



Embedded System

# Sistem Pembayaran Parkir Non-Tunai Berbasis Mikrokontroler dengan Metode Template Matching

Egita Lorenza K<sup>1</sup>, Rian Ferdian\*<sup>2</sup>, Desta Yolanda<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Komputer, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

## ARTICLE INFORMATION

Diterima Redaksi: 5 Januari 2023

Revisi: 30 April 2023

Ditebitkan Online: 30 April 2023

## KEYWORDS

Template matching, parkir, Qr Code, non-tunai

## CORRESPONDENCE

E-mail: [rian.ferdian@it.unand.ac.id](mailto:rian.ferdian@it.unand.ac.id)

## A B S T R A C T

Parking is an activity to stop or store vehicles in a place that has been provided in public places that have a parking system. The parking system is a system that is applied to a parking environment. Several parking systems developed are manual parking systems, computer-based parking systems, semi-automatic parking systems and RFID-based parking systems. Indonesia has developed a lot of computer-based parking systems, but many areas still use manual parking systems. So that there are still many vehicles parked carelessly, security is not guaranteed and the payment system has not been accumulated based on the length of parking time. This paper describes the development of a parking system based on the template matching method by developing non-cash payments based on the length of parking time. Researchers use a webcam to detect vehicles that will enter the parking area. The captured images are processed in a database to store vehicle entry time information. Researchers use qr codes as a substitute for admission tickets. When leaving the parking area, a QR code will be scanned on the provided application, then users can make payments through the application. This system can be carried out independently by the user so that it does not require full 24-hour supervision.

## PENDAHULUAN

Pada tahun 2020 jumlah penduduk Indonesia mencapai 268.583.016 jiwa[1]. Dari banyaknya penduduk, Indonesia memiliki sekitar ratusan juta kendaraan yang didominasi oleh sepeda motor. Sepeda motor menjadi sarana transportasi yang umum digunakan oleh banyak orang karena harganya terjangkau dan efisien digunakan untuk aktifitas sehari-hari[2]. Motor-motor tersebut tidak akan selalu bergerak, keadaan berhenti atau tidak digunakan inilah yang disebut dengan parkir.

Parkir merupakan kegiatan menghentikan atau menyimpan kendaraan di sebuah tempat yang telah disediakan[3]. Tempat parkir sendiri merupakan sebuah lahan yang seharusnya tersedia di tempat-tempat umum. Saat ini tempat parkir di Indonesia memiliki berbagai macam sistem, mulai dari sistem parkir manual hingga sistem parkir modern.

Sistem parkir manual sering ditemui di pasar tradisional. Sistem ini dikelola oleh petugas parkir dengan si pemilik kendaraan mempercayakan kendaraan miliknya pada petugas parkir[4]. Jenis sistem parkir yang kedua, adalah tempat parkir yang sudah memiliki portal. Tempat parkir jenis ini menggunakan dua orang operator, masing-masing bertugas untuk mengoperasikan portal masuk dan keluar. Jenis sistem parkir yang ketiga yaitu, sistem parkir semi otomatis. Sistem ini hanya dijaga oleh satu operator

sebagai kasir dan pembuka portal setelah tagihan parkir dibayar, sedangkan portal masuk akan terbuka otomatis setelah tiket parkir diambil pada mesin tiket.

Pada penelitian terdahulu tahun 2020 Vedant Deepak Dokania, dkk telah melakukan perancangan sistem parkir yang menggunakan kode qr[5]. Sistem ini berfokus untuk menghemat waktu pada proses parkir dengan memungkinkan pemesanan tempat parkir secara online dengan jaminan uang muka melalui Paytm, Google pay, Bhim upi, dan lainnya, sehingga memudahkan metode pembayaran, hanya saja sistem parkir ini dikhususkan untuk kendaraan roda empat.

Berdasarkan penuturan di atas penulis ingin mengembangkan sistem parkir yang mampu menghitung tagihan kendaraan berdasarkan lama kendaraan terparkir secara otomatis dengan memanfaatkan *Qr Code* atau Kode Qr sebagai pengganti tiket parkir, maka penulis mengajukan penelitian dengan judul "*Prototype Sistem Pembayaran Parkir Non-Tunai Berbasis Mikrokontroler dengan Metode Template Matching*".

Beberapa penelitian yang menggunakan QR-Code, diantaranya yaitu : Penelitian terkait sistem reservasi medis dan verifikasi tiket kereta api yang dipesan secara online[6].

Sesuai dengan judulnya, maka proses pembayaran tagihan parkir dibayar secara *online* (Non-tunai) melalui aplikasi parkir yang disediakan. Dalam aplikasi ini akan dilakukan proses pemindaian Kode QR, pembayaran tagihan parkir, dan aplikasi akan

menampilkan Kode QR 2 untuk dipindai pada Esp32cam agar portal keluar terbuka.

### Sistem Parkir

Sistem parkir merupakan suatu sistem yang diterapkan pada sebuah lingkungan parkir. Sistem parkir sering ditemukan di tempat-tempat umum, seperti rumah sakit, pusat perbelanjaan, hotel dan sebagainya.

### Sistem Keamanan

Aman adalah suatu keadaan yang bebas dari berbagai gangguan. Keamanan memiliki tujuan untuk menjaga suatu kondisi tetap aman dengan cara menghindari timbulnya sebuah ancaman atau kejahatan yang akan mengganggu. Keamanan yang dibutuhkan pada suatu sistem parkir, meliputi:

1. Keamanan Informasi (*Information Security*), yaitu keamanan yang dibutuhkan untuk melindungi aset-aset yang berupa informasi seperti, identitas kendaraan, waktu kendaraan masuk/keluar dan sebagainya.
2. Keamanan fisik (*Physical Security*), yaitu keamanan yang bertujuan untuk melindungi suatu objek secara fisik dari gangguan atau penyalahgunaan. Objek pada sistem parkir dapat berupa kendaraan yang sedang diparkirkan dan keamanannya dapat berupa portal masuk dan keluar.

### Webcam



Gambar 1. Webcam

Webcam atau web camera merupakan sebuah perangkat kamera yang dihubungkan ke komputer atau laptop. Ada dua jenis webcam yaitu, webcam bawaan laptop dan webcam *external* yang dihubungkan melalui kabel USB, dan *wireless*. Selain untuk menangkap gambar, webcam juga dilengkapi dengan fitur seperti mikrofon, dan lampu indikator yang akan menyala jika kamera sedang aktif.

