



Gate-apps Number Plate Recognition untuk Sistem Akses Parkir Berbasis Internet of Things

Arnita¹, Budi Sunaryo², Putri Ramadina Daulay³, Fikri Hasnul⁴, Hidayat⁵
^{1,2,3,5}Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta
⁴Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta
budi.sunaryo@bunghatta.ac.id

Abstract

Currently, the benefits of the internet of things can be felt in various fields of science and business, Gate-APPS is a product designed to increase the security and processing speed of internet of things-based parking access systems. Gate-APPS or Integrated Automatic Password Parking System is an embedded system or Embedded System designed to perform multiple verification functions. In this system, there are two identifications that are used as identification by the system to verify the status of the vehicle and the driver trying to access or exit the parking area. The main identification is carried out by an internet-based system by recognizing the vehicle number plate through the Image Processing process while at the entrance and exit gates. Double verification is carried out at the exit gate by means of a second identification by reading the driver's identity through the driver's ID Card which can also be used as a medium for parking fee transactions. The test results obtained indicate the success of vehicle number plate recognition is 85% and the overall system integration success is 100%. The average recording time was 3.88 ± 0.07 seconds for incoming access and 5.37 ± 0.03 seconds for outgoing access. The system is successfully integrated into a database server capable of storing and processing vehicle and driver identity data as well as historical parking access data. With these results, it shows that Gate-apps is able to be a solution to increase the security and processing speed of parking access systems.

Keywords: Internet of Things, ANPR, RFID, Embedded System, Database System

Abstrak

Internet of things pada saat ini dapat dirasakan manfaatnya untuk berbagai bidang ilmu dan usaha, Gate-APPS merupakan produk yang dirancang untuk meningkatkan keamanan dan kecepatan pemrosesan sistem akses parkir berbasis internet of things. Gate-APPS atau Integrated Automatic Password Parking System adalah sebuah sistem tertanam atau Embedded System yang dirancang untuk dapat menjalankan fungsi verifikasi ganda. Pada sistem ini terdapat dua buah identifikasi yang dijadikan tanda pengenalan oleh sistem untuk memverifikasi status kendaraan dan pengemudi yang mencoba melakukan akses masuk atau akses keluar area parkir. Identifikasi utama dilakukan oleh sistem berbasis internet dengan cara mengenali plat nomor kendaraan melalui proses Image Processing saat berada di gerbang masuk dan gerbang keluar. Verifikasi ganda dilakukan, di gerbang keluar dengan cara melakukan identifikasi kedua dengan membaca identitas pengemudi melalui ID Card pengemudi yang sekaligus bisa dijadikan media untuk transaksi biaya parkir. Hasil pengujian yang diperoleh menunjukkan keberhasilan pengenalan plat nomor kendaraan sebesar 85% dan keberhasilan integrasi sistem keseluruhan sebesar 100%. Rekam waktu rata-rata sebesar 3.88 ± 0.07 detik untuk akses masuk dan 5.37 ± 0.03 detik untuk akses keluar. Sistem berhasil terintegrasi dengan baik ke server database yang mampu menyimpan dan memproses data identitas kendaraan dan pengemudi serta data-data historis akses parkir. Dengan hasil yang didapatkan ini menunjukkan bahwa Gate-apps mampu menjadi solusi untuk meningkatkan keamanan dan kecepatan pemrosesan sistem akses parkir.

Kata kunci: Internet of Things, ANPR, RFID, Embedded System, Database System

1. Pendahuluan

Pengembangan sistem keamanan kendaraan selama berada di suatu area menjadi perhatian yang penting di era teknologi. Menurut data Badan Pusat Statistik, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 126.508.776 unit per januari 2018 [1]. Jumlah tersebut terus bertambah rata-rata enam juta unit setiap tahunnya. Badan Pusat Statistik mempublikasikan dalam buku Statistik Kriminal [2], terjadi kasus pencurian kendaraan sebanyak 42.508 kasus pada 2013, 42.156 pada 2014,

dan 38.389 pada 2015. Pada tahun 2016 terdapat 34.755 kasus pencurian kendaraan yang artinya setiap 3.578 kendaraan yang ada maka satu kendaraan berhasil dicuri. Kasus-kasus ini terjadi di berbagai lokasi seperti di jalanan, kawasan perumahan, bahkan area parkir yang dijaga oleh petugas parkir.

