

PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN GERBANG KELUAR PARKIR MENGGUNAKAN SCANNER BARCODE DAN VALIDASI OTOMATIS

Indra Maulana^{1*)}, Rizki Ramadhan¹, Arsenio Rafi¹, Budi Setiyono¹, dan Ajub Ajulian Zahra¹

¹Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedharto, S.H., Kampus Undip Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: Aditya.indramaulana28@gmail.com

Abstrak

Sistem parkir konvensional masih memiliki kelemahan seperti antrean panjang, potensi kecurangan tiket, dan efisiensi operasional yang rendah. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan sistem gerbang keluar parkir otomatis berbasis validasi *barcode* dan teknologi Automatic Number Plate Recognition (ANPR). Sistem ini mengintegrasikan *scanner barcode*, kamera webcam, Arduino Uno, motor servo MG995, sensor ultrasonik HC-SR04, serta perangkat lunak Python dan *database* MySQL. Tiket berisi plat nomor dan waktu masuk dicetak saat kendaraan masuk. Saat keluar, sistem memindai *barcode* dan membaca plat nomor secara *real-time* menggunakan OCR. Data dari kedua proses tersebut divalidasi secara otomatis. Jika cocok, sistem menghitung durasi parkir dan menampilkan QR Code untuk pembayaran digital. Setelah pembayaran dikonfirmasi, gerbang terbuka otomatis. Pengujian menunjukkan akurasi pembacaan *barcode* mencapai 100%, OCR sebesar 88,9%, serta rata-rata waktu respon sistem 1,85 detik. Sensor ultrasonik juga efektif dalam mendeteksi kendaraan keluar dan menutup gerbang secara tepat. Sistem mampu menangani hingga 200 kendaraan secara konsisten dan menjaga sinkronisasi data tiket dan *database*. Dengan validasi ganda dan otomatisasi penuh, sistem ini terbukti efisien dan layak diterapkan dalam pengelolaan parkir modern.

Kata Kunci: ANPR, OCR, *Barcode*, *Scanner*, Arduino Uno, Motor servo, Sensor ultrasonik.

Abstract

Conventional parking systems still suffer from weaknesses such as long queues, potential ticket fraud, and low operational efficiency. To address these issues, an automated parking exit gate system based on barcode validation and Automatic Number Plate Recognition (ANPR) technology was developed. This system integrates a barcode scanner, a webcam camera, an Arduino Uno, an MG995 servo motor, an HC-SR04 ultrasonic sensor, Python software, and a MySQL database. A ticket containing the license plate number and entry time is printed as the vehicle enters. Upon exit, the system scans the barcode and reads the license plate number in real time using OCR. Data from both processes is automatically validated. If a match is found, the system calculates the parking duration and displays a QR code for digital payment. Once payment is confirmed, the gate opens automatically. Tests show 100% barcode reading accuracy, 88.9% OCR accuracy, and an average system response time of 1.85 seconds. The ultrasonic sensor is also effective in detecting vehicle exits and closing the gate promptly. The system can handle up to 200 vehicles consistently and maintains synchronization of ticket and database data. With dual validation and full automation, this system has proven efficient and feasible for implementation in modern parking management.

Keywords: ANPR, OCR, *Barcode*, *Scanner*, Arduino Uno, Servo motor, Ultrasonic sensor.

1. Latar Belakang

Sistem parkir konvensional sering kali menghadirkan tantangan dalam hal efisiensi, keamanan, dan kenyamanan pengguna. Dalam era digitalisasi saat ini, berbagai solusi berbasis teknologi mulai diterapkan untuk meningkatkan efektivitas manajemen parkir, termasuk penggunaan sensor, pengenalan karakter plat nomor (OCR/ANPR), dan metode pembayaran non-tunai berbasis QR Code (QRIS) [1]. Sistem otomatisasi parkir menjadi alternatif penting

dalam mengurangi waktu tunggu, meminimalisir human error, dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik [2].

Salah satu komponen utama dalam sistem parkir cerdas adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kendaraan secara otomatis menggunakan kamera dan algoritma pemrosesan citra digital. Teknologi Optical Character Recognition (OCR) telah digunakan secara luas untuk mengenali karakter pada plat nomor kendaraan. Dengan mengintegrasikan OCR ke dalam sistem parkir, proses

validasi kendaraan menjadi lebih cepat dan akurat [3]. Hal ini memungkinkan pengelola parkir untuk melakukan pencocokan antara data *barcode* tiket dengan plat nomor kendaraan saat keluar.

Metode pembayaran digital seperti QRIS juga telah menjadi bagian dari transformasi sistem parkir modern. Pengguna dapat melakukan pembayaran secara instan hanya dengan memindai kode QR melalui aplikasi e-wallet, tanpa perlu kontak fisik atau transaksi tunai. Sistem parkir berbasis QRIS mendukung efisiensi transaksi dan transparansi data retribusi parkir. Implementasi QRIS juga telah terbukti meningkatkan kepercayaan dan kenyamanan pengguna, sebagaimana ditunjukkan oleh berbagai penelitian di daerah urban [4].

Teknologi Arduino juga berperan penting dalam pengendalian perangkat keras seperti motor servo untuk membuka dan menutup palang gerbang, serta sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Penggunaan Arduino sebagai pengontrol utama memberikan fleksibilitas dalam pengembangan sistem karena kemudahan integrasi dengan berbagai sensor dan komunikasi serial ke perangkat lunak pengolah data [5].