### Esp32Cam



Gambar 2. Esp32Cam

Modul Esp32Cam adalah modul kamera yang dilengkapi dengan wifi dan bluetooth. Harganya yang cukup murah sehingga peminatnya sangat banyak, banyak aplikasi IoT menggunakan modul kamera Esp32Cam, misalkan untuk perangkat rumah pintar, kontrol nirkabel Industri, sistem keamanan, identifikasi kode qr, dan aplikasi IoT lainnya[7].

### Motor Servo

Motor servo merupakan motor listrik yang menggunakan sistem *closed up* untuk mengendalikan akselerasi dan kecepatan dengan akurasi yang tinggi. Motor servo memiliki dua jenis yaitu, jenis AC dan DC. Motor servo jenis AC dapat menangani tegangan yang lebih tinggi, motor jenis ini sering digunakan pada mesin-mesin industri. Motor servo jenis DC hanya dapat menangani tegangan dengan beban yang lebih kecil sehingga diaplikasikan pada mesin-mesin kecil seperti pesawat remot kontrol.

### FTDI

FTDI merupakan singkatan dari *Future Technologies Devices International*, module ini berfungsi untuk memudahkan komunikasi Serial to TTL dalam memprogram *Integrated Circuit*.

### Template Matching

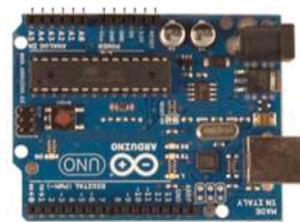
*Template Matching* merupakan sebuah teknik citra digital yang memiliki sistem kerja dengan mencocokkan tiap bagian suatu citra dengan citra *template* yang dijadikan acuan. Citra masukan akan dibandingkan dengan citra *template* untuk kemudian dicari kesamaannya dengan menggunakan suatu aturan tertentu. Jika pencocokkan citra memiliki tingkat kemiripan yang tinggi maka citra tersebut akan dikenali sebagai salah satu dari citra *template*. Untuk dapat mengimplementasikan metode *template matching* maka perlu dilakukan sejumlah operasi pengolahan citra digital, yaitu :

1. Penapisan citra (*filtering*), dilakukan apabila citra yang akan dianalisis memiliki derau, sehingga perlu dihaluskan.
2. Pengambangan (*Thresholding*), digunakan untuk mengubah citra dengan format keabuan yang memiliki nilai lebih dari dua menjadi citra biner yang hanya memiliki nilai 0 atau 1.

### QR Code

*QR Code* (kode qr) atau *Quick Response Code* merupakan barcode dua dimensi yang dikembangkan oleh Denso Corporation, Jepang. *QR Code* atau kode qr terlihat seperti *pixel* pecah yang biasanya berbentuk persegi dengan bentuk geometris hitam. Kode qr dapat menyimpan semua jenis data, data berupa *alphabet*, numerik, simbol, ataupun kode biner. Data yang dapat disimpan oleh kode qr lebih banyak dari pada yang dapat disimpan oleh *Barcode* pada umumnya. Kode qr juga memiliki tampilan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan *Barcode*. Hal ini karena kode qr dapat menampung data baik secara vertikal maupun horizontal. Kode qr juga memiliki kemampuan memperbaiki kesalahan hingga 30%.

### Mikrokontroler Arduino



Gambar 3. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang berbasis Atmega328 dengan 14 pin digital input dan output, dan memiliki 6 pin analog input. Arduino merupakan mikrokontroler yang *open source* karena memiliki sebuah platform dari *physical computing*.

Arduino UNO berfungsi untuk memudahkan dalam melakukan *prototyping*, memprogram mikrokontroler dan membuat alat-alat canggih berbasis mikrokontroler.

### Smartphone

*Smartphone* merupakan ponsel multimedia yang menggabungkan fungsionalitas PC dan *handset* sehingga menghasilkan *gadget* yang mewah, dimana terdapat pesan teks, kamera, pemutar musik, video, game, akses email, tv digital, search engine pengelola informasi pribadi, fitur GPS, jasa telepon internet dan bahkan terdapat telepon yang juga berfungsi sebagai kartu kredit[8]. *Smartphone* juga dapat diartikan sebagai telephone genggam yang bekerja dengan menggunakan perangkat lunak sistem operasi (OS).

### Laptop

Laptop adalah komputer yang berukuran kecil dan ringan sehingga mudah dibawa dan dipindahkan. Laptop ditujukan untuk dapat digunakan dimana saja maka laptop memiliki baterai yang dapat beroperasi tanpa terhubung ke sumber listrik.

### Printer Portable



Gambar 4. Printer Portable

*Printer portable* merupakan alat cetak berukuran ringkas yang mudah dibawa berpergian dan digunakan di mana saja.

### Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan *software* yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler Arduino. *Software* ini berfungsi untuk membuat, mengedit, memvalidasi, dan juga *me-upload* kode program ke Arduino. Kode program ini disebut dengan *sketch* atau *source code* Arduino.

### MySQL

MySQL merupakan *database management system* yang memiliki dua bentuk lisensi, yaitu perangkat lunak bebas dan perangkat lunak berpaten yang penggunaannya terbatas. SQL sendiri adalah bahasa yang dipakai di dalam pengambilan data pada relasi database, jadi secara keseluruhan MySQL berarti *database management system* yang menggunakan bahasa SQL sebagai bahasa penghubung antara perangkat lunak dengan *database* servernya.

### Apache

Apache merupakan *software web server* yang bersifat *open source* dengan nama resmi Apache HTTP Server yang dikembangkan oleh Apache Software Foundation. Fungsi dari *web server* adalah mengelola *website* yang telah *online*. Agar semuanya berjalan lancar, *web server* berperan sebagai perantara antara mesin server dan klien. Meskipun disebut sebagai *web server*, Apache tidak hadir dalam bentuk server fisik, melainkan *software* yang menjalankan sebuah server. Fungsinya adalah membuat koneksi antara server dan browser milik visitor website (Firefox, Google

Chrome, Safari, dan lain-lain) sembari mengirimkan file bolak-balik (antara klien-server).

### Visual Studio Code

Visual studio code merupakan kode editor dengan fitur lengkap yang dapat digunakan untuk membuat dan mengedit *source code* dalam berbagai bahasa pemrograman secara gratis. Visual Studio Code juga memiliki banyak *extension* yang dapat digunakan untuk memudahkan pembuatan program.

### Kodular

Kodular adalah sebuah web yang menyediakan *tools* untuk membuat aplikasi android tanpa perlu mengetik kode program. Format file eksistensi dari kodular adalah (.aia) sedangkan pluginnya adalah (.aix). Plugin eksistensi berisi kode perintah dengan bahasa pemrograman java.

Kodular dapat digunakan oleh semua pengguna yang ingin membuat aplikasi android dengan gratis tanpa mengeluarkan biaya dan waktu yang lama.

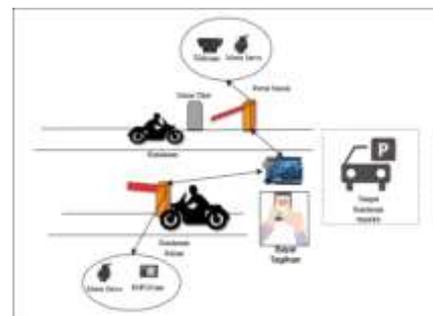
### Midtrans

Midtrans merupakan *payment gateway* yang didirikan pada tahun 2012 dan telah melayani berbagai macam cara pembayaran dengan metode pembayaran berupa *bank transfer*, *e-wallet*, *direct debit*, dan lain sebagainya. *Payment gateway* sendiri merupakan alat pembayaran suatu transaksi yang menggunakan layanan aplikasi *e-commerce* dengan fungsi mengontrolisasi proses pembayaran baik perbankan, kartu kredit ataupun transfer bank.

## METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental (*Experimental research*). Penelitian eksperimental merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti. Hal ini bertujuan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap sistem dalam kondisi yang terkendali. Selain itu, juga digunakan untuk menguji efektifitas dan efisiensi dari suatu pembelajaran yang diterapkan, sehingga dapat diketahui hubungan sebab akibat serta hubungannya dengan memberikan perlakuan tertentu. Penelitian ini didukung dengan studi literatur (*Literatur research*) yaitu dengan mempelajari literatur tentang sistem parkir otomatis.

### Rancangan Umum Sistem



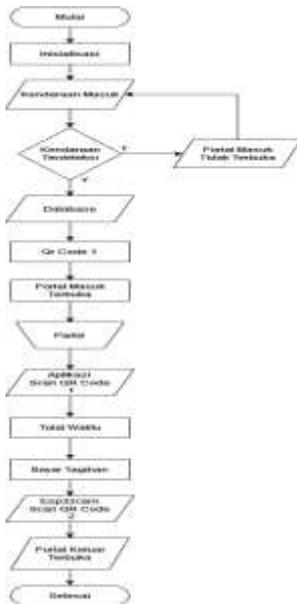
Gambar 5. Blog Diagram Rancangan Umum Sistem

Berdasarkan pada Gambar 5 alur dari proses sistem parkir otomatis ini dimulai dengan inisialisasi kamera dan perangkat. Saat pengendara memasuki area parkir kendaraan akan dideteksi oleh

webcam dengan metode *template matching*, apabila kendaraan terdeteksi maka *trigger* akan dikirim ke mikrokontroler dan *database*, kemudian tiket akan diberikan berupa kode qr melalui printer yang akan mencetak secara otomatis. Setelah portal masuk terbuka, pengendara dapat memarkirkan kendaraannya dengan aman. Apabila kendaraan tidak terdeteksi maka portal masuk tidak akan terbuka.

Pada saat pengendara ingin keluar dari area parkir pengendara dapat melakukan pemindaian pada kode qr melalui aplikasi yang disediakan. Setelah tagihan dibayar, aplikasi akan menampilkan kode qr yang kedua (kode qr 2) untuk dipindai pada Esp32cam yang terletak di samping portal keluar. Jika data cocok maka portal keluar akan terbuka dan pengendara dapat meninggalkan tempat parkir.

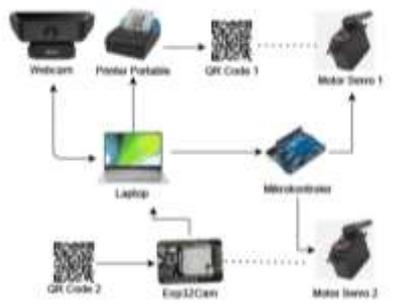
**Rancangan Proses**



Gambar 6. Flowchart Rancangan Proses

Bagian Perancangan Proses dibagi menjadi dua, yaitu:

**Perancangan Perangkat Keras**



Gambar 75. Rancangan Perangkat Keras

Berdasarkan Gambar 7 perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini adalah:

1. Webcam, berfungsi sebagai perantara pendeteksian kendaraan menggunakan metode *template matching*.
2. Mikrokontroler sebagai kontrol utama motor servo.
3. Dua buah motor servo sebagai portal masuk dan portal keluar agar dapat terbuka/tertutup secara otomatis.
4. Printer Portable berfungsi untuk mencetak kode qr.
5. Kode qr, berfungsi sebagai tiket parkir.

6. Esp32Cam berfungsi untuk membaca kode qr untuk portal keluar.
7. FTDI, berfungsi untuk menghubungkan Esp32cam dengan sistem.
8. Laptop, sebagai kontrol utama sistem.

**Perancangan Perangkat Lunak**

Perangkat lunak yang dirancang pada sistem ini berfungsi untuk mengatur kerja mikrokontroler dalam bentuk logika pemrograman.

Perangkat lunak yang akan dirancang pada sistem ini adalah:

**1. Implementasi metode template matching**

Dalam hal ini diasumsikan citra kendaraan master dan input sudah tersedia. Secara umum implementasi metode *template matching* dalam sistem ini dapat ditunjukkan pada Gambar 11 berikut:



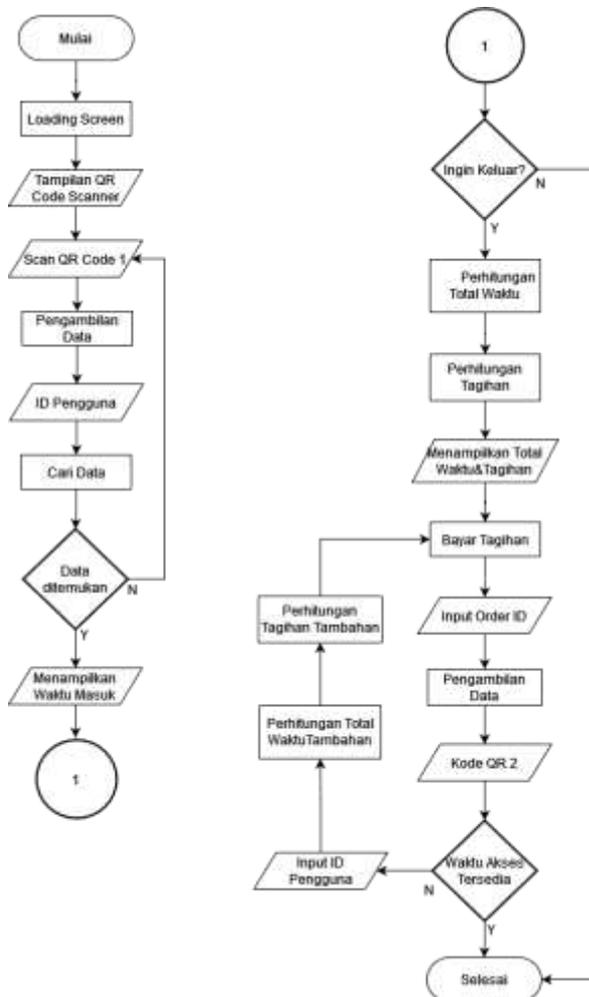
Gambar 86. Flowchart Rancangan Perangkat Lunak

**2. Pembuatan Aplikasi**

Aplikasi pada sistem ini dibuat dengan memanfaatkan kodular. Berdasarkan flowchart pada Gambar 9 alur dari proses pengoperasian aplikasi ini adalah sebagai berikut:

- a. Pada saat memulai, aplikasi akan menampilkan loading screen yaitu, screen yang berisikan logo dari aplikasi.
- b. Setelah beberapa detik halaman aplikasi akan beralih pada halaman yang menampilkan *button* yang digunakan untuk melakukan pemindaian pada kode qr.
- c. Ketika kode qr sudah dipindai aplikasi akan beralih pada halaman selanjutnya. Halaman tersebut akan mendampirkan data yang ada pada kode qr yaitu berupa, id pengguna.
- d. Selanjutnya, ketika *button* 'cari data' disentuh maka sistem akan mencari data yang ada pada *database* berdasarkan id pengguna.
- e. Apabila data ditemukan maka aplikasi akan menampilkan data berupa; waktu masuk, waktu keluar, total waktu, dan total tagihan. Jika data tidak ditemukan maka pengguna harus melakukan pemindaian kembali dengan kode qr yang valid.
- f. Apabila pengguna hendak meninggalkan area parkir maka pengguna harus melakukan pembayaran tagihan terlebih dahulu. Pembayaran tagihan dapat di lakukan melalui transfer bank maupun dengan GoPay. Pada saat proses pembayaran pengguna diharapkan untuk mengingat nomor order id.

- g. Setelah menyelesaikan proses pembayaran maka pengguna dapat memasukkan nomor order id pada halaman selanjutnya. Apabila nomor order id valid maka pengguna akan mendapatkan kode qr 2.
- h. Setelah mendapatkan kode qr 2 pengguna dapat menuju portal keluar dan melakukan pemindaian pada Esp32cam yang berada di sebelah portal keluar. Apabila kode qr valid maka portal keluar akan terbuka. Pada kode qr 2 diberikan waktu akses selama 5 menit. Apabila waktu akses telah habis maka kode qr 2 tidak dapat digunakan lagi.
- i. Apabila waktu akses telah habis maka pengguna diberikan kesempatan untuk melakukan pembayaran tambahan dengan menekan button 'bayar tagihan tambahan' dan melakukan pembayaran seperti sebelumnya maka pengguna akan diberikan waktu akses untuk kode QR 2 sekali lagi. Tagihan tambahan ini hanya akan diberikan satu kali oleh sebab itu pengguna harus segera melakukan scan kode QR pada portal keluar sebelum waktu akses habis karena tidak ada waktu tambahan berikutnya.



Gambar 9. Flowchart Perancangan Aplikasi

### 3. Pembuatan Database

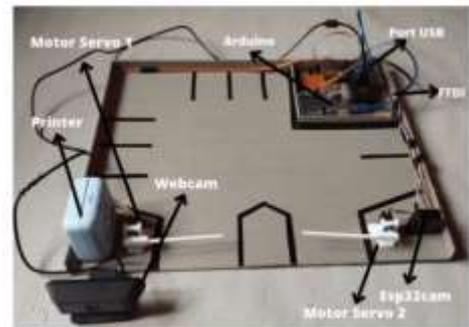
Database yang dibuat berfungsi untuk menyimpan informasi tentang pengguna. Dalam database ini terdapat dua buah tabel yaitu, tabel pengguna dan tabel pembayaran.

## IMPLEMENTASI

Sistem ini dibuat untuk mempermudah pekerjaan petugas parkir, dengan sistem ini diharapkan petugas parkir tidak perlu mengawasi tempat parkir selama 24 jam penuh. Sistem parkir ini terdiri dari 4 proses utama yang dapat dilakukan dengan mandiri oleh pengguna.

Keempat proses tersebut yaitu, pengambilan tiket dan parkir. Ketika kendaraan pengguna terdeteksi maka printer akan secara otomatis mencetak kode qr yang bersisi Id pengguna. Proses kedua yaitu, memasuki portal masuk, pada bagian ini portal masuk akan terbuka ketika kendaraan pengguna dapat dideteksi oleh kamera webcam. Setelah itu pengguna dapat memarkirkan kendaraannya dengan aman. Proses ketiga, pembayaran tagihan parkir. Pembayaran tagihan parkir dilakukan setelah melakukan pemindaian pada tiket parkir (kode qr) melalui aplikasi yang sudah disediakan. Pembayaran dapat dilakukan secara *online* dengan menggunakan *e-money* atau transfer bank. Proses terakhir yaitu, proses keluar dari tempat parkir. Setelah pembayaran dilakukan maka aplikasi akan memberikan kode qr lain(kode qr 2) yang dapat digunakan untuk membuka portal keluar.

Berikut prototype sistem parkir ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian Komponen Perancangan Sistem parkir

### Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada sistem ini adalah, Arduino Uno, Webcam, Printer portable, Esp32Cam, FTDI, dan dua buah motor servo. Berikut penjelasan dari masing-masing komponen:

1. Arduino Uno, berfungsi sebagai mikrokontroler untuk mengintegrasikan kedua motor servo dengan sistem.
2. Webcam, berfungsi sebagai media untuk mengambil gambar objek
3. Esp32Cam, berfungsi sebagai pemindai kode qr 2 untuk portal keluar.
4. FTDI, berfungsi sebagai integrasi antara Esp32Cam dengan sistem.
5. Printer portable, berfungsi untuk mencetak kode qr sebagai tiket masuk ke area parkir.
6. Motor Servo, berfungsi sebagai portal masuk dan keluar.
7. Laptop, berfungsi sebagai kontrol utama sistem

### Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak yaitu, berupa perangkat lunak tertanam yang ada pada Arduino dan FTDI yang berbentuk barisan program pada Arduino IDE dan Visual Studio Code. Perangkat lunak lainnya yaitu aplikasi Android yang dibuat menggunakan Kodular.

**Implementasi metode template matching**

Cara kerja template matching adalah dengan membandingkan objek atau citra yang ditangkap dengan citra template. Pada sistem ini, citra template yang digunakan yaitu kaca spion, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14 di bawah:



Gambar 11. Gambar Template

Template matching akan mengubah citra template menjadi keabuan dan mencocokkan kemiripannya dengan objek yang ditangkap oleh kamera. Intensitas keabuan yang diberikan dapat disesuaikan dengan mengatur Threshold-nya. Apabila ditemukan kemiripan maka sistem akan mendeteksinya sebagai kendaraan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15 dibawah:



Gambar 12. Pendeteksian Objek

**Implementasi Database MySql**

Pada database Mysql terdapat dua buah tabel yang diberi nama tbpengguna dan tbpembayaran. Pada Gambar 13 ditunjukkan struktur dari tabel tbpengguna. Kolom gambar akan menjadi trigger untuk kolom id\_pengguna dan waktu\_masuk. Ketika gambar diinputkan secara otomatis maka id\_pengguna akan terisi secara otomatis begitu pun dengan waktu\_masuk. Hal ini karena waktu\_masuk menggunakan fungsi *current\_timestamp* sehingga akan mencatat waktu ketika data dimasukkan ke dalam database(*insert*).

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
1	id_pengguna	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT
2	waktu_masuk	datetime			No	current_timestamp()		
3	waktu_keluar	datetime			Yes	NULL		
4	total_waktu	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No	None		
5	tagihan	mediumint(8)		UNSIGNED	Yes	NULL		
6	waktu_sambahas	datetime			Yes	NULL		
7	tagihan_sambahas	mediumint(8)			Yes	NULL		
8	gorder	int(11)			No	None		

Gambar 13. Struktur Tabel Database tbpengguna.

Gambar 14 merupakan struktur tabel database tbpembayaran. Tabel ini akan menyimpan seluruh informasi dari aktifitas pembayaran yang dilakukan oleh pengguna.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
1	id_pembayaran	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT
2	order_id	varchar(20)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		
3	gross_amount	int(11)			Yes	NULL		
4	payment_type	varchar(15)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		
5	transaction_time	varchar(19)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		
6	bank	varchar(10)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		
7	va_number	varchar(10)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		
8	status_code	int(5)			Yes	NULL		

Gambar 14. Struktur Tabel Database tbpembayaran

**Implementasi Aplikasi Parkir**

1. Welcome Screen (Loading Screen/Splash Screen)

Screen1 merupakan Loading Screen/Splash Screen atau Welcome Screen yang akan ditampilkan pertama kali ketika aplikasi dibuka. Tampilan Welcome Screen ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 15. Tampilan Welcome Screen

2. Pemindaian Kode Qr

Screen2 merupakan laman yang akan digunakan untuk memindai kode qr. Ketika tampilan/gambar kode qr pada screen disentuh maka kamera akan terbuka dan aplikasi akan beralih menampilkan pemindai kode qr.



Gambar 16. Tampilan Screen2

3. Data Pengguna

Screen3 akan digunakan sebagai tempat untuk menampilkan data kode qr yang sebelumnya sudah dipindai.



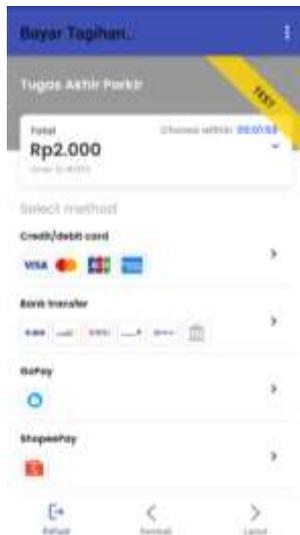
Gambar 17. Tampilan Laman Data Pengguna

Data yang akan ditampilkan yaitu:

1. Waktu masuk
2. Waktu keluar
3. Total waktu
4. Tagihan

*Screen4* dihubungkan dengan Midtrans. Midtrans sendiri merupakan *payment gateway* sehingga aplikasi akan dapat melakukan proses pembayaran.

Pengguna harus memasukkan id pengguna pada kolom yang diminta kemudian aplikasi akan secara otomatis mendapatkan jumlah tagihan yang harus dibayar. Setelah itu barulah pengguna dapat membayar tagihannya dengan metode pembayaran yang diinginkan.



Gambar18. Tampilan Laman Pembayaran Tagihan

#### 5. Kode Qr 2

*Screen5* akan menampilkan kode qr 2 yang berfungsi untuk membuka portal keluar, untuk mendapatkan kode qr pengguna perlu memasukkan Order\_id, oleh sebab itu pengguna perlu mengingat nomor Order Id yang didapat ketika proses pembayaran.

Berikut Gambar 19 merupakan tampilan kode QR 2 yang diberikan:



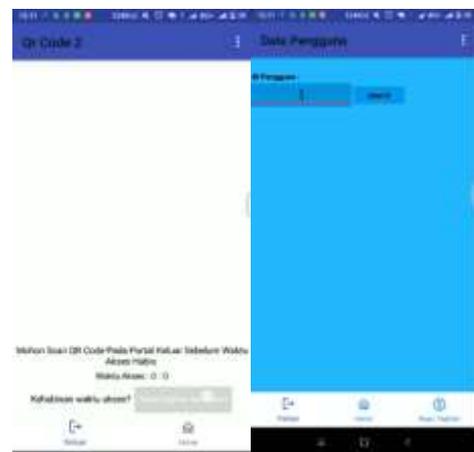
Gambar 19. Tampilan kode QR 2

#### 6. Pembayaran Tagihan Tambahan

Pembayaran tagihan tambahan dapat dilakukan apabila pengguna kehabisan waktu akses kode QR 2 sebelum melakukan pemindaian pada portal keluar. Pengguna dapat menekan button “Bayar Tagihan Tambahan” yang akan muncul ketika waktu akses kode Qr 2 yang pertama habis. Selanjutnya, pengguna dapat memasukkan nomor Id Pengguna dan melakukan pembayaran kembali.

Sama seperti Tagihan, untuk pembayaran tambahan akan dikenakan biaya tambahan sebesar Rp. 2000 pada 1 jam pertama dan bertambah Rp. 1000 untuk setiap jam berikutnya.

Tampilan halaman pembayaran ditunjukkan pada Gambar 23. berikut:



Gambar 20. Tampilan Halaman Pembayaran Tagihan Tambahan

## PENGUJIAN DAN ANALISA

### *Pengujian dan Analisa Perangkat Keras*

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk mengetahui perangkat keras yang digunakan bekerja dengan baik atau tidak, maka perlu dilakukan serangkaian pengujian pada masing-masing *hardware* yang ada di dalam sistem.

### *Pengujian Pembacaan Kode Qr*

Pada pengujian pembacaan Kode Qr yang diuji yaitu intensitas cahaya yang diperlukan agar aplikasi dapat membaca Kode Qr.

Satuan yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada pengujian ini adalah Lumen(Lux). Berikut pada Tabel 2 pembagian kondisi pencahayaan pada saat pengujian. Didapatkan hasil pengujian pembacaan Aplikasi terhadap kode qr pada Tabel 1 di bawah:

Tabel 1. Pengujian Aplikasi pada Pembacaan Kode Qr berdasarkan Intensitas Cahaya

Kodisi Pencahayaan(Lux)	Pengujian ke-				
	1	2	3	4	5
0-9	Gagal	Gagal	Berhasil	Berhasil	Gagal
11-60	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Pada pengujian di atas dapat diketahui persentase keberhasilan pembacaan Kode Qr pada dua kondisi di atas adalah, sebagai berikut:

#### a. Intensitas Cahaya Gelap

Pada intensitas cahaya gelap (0-9 Lux) persentase keberhasilan pembacaan Kode Qr didapatkan sebesar:

Persentase keberhasilan

$$= \frac{(\text{Jumlah pembacaan berhasil})}{(\text{Jumlah total pengujian})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{2}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 40\%$$

Pembacaan Kode Qr pada kondisi gelap berdasarkan intensitas cahaya di atas memiliki kemungkinan berhasil namun memerlukan waktu yang lebih lama, penyesuaian membutuhkan waktu lebih lama, dan jarak baca yang relatif harus lebih dekat.

#### b. Intensitas Cahaya Terang

Pada Intensitas cahaya terang (11-60 Lux) persentase keberhasilan pembacaan Kode Qr didapatkan sebesar :

Persentase keberhasilan

$$= \frac{(\text{Jumlah pembacaan berhasil})}{(\text{Jumlah total pengujian})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{4}{4} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 100\%$$

#### Pengujian Esp32Cam

Pada pengujian Esp32cam tahapan yang diuji yaitu jarak baca Esp32cam terhadap objek, sudut baca Esp32cam terhadap objek, dan intensitas cahaya yang mempengaruhi pembacaan objek.

#### a. Pengujian jarak baca

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak pembacaan Esp32Cam terhadap kode qr 2.

Tabel 2. Pengujian Jarak Baca Esp32Cam

Jarak Baca Esp32Cam dengan Objek (cm)	Pengujian ke-			
	1	2	3	4
1-5	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6-10	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
11-15	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
16-20	Berhasil	Gagal	Berhasil	Berhasil
21-25	Gagal	Gagal	Gagal	Gagal

Pada Tabel 2, dilakukan sebanyak 3 kali pengujian untuk menentukan jarak pembacaan Kode Qr 2 pada Esp32cam. Dari ke tiga pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut; jarak 1-5cm, 6-10cm, dan 11-15cm, kode qr masih dapat terbaca dengan jelas. Sedangkan pada jarak 16-20cm dan 21-25cm kode qr tidak dapat terbaca hal ini disebabkan karena jarak yang terlalu jauh sehingga kamera tidak dapat menangkap gambar kode qr dengan ukuran 200px secara jelas.

#### b. Pengujian Sudut Pembacaan Kode Qr dengan Esp32cam

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kemiringan yang mampu dibaca oleh Esp32cam terhadap kode qr.

Tabel 3 Pengujian Sudut Pembacaan Kode Qr dengan Esp32Cam

Sudut Pembacaan Kode QR dengan Esp32Cam	Status
0°	Berhasil
15°	Berhasil
20°	Berhasil
25°	Berhasil
30°	Berhasil
35°	Berhasil
45°	Berhasil
90°	Berhasil
180°	Berhasil
270°	Berhasil

Pada Tabel 3 dilakukan pengujian sudut pembacaan kode qr sebanyak 10 kali pengujian. Dari pengujian didapatkan hasil bahwa kode qr dapat dibaca dari sudut mana pun.

#### c. Pengujian Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Hasil Deteksi Esp32Cam

Pengujian ini bertujuan untuk melihat pengaruh intensitas cahaya terhadap hasil baca kode qr 2 oleh Esp32cam. Esp32Cam akan membaca qr code 2 dari perangkat ponsel oleh sebab itu sumber cahaya yang diukur merupakan intensitas cahaya yang berasal dari ponsel saat berada di luar ruangan. Intensitas cahaya rata-rata di luar ruangan adalah 300 Lux pada siang hari.

Tabel 4 Pengujian Deteksi Berdasarkan Kondisi Intensitas Cahaya

Pengujian Ke	Intensitas cahaya ponsel (Lux)	Validasi	
		Ponsel tanpa pelindung layar	Ponsel dengan pelindung layar gelap
1	0	Gagal	Gagal
2	3	Gagal	Gagal
3.	9	Berhasil	Gagal
4.	13	Berhasil	Gagal
5.	27	Berhasil	Berhasil
6.	37	Berhasil	Berhasil
7.	74	Berhasil	Berhasil

Pada pengujian ini dapat diambil kesimpulan jika cahaya ponsel yang kurang dari 4 Lux akan sulit dibaca oleh Esp32Cam, sedangkan intensitas cahaya sama besar dengan 4 Lux hingga 74 Lux dapat dibaca dengan mudah oleh Esp32Cam. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pengujian ini, yaitu; Intensitas cahaya pada ponsel yang berbeda-beda dan pelindung layar ponsel yang digunakan pada saat itu. Apabila ponsel menggunakan pelindung layar berwarna gelap maka cahaya ponsel yang dibutuhkan agar dapat dibaca oleh Esp32Cam harus lebih tinggi.

**Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak**

Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk mengetahui perangkat lunak yang digunakan dapat mengeluarkan hasil yang diharapkan atau tidak, maka perlu dilakukan serangkaian pengujian pada masing-masing program yang ada di dalam sistem.

**Pengujian Template Matching**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah template matching dapat melakukan pendeteksian objek dengan tepat. Pada bagian ini terdapat dua pengujian, yaitu Pengujian Pendeteksian Objek dan Pengujian Jarak Deteksi dengan Objek.

**a. Pengujian Pendeteksian Objek**

Pengujian Pendeteksian Objek dilakukan untuk dapat mengetahui apakah template matching dapat mendeteksi objek dengan benar.

Tabel 5 Pengujian Pendeteksian Objek

Percobaan Ke	Objek	Status
1.	Mio Putih 	Berhasil 1
2.	Yamaha Hitam	Berhasil 1

		
3.	Beat Hitam 	Berhasil 1
4.	Mio 	Berhasil 1
5.		Gagal
6.		Gagal

Pada pengujian ini dilakukan 6 kali pengujian dengan motor yang berbeda dan bentuk kaca spion yang berbeda namun memiliki kemiripan. Keempat objek berhasil dideteksi dengan baik, sedangkan dua objek gagal dideteksi. Ada beberapa faktor utama yang dapat mempengaruhi pendeteksian objek, yaitu, warna objek, bentuk objek dan lingkungan sekitar.

Umumnya, warna hitam lebih mudah dideteksi objek sebab objek yang digunakan berwarna hitam, oleh karena itu saat pengabuan dilakukan gambar *template* akan menjadi lebih gelap, maka objek yang lebih gelap akan lebih mudah dideteksi. Contohnya, motor Scoopy meski pun bentuk kaca spionnya berbeda namun warna objek hampir serupa dengan warna *template* sehingga dapat dideteksi. Faktor kedua yaitu bentuk objek, objek yang dideteksi harus berbentuk sedemikian rupa dengan gambar *template* agar dapat terdeteksi dengan baik. Selain itu lingkungan sekitar juga menjadi faktor keberhasilan pendeteksian. Semakin banyak *noise* maka akan semakin sulit sistem dapat mendeteksi objek dengan tepat.

#### b. Pengujian Jarak Deteksi Objek

Pengujian Jarak Deteksi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana *template matching* dapat mendeteksi objek.

Tabel 6. Pengujian Jarak Deteksi dengan Objek

Pengujian Ke	Jarak Baca Webcam dengan Objek				
	1m	1.5m	2m	2.5m	3m
1.	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal	Gagal
2.	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
3.	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal	Gagal
4.	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal	Gagal

Berdasarkan tabel 6 rata-rata jarak deteksi *template matching* dengan objek adalah antara 1 meter hingga 1.5 meter.

#### Pengujian Aplikasi Parkir

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat waktu respon aplikasi terhadap input dan output yang diberikan. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 9.

Berdasarkan tabel pengujian validasi dibawah maka dapat disimpulkan bahwa proses pada aplikasi dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan dalam waktu yang relatif kurang dari 2,5 detik. Adapun penyimpanan yang dibutuhkan oleh aplikasi ini adalah 6.02 Mb.

Tabel 7. Pengujian Aplikasi

No	Proses	Hasil Yang diharapkan	Status Validasi	Waktu Respon (milidetik)
1.	Pembacaan Kode QR 1	Aplikasi mampu melakukan Pembacaan Kode QR 1	Berhasil	700
2.	Menampilkan ID Pengguna	Aplikasi mampu menampilkan Id Pengguna	Berhasil	1000
3.	Pemanggilan Data Berdasarkan ID Pengguna	Aplikasi mampu memanggil data yang sesuai berdasarkan id.	Berhasil	600
4.	Menampilkan waktu masuk	Aplikasi mampu menampilkan waktu masuk	Berhasil	0.400
5.	Menampilkan waktu keluar	Aplikasi mampu menampilkan waktu keluar	Berhasil	0.500

6.	Total waktu dengan benar	Aplikasi mampu menampilkan total waktu dengan benar	Berhasil	0.500
7.	Menampilkan tagihan berdasarkan total waktu	Aplikasi mampu menampilkan jumlah tagihan berdasarkan lama waktu parkir dengan benar.	Berhasil	0.500
8.	Melakukan Pembayaran Tagihan	Aplikasi mampu melakukan Pembayaran dari e-money	Berhasil	1.500
9.	Menampilkan Kode Qr 2	Aplikasi mampu menampilkan Kode QR 2 yang berisi data status pembayaran setelah order id dimasukkan.	Berhasil	0.570
10.	Membatasi waktu akses	Aplikasi mampu memberi batasan waktu akses pada	Berhasil	0.570

#### Pengujian Database Mysql

Pengujian database Mysql ini dilakukan untuk melihat apakah data yang diinputkan secara otomatis dapat disimpan dengan baik. Penyimpanan ke dalam *database* Mysql ini menggunakan *trigger* berupa *type* data *Blob* yang diambil dari potret kendaraan yang terdeteksi. Data ini akan memberikan *trigger* pada kolom *id\_pengguna* dan *waktu\_masuk*. Berikut pada Tabel 10 merupakan hasil pengujian dari *database* Mysql:

Tabel 8 Pengujian Database Mysql

No.	Proses	Hasil yang Diharapkan	Validasi	Waktu Respon (detik)
1.	Input data otomatis pada tabel pengguna	Dapat memasukkan data berupa gambar dengan <i>type</i> BLOB dan memberikan <i>trigger</i> untuk mencatat waktu masuk	Berhasil	0.0053
2.	Update data pada tabel Pengguna	Sistem dapat mencatat waktu keluar, menghitung waktu total dan menghitung jumlah tagihan pada saat kode aplikasi memanggil data.	Berhasil	0.006
3.	Insert data pembayaran pada tabel Pembayaran	Dapat menyimpan data pembayaran	Berhasil	0.0047

		setelah tagihan dibayar		
--	--	-------------------------	--	--

Dari Tabel 10 dapat diambil kesimpulan jika *database* dapat melakukan proses dengan tingkat keberhasilan 100% baik pada tabel dbpengguna ataupun pada tabel dbpembayaran.

### Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk melihat kemampuan sistem yang dibangun dalam menghasilkan *output* yang sesuai dengan hasil yang diharapkan. Berikut proses yang akan dilakukan dalam pengujian sistem secara keseluruhan:

Tabel 9. Pengujian Keseluruhan

No	Proses	Hasil Yang diharapkan	Status Validasi
1.	Pengguna menginstal aplikasi parkir yang disediakan.	Pengguna sudah menginstal aplikasi sebelum keluar dari area parkir	Berhasil
2.	Pengguna memasuki area parkir dan dapat tertangkap oleh kamera webcam.	Kamera webcam berhasil menangkap dan mendeteksi objek kendaraan.	Berhasil
3.	Pengguna mengambil kode qr yang sudah tercetak otomatis pada printer.	Printer berhasil mencetak kode qr 1 secara otomatis	Berhasil
4.	Pengguna dapat memarkirkan kendaraannya.	Pengguna memarkirkan kendaraan	Berhasil
5.	Pengguna melakukan pemindaian pada kode qr yang diberikan dengan aplikasi parkir yang sudah diinstal sebelumnya.	Kode Qr dapat memberikan hasil yang diinginkan berupa informasi waktu masuk, waktu keluar, total waktu, dan total tagihan	Berhasil
6.	Pengguna melakukan proses pembayaran tagihan.	Pengguna berhasil melakukan pembayaran tagihan.	Berhasil
7.	Pengguna mendapatkan kode qr 2.	Sistem/aplikasi berhasil memberikan kode qr 2 setelah pengguna melakukan proses pembayaran.	Berhasil
8.	Pengguna melakukan pemindaian kode qr 2 pada Esp32cam yang	Esp32cam dapat membaca kode qr2 dengan tepat dan memberikan <i>output</i> yang sesuai.	Berhasil

	ada pada bagian portal keluar.		
9.	Pengguna dapat keluar dari area parkir.	Portal parkir dapat terbuka dan pengguna dapat keluar dari area parkir dengan aman.	Berhasil

Percobaan diatas dilakukan sebanyak 4 kali dan menghasilkan hasil yang sama untuk keseluruhan proses. Dari hasil pengujian keseluruhan sistem ini didapatkan persentase keberhasilan pengujian sebesar :

*Persentase keberhasilan*

$$= \frac{(\text{Jumlah percobaan sukses})}{(\text{Jumlah total percobaan})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{4}{4} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 100\%$$

Persentase keberhasilan yang diperoleh dari pengujian sistem secara keseluruhan adalah 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dan sistem dapat menghasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan Pengujian dan analisa sistem keseluruhan pada sistem pembayaran parkir non-tunai berbasis mikrokontroler dengan metode template matching ini dapat disimpulkan sistem ini telah mampu mendeteksi objek sesuai dengan template yang ada selama objek tersebut berada di dalam jangkauan kamera. Dimana kamera akan memberikan informasi jika objek sudah terdeteksi dan data akan dikirim ke database sehingga printer akan secara otomatis mencetak kode qr yang berisi data Id Pengguna yang sesuai dengan data yang ada dalam database. Selain itu, aplikasi android dapat melakukan semua proses yang dibutuhkan sesuai dengan yang diharapkan. Esp32Cam juga dapat berjalan dengan baik dan mengeluarkan output sesuai dengan yang diharapkan. Meski begitu sistem ini baru dapat digunakan oleh kendaraan roda dua yang memiliki kaca spion mirip dengan citra yang ada pada template.

### REFERENSI

Conference Paper from the Internet

[1] D. E. Nugraheny, "Data Kependudukan 2020: Penduduk Indonesia 268.583.016 Jiwa," *KOMPAS.com*, Aug. 12, 2020. JITCE

[2] Andesta, D., & Ferdian, R. (2018, September 29). Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler dan Modul GSM. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, 2(02), 51-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jitce.2.02.51-63.2018>

Conference Paper from the Internet

[3] F. Khairuddin, "Otomatisasi Sistem Parkir Sepeda Motor Berbasis RFID dan Arduino( Studi Kasus : Tempat Parkir Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta )," 2020.

Whole Internet Site

- [4] Anonim, “Perkembangan Teknologi pada Sistem Parkir,” *TribunJabar.id*, Aug. 16, 2017.

Chipset

- [5] Hafiz HersyahM. and Putri Anedyar., “Sistem Reservasi Jadwal Jasa Medis Fasilitas Kesehatan Kelas Satu Menggunakan QR Code Berbasis Android”, *chipset*, vol. 1, no. 01, pp. 1-4, Apr. 2020.

Journal Article from the Internet

- [6] V. D. Dokania, M. M. Sevak, D. D. Patel, and P. S. Barve, “QR Code based Smart Parking System,” pp. 167–170, 2020.

Whole Internet Site

- [7] Anonim, “Mengenal ESP32 Development Kit untuk IoT (Internet of Things),” *ARDUTECH.com*, 2020.  
<https://www.ardutech.com/mengenal-esp32-development-kit-untuk-iot-internet-of-things/> (accessed May 04, 2021).

Journal Article from the Internet

- [8] S. Rahayu, “Pengaruh Penggunaan Smartphone Terhadap Pemenuhan Informasi Mahasiswa Prodi S1 Ilmu Perpustakaan Fakultas Adab dan Humaniora UIN Ar-Raniry Angkatan 2015,” Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, 2017.