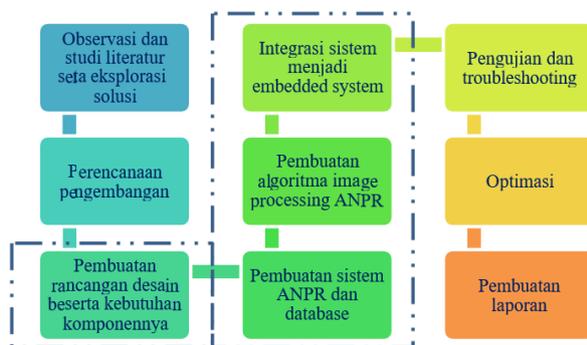
Berdasarkan data kejadian yang ada, maka dibutuhkan pengembangan teknologi keamanan pada sistem parkir [3] yang dapat menjadi solusi dari permasalahan yang ada ataupun menutup celah-celah yang masih belum mampu diatasi oleh teknologi sebelumnya. Teknologi

yang mampu mendeteksi dan memvalidasi plat nomor dari sisi *image detection* [4] menggunakan sistem akses parkir [5]. Implementasi teknologi ini dapat dihubungkan dengan teknologi *internet of things* yang dapat mengirimkan datanya database [6][7].

Penulis berfokus untuk melihat permasalahan kehilangan kendaraan yang masih terjadi di area parkir kendaraan yang sudah dilindungi oleh suatu sistem keamanan. Berdasarkan permasalahan yang ada, penulis mengusung ide pengembangan sistem tertanam atau *embedded system* pada sistem akses gerbang masuk dan gerbang keluar area parkir berbasis *internet of things*.

2. Metode Penelitian

Tahapan penelitian mengacu pada metodologi *design process* yang ditunjukkan dengan diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Observasi dilakukan dengan menggunakan metode survei lapangan sehingga didapatkan data kondisi *real* yang bisa digunakan dalam pertimbangan pembuatan rancangan desain alat. Penulis melakukan observasi lapangan di lingkungan parkir yang dilengkapi dengan teknologi tiket parkir.

Dalam memilih solusi penulis melakukan eksplorasi metode solusi dengan konsep *brainstorming* sehingga didapatkan banyak pilihan alternatif solusi. Alternatif solusi yang dibuat selanjutnya dipelajari lebih lanjut melalui studi literatur. Pemahaman terhadap setiap alternatif solusi dibutuhkan untuk mendapatkan solusi terpilih yang paling mampu menjawab permasalahan yang telah dirumuskan.

Dalam pengembangan ini penulis memperhatikan setiap konstrain yang terkait dengan pengembangan produk seperti *manufacture*, *sustainability*, ekonomi, dan sebagainya. Beberapa potensi yang bisa dimanfaatkan dalam pengembangan dan pemasaran produk juga dipertimbangkan.

Dalam proses perancangan terdapat tahap *pre-Design* dan tahap *Design*. Dalam tahap *pre-Design*, penulis melakukan *breakdown* dari fungsi produk yang diinginkan sesuai dengan analisis masalah, mendefinisikan fitur utama dan fitur dasar serta fitur

tambahan berdasarkan fungsi, dilanjutkan dengan pembuatan spesifikasi beserta metode verifikasi.

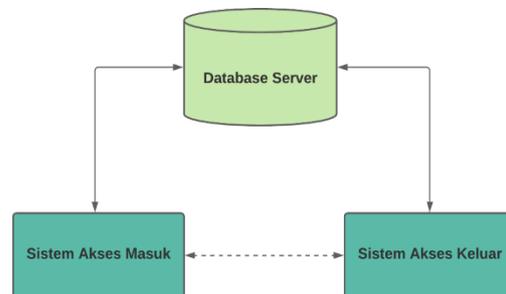
Pengujian sistem akan dievaluasi berdasarkan beberapa karakteristik spesifikasi yang telah ditentukan. Sistem yang telah terintegrasi dan diuji dengan parameter pengujian yang telah ditentukan pada tahap perancangan akan di evaluasi sehingga dicapai spesifikasi ANPR System yang memiliki akurasi tinggi serta dapat diimplementasikan dalam akses parkir oleh berbagai *provider* layanan parkir.

Optimalisasi sistem yang dilakukan utamanya adalah peningkatan akurasi dengan melakukan optimasi pada algoritma pengolahan citra digital, kecepatan akses, dan keamanan dari sistem. Selain itu, terdapat juga optimalisasi pada level subsistem dan optimasi integrasi sistem jika diperlukan.

Setelah sistem ini selesai dalam bentuk prototipe, harapannya dapat dilakukan riset lanjutan sehingga dapat dilakukan proses manufaktur secara massal. Laporan penelitian yang penulis buat diharapkan dapat dimanfaatkan dengan baik untuk berbagai keperluan akademis.

3. Hasil dan Pembahasan

Integrated Embedded System yang dirancang ini terdiri dari sistem akses masuk, sistem akses keluar, sistem database. Semua sistem ini saling terintegrasi untuk membentuk satu sistem utuh. Sistem akses parkir gate-apps ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Akses Parkir Gate-apps

Pada masing-masing sistem akses masuk dan sistem akses keluar terdiri dari sub-sistem identifikasi kendaraan, sub-sistem identifikasi pengemudi, sub-sistem mikrocontroller, sub-sistem indikator informasi, dan sub-sistem gerbang.

Untuk sub-sistem identifikasi kendaraan, terdapat tiga proses utama yaitu *preprocessing*, *processing*, dan *post processing*. Pada *processing* dan *post processing* penulis menerapkan algoritma tambahan yang penulis kembangkan untuk meningkatkan hasil identifikasi nomor kendaraan. *Processing* menerapkan *multiple recognition*, metode ini dikembangkan oleh teman satu tim penulis pada penelitian sebelumnya. Pada *post processing* terdapat *multiple checking* yang penulis kembangkan sendiri untuk menunjang *multiple recognition*.

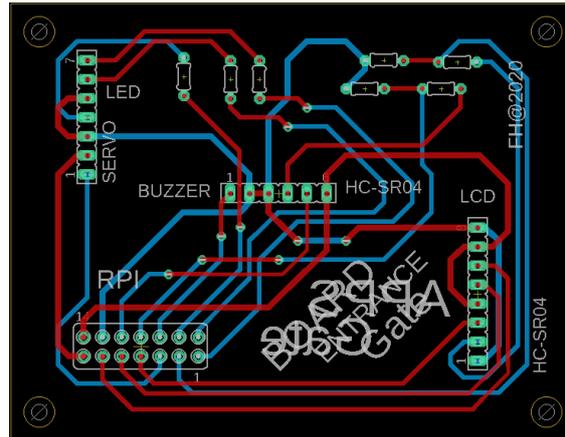
Pada tiap multiple recognition terdapat tiga rekognisi yang dijalankan secara paralel memanfaatkan *library threading* dan *multiprocessing* pada python. Metode yang penulis pakai yaitu menerapkan koefisien yang berbeda-beda untuk masing-masing rekognisi.

Sub-sistem identifikasi pengemudi menerapkan Radio Frequency Identification. Nomor identitas pengemudi yang tersimpan di dalam kartu RFID Smart Card digunakan dalam proses verifikasi identitas untuk menunjang peningkatan keamanan sistem akses area parkir.

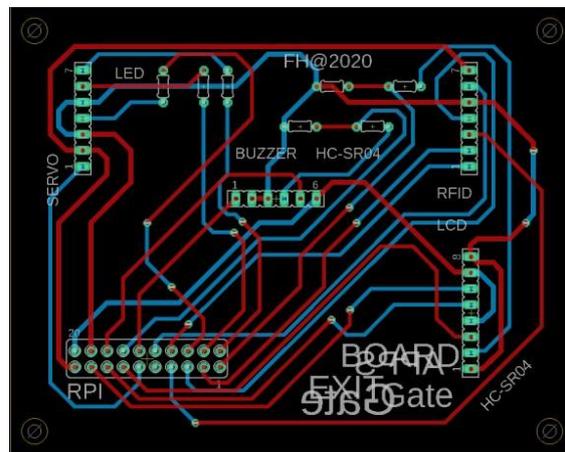
Sub-sistem mikrokontroler dikembangkan menggunakan Single Board Computer Raspberry Pi dalam bahasa python. Terdapat dua mikrokontroler yang digunakan yaitu satu pada sistem akses masuk dan satu pada sistem akses keluar. Dua mikrokontroler ini dihubungkan ke satu database server untuk membuat sistem akses masuk dan sistem akses keluar terintegrasi dan terkoneksi secara wireless. IP address mikrokontroler pertama yaitu 192.168.43.63 dan IP address mikrokontroler kedua yaitu 192.168.43.95. Database server dibangun pada mikrokontroler kedua. Beberapa pengaturan dilakukan pada kedua mikrokontroler ini agar mikrokontroler pertama dapat memiliki hak akses ke database pada mikrokontroler kedua.

Pada bagian output terdapat sub-sistem indikator informasi sebagai media bagi sistem untuk menyampaikan informasi ke pengguna, dan sub-sistem gerbang yang akan melaksanakan instruksi dari mikrokontroler. Sistem ini memiliki beberapa kondisi atau state pada gerbang masuk dimana setiap kondisi tersebut memberikan indikator informasi dan perilaku gerbang yang berbeda. Untuk sub-sistem gerbang, penulis menerapkan prosedur tambahan yaitu dengan memakai satu *vehicle detector* pada sisi luar gerbang dan satu *vehicle detector* pada sisi dalam gerbang. Penulis menyusun algoritma tambahan untuk melakukan *area detection* sesuai skenario di prosedur keamanan tambahan ini.

Gate-APPS merupakan *Integrated Embedded System* yang terdiri dari sistem akses masuk dan sistem akses keluar yang terintegrasi dan terkoneksi ke satu *database server*. Penulis membuat *main board* untuk masing-masing gerbang. *Main board* sistem akses parkir untuk gerbang masuk ditunjukkan pada Gambar 2. Sedangkan *main board* sistem parkir untuk gerbang keluar ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Main Board Sistem Akses Parkir untuk Gerbang Masuk



Gambar 4. Main Board Sistem Akses Parkir untuk Gerbang Keluar

Metode pengukuran dan prosedur pengujian dibagi menjadi beberapa spesifikasi berdasarkan Tabel 1, 2, 3, 4 dan 5.

Tabel 1. Prosedur Pengujian Spesifikasi 1

Hal	Waktu proses pada gerbang masuk
Rincian	Sistem akses masuk-keluar memiliki waktu proses pada gerbang masuk selama 5 ± 0.1 detik
Metode Pengukuran	Pengukuran secara langsung menggunakan timer
Prosedur Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pengujian dilakukan dengan cara menghitung secara langsung waktu proses pada saat seseorang melakukan akses pada sistem ✓ Pengukuran dapat dilakukan menggunakan timer ✓ Pengukuran waktu dimulai saat ada seseorang yang melakukan akses pada sistem, proses identifikasi dilakukan, dilanjutkan dengan proses verifikasi oleh sistem, hingga sistem mengambil keputusan sesuai hasil dari proses verifikasi.

Tabel 2. Prosedur Pengujian Spesifikasi 2

Hal	Waktu proses pada gerbang keluar
-----	----------------------------------

Rincian	Sistem akses masuk-keluar memiliki waktu proses padagerbang keluar selama 7 ± 0.1 detik
Metode Pengukuran	Pengukuran secara langsung menggunakan timer
Prosedur Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pengujian dilakukan dengan cara menghitung secara langsung waktu proses pada saat seorang seseorang melakukan akses pada sistem ✓ Pengukuran dapat dilakukan menggunakan timer ✓ Pengukuran waktu dimulai saat ada seseorang yang melakukan akses pada sistem, proses identifikasi dan verifikasi dilakukan oleh sistem, dilanjutkan dengan proses validasi, hingga sistem mengambil tindakan sesuai hasil dari proses verifikasi dan validasi.

Tabel 3. Prosedur Pengujian Spesifikasi 3

Hal	<i>Success Rate</i> Identifikasi Nomor Kendaraan
Rincian	Nomor Kendaraan Bermotor harus dapat teridentifikasi dengan benar sekurang-kurangnya 80% dari total pengujian.
Metode Pengukuran	Pengukuran secara langsung menggunakan <i>success rate</i> , melihat keberhasilan pembacaan nomor polisi dari plat nomor kendaraan.
Prosedur Pengujian	Pengujian dilakukan dengan melakukan sampling dengan jumlah frekuensi tertentu, kemudian dilakukan pengecekan pembacaan yang tepat, menggunakan metode <i>Image Processing</i> . <i>Success rate</i> dihitung dari persentase keberhasilan pembacaan nomor kendaraan terhadap suatu plat nomor kendaraan.

Tabel 4. Prosedur Pengujian Spesifikasi 4

Hal	Keamanan
Rincian	Tidak ada kegagalan sistem. Sistem aman 100%. Kegagalan sistem yang dimaksud adalah kondisi di mana identifikasi nomor kendaraan menunjukkan hasil yang tidak sesuai atau nomor kendaraan tidak valid, namun sistem mendeteksi dengan keliru bahwa validasi dianggap benar sehingga gerbang justru terbuka pada kondisi dimana gerbang seharusnya tidak terbuka.
Metode Pengukuran	Pengecekan dengan metode <i>False Positive</i> , yaitu dengan mengecek keberhasilan verifikasi sistem untuk data input yang salah.
Prosedur Pengujian	Mengukur keamanan sistem dengan jumlah cuplikan tertentu. Kemudian, apabila sistem diperbaharui, akan dilakukan lagi pengukuran keamanan sistem dengan pengecekan ini untuk versi sistem yang lebih baru. Pengukuran ini akan terus diteruskan dan menjadi pertimbangan perbaikan sistem hingga terus mendekati 0% <i>security failure</i> untuk mencapai tingkat keamanan maksimum.

Tabel 5. Prosedur Pengujian Spesifikasi 5

Hal	Integrasi Sistem
Rincian	Dengan <i>Confidence Level</i> 90%, <i>Success Rate</i> 80%

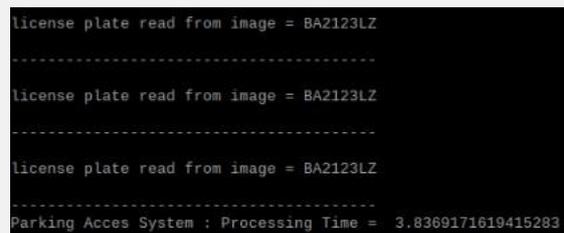
Metode Pengukuran	Pengukuran keberhasilan integrasi sistem dengan mengecek keberjalanan sistem setelah selesai <i>FinalProduct</i> berdasarkan <i>success rate</i>
Prosedur Pengujian	Melakukan pengecekan dengan sampling. Asumsi kendaraan bermotor dalam satu hari di sebuah parkir berjumlah 500 kendaraan dan dalam satu bulan efektif berjumlah 10000 kendaraan. Sampling menggunakan metode perhitungan slovin dengan <i>Confidence Level</i> 90%.

Pengumpulan data untuk pengujian spesifikasi ini dilakukan dengan mengukur durasi waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk mengeksekusi seluruh program yang dimulai dari saat terdeteksinya kendaraan oleh sistem sampai saat gerbang akses parkir telah berada dalam kondisi tertutup kembali. Pengukuran dilakukan menggunakan timer yang sudah terdapat pada library standar Raspberry Pi yaitu *library time*. Dengan menggunakan metode ini, pengukuran bisa lebih akurat dibandingkan pengukuran menggunakan timer eksternal. Hasil pengujian spesifikasi 1 ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Spesifikasi 1

Waktu Pemrosesan (detik)	Potongan Algoritma
3.7564682960510254	# Nama file : Entrance_apps.py
3.8369171619415283	# import standard library
3.904893159866333	import time
3.8452446460723877	detected = distance.distance()
3.942528009414673	if detected :
3.9262828826904297	start_time = time.time()
4.012116432189941	finish_time = time.time()
3.8742220401763916	processing_time = finish_time - start_time
3.8737199306488037	
3.845989465713501	

Gambar Pengujian



Pengukuran pada spesifikasi 2 dilakukan menggunakan timer yang sudah terdapat pada library standar Raspberry Pi yaitu *library time*. Dengan menggunakan metode ini, pengukuran bisa lebih akurat dibandingkan pengukuran menggunakan timer eksternal. Hasil pengujian spesifikasi 2 ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Spesifikasi 2

Waktu Pemrosesan (detik)	Potongan Algoritma
5.3319926261901855	

```

5.421606063842773 # Nama file : Exit_apps.py
5.356014728546143 # import standard library
import time
5.413162708282471 detected = distance.distance()
5.371427059173584 if detected :
5.378715515136719     start_time = time.time()
5.342401742935181     finish_time = time.time()
5.33889365196228     processing_time = finish_time - start_time
5.360499620437622
5.344013452529907
    
```

Gambar Pengujian

```

license plate read from image = BA2123LZ
-----
license plate read from image = BA2123LZ
-----
license plate read from image = BA2123LZ
-----
Parking Acces System : Processing Time = 5.3319926261901855
    
```

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan sampling identifikasi nomor kendaraan. Hasil pengujian pada spesifikasi 3 ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Hasil Pengujian Spesifikasi 3

Hal	Kondisi Cukup Ideal	Kondisi Tidak Ideal
Identifikasi Benar	10/10	14/20
Identifikasi Salah	0/10	6/20
True Positive	100%	70%
False Negative	0%	30%

Tabel 9. Hasil Pengujian Spesifikasi 3

Hal	Kondisi Cukup Ideal	Kondisi Tidak Ideal
Rincian	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kondisi fisik plat nomor bagus, seperti kondisi plat tidak bengkok, dsb ✓ Kondisi huruf pada plat nomor bagus, seperti huruf tidak menyambung dengan huruf atau objek lain pada plat ✓ Kondisi pencahayaan bagus, seperti tidak ada <i>backlight</i>, tidak ada <i>glare</i> berlebih ✓ Gambar yang ditangkap kamerabagus, seperti tidak <i>blur</i>, dsb. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kondisi fisik plat nomor kurangbagus ✓ Kondisi huruf pada plat nomorkurang bagus ✓ Kondisi pencahayaan kurang bagus ✓ Gambar yang ditangkap kamera kurang bagus



Gambar Sampel



Target dari spesifikasi 4 adalah tidak terjadi kegagalan sistem dalam menjalankan fungsi keamanan terhadap akses masuk dan akses keluar area parkir. Kegagalan sistem yang dimaksud adalah kondisi di mana identifikasi nomor kendaraan menunjukkan hasil yang tidak sesuai atau nomor kendaraan tidak valid, namun sistem mendeteksi dengan keliru bahwa validasi dianggap benar sehingga gerbang justru terbuka pada kondisi dimana gerbang seharusnya tidak terbuka. Hasil pengujian spesifikasi 4 pada gerbang masuk ditunjukkan pada Tabel 10 dan Gambar 5.

Tabel 10. Hasil Pengujian Spesifikasi 4 pada Gerbang Masuk

Hal	Teridentifikasi Tidak Terdaftar	Teridentifikasi Terdaftar
Nomor kendaraan tidak terdaftar atau masih parkir	17/17	0/17
Nomor kendaraan tidak terdaftar atau masih parkir	100%	0%



Gambar 5. Hasil Pengujian Spesifikasi 4 pada Gerbang Masuk

Hasil pengujian spesifikasi 4 pada gerbang keluar ditunjukkan pada Tabel 11 dan Gambar 6.

Tabel 11. Hasil Pengujian Spesifikasi 4 pada Gerbang Keluar

Hal	Teridentifikasi Tidak Terdaftar	Teridentifikasi Terdaftar
Nomor kendaraan tidak terdaftar atau ID tidak terdaftar atau belum parkir	17/17	0/17
Persentase	100%	0%

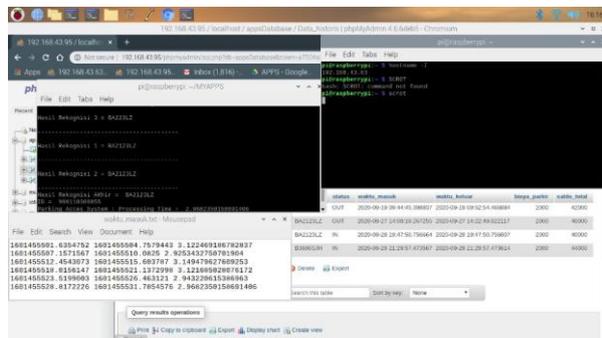


Gambar 6. Hasil Pengujian Spesifikasi 4 pada Gerbang Keluar

Target dari spesifikasi 5 adalah seluruh sistem dapat terintegrasi 100% dengan *success rate* pengujian yang diharapkan minimal sebesar 80%. Terdapat dua sistem pada sistem akses parkir ini yaitu sistem akses masuk dan sistem akses keluar yang masing- masing dikontrol oleh satu mikrokontroler. Dua sistem ini akan diintegrasikan menjadi satu Integrated Embedded System yang terhubung ke satu sistem database. Untuk satu sistem keseluruhan, setiap sub-sistem seperti sub-sistem identifikasi nomor kendaraan, sub-sistem identifikasi nomor identitas, sub-sistem indikator informasi dan gerbang, semuanya diharapkan bisa menjadi satu sistem keseluruhan yang terintegrasi.

Sistem terintegrasi maksudnya sistem dapat melakukan penerimaan data, pengiriman data, pengolahan data, penyimpanan data, proses verifikasi keamanan, serta pengiriman instruksi ke gerbang dalam proses yang relatif hampir bersamaan tanpa terjadi error.

Hasil pengujian spesifikasi 5 secara keseluruhan dari sisi database server ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengujian Spesifikasi 5 pada Database Server

Hasil pengujian spesifikasi 5 pada saat pengambilan gambar secara *real-time* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengambilan Gambar secara *Real-time*

Hasil pengujian spesifikasi 5 pada saat kendaraan berhasil masuk terdapat pada Gambar 9.

Hasil pengujian spesifikasi 5 pada saat kendaraan berhasil keluar terdapat pada Gambar 10.

Hasil perhitungan dan analisis dari pengujian spesifikasi didapatkan pada Tabel 12 dan Tabel 13.



Gambar 9. Hasil Pengujian Spesifikasi 5 pada Saat Kendaraan Berhasil Masuk



Gambar 10. Hasil Pengujian Spesifikasi 5 pada Saat Kendaraan Berhasil Keluar

Tabel 12. Hasil Pengujian Spesifikasi pada Gerbang Masuk

Hal	Waktu proses pada gerbang masuk
Rincian	Sistem akses masuk-keluar memiliki waktu proses pada gerbang masuk selama 7 ± 0.1 detik
Hasil pengujian	5.37 ± 0.03 detik
Ketercapaian	Tercapai

Tabel 13. Hasil Pengujian Spesifikasi pada Gerbang Keluar

Hal	Waktu proses pada gerbang masuk
Rincian	Sistem akses masuk-keluar memiliki waktu proses pada gerbang masuk selama 7 ± 0.1 detik
Hasil pengujian	5.37 ± 0.03 detik
Ketercapaian	Tercapai

4. Kesimpulan

Gate-apps merupakan sebuah sistem embedded terintegrasi yang dirancang untuk meningkatkan kecepatan dan keamanan sistem akses parkir. Sistem ini berbasis *Autonomous Number Plate Recognition* yang digunakan untuk mengidentifikasi nomor kendaraan sebagai tanda identitas bagi pengguna yang akan melakukan akses masuk atau akses keluar dari area parkir. Untuk menunjang keamanan sistem akses masuk area parkir, maka penulis menerapkan multiple verification. Satu verifikasi dari nomor identitas kendaraan dan satu indikator lainnya dari nomor identitas pengemudi. Untuk verifikasi identitas pengemudi dilakukan dengan cara membaca data identitas pada RFID Smart Card dan melakukan proses verifikasi ke database server.

Sistem ini berhasil terintegrasi dengan baik dimana seluruh sub-sistem terhubung dan memberikan respon sistem sesuai dengan yang diharapkan. Untuk waktu

proses pada gerbang masuk yaitu sebesar 5.37 ± 0.03 detik dan waktu proses pada gerbang keluar sebesar 3.88 ± 0.07 detik.

Success rate identifikasi nomor kendaraan yaitu sebesar 100% untuk kondisi ideal dan 70% untuk kondisi tidak ideal yang menghasilkan success rate rata-rata sebesar 85%. Sistem mampu memberikan spesifikasi keamanan yang baik yaitu sebesar 100% sistem aman dimana sistem tidak melakukan kesalahan dalam memberikan respon berdasarkan hasil proses verifikasi. Integrasi sistem juga berjalan dengan baik dimana sistem akses masuk, sistem akses keluar, sistem database server, dan seluruh sub-sistem terintegrasi sebagai satu sistem embedded.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu menjawab tujuan dari penelitian yaitu mengembangkan sistem pengenalan identitas yang bisa memberikan tingkat keamanan yang tinggi, mengembangkan sistem pengenalan identitas yang memiliki kecepatan pemrosesan yang tinggi, mengembangkan teknologi sistem akses parkir yang terintegrasi sehingga mampu memberikan tingkat keamanan yang tinggi sekaligus

memberikan tingkat kecepatan pemrosesan yang tinggi.

Daftar Rujukan

- [1] B. P. Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2018," 2021. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>. [Accessed: 17-Aug-2021].
- [2] S. S. P. dan Keamanan, Ed., *Statistik Kriminal 2020*. BPS-Statistics Indonesia, 2020.
- [3] M. Venkata Sudhakar, A. V. Anora Reddy, