbon::now()) . '.' . $data['avatar']
->getClientOriginalExtension();

try {

    // store avatar
    $data['avatar']->storeAs('images', $name);
    $user->avatar = $name;
    $user->save();
    Log::info('avatar change', ['user' => $user]);

    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => [
            'avatar' => $name,
        ]
    ], 200);
} catch (Exception $e) {
    Log::error('avatar change failed', ['user' =>
    $user, 'error' => $e]);
}

return response()->json(['status' => 'error'], 200);
}

public function changePassword(Request $request)
{
    $user = request()->user();
    $data = request()->only(['password_now', 'password',
        'password_confirmation']);

    $validator = Validator::make($data, [
        'password_now'          => ['required',
            'string', 'min:8', 'max:50'],
        'password'              => ['required',
            'string', 'min:8', 'max:50', 'confirmed'],
    ]);
}

```

```

        'password_confirmation' => ['required',
        'string', 'min:8', 'max:50'],
    ]);

if ($validator->fails()) {
    return response()->json([
        'status' => 'missing_parameter',
        'data' => $validator->messages()
    ], 200);
}

if (!Hash::check($data['password_now'], $user
->password)) {
    return response()->json([
        'status' => 'failed',
        'data' => [
            'message' => 'password not match',
        ]
    ], 200);
}

try {
    // update password
    $user->forceFill(['password' =>
    Hash::make($data['password'])]);
    $user->save();

    Log::info('change password', ['user' => $user]);

    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => [
            'message' => 'password saved'
        ]
    ], 200);
} catch (Exception $e) {
    Log::error('change password failed', ['user' =>
    $user, 'error' => $e]);
}

return response()->json([
    'status' => 'failed',
    'data' => [
        'message' => 'password save failed',
    ]
], 200);
}
}

```

E. Kontroler Door

```
class AuthController extends Controller
{
    public function authenticate(Request $request)
    {
        $data = $request->only(['device_name',
        'device_pass']);

        $validator = Validator::make($data, [
            'device_name' => ['required', 'string'],
            'device_pass' => ['required', 'string']
        ]);

        if ($validator->fails()) {
            return response()->json([
                'status' => 'missing_parameter',
                'data' => $validator->messages()
            ], 200);
        }

        $door = Door::where('device_name',
        $data['device_name'])->first();

        if (!$door || !Hash::check($data['device_pass'],
        $door->device_pass)) {
            return response()->json([
                'status' => 'failed',
                'data' => []
            ], 200);
        }

        $token = $door->createToken('auth_token')
        ->plainTextToken;
        Log::info('door device login', ['door' => $door]);

        return response()->json([
            'status' => 'success',
            'data' => [
                'office_id' => $door->office_id,
                'door_id' => $door->id,
                'door_name' => $door->name,
            ],
            'token' => $token
        ], 200);
    }

    public function register(Request $request)
    {
        $data = $request->only(['id', 'device_name']);

        $validator = Validator::make($data, [
            'id' => ['required', 'string'],
            'device_name' => ['required', 'string'],
        ]);
    }
}
```

```

if ($validator->fails()) {
    return response()->json([
        'status' => 'missing_parameter',
        'data' => $validator->messages()
    ], 200);
}

$door = Door::where('id', $data['id'])->first();

if (!$door) {
    return response()->json([
        'status' => 'no_data',
        'data' => []
    ], 200);
}

if ($door->device_name != null) {
    return response()->json([
        'status' => 'already_exist',
        'data' => []
    ], 200);
}

$pass = Random::generate(20);
$device_key = Random::generate(20);

$door->device_name = $data['device_name'];

$door->forceFill(['device_pass' =>
Hash::make($pass)]);
$door->key = $device_key;

try {
    $door->save();
    Log::info('door device register', ['door' =>
$door]);

    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => [
            'office_id' => $door->office_id,
            'door_id' => $door->id,
            'door_name' => $door->name,
            'device_pass' => $pass,
            'key' => $device_key,
        ],
    ], 200);
} catch (Exception $e) {
    Log::error('door device register failed',
['door' => $door, 'error' => $e]);

    return response()->json([
        'status' => 'failed',
        'data' => []
    ], 200);
}
}

```

```

public function signature(Request $request)
{
    $data = $request->only(['socket_id', 'office_id',
    'channel_data']);

    $validator = Validator::make($data, [
        'socket_id' => ['required', 'string'],
        'office_id' => ['required', 'string'],
        'channel_data' => ['required', 'string']
    ]);

    if ($validator->fails()) {
        return response()->json([
            'status' => 'missing_parameter',
            'data' => $validator->messages()
        ], 200);
    }

    $signature = $data['socket_id'] . ':presence-
    office.' . $data['office_id'] . ':' .
    $data['channel_data'];
    $hash = hash_hmac('sha256', $signature,
    config('broadcasting.connections.pusher.secret'));

    Log::info('door device signature', ['door' =>
    $data]);

    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => [
            'signature' => $hash
        ]
    ], 200);
}

public function logout(Request $request)
{
    $user = $request->user();

    Log::info('door device logout', ['door' => $user]);

    $user->tokens()->delete();
    return response()->json(['status' => 'success'],
    200);
}

class DoorEventController extends Controller
{
    public function update_status(Request $request)
    {
        $data = $request->only(['door_id', 'office_id',
        'socket_id', 'user_id', 'lock_status']);

        $validator = Validator::make($data, [
            'door_id' => ['required', 'string'],
            'office_id' => ['required', 'string'],
            'socket_id' => ['required', 'string'],
            'user_id' => ['required', 'string'],
            'lock_status' => ['required', 'string']
        ]);

        if ($validator->fails()) {
            return response()->json([
                'status' => 'missing_parameter',
                'data' => $validator->messages()
            ], 200);
        }

        $signature = $data['socket_id'] . ':presence-
        office.' . $data['office_id'] . ':' .
        $data['channel_data'];
        $hash = hash_hmac('sha256', $signature,
        config('broadcasting.connections.pusher.secret'));

        Log::info('door device signature', ['door' =>
        $data]);

        return response()->json([
            'status' => 'success',
            'data' => [
                'signature' => $hash
            ]
        ], 200);
    }
}

```

```

        'socket_id'    => ['required', 'string'],
        'user_id'      => ['required', 'string'],
        'lock_status'  => ['required', 'integer']
    ]);

if ($validator->fails()) {
    return response()->json([
        'status' => 'missing_parameter',
        'data' => $validator->messages()
    ], 200);
}

$door = Door::where('id', $data['door_id'])
->first();

// generate key
$key = Random::generate(20);

if ($door) {
    $door->socket_id = $data['socket_id'];
    $door->is_lock = $data['lock_status'];
    $door->key = $key;

    $status = $door->save();

    if ($status) {

        // broadcast event
        event(new
            DoorStatusEvent($data['office_id']));

        // save log
        if ($data['door_id'] == $data['user_id']) {
            Log::info('door self update', ['door' =>
                $door]);
        } else {
            new CustomLog($data['user_id'],
                $data['door_id'], $door->office_id,
                ($data['lock_status'] == 0) ? 'membuka
                    pintu' : 'mengunci pintu');
        }
    }

    return response()->json([
        'status' => 'success',
        'data' => [
            'key' => $key
        ]
    ], 200);
}
}

return response()->json([
    'status' => 'failed',
    'data' => []
], 401);
}

```

```
public function alert(Request $request)
{
    $data = $request->only(['door_id', 'office_id',
'message']);

$validator = Validator::make($data, [
    'office_id' => ['required', 'string'],
    'door_id' => ['required', 'string'],
    'message' => ['required', 'string']
]);

if ($validator->fails()) {
    return response()->json([
        'status' => 'missing_parameter',
        'data' => $validator->messages()
    ], 200);
}

$door = Door::where('id', $data['door_id'])
->first();

if (!$door) {
    return response()->json([
        'status' => 'no_data',
        'data' => []
    ], 200);
}

event(new DoorAlertEvent($data['office_id'], $door
->name, $data['message']));
Log::alert('door alert', ['door' => $door, 'message'
=> $data['message']]);

return response()->json([
    'status' => 'success',
    'data' => []
], 200);
}
}
```

LAMPIRAN B
MAKALAH TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SISTEM DATABASE DAN SERVER SERTA SISTEM KEAMANAN KUNCI PINTU GEDUNG DENGAN ACCESS CONTROL

Muhammad Khoiril Wafi *), M. Arfan, S.Kom., M.Eng. dan Imam Santoso, S.T., M.T.

Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

**)Email : khoirilwafi@students.undip.ac.id*

Abstrak

Banyak gedung yang masih menggunakan sistem penguncian manual dengan menggunakan kunci fisik sehingga dalam satu gedung akan mempunyai banyak kunci untuk masing-masing pintu hal tersebut menjadikan proses pengelolaan akses pintu kurang optimal. Untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan perancangan mengenai sistem penguncian pintu gedung yang dapat mengoptimalkan pengelolaan akses pintu serta meningkatkan efisiensi penguncian pintu gedung. Sistem yang dibuat menggunakan konsep IoT dimana terdapat beberapa perangkat kunci untuk masing-masing pintu yang terhubung ke sebuah server sebagai pusat kendali dan data yang mengatur semua pintu serta memberikan informasi kepada pihak pengelola gedung tersebut mengenai kondisi pintu pada gedung tersebut. Beberapa fitur seperti pengawasan langsung, pindai kode QR, penjadwalan dan kendali jarak jauh akan disediakan untuk mengoptimalkan pengawasan dan pengelolaan pintu. Sistem yang dibangun terdiri dari backend API menggunakan Laravel, database menggunakan MySQL, penjadwalan menggunakan Cron Job serta komunikasi menggunakan WebSocket dimana semua komponen tersebut akan dipasang pada sebuah Virtual Private Server dengan menggunakan sistem operasi Ubuntu.

Kata Kunci: Akses Pintu, kode QR, IoT, Server, Database, API.

Abstract

Many buildings still use a manual locking system using physical keys so that in one building there will be many keys for each door, making the door access management process less than optimal. To overcome this, a design is carried out regarding a building door locking system that can optimize door access management and increase the efficiency of locking building doors. The system created uses the concept of IoT where there are several key devices for each door connected to a server as control and data that regulates all doors and provides information to the building manager about the condition of the doors in the building. Several features such as live monitoring, QR code scanning, scheduling and remote control will be provided to optimize door monitoring and management. The system consists of a backend API using Laravel, a database using MySQL, scheduling using Cron Job and communication using WebSocket where all components will be installed on a Virtual Private Server using Ubuntu operating system.

Keywords: Door Access, QR code, IoT, Server, Database, API.

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Keamanan menjadi hal yang harus diperhatikan dalam sebuah gedung atau bangunan. Pada saat ini sistem penguncian masih banyak menggunakan penguncian tradisional dengan menggunakan kunci fisik yang tidak efisien mengingat jumlah ruangan yang banyak, kunci fisik juga mempunyai tingkat keamanan yang kurang dikarenakan kunci rentan untuk dicuri atau diduplikasi[1]. Masalah keamanan ruangan dalam sebuah gedung dan efektivitas dapat diselesaikan dengan menggunakan

sebuah sistem penguncian cerdas yang terorganisasi dan terkoneksi ke sebuah sistem manajemen kunci pintu (*access control*) yang memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi, adaptif dan fleksibel[3], [4].

Untuk mendukung kinerja dari sistem penguncian yang terorganisasi maka diperlukan sebuah *server* dan penyimpanan data. sebuah *server* akan menjalankan kode program yang bertugas untuk mengatur dan mengawasi semua aktivitas sistem penguncian dan sebuah penyimpanan data digunakan untuk menyimpan data-data seperti data pengguna, kunci, dan *backup*[5]. Dengan

demikian, perancangan sistem *database* dan *server* pada sistem keamanan kunci pintu gedung dengan *access control* diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dalam meningkatkan keamanan kunci pintu gedung dan memberikan kenyamanan serta kemudahan dalam pengelolaannya.

1.2 Tujuan

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang sistem *database* dan *server* serta sistem keamanan kunci pintu gedung dengan *access control*.

1.3 Batasan Masalah

Tugas akhir ini hanya akan membahas tentang perancangan *database* dan *server* serta sistem keamanan kunci pintu gedung dengan *access control* dengan memberikan solusi perancangan yang sesuai dengan kaidah keilmuan rekayasa.

II. Kajian Pustaka

2.1 Access Control

Kendali akses atau *access control* merupakan sebuah mekanisme pengaturan kebijakan yang digunakan untuk membatasi dan mengatur hak akses pengguna terhadap suatu sumber daya atau fasilitas tertentu. Kendali akses atau *access control* merupakan sebuah mekanisme pengaturan kebijakan yang digunakan untuk membatasi dan mengatur hak akses pengguna terhadap suatu sumber daya atau fasilitas tertentu. Dengan menggunakan kendali akses kita bisa mengatur dan membatasi akses pengguna sehingga hanya pengguna tertentu yang diizinkan yang bisa mengakses sumber daya yang dilindungi[6].

2.2 Internet of Things

IoT merupakan sebuah konsep yang digunakan untuk mengembangkan konektivitas internet, IoT juga memberikan gambaran mengenai kemampuan dari berbagai perangkat elektronik yang saling terhubung dengan membentuk sebuah jaringan komunikasi baik melalui internet maupun komunikasi lainnya seperti bluetooth. Dengan menggunakan konsep IoT kita dapat menghubungkan peralatan seperti sensor dan aktuator yang terhubung ke sebuah jaringan menjadi sebuah kesatuan sistem yang dapat dikendalikan secara efektif dan efisien dengan tingkat kerumitan yang rendah[8].

2.3 Database MySQL

Database atau basis data merupakan sekumpulan data yang terintegrasi dan diatur sedemikian rupa sehingga data tersebut dapat dicari, diambil, ditambahkan, dan diolah dengan tepat[6].

MySQL merupakan singkatan dari *Structured Query Language*. SQL merupakan bahasa terstruktur yang khusus digunakan untuk mengolah *database*. MySQL merupakan sistem manajemen *database* yang

bersifat *relational*. Artinya, data yang dikelola dalam *database* akan diletakkan pada beberapa tabel yang terpisah sehingga manipulasi data akan jauh lebih cepat[10].

2.4 Laravel

Laravel merupakan kerangka kerja pemrograman web yang menggunakan bahasa pemrograman PHP yang terbuka dan gratis, Laravel diperuntukkan untuk pengembangan aplikasi berbasis *website* maupun API dengan menggunakan pendekatan pola MVC atau *Model View Controller*[18]. Arsitektur MVC memiliki *business logic* yang terpisah dari *model* dan *presentation*, sehingga saat melakukan modifikasi pada program tidak mempengaruhi komponen lain yang tidak diubah, dan proses pengembangan yang lebih cepat, serta dapat menggunakan *reuse of code* dimana fungsi ini berguna dalam pengembangan *website* tanpa harus melakukan *coding* dari awal[17].

2.5 Websocket

Websocket merupakan sebuah protokol komunikasi web berbasis *client-server*, keberadaan *websocket* dinilai dapat menggantikan teknologi AJAX sebagai pendahulu komunikasi *client-server*. Websocket merupakan teknologi yang mampu memberikan performa terbaik ketika diimplementasikan dalam sistem dengan *rate-request* tinggi, dibandingkan dengan teknologi komunikasi lain termasuk AJAX[19]. Websocket memungkinkan komunikasi dua arah antara *client* dan *server* dengan menggunakan koneksi yang sudah terjalin, hal ini dikarenakan pada *websocket*, koneksi akan terus terjalin selama tidak terjadi error atau ada permintaan pemutusan koneksi. Salah satu layanan yang menyediakan koneksi *websocket* yaitu *Pusher*, *Pusher* menyediakan komunikasi *realtime* antara *server* dan *client* melalui *channel-channel* yang telah tersedia.

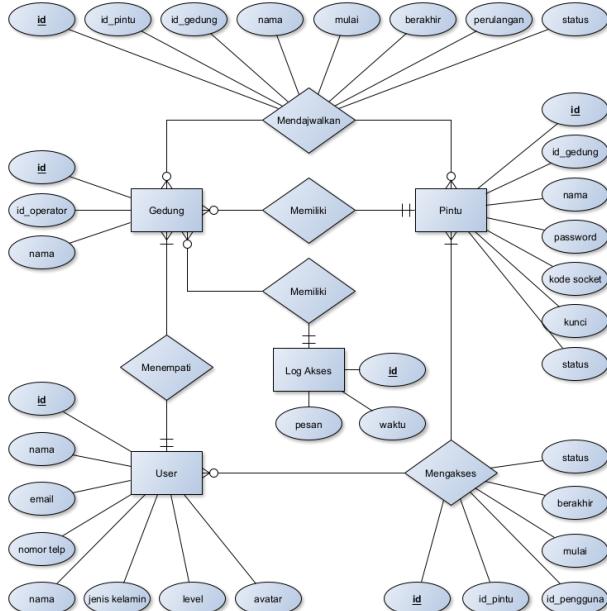
2.6 Virtual Private Server

VPS adalah jenis *server* yang secara eksklusif diperuntukkan bagi satu pengguna, sehingga seluruh sumber daya yang ada di dalamnya tidak dipengaruhi atau dibagi dengan pengguna lain. Dengan menggunakan teknologi VPS, sebuah mesin fisik dapat menjalankan beberapa sistem operasi secara bersamaan. Pengguna VPS memiliki kendali penuh untuk mengatur seluruh konfigurasi sesuai kebutuhan. Teknologi yang digunakan dalam VPS adalah virtualisasi *hardware* pada *server* fisik yang memungkinkan pembagian sumber daya menjadi beberapa bagian yang berbeda, sehingga setiap VPS berfungsi seperti *server* pribadi yang terisolasi dari pengguna lainnya[11].

III. Perancangan

3.1 Database

Berdasarkan penelitian [20] yang membandingkan kinerja dari berbagai tipe dan jenis *database* didapatkan hasil penggunaan MySQL menunjukkan hasil kinerja yang bagus dalam hal waktu eksekusi permintaan, dengan sistem penyimpanan data bersifat relasional dan terstruktur maka MySQL dapat diterapkan pada sistem penguncian pintu gedung ini.



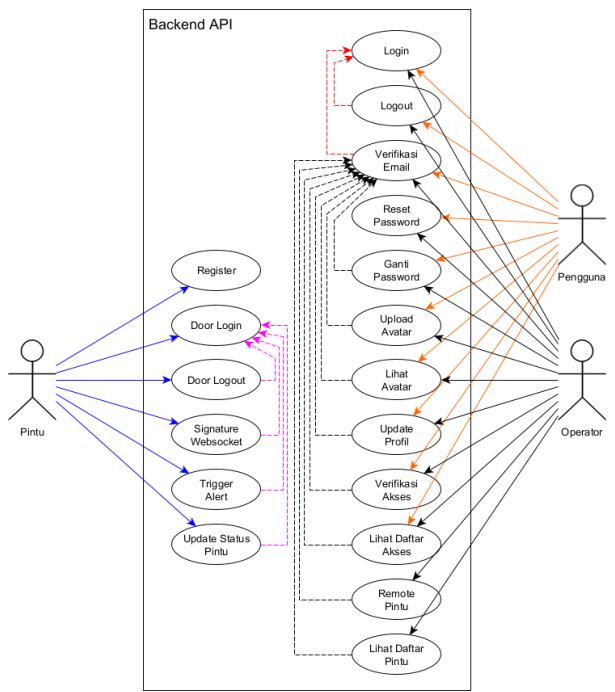
Gambar 1 ERD database

Pada Gambar 1 terlihat relasi antar entitas di dalam *database* sistem penguncian pintu gedung. Pada *database* sistem penguncian pintu gedung terdapat beberapa entitas seperti pengguna, pintu, gedung dan log akses, entitas tersebut digunakan untuk menyimpan data yang akan digunakan di dalam pengelolaan sistem dengan isi data sesuai dengan atribut dari masing-masing entitas. Di dalam sistem *database* juga terdapat relasi, relasi menunjukkan hubungan antar entitas.

3.2 Backend API

3.2.1 Use Case

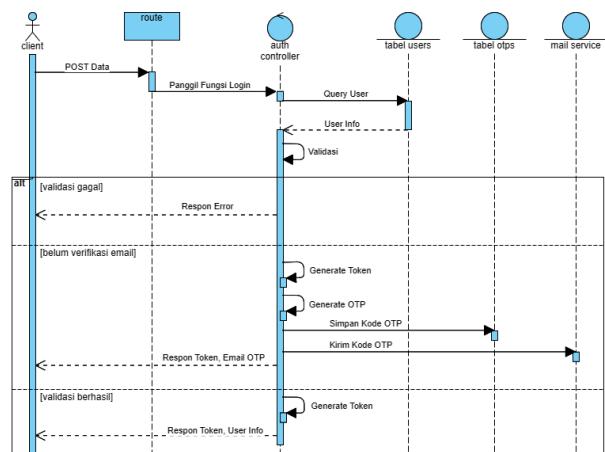
Terdapat 3 aktor yang berinteraksi dengan sistem melalui API yaitu pintu, pengguna dan operator. Pintu merupakan perangkat IoT yang digunakan untuk melakukan penguncian pada gedung, sedangkan pengguna dan operator merupakan aplikasi *mobile* yang digunakan sebagai antarmuka sistem, beberapa metode pada API mungkin membutuhkan akses *login* untuk autentikasinya. Diagram *Use Case* dari *Backend API* dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2 Diagram *use case* API

3.2.2 Login

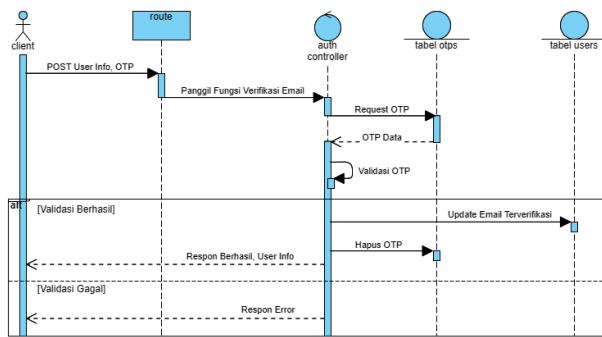
API *login* digunakan untuk melakukan autentikasi *client* melalui *username* dan *password* yang dikirimkan, API *login* juga memeriksa apakah pengguna dan operator sudah melakukan verifikasi *email*, jika belum maka *login* akan tertahan sampai pengguna melakukan verifikasi *email*. Diagram fungsi *login* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 API *login*

3.2.3 Verifikasi Email

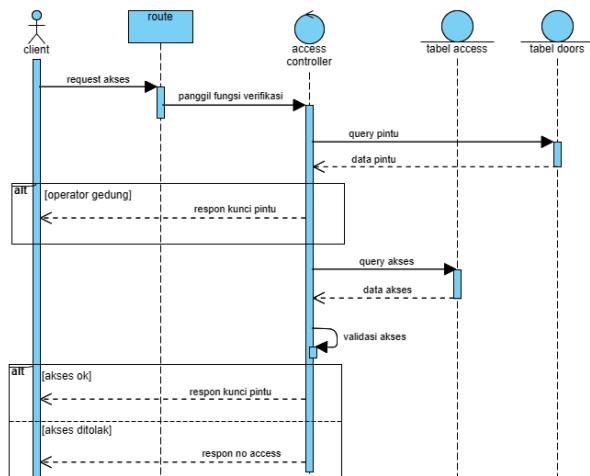
API verifikasi *email* digunakan untuk memastikan bahwa pengguna dan operator memiliki *email* yang valid dan aktif, dengan adanya verifikasi *email* maka akan meningkatkan keamanan dengan hanya mengizinkan pengguna dan operator yang terpercaya untuk mengakses sumber daya yang ada. Verifikasi *email* dilakukan dengan cara mengirimkan kode OTP (*One Time Password*) ke *email* yang telah didaftarkan. Diagram dari API verifikasi *email* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 API verifikasi email

3.2.4 Verifikasi Akses

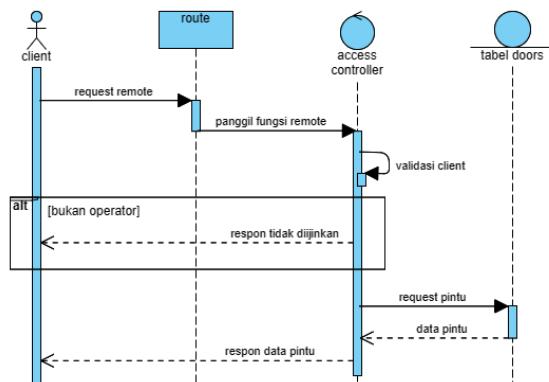
Verifikasi akses digunakan oleh pengguna dan operator untuk memverifikasi diri mereka dan untuk mendapatkan akses terhadap suatu pintu dengan cara memindai kode QR dengan perangkat *mobile*. Diagram dari API verifikasi akses dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 API verifikasi akses

3.2.5 Remote Pintu

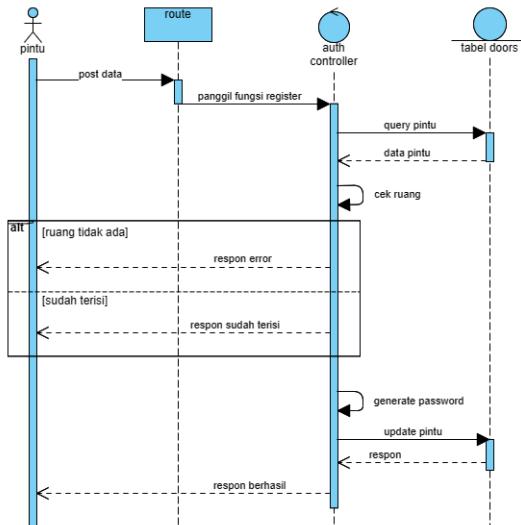
API *remote* pintu digunakan oleh operator untuk membuka atau mengunci pintu secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile*. Dengan adanya fitur ini operator dapat mengendalikan pintu melalui aplikasi *mobile* dimana saja dan kapan saja tanpa harus berada di ruangan operasional dengan menggunakan komputer. Diagram dari API *remote* pintu dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 API remote pintu

3.2.6 Door Register

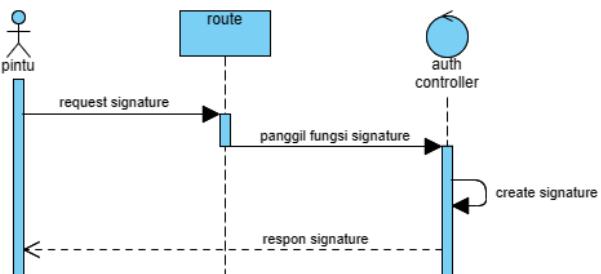
API *door register* digunakan untuk menambahkan perangkat penguncian yang baru ke dalam pintu. Pada saat operator menambahkan pintu baru melalui *dashboard website* operator maka pintu tersebut belum terpasang perangkat kunci pintu sehingga harus ditambahkan secara manual melalui prosedur pendaftaran. Diagram dari API *door register* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 API door register

3.2.7 Door Signature

API *door signature* digunakan untuk mendapatkan kode unik yang digunakan untuk melakukan *subscribe* ke *channel* Pusher. Untuk mendapatkan kode *signature* Pusher pertama perangkat kunci pintu melakukan permintaan ke *endpoint* “/door/get-signature” dengan mengirimkan data-data seperti *socket-id*, *office-id* dan *channel-data*, dari data tersebut kemudian kontroler akan membuat kode *signature* menggunakan metode yang ada pada protokol Pusher. Setelah mendapatkan nilai *signature* kemudian kontroler akan mengembalikan respon kode *signature* ke perangkat kunci pintu. Diagram dari API *door signature* dapat dilihat pada Gambar 8.

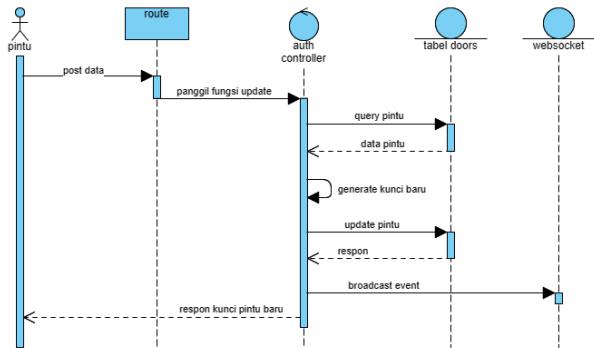


Gambar 8 API door signature

3.2.8 Door Update Status

API *door update status* digunakan oleh perangkat kunci pintu untuk memperbarui status pintu seperti pintu terbuka, pintu terkunci atau pintu terkoneksi. Pada setiap proses *update* ini kunci pintu juga akan diperbarui sehingga meningkatkan keamanan karena kode kunci

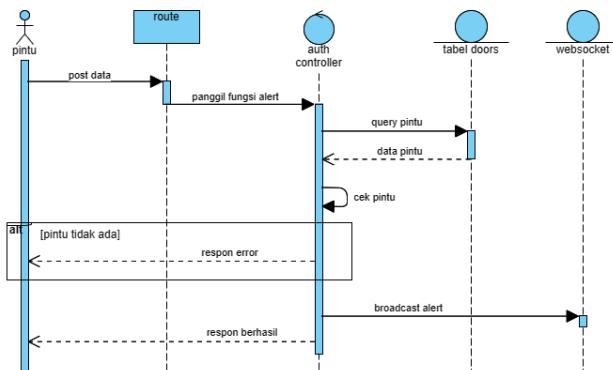
selalu berubah secara dinamis. Diagram dari API door update status dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 API Door update status

3.2.9 Door Alert

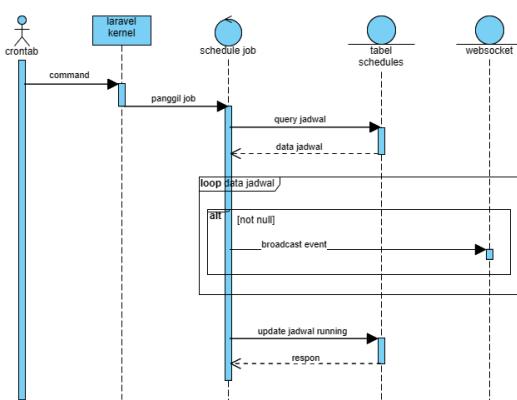
API door alert digunakan oleh perangkat kunci pintu untuk memberikan peringatan kepada operator bahwa pintu dalam kondisi yang tidak aman seperti terbuka tanpa autentikasi yang sah. Diagram dari API door alert dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 API door alert

3.3 Penjadwalan

Proses penjadwalan dilakukan dengan cara memeriksa data jadwal pada tabel schedules setiap satu menit sekali. *Kernel* akan menjalankan job setiap satu menit sekali untuk memeriksa jadwal, jika ada jadwal yang harus dilaksanakan seperti membuka pintu atau mengunci pintu maka perintah akan dikirimkan ke perangkat kunci pintu melalui *websocket*. Diagram dari pengecekan jadwal dapat dilihat pada Gambar 11.

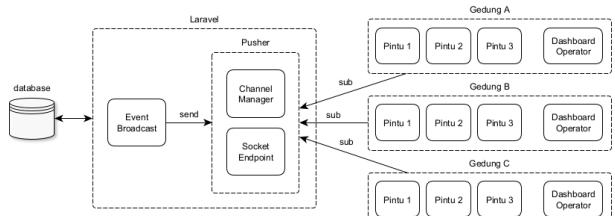


Gambar 11 Proses penjadwalan

3.4 Komunikasi Websocket

Websocket digunakan sebagai jalur komunikasi yang menghubungkan antara *server* dengan perangkat kunci pintu, dengan adanya komunikasi *websocket* maka perangkat kunci pintu dan *server* akan selalu terhubung sehingga dapat berkomunikasi secara langsung.

Pada perancangan *backend server* untuk mendukung kinerja perangkat kunci pintu ini menggunakan Pusher sebagai protokol komunikasi *websocket* yang menghubungkan antara perangkat kunci pintu dengan *server* dengan konfigurasi seperti yang terlihat pada Gambar 12.

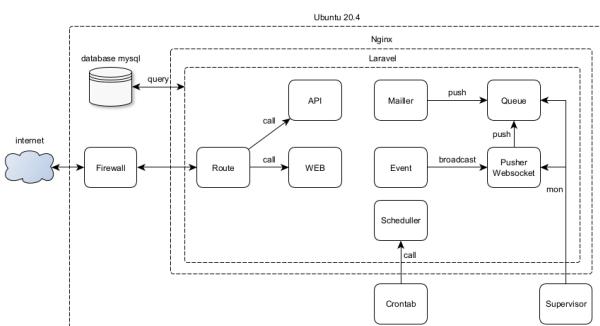


Gambar 12 Komunikasi websocket

Setiap pintu akan dikelompokkan berdasarkan dengan gedung dengan satu orang operator, setiap gedung akan memiliki satu *channel* Pusher yang dapat *subscribe* oleh perangkat penguncian di dalam gedung tersebut, untuk mengawasi semua aktivitas yang terhubung ke channel dengan mudah maka konfigurasi *channel* menggunakan *presence channel*, dengan menggunakan *presence channel* maka aktivitas semua perangkat kunci pintu seperti perangkat kunci melakukan *subscribe* dan koneksi terputus dapat diketahui secara langsung.

3.5 Server

Dengan menggunakan Laravel sebagai *backend* yang mengatur kinerja dari perangkat kunci pintu tentunya diperlukan sebuah *server*. *Server* ini akan bertindak sebagai pusat pengolahan data dan berfungsi untuk menerima permintaan dari perangkat kunci pintu, mengatur akses, memproses logika bisnis, dan berkomunikasi dengan database. Diagram dari *backend server* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Konfigurasi server

Server dibangun menggunakan sistem operasi Ubuntu 20.04, Ubuntu merupakan bagian dari sistem operasi linux yang biasa digunakan baik untuk perangkat desktop maupun *server* karena *open source* dan ringan. Di dalam sistem operasi Ubuntu 20.04 dipasang Nginx yang digunakan sebagai *web server* untuk menjalankan aplikasi Laravel. Di dalam Ubuntu juga dipasang MySQL sebagai pusat penyimpanan data yang terhubung ke Laravel, dengan menggunakan *database* yang berjalan pada *server* yang sama maka kecepatan transfer data akan sangat cepat dengan menghilangkan latensi jaringan.

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memeriksa hasil dari perancangan dan untuk memastikan semua bagian berfungsi secara baik.

Tabel 1 Pengujian *login*

Nama	Pengujian	Respon
<i>Login</i> dengan data benar	Melakukan <i>login</i> menggunakan <i>email</i> dan <i>password</i> yang sesuai	<i>success</i>
<i>Login</i> dengan data salah	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>email</i> atau <i>password</i> salah	<i>failed</i>
<i>Login</i> dengan data kurang	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>email</i> saja atau <i>password</i> saja	<i>missing_parameter</i>
<i>Login</i> dengan data tidak terdaftar	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>email</i> yang belum terdaftar	<i>missing_parameter</i>
<i>Login</i> dengan format tidak sesuai	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>username</i> bukan <i>email</i>	<i>missing_parameter</i>
<i>Login</i> dengan <i>email</i> belum terverifikasi	Melakukan <i>login</i> dengan menggunakan <i>email</i> yang belum terverifikasi	<i>email_unverified</i>

Proses *login* akan berhasil jika menggunakan *email* dan *password* yang sesuai, proses *login* juga memastikan semua parameter yang digunakan pada autentikasi

tersedia dan juga sesuai. Pada proses pengujian menggunakan *email* yang belum terverifikasi *login* akan tertahan dengan status *email_unverified* dan menunggu *client* untuk melakukan verifikasi *email*.

Tabel 2 Pengujian verifikasi email

Nama	Pengujian	Respon
Verifikasi <i>email</i> tanpa token	Melakukan verifikasi <i>email</i> tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>
Verifikasi <i>email</i> tidak sesuai	Melakukan verifikasi <i>email</i> menggunakan kode OTP yang salah	<i>otp_not_match</i>
Verifikasi <i>email</i> kadaluarsa	Melakukan verifikasi <i>email</i> menggunakan kode OTP yang sudah kadaluarsa	<i>otp_expired</i>
Verifikasi <i>email</i> sesuai	Melakukan verifikasi <i>email</i> menggunakan kode OTP yang sesuai	<i>success</i>
Verifikasi <i>email</i> token salah	Melakukan verifikasi <i>email</i> menggunakan token yang salah	<i>Unauthenticated</i>

Proses verifikasi *email* hanya berhasil jika client mengirimkan kode OTP yang sesuai disertai dengan token yang sesuai. Jika proses verifikasi *email* menggunakan kode OTP yang salah atau sudah kadaluarsa maka proses verifikasi *email* akan gagal.

Tabel 3 Pengujian verifikasi akses

Nama	Pengujian	Respon
Verifikasi akses tanpa token	Melakukan <i>request</i> lihat verifikasi akses tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>

Tabel 3 (lanjutan)

Nama	Pengujian	Respon
Verifikasi akses dengan token	Melakukan <i>request</i> verifikasi akses menggunakan token yang sesuai	<i>success</i>
Verifikasi akses dengan id pintu salah	Melakukan <i>request</i> verifikasi akses menggunakan identitas pintu yang salah	<i>no_data</i>

Proses verifikasi akses berhasil jika permintaan disertai dengan token dan identitas pintu sesuai, jika identitas pintu tidak sesuai maka proses verifikasi akses akan gagal karena pintu tidak ditemukan. Jika permintaan tidak disertai dengan token maka permintaan tersebut akan ditolak.

Tabel 4 Pengujian *signature*

Nama	Pengujian	Respon
<i>Signature</i> tanpa token	Melakukan <i>request signature</i> tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>
<i>Signature</i> dengan token	Melakukan <i>request signature</i> menggunakan token dan data lengkap	<i>success</i>
<i>Signature</i> data kurang	Melakukan <i>request signature</i> menggunakan data yang kurang	<i>missing_parameter</i>

Proses fungsi *signature* berhasil jika permintaan yang dikirimkan disertai dengan token dan data yang dikirimkan lengkap, jika permintaan yang dikirimkan tanpa menggunakan token atau ada data yang kurang maka permintaan akan gagal.

Tabel 5 Pengujian *websocket*

Nama	Pengujian	Respon
<i>Subscription</i> dengan <i>signature</i>	Melakukan <i>subscription</i> ke <i>channel websocket</i> menggunakan <i>signature</i> sesuai	<i>Subscription Succeed</i>

Tabel 5 (lanjutan)

Nama	Pengujian	Respon
<i>Subscription</i> dengan <i>signature</i>	Melakukan <i>subscription</i> ke <i>channel websocket</i> menggunakan <i>signature</i> sesuai	<i>Subscription Succeed</i>
<i>Subscription</i> tanpa <i>signature</i>	Melakukan <i>subscription</i> ke <i>channel websocket</i> tanpa menggunakan <i>signature</i>	<i>Invalid Signature</i>
<i>Subscription</i> dengan <i>signature</i> salah	Melakukan <i>subscription</i> ke <i>channel websocket</i> menggunakan <i>signature</i> yang tidak sesuai	<i>Invalid Signature</i>

Proses *subscription* pada *channel websocket* berhasil jika menggunakan kode *signature* yang sesuai, jika tidak menggunakan kode *signature* atau menggunakan kode *signature* yang salah maka proses *subscription* akan gagal.

Tabel 6 Pengujian *update* status pintu

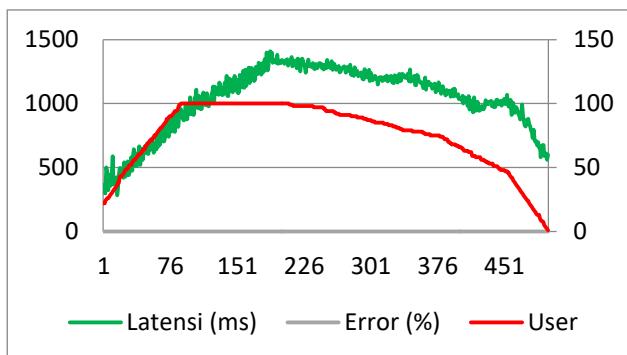
Nama	Pengujian	Respon
<i>Update</i> status tanpa token	Melakukan <i>update</i> status pintu tanpa token	<i>Unauthenticated</i>
<i>Update</i> status dengan token	Melakukan <i>update</i> status pintu dengan menggunakan token dan data lengkap	<i>success</i>
<i>Update</i> status data tidak lengkap	Melakukan <i>update</i> status pintu dengan menggunakan data yang tidak lengkap	<i>missing_parameter</i>
<i>Update</i> status id pintu salah	Melakukan <i>update</i> status pintu menggunakan data identitas pintu yang salah	<i>failed</i>

Proses *update* status pintu berhasil jika request dikirimkan dengan token dan data yang lengkap, jika ada data yang kurang lengkap atau tidak disertai dengan token akan request tersebut akan gagal.

Tabel 7 Pengujian peringatan pintu

Nama	Pengujian	Respon
Peringatan pintu tanpa token	Mengirim peringatan pintu tanpa menggunakan token	<i>Unauthenticated</i>
Peringatan pintu sesuai	Mengirim peringatan pintu dengan menggunakan token dan data lengkap	<i>success</i>
Peringatan pintu data tidak lengkap	Mengirim peringatan pintu dengan menggunakan data yang tidak lengkap	<i>missing_parameter</i>
Peringatan pintu id pintu salah	Mengirim peringatan pintu menggunakan data identitas pintu yang salah	<i>failed</i>

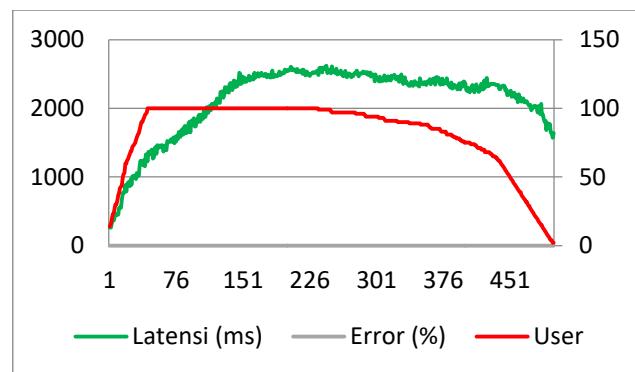
Proses peringatan pintu berhasil jika *request* dikirimkan dengan token dan data yang lengkap, jika ada data yang kurang lengkap atau tidak disertai dengan token akan request tersebut akan gagal.



Gambar 14 Performa verifikasi akses

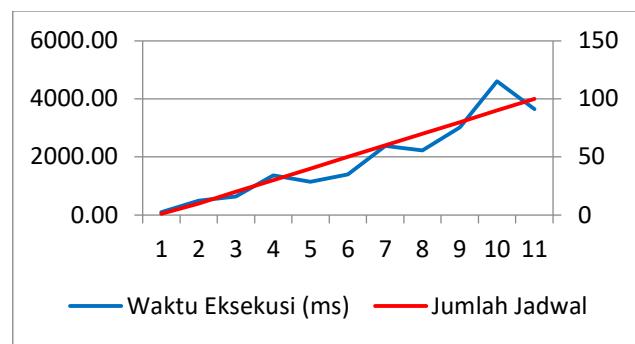
Pengujian performa verifikasi akses dilakukan dengan mensimulasikan beban permintaan verifikasi akses sebanyak 100 pengguna berbeda secara bersamaan. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa pada puncak jumlah pengguna sistem membutuhkan waktu rata-rata

1.3 detik untuk memberikan respon ke pengguna dengan rasio *error* 0.0%.



Gambar 15 Performa *update* status pintu

Pengujian performa *update* status pintu dilakukan menggunakan Jmeter. Proses pengujian mendapatkan hasil bahwa pada beban 100 pintu berbeda melakukan update status secara bersamaan maka sistem memerlukan waktu rata-rata 2.5 detik dengan rasio *error* 0.0%.



Gambar 16 Performa penjadwalan

Pengujian dilakukan dengan mencatat waktu pemeriksaan untuk setiap jadwal, yaitu terdapat 11 titik pengujian dimulai dari 1 jadwal sampai 100 jadwal dengan masing-masing jadwal terdapat 20 pintu. Dapat dilihat pada Gambar 4.34 di atas, semakin besar jumlah jadwal yang ada maka waktu yang diperlukan pada proses penjadwalan akan semakin lama dimana untuk 1 jadwal memerlukan waktu 96.00 milidetik dan 100 jadwal memerlukan waktu 3641.14 milidetik. Dari hasil pengujian menggunakan 100 jadwal waktu yang diperlukan yaitu 3.6 detik dimana nilai tersebut masih di bawah dari periode pengecekan jadwal (1 menit) sehingga sistem masih dapat menangani 100 proses penjadwalan dengan aman.

4.2 Pembahasan

Pengembangan sistem *database* dan *server* pada sistem keamanan kunci pintu gedung dengan akses kontrol ini merupakan bagian dari pengembangan sistem penguncian gedung berbasis IoT yang dibangun dengan tujuan untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi pengelolaan kunci pada sebuah gedung dimana di dalam

satu gedung tersebut terdapat banyak ruangan. Sistem yang dibangun dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi penguncian dengan menggunakan beberapa fitur seperti kode QR, kendali jarak jauh, peringatan penerobosan dan penjadwalan.

Perancangan *database* dan *server* pada sistem keamanan kunci pintu menggunakan metode *waterfall*, pengembangan dilakukan secara berurutan dimulai dari proses pengumpulan kriteria kebutuhan, implementasi sampai ke pengujian dan pengiriman. Sistem *server* dibangun menggunakan sistem operasi Ubuntu 20.04 dengan *database* MySQL dan *backend* API Laravel. Penggunaan Ubuntu sebagai *server* memberikan banyak kemudahan seperti adanya dukungan Cron Job sebagai mekanisme penjadwalan dan Nginx sebagai HTTP *server* yang ringan dan cepat. Laravel dan MySQL digunakan sebagai bagian dari *backend* dengan memanfaatkan beberapa fitur seperti autentikasi, penyiaran, penjadwalan yang disediakan oleh Laravel serta *database* relasional yang disediakan oleh MySQL. Pada tahap pengujian menggunakan alat pengujian seperti Jmeter dan Postman, sistem dapat memberikan kinerja yang diinginkan dan juga dapat menangani banyak pengguna secara bersamaan.

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Metode *access control* yang digunakan pada penelitian ini dapat meningkatkan keamanan penguncian pada pintu gedung dibuktikan dengan hasil pengujian pada proses verifikasi akses yang mana hanya pengguna tertentu yang dapat membuka kunci pintu sesuai dengan izin yang diberikan oleh operator.
2. Metode penjadwalan yang dirancang pada penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi penguncian pada sebuah gedung dibuktikan pada hasil pengujian penjadwalan untuk membuka 20 pintu hanya membutuhkan waktu 96.00 milidetik.
3. API yang telah dikembangkan menggunakan Laravel pada penelitian ini secara umum dapat menangani permintaan secara bersamaan dengan waktu respon sekitar 140 milidetik dengan rasio *error* 0%.
4. Pada *endpoint* API yang kemungkinan besar akan diakses secara bersamaan seperti verifikasi akses memerlukan waktu respon 1.3 detik pada beban 100 pengguna sedangkan untuk *endpoint update* status pintu memerlukan waktu 2.5 detik untuk beban 100 pintu.
5. Proses penjadwalan 100 jadwal pintu memerlukan waktu eksekusi sebesar 3.6 detik sehingga proses

penjadwalan dapat berjalan dengan aman menggunakan periode pengecekan jadwal 1 menit sekali.

5.2 Saran

Setelah dilakukan proses perancangan dan pengujian didapatkan beberapa hal yang dapat diperbaiki atau ditingkatkan yaitu perlu adanya perancangan lebih lanjut untuk mempercepat respon *server* terutama pada beban *request* secara bersama-sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Y. Sun, Y. Pernando, and M. I. Safari, “Perancangan Sistem IoT pada Smart Door Lock Menggunakan Aplikasi BLYNK,” *JUTSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 1, no. 3, pp. 289–296, 2021, doi: 10.33330/jutsi.v1i3.1360.
- [2] I. Hermawan, D. Arnaldy, P. Oktivasari, and D. A. Fachrudin, “Development of Intelligent Door Lock System for Room Management Using Multi Factor Authentication,” vol. 16, no. 1, pp. 1–14, 2023.
- [3] F. As *et al.*, “Design and Construction of a Smart Door Lock With an Embedded Spy-Camera,” *J. Multidiscip. Eng. Sci. Technol.*, vol. 8, no. October, pp. 2458–9403, 2021, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/354872757>
- [4] A. Jain, V. L. Kalyani, and B. Nogiya, “RFID and GSM Based Attendance Monitoring System using door locking / unlocking system and Its Hardware Implementation,” *J. Manag. Eng. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 5–10, 2015.
- [5] M. Kasyful Anwar, “Perancangan Database IoT Berbasis Cloud dengan Restful API Cloud-Based IoT Database Design with Restful API,” vol. 20, no. 2, pp. 268–279, 2021.
- [6] S. Artikel, “Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi Pembangunan Auto Backup SQL Database Server Menggunakan Raspberry Pi : Studi Kasus,” vol. 03, pp. 130–137, 2018.
- [7] P. Simanjuntak, C. E. Suharyanto, and Jamilah, “Analisis Penggunaan Access Control List (Acl) Dalam Jaringan Komputer Di Kawasan,” *Isd*, vol. 2, no. 2, pp. 122–128, 2017.
- [8] Y. Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [9] R. F. Ramadhan and R. Mukhaiyar, “Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi,” vol. 1, no. 2, pp. 129–134, 2020.
- [10] Nirsal, Rusmala, and Syafriadi, “Desain Dan Implementasi Sistem Pembelajaran Berbasis E-

- Learning Pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Pakue Tengah,” *J. Ilm. d'Computare*, vol. 10, pp. 30–37, 2020, [Online]. Available: <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- [11] C. Bestari Gea, K. Juri Damai Lase, M. Syamsudin, P. Studi Informatika, F. Sains dan Komputer, and U. Kristen Immanuel Yogyakarta, “Implementasi Virtual Private Server untuk Mini Hosting,” *J. InFact Sains dan Komput.*, vol. 7, no. 02, pp. 5–9, 2023.
- [12] B. Robert and E. B. Brown, “Pengembangan Distro Ubuntu untuk Aplikasi Game Center,” no. 1, pp. 1–14, 2010.
- [13] F. Nabawi and A. B. Susanto, “Perancangan Sistem Keamanan Server Linux Ubuntu 18 . 04 dengan Metode Ufw Firewall , Hardening , Chmod dan Chown pada UNUSIA Jakarta Abstrak Pendahuluan,” vol. 7, no. 4, 2022.
- [14] A. Aziz and T. Tampati, “Analisis Web Server untuk Pengembangan Hosting Server Institusi : Pembandingan Kinerja Web Server Apache dengan Nginx,” vol. 1, no. 2, pp. 12–20, 2015.
- [15] M. Meng, S. Steinhardt, and A. Schubert, “Application Programming Interface Documentation : Application Programming Interface Documentation : What Do Software Developers Want ?,” no. March, 2019, doi: 10.1177/0047281617721853.
- [16] A. B. Warsito, A. Ananda, and D. Triyanjaya, “Penerapan Data JSON Untuk Mendukung Pengembangan Aplikasi Pada Perguruan Tinggi Dengan Teknik Restfull Dan Web Service,” *Technomedia J.*, vol. 2, no. 1, pp. 26–36, 2017, doi: 10.33050/tmj.v2i1.313.
- [17] S. Kosasi, I. D. Ayu, E. Yuliani, and G. Syarifudin, “Implementasi Arsitektur Model View Controller pada Website Toko Online Implementation of Model View Controller Architecture on Online Store Website,” vol. 3, no. 2, pp. 135–150, 2021, doi: 10.30812/bite.v3i2.1566.
- [18] D. Purnama Sari and R. Wijanarko, “Implementasi Framework Laravel pada Sistem Informasi Penyewaan Kamera (Studi Kasus di Rumah Kamera Semarang),” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 1, p. 32, 2020, doi: 10.36499/jinrpl.v2i1.3190.
- [19] A.-I. A.B., “Implementasi Teknologi WebSocket dalam Pengembangan Sistem Berbagi Lokasi Berbasis Web,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 9, pp. 950–959, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [20] C. Asiminidis, G. Kokkonis, and S. Kontogiannis, “Database Systems Performance Evaluation for IoT Applications,” *SSRN Electron. J.*, no. November 2019, 2019, doi: 10.2139/ssrn.3360886.

BIODATA



Muhammad Khoiril Wafi Lahir di Kabupaten Demak, 4 Maret 2001. Telah menempuh pendidikan mulai dari SD Negeri Karangrejo 2 selama 6 tahun, SMP Negeri 1 Bonang selama 3 tahun dan SMK Negeri 2 Demak selama 3 tahun. Saat ini penulis sedang menyelesaikan pendidikan S1-di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Konsentrasi Teknologi Informasi angkatan 2019.

Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Konsentrasi Teknologi Informasi angkatan 2019.

Saya menyatakan bahwa segala informasi yang tersedia di makalah ini adalah benar, merupakan hasil karya sendiri, bebas dari plagiat dan semua karya orang lain telah dikutip dengan benar.

Muhammad Khoiril Wafi
NIM. 21060119140133

Telah disetujui untuk diajukan pada Seminar Tugas Akhir
Semarang, 8 September 2023

Pembimbing 1

Pembimbing 2

M. Arfan, S.Kom., M.Eng.
NIP. 198408172015041002

Imam Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197012031997021001