Sistem ini dapat dirancang agar otomatis membuka gerbang setelah validasi data *barcode* dan plat nomor, serta menutup kembali setelah kendaraan terdeteksi telah keluar. Sistem ini juga mengandalkan penggunaan basis data MySQL untuk menyimpan informasi kendaraan yang masuk dan keluar. Data yang tersimpan meliputi waktu masuk, nomor plat, *barcode* tiket, dan status pembayaran. Saat kendaraan keluar, sistem akan mencocokkan informasi dari kamera dan *scanner* dengan *database*, kemudian menghasilkan kode pembayaran jika cocok. Jika transaksi telah divalidasi melalui pembayaran QRIS, maka gerbang akan terbuka secara otomatis [6].

Melalui integrasi antara perangkat keras (Arduino, kamera, *scanner*) dan perangkat lunak berbasis Python dan OCR, sistem parkir pintar ini menawarkan solusi yang terautomasi, aman, dan efisien. Perancangan ini menjadi bagian dari upaya digitalisasi layanan publik, khususnya dalam pengelolaan area parkir. Sistem ini diharapkan dapat mengurangi interaksi manusia, meningkatkan akurasi verifikasi kendaraan, serta mempercepat proses keluar-masuk kendaraan secara *real-time* [7].

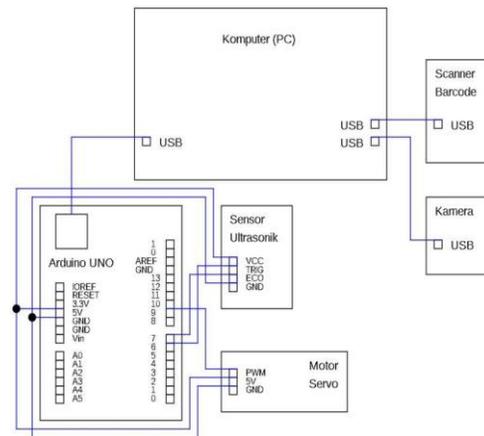
2. Metode

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras bertujuan untuk mengintegrasikan berbagai komponen sistem agar dapat bekerja secara sinkron dan efisien dalam mendukung sistem gerbang keluar parkir otomatis. Komponen utama dalam sistem ini meliputi kamera webcam, *scanner barcode* USB, laptop sebagai unit pemrosesan utama, serta mikrokontroler Arduino Uno yang berperan dalam

mengendalikan aktuator fisik berupa motor servo MG995 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Diagram lengkap rangkaian perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 1, yang menggambarkan hubungan antarkomponen melalui komunikasi USB dan serial.

Arduino Uno digunakan sebagai pengendali utama perangkat fisik. Motor servo berfungsi untuk membuka dan menutup palang parkir secara mekanis, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi kendaraan yang melewati palang, memastikan bahwa gerbang hanya ditutup setelah kendaraan benar-benar keluar dari area sensor. Untuk mendukung implementasi ini, setiap pin pada Arduino diberikan fungsi tertentu seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Pemilihan pin ini mempertimbangkan kompatibilitas sinyal PWM untuk servo serta kestabilan pembacaan sinyal digital dari sensor ultrasonik.



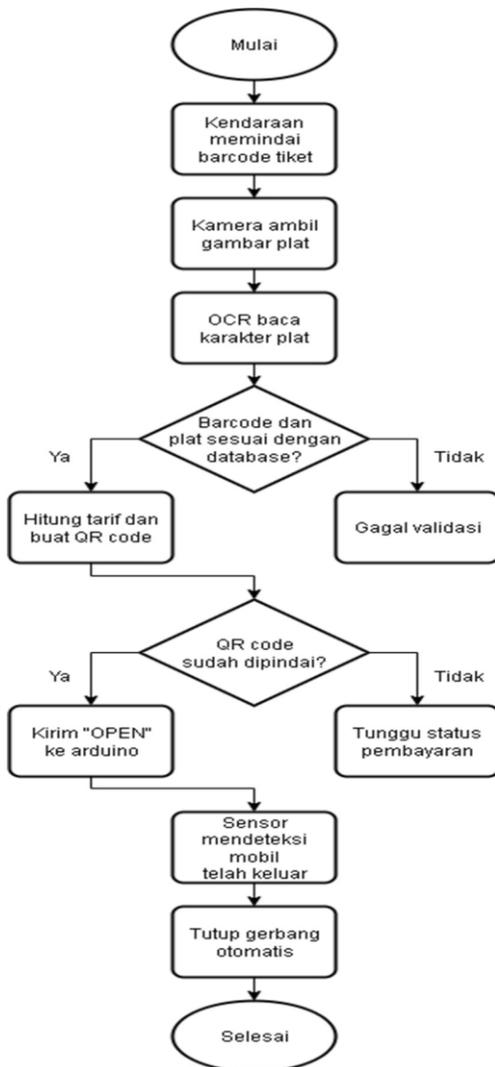
Gambar 1. Diagram rangkaian perangkat keras gerbang keluar.

Tabel 1. Pin mapping arduino uno dan fungsinya.

Pin Arduino	Komponen yang Terhubung	Fungsi
Digital 9	Motor Servo MG995	Output sinyal PWM untuk kontrol buka/tutup gerbang
Digital 6	Trig Sensor Ultrasonik HC-SR04	Mengirim gelombang ultrasonik (trigger)
Digital 7	Echo Sensor Ultrasonik HC-SR04	Menerima pantulan gelombang untuk hitung jarak
VCC (5V)	Servo dan Sensor	Suplai daya ke komponen eksternal
GND	Semua Komponen	Ground atau referensi tegangan
USB Port	Laptop	Komunikasi serial Python-Arduino

2.2 Pembacaan Barcode dan OCR Plat Nomor

Sistem gerbang keluar parkir ini diawali dengan proses identifikasi kendaraan melalui dua metode utama: pemindaian *barcode* tiket dan pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan menggunakan teknologi Optical Character Recognition (OCR). Setiap kendaraan yang masuk akan memperoleh tiket parkir berupa *barcode* yang mencakup informasi berupa plat nomor dan waktu masuk. Pada saat keluar, pengguna memindai *barcode* tersebut menggunakan *scanner* USB yang terhubung ke laptop sistem. Secara bersamaan, webcam yang telah diposisikan pada jalur keluar menangkap citra plat nomor kendaraan secara *real-time*. Kamera yang digunakan merupakan webcam USB plug-and-play, dipilih karena kemudahannya dalam integrasi dengan Python, serta performa baik dalam kondisi pencahayaan rendah [6]. *Flowchart* kerja subsistem gerbang keluar parkir ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. *Flowchart* kerja subsistem gerbang keluar parkir.

Citra plat nomor yang ditangkap oleh kamera kemudian diproses menggunakan pustaka EasyOCR dalam bahasa

pemrograman Python. EasyOCR memungkinkan ekstraksi teks alfanumerik dari citra pelat kendaraan, yang kemudian dikonversi menjadi data teks digital. Data hasil OCR ini selanjutnya dibandingkan secara otomatis dengan isi *barcode* yang telah dipindai sebelumnya. Jika kedua data cocok, maka sistem akan melanjutkan ke tahap validasi dan penghitungan tarif. Alur kerja dari proses ini ditunjukkan pada Gambar 2, yang menjelaskan integrasi alur data antara pembacaan kamera dan pemindaian *barcode*. Sementara itu, hasil visual dari pembacaan OCR pada plat nomor kendaraan dapat dilihat pada Gambar 3, yang memperlihatkan bagaimana sistem mengenali karakter secara akurat dari citra kendaraan yang tertangkap kamera [8].



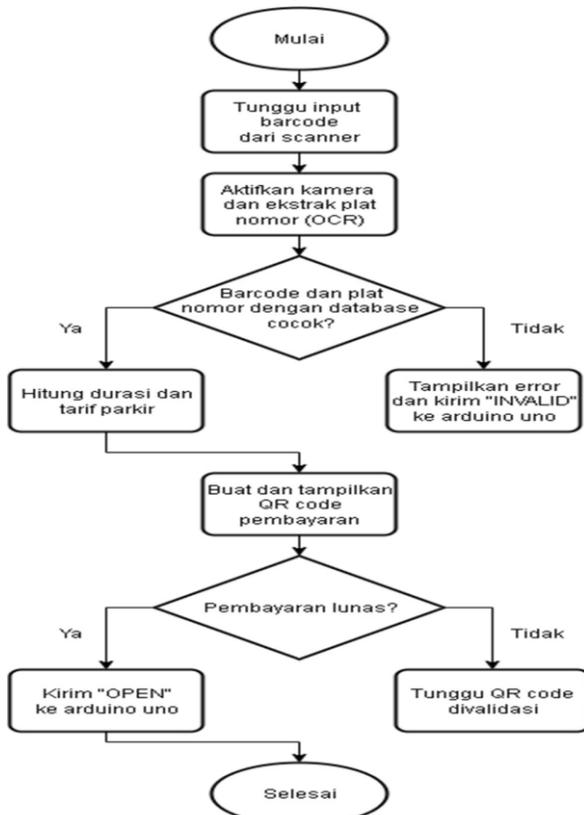
Gambar 3. Tampilan hasil pembacaan OCR pelat nomor.

2.3 Validasi Data dan Penghitungan Tarif

Setelah *barcode* tiket dipindai dan hasil pembacaan OCR plat nomor diperoleh, sistem akan melakukan proses validasi dengan mencocokkan keduanya terhadap data yang telah tersimpan di *database* MySQL lokal. Jika terdapat kecocokan, sistem akan mengambil waktu masuk kendaraan dari *database* dan menghitung durasi parkir dengan cara mengurangkan waktu saat ini dengan waktu masuk tersebut. Penghitungan dilakukan secara otomatis, dengan algoritma pembulatan ke atas berdasarkan skema tarif tetap, misalnya Rp2.000 per jam. Proses ini memastikan akurasi serta efisiensi tanpa keterlibatan petugas secara manual, sehingga mempercepat alur keluar kendaraan. Gambar 4 menyajikan alur logika perangkat lunak Python, mulai dari proses pembacaan *barcode* dan OCR hingga penghitungan tarif serta pembuatan QR Code [4].

Setelah tarif ditentukan, sistem secara otomatis menghasilkan QR Code menggunakan pustaka Python *qrcode*. QR Code ini berisi tautan pembayaran berbasis QRIS, yang kompatibel dengan berbagai aplikasi pembayaran digital seperti OVO, GoPay, DANA, dan m-Banking. Kode ini langsung ditampilkan ke layar monitor untuk dipindai pengguna menggunakan smartphone masing-masing. Setelah transaksi dikonfirmasi berhasil, sistem akan membuka gerbang secara otomatis. Proses ini

tidak hanya mempercepat proses pembayaran, tetapi juga meningkatkan akurasi dan keamanan transaksi. Gambar 4 menunjukkan *Flowchart* program Python untuk pengolahan OCR, pencocokan *database*, dan pembayaran QR Code dan Gambar 5 menunjukkan antarmuka grafis sistem yang menampilkan QR Code secara *real-time* setelah proses validasi selesai [5].



Gambar 4. *Flowchart* program Python untuk pengolahan OCR, pencocokan *database*, dan pembayaran QR Code.

Silakan Scan QR Code

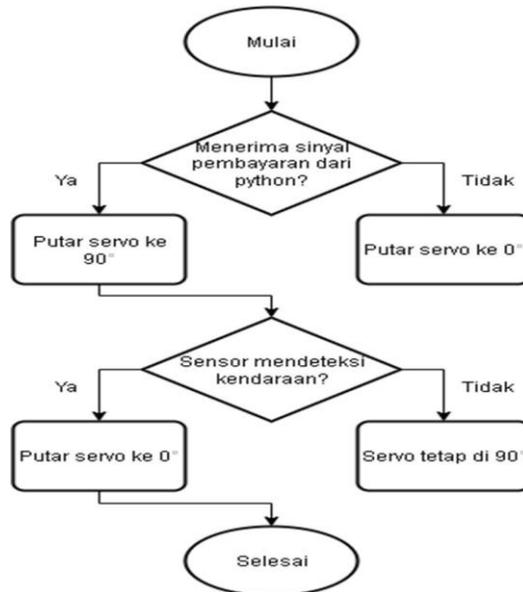


Tagihan Anda:
Rp. 2.000

Gambar 5. Tampilan QR Code pembayaran otomatis pada sistem.

2.4 Logika Program Mikrokontroler

Logika pengendalian perangkat fisik dijalankan oleh Arduino Uno berdasarkan perintah dari perangkat lunak Python. Alur logika ini digambarkan dalam Gambar 6, yang menjelaskan bagaimana Arduino merespons perintah "OPEN" yang dikirim melalui komunikasi serial USB dari laptop. Setelah menerima perintah, Arduino akan menggerakkan motor servo ke posisi terbuka, memungkinkan kendaraan melintas. Selama periode ini, sensor ultrasonik HC-SR04 aktif melakukan pemantauan untuk memastikan bahwa kendaraan telah benar-benar keluar dari area deteksi.



Gambar 6. *Flowchart* logika program arduino uno untuk pengendalian motor sero dan sensor ultrasonik.

Setelah sensor tidak lagi mendeteksi keberadaan kendaraan, Arduino menunggu selama 1 detik sebagai jeda keamanan, lalu mengembalikan motor servo ke posisi tertutup. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk mengelola pengendalian fisik secara otomatis dan *real-time*, serta meminimalisasi risiko kesalahan seperti menutup palang terlalu cepat. Kombinasi perangkat keras yang tepat dan logika kendali yang sinkron memastikan bahwa seluruh proses keluar parkir berjalan aman, cepat, dan efisien [9].

2.5 Sistem Penyimpanan dan Pengolahan Data

Sistem parkir otomatis ini didukung oleh pengelolaan data yang terpusat menggunakan *database* MySQL. Seluruh data kendaraan mulai dari hasil OCR plat nomor, *barcode* tiket masuk, waktu kedatangan dan keluarnya kendaraan, hingga status pembayaran disimpan secara *real-time* ke

dalam sistem *database* lokal. Penyimpanan ini memungkinkan validasi otomatis saat kendaraan keluar dengan mencocokkan hasil pembacaan kamera dan *barcode* dengan data yang telah tercatat. Arsitektur aliran data sistem ini digambarkan dalam Gambar 7, yaitu Data Flow Diagram (DFD) Level 0 sistem manajemen data kendaraan. DFD tersebut menunjukkan aliran informasi mulai dari input pengguna (kamera dan *scanner barcode*), proses pemeriksaan *database*, hingga keluaran berupa tampilan QR code atau perintah pembukaan palang keluar [10].



Gambar 7. Data Flow Diagram (DFD) Level 0 sistem manajemen data kendaraan.

Untuk memastikan efisiensi dan keterpaduan antar modul, sistem *database* dirancang secara sederhana namun fungsional. Tabel 2 menyajikan struktur *database* MySQL yang digunakan dalam sistem, terdiri dari beberapa tabel penting seperti kendaraan, *barcode*, transaksi, dan pembayaran. Setiap tabel memiliki relasi kunci primer dan sekunder untuk menghubungkan informasi dari proses masuk dan keluar kendaraan. Pendekatan ini tidak hanya memudahkan proses validasi dan pelacakan transaksi, tetapi juga memungkinkan ekspansi data untuk laporan operasional dan statistik penggunaan parkir. Dengan pengolahan yang dilakukan secara lokal, sistem tetap responsif tanpa bergantung pada koneksi internet, serta mampu menangani hingga ratusan entri kendaraan secara paralel [11].

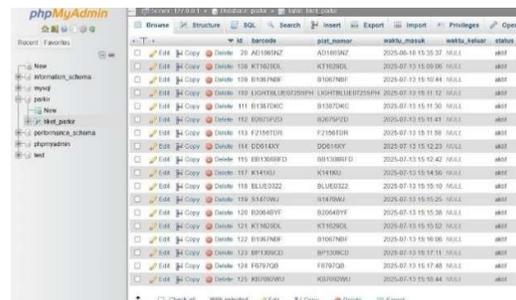
Tabel 2. Struktur sistem *database* MySQL parkir otomatis.

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_tiket	VARCHAR (50)	ID tiker (gabungan pelat dan waktu masuk)
pelat	VARCHAR (20)	Pelat nomor kendaraan
waktu_masuk	DATETIME	Waktu kendaraan masuk
waktu_keluar	DATETIME (nullable)	Waktu kendaraan keluar
status_bayar	(‘BELUM’, ‘LUNAS’)	Status pembayaran parkir
durasi	INT (nullable)	Lama parkir dalam menit
tarif	INT (nullable)	Nominal tarif parkir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Akurasi Validasi Tiket Melalui Barcode dan ANPR (OCR)

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem mampu mengenali pelat nomor kendaraan secara akurat melalui kamera menggunakan metode *Optical Character Recognition* (OCR). Tahap awal dimulai saat pengguna memindai *barcode* tiket yang dicetak saat masuk parkir. Setelah itu, sistem akan secara otomatis menangkap citra pelat nomor kendaraan melalui kamera dan mengekstraknya menjadi data teks menggunakan pustaka EasyOCR. Informasi hasil OCR kemudian dibandingkan dengan data pelat nomor dari *barcode* serta data yang tersimpan dalam *database* MySQL [12]. Tampilan struktur data tiket parkir dalam *database* MySQL ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8. Tampilan struktur data tiket parkir dalam *database* MySQL.

Struktur data tiket yang digunakan dalam proses validasi ditampilkan pada Gambar 8, yaitu tangkapan layar isi *database* MySQL yang mencakup informasi *barcode*, pelat nomor, waktu masuk, dan status pembayaran. Sistem akan menganggap valid jika hasil pembacaan OCR sesuai dengan *barcode* dan data di *database*, serta status pembayaran masih “BELUM”. Apabila hasil OCR tidak sesuai, sistem akan menampilkan pesan “Pelat tidak cocok” dan tidak mengirimkan perintah pembukaan gerbang. Pengemudi diminta untuk memindai ulang *barcode*, yang secara otomatis memicu ulang proses pembacaan OCR oleh kamera. Mekanisme ini bertujuan untuk mengantisipasi kesalahan pembacaan akibat pantulan cahaya, posisi kamera, atau *noise* visual [13].

Tabel 3. Hasil pengujian validasi *barcode* dan OCR.

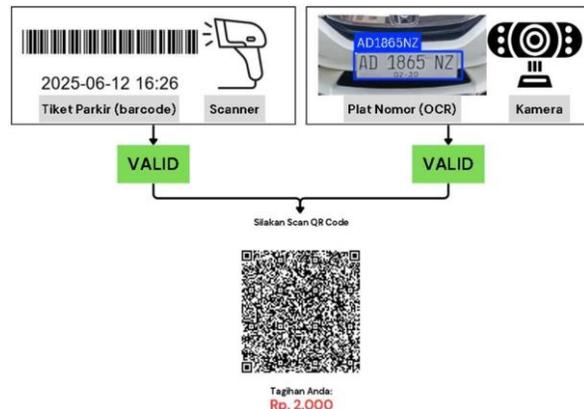
Barcode Tiket	Hasil OCR Pelat Nomor	Cocok	Waktu Masuk	Waktu Respon (detik)
AD1865 NZ	AD1865N Z	Ya	2025-07-13 15:35:37	1.8
KT1629 DL	KT1629D L	Ya	2025-07-13 15:35:27	1.7

B1067N BF	B1067NB F	Ya	2025-07-13 15:10:44	1.6
LIGHTB LUE072 5SPH	LIGHTBL UE0725SP H	Tidak	2025-07-13 15:11:00	2.0
B1387D KC	B1387DK C	Ya	2025-07-13 15:11:30	1.7
B2675PZ D	B2675PZD	Ya	2025-07-13 15:11:41	2.1
F2165T DR	F2165TDR	Ya	2025-07-13 15:11:58	1.9
DD614X Y	DD614XY	Ya	2025-07-13 15:12:23	1.8
BB1308 RFD	BB1308RF D	Ya	2025-07-13 15:12:42	1.6
K141KU	K141KU	Ya	2025-07-13 15:14:24	1.5
BLUE03 22	BLU00322	Tidak	2025-07-13 15:14:53	2.3
S1470W J	S1470WJ	Ya	2025-07-13 15:15:25	1.9
B2064B YF	B2064BY F	Ya	2025-07-13 15:15:38	1.8
KT1629 DL	KT1629D L	Ya	2025-07-13 15:15:52	1.6
B1067N BF	B1067NB F	Ya	2025-07-13 15:16:03	1.7
BP1309 CD	BP1309C D	Ya	2025-07-13 15:17:11	1.9
F6797Q B	F6797QB	Ya	2025-07-13 15:17:48	1.8
KB7692 WU	KB7692W U	Ya	2025-07-13 15:18:44	2.0

Hasil lengkap pengujian ditampilkan pada Tabel 3, yang mencakup 18 data kendaraan. Informasi yang disajikan meliputi *barcode* tiket, hasil OCR pelat nomor, kecocokan dengan *database*, waktu masuk, dan waktu respon sistem dalam satuan detik. Dari keseluruhan data, terdapat 16 validasi berhasil dan 2 gagal, menghasilkan tingkat akurasi 88,9%. Dua kegagalan disebabkan oleh pembacaan teks yang tidak sesuai format pelat nomor, seperti “LIGHTBLUE0725SPH” dan “BLU00322”, yang berasal

dari warna bodi kendaraan karena OCR tidak dapat membaca huruf pada pelat nomor pada pintu masuk. Rata-rata waktu respon sistem adalah 1,85 detik, menunjukkan performa sistem yang responsif dalam lingkungan operasional gerbang otomatis, yang biasanya menggunakan metode manual memakan waktu respon sistem lebih lama hingga 5 detik.

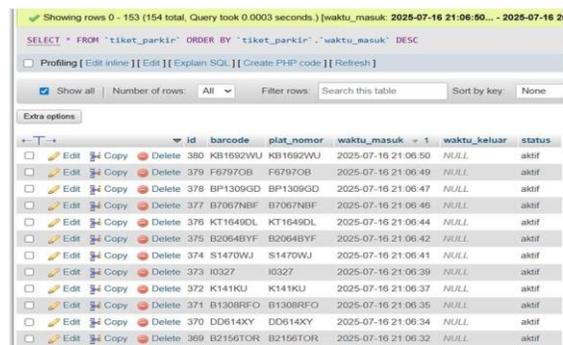
Sebagai ilustrasi visual dari hasil uji coba, ditampilkan Gambar 9 yang memperlihatkan tampilan sistem ketika hasil pemindaian *barcode* dan OCR cocok. QR Code pembayaran muncul pada layar jika validasi ganda berhasil, menandakan sistem siap melanjutkan ke proses pembayaran digital [14].



Gambar 9. Struktur validasi tiket parkir, pelat nomor dan penampilan QR Code.

3.2 Evaluasi Kapasitas Penyimpanan Database Tiket Kendaraan

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menyimpan data kendaraan dalam jumlah besar, khususnya saat area parkir mencapai kapasitas penuh, yaitu sekitar 150 slot parkir. Simulasi dilakukan selama kurang lebih 3 hari aktif dengan menambahkan 150 entri kendaraan ke dalam tabel kendaraan_masuk pada *database* MySQL, yang mencerminkan kondisi operasional saat seluruh slot parkir telah terisi. *Database* MySQL dengan 150 entri kendaraan ditunjukkan pada Gambar 10



Gambar 10. Database MySQL dengan 150 entri kendaraan.

Visualisasi hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 10, yang menampilkan isi *database* berisi informasi pelat nomor, *barcode* tiket, waktu masuk, dan status pembayaran setiap kendaraan. Dari hasil tersebut terlihat bahwa sistem berhasil mencatat dan mengambil data seluruh entri secara otomatis tanpa mengalami kendala penyimpanan, keterlambatan akses, atau kehilangan data. Hasil pengujian validasi *barcode* dan OCR. Ditunjukkan pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil pengujian validasi *barcode* dan OCR.

Entri Kendaraan	Kestabilan Database	Waktu Respon (detik)
20	Stabil	0.002
40	Stabil	0.002
60	Stabil	0.002
80	Stabil	0.002
100	Stabil	0.002
120	Stabil	0.003
140	Stabil	0.003
160	Stabil	0.003
180	Stabil	0.003
200	Stabil	0.004

Dari hasil pengujian pada Tabel 4, terlihat bahwa sistem basis data tetap menunjukkan performa yang stabil dengan waktu respon yang stabil meskipun jumlah entri kendaraan meningkat hingga 200 data yang mana mampu melebihi kapasitas parkir. Setiap penambahan entri tidak menunjukkan adanya gejala *lag*, *error*, atau kehilangan data. Hal ini membuktikan bahwa sistem penyimpanan dirancang dengan struktur yang efisien dan mampu menangani skenario operasional parkir skala kecil hingga menengah tanpa kendala. Stabilitas ini menjadi pondasi penting untuk proses menghitung tarif waktu pintu keluar dan pengembangan ke skala lebih besar, karena menunjukkan bahwa sistem dapat diandalkan untuk penggunaan berkelanjutan tanpa pengurangan performa.

Berdasarkan pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa struktur *database* yang digunakan memiliki kapasitas dan keandalan yang memadai untuk menangani kondisi padat sekalipun. Hal ini penting untuk memastikan sistem tetap berfungsi stabil dan akurat, khususnya dalam skenario parkir penuh yang memerlukan pencatatan data secara *real-time* dan berkelanjutan [15].

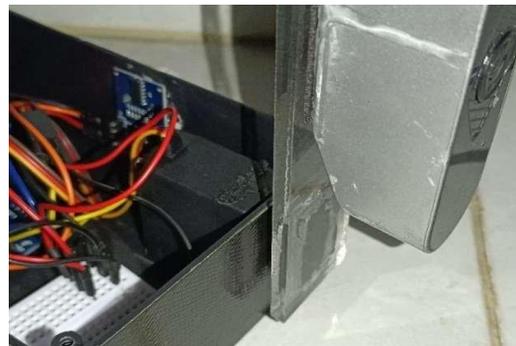
3.3 Pengujian Responsivitas dan Keamanan Gerbang Otomatis

Pengujian sudut gerak motor servo ini dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan motor servo MG995 dalam merespons berbagai perintah sudut saat membuka dan menutup gerbang otomatis. Servo dipasang dengan gerbang akrilik sebagai beban, dikendalikan oleh Arduino Uno melalui perintah dari program Python. Tujuannya untuk memastikan motor mampu bekerja stabil meskipun membawa beban ringan.

Walaupun sistem hanya menggunakan sudut 0° (tutup) dan 90° (buka), pengujian dilakukan juga pada sudut 45°, 135°, 180°, 270°, dan 360° guna menguji fleksibilitas rotasi. Total tujuh kali pengujian dilakukan, dengan pengamatan langsung pada gerakan gerbang untuk memastikan tidak terjadi getaran, hambatan, atau kesalahan posisi. Sistem kamera *webcam* untuk pembacaan OCR tetap aktif selama pengujian guna memastikan tidak ada gangguan visual. Posisi awal motor servo pada sudut 0° ditunjukkan pada Gambar 11 dan Buka penuh gerbang pada sudut 90° ditunjukkan pada Gambar 12



Gambar 11. Posisi awal motor servo pada sudut 0°.



Gambar 12. Buka penuh gerbang pada sudut 90°.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua sudut dapat dijalankan dengan baik, dan gerbang kembali ke posisi awal tanpa kehilangan akurasi. Gambar 11, dan 12 mendokumentasikan posisi gerbang pada sudut 0°, dan 90° sebagai bukti keberhasilan. Pengujian ini membuktikan bahwa motor servo MG995 dapat diandalkan dan memiliki kemampuan gerak yang responsif dalam mendukung sistem gerbang keluar otomatis. Hasil pengujian sudut gerak motor servo ditunjukkan pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil pengujian sudut gerak motor servo.

Perintah Sudut	Status Gerakan	Keterangan
0°	Berhasil	Gerbang tertutup penuh
45°	Berhasil	Gerbang terbuka sebagian
90°	Berhasil	Gerbang terbuka penuh
135°	Berhasil	Gerakan melebihi kebutuhan sistem
180°	Berhasil	Rotasi maksimum ke belakang
270°	Berhasil	Rotasi penuh searah jarum jam
360°	Berhasil	Kembali ke posisi awal (0°)

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian kesesuaian antara sudut perintah yang dikirimkan ke motor servo dengan sudut aktual yang dihasilkan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa motor servo MG995 memiliki performa yang baik dalam merespons berbagai perintah sudut, bahkan ketika digunakan bersama beban fisik berupa akrilik. Tidak terdapat hambatan mekanis, dan sistem kamera tetap berfungsi normal selama pengujian. Hal ini membuktikan bahwa motor servo dapat diandalkan sebagai aktuator utama dalam sistem gerbang keluar parkir otomatis. Pengujian jarak sensor ultrasonik ini dilakukan untuk mengevaluasi keandalan jarak sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mendeteksi kendaraan yang telah melintasi gerbang keluar sebelum sistem menutup gerbang secara otomatis. Sensor dipasang di sisi samping setalah gerbang, menghadap ke arah laju kendaraan keluar, dengan konfigurasi jarak baca efektif di bawah 200 cm dan *delay* sekitar 1 sampai 2 detik untuk menghindari penutupan dini saat kendaraan belum sepenuhnya keluar. Pengujian sensor ultrasonik pada jarak 100cm ditunjukkan pada Gambar 13 dan Pengujian sensor ultrasonik pada jarak 60cm ditunjukkan pada Gambar 14



Gambar 13. Pengujian sensor ultrasonik pada jarak 100cm.



Gambar 14. Pengujian sensor ultrasonik pada jarak 60cm.

Selama pengujian, sistem menunjukkan bahwa sensor mampu membaca keberadaan kendaraan dengan stabil pada jarak di bawah 2 meter seperti pada Gambar 13 maupun Gambar 14. Pada jarak lebih dari 2 meter, sensor tidak dapat mendeteksi secara akurat dan gerbang tidak tertutup. Gerbang tidak pernah menutup saat kendaraan masih berada di dalam area deteksi, hal ini menandakan bahwa sistem mampu mencegah penutupan dini yang berpotensi membahayakan kendaraan. Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi jarak yang bervariasi ditunjukkan pada Tabel 6

Tabel 6. Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi jarak yang bervariasi.

Jarak (cm)	Kondisi
40	Terdeteksi
60	Terdeteksi
80	Terdeteksi
100	Terdeteksi
150	Terdeteksi
200	Terdeteksi
250	Deteksi tidak konsisten
300	Deteksi tidak konsisten
350	Tidak terdeteksi
400	Tidak terdeteksi

Berdasarkan hasil pada Tabel 6, dari 10 kali percobaan dengan berbagai jarak dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik bekerja secara efektif dan akurat dalam mendeteksi kendaraan pada jarak 0 cm hingga 200 cm, serta dapat diandalkan untuk menjaga keamanan kendaraan yang keluar melalui sistem gerbang otomatis.

3.4 Pengujian Sinkronisasi Data Tiket Cetak dan Database

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa data pada tiket parkir yang dicetak saat kendaraan masuk, terutama informasi nomor pelat kendaraan dan waktu masuk tersimpan secara otomatis dan sinkron di dalam database MySQL. Sinkronisasi ini sangat penting dalam proses validasi di gerbang keluar, karena sistem akan mencocokkan hasil pemindaian *barcode* dan hasil OCR pelat nomor dengan data yang tersimpan dalam database.

Tiket dicetak dalam format *barcode Code 39*, yang berisi informasi teks berupa nomor pelat dan *timestamp* waktu masuk kendaraan. Gambar 15 menunjukkan hasil cetakan tiket parkir dengan isi "B1387DKC_2025-07-13 17:55". Data tersebut kemudian langsung disimpan dalam tabel tiket parkir di database MySQL, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 16. Hasil ini membuktikan bahwa proses pencetakan dan penyimpanan data berlangsung secara otomatis dan *real-time*, tanpa intervensi manual. Karcis parkir otomatis yang akan dipindai *scanner* ditunjukkan pada Gambar 15 dan Data tiket kendaraan pada database untuk proses validasi di gerbang keluar ditunjukkan pada Gambar 16



Gambar 15. Karcis parkir otomatis yang akan dipindai scanner.

id	barcode	plat_nomor	waktu_masuk	waktu_keluar	status
176	B1387DKC	B1387DKC	2025-07-13 17:55:12	NULL	aktif
168	KB7692WU	KB7692WU	2025-07-13 16:56:53	NULL	aktif
167	F6797QB	F6797QB	2025-07-13 16:56:43	NULL	aktif
166	BP1309CD	BP1309CD	2025-07-13 16:56:30	NULL	aktif
165	B1067NBF	B1067NBF	2025-07-13 16:56:20	NULL	aktif
164	KT1629OL	KT1629OL	2025-07-13 16:55:20	NULL	aktif

Gambar 16. Data tiket kendaraan pada database untuk proses validasi di gerbang keluar.

Dengan demikian, sistem mampu menjaga integritas data antara tiket fisik dan digital, serta memastikan bahwa validasi di gerbang keluar dapat berjalan lancar dan akurat. Sinkronisasi ini juga mendukung akurasi tinggi dalam pembacaan dan verifikasi tiket parkir, yang merupakan bagian penting dalam sistem otomatis tanpa petugas. Pengujian kecocokan barcode dalam database dengan barcode yang dipindai scanner ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7. Pengujian kecocokan barcode dalam database dengan barcode yang dipindai scanner.

Barcode dalam database	Barcode yang dipindai oleh scanner	Kecocokan
B1387DKC	B1387DKC	Cocok
KB7692WU	KB7692WU	Cocok
F6797QB	F6797QB	Cocok
BP1309CD	BP1309CD	Cocok
B1067NBF	B1067NBF	Cocok
KT1692DL	KT1692DL	Cocok
B2064BYF	B2064BYF	Cocok
S1470WJ	S1470WJ	Cocok
DD614XY	DD614XY	Cocok
B1308RFO	B1308RFO	Cocok

Berdasarkan hasil analisis Tabel 7, seluruh barcode yang diperiksa oleh scanner terbukti memiliki kecocokan sempurna dengan data yang tersimpan di database MySQL. Sistem ini beroperasi secara otomatis, di mana setiap barcode dicetak berdasarkan hasil pembacaan OCR yang sebelumnya telah divalidasi dan langsung disimpan dalam database. Dengan alur ini, tidak ada lagi input data secara manual atau proses penyalinan yang rawan kesalahan. Akibatnya, akurasi pencetakan tiket mencapai 100%, menunjukkan bahwa data fisik tiket benar-benar terintegrasi secara real-time dengan data digital. Temuan ini membuktikan bahwa modul pencetakan dan database bekerja secara sinergis dan andal, menjamin bahwa setiap tiket yang dicetak dapat dipercaya sepenuhnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, sistem keamanan gerbang keluar parkir otomatis berbasis validasi barcode dan ANPR (OCR) berhasil dibangun dengan performa yang baik. Sistem verifikasi ganda kendaraan keluar menunjukkan tingkat akurasi 88,9%, dengan 16 dari 18 data uji berhasil

divalidasi secara sinkron menggunakan scanner barcode dan kamera EasyOCR. Pengendalian gerbang menggunakan Arduino Uno dan motor servo MG995 menunjukkan responsivitas yang tinggi pada berbagai sudut pergerakan, didukung sensor ultrasonik HC-SR04 yang mampu mendeteksi kendaraan secara akurat hingga jarak 200 cm untuk memastikan keamanan saat gerbang terbuka dan tertutup. Proses pembayaran digital dengan QR Code (QRIS) berjalan otomatis setelah validasi tiket berhasil, dan perintah pembukaan gerbang dilakukan tanpa intervensi manual setelah konfirmasi pembayaran diterima. Pengujian struktur database MySQL membuktikan kapasitasnya dalam menangani hingga 200 data kendaraan secara real-time, serta mampu mencatat entri dan keluar kendaraan dengan tertata dan tanpa kendala. Seluruh proses mulai dari pencetakan tiket barcode, penyimpanan ke database, hingga validasi saat keluar menunjukkan sinkronisasi data yang akurat dan konsisten, membuktikan bahwa sistem ini efisien, aman, dan layak diterapkan dalam pengelolaan parkir modern.

Referensi

- [1] M. Heimberger, J. Horgan, C. Hughes, J. McDonald, dan S. Yogamani, "Computer vision in automated parking systems: Design, implementation and challenges," Apr 2021, doi: 10.1016/j.imavis.2017.07.002.
- [2] A. Lestari dkk., "Analysis of the use of Quick Response Code Indonesian Standard (Qris) on Parking Retribution in Mataram City," East Asian Journal of Multidisciplinary Research (EAJMR), vol. 3, no. 6, hlm. 2379–2392, 2024, doi: 10.55927/eajmr.v3i6.9582.
- [3] Y. Shambharkar, S. Salagrama, K. Sharma, O. Mishra, dan D. Parashar, "An Automatic Framework for Number Plate Detection using OCR and Deep Learning Approach," 2023. [Daring].
- [4] L. Putu, N. Sastiari, dan N. K. Seminari, "The Influence of Convenience & Trust on the Decision to Use the QRIS Payment System in Bangli District," Digital Innovation : International Journal of Management, vol. 1, no. 3, 2024.
- [5] L. Vignesh, A. Venkatesh, A. Professor, S. Kumar Chatanoj, dan C. Ganesh, "QR-Based Smart Parking System Using Arduino," 2025.
- [6] E. B. Panganiban dan J. P. Bermusa, "Barcode-Based Vehicle Parking Monitoring System," International Journal of Scientific and Technology Research, vol. 9, hlm. 2, 2020, [Daring].
- [7] A. Adsul, N. Kelzarkar, K. Mehta, S. Nikumbh, dan S. Patil, "Parking Management System Using IoT and Tesseract OCR (ANPR)," International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology International Open-Access, Double-Blind, Peer-Reviewed, Refereed, Multidisciplinary Online Journal, vol. 5, no. 5, 2025, doi: 10.48175/IJARSCT-27739.

- [8] F. Adhari, T. Abidin, dan R. Ferdhiana, "License Plate Character Recognition using Convolutional Neural Network," *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, vol. 8, hlm. 51–60, Jul 2022, doi: 10.20473/jisebi.8.1.51-60.
- [9] J. Bhagat, S. Gupta, dan G. Tawde, "Smart Parking Model using Ultrasonic sensor and Arduino for a Bluetooth Controlled Car," *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2021, [Daring].
- [10] K. Mekanikal, "Politeknik Banting Selangor Automatic Car Gate RFID Muhammad Zulfitri Bin Mohd Azri," Sep 2022.
- [11] M. Li dan L. Zhang, "Deep Learning-based License Plate Recognition in IoT Smart Parking Systems using YOLOv6 Algorithm," 2023.
- [12] Robert Edward, "QR Based Car Parking System," *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, Des 2023, doi: 10.56726/irjmets47293.
- [13] B. Chair *dkk.*, "IEEE Power Electronics Society," 2019, doi: 10.1109/JESTPE.2019.3001898.
- [14] B. Liu, H. Lai, S. Kan, dan C. Chan, "Camera-Based Smart Parking System Using Perspective Transformation," *Smart Cities*, vol. 6, no. 2, hlm. 1167–1184, Apr 2023, doi: 10.3390/smartcities6020056.
- [15] M. Bhoyar, M. Avatade, K. Bhoyar, dan S. Gavhane, "Smart Parking System Using IOT and Cloud Computing," vol. 6, hlm. 1317, Jul 2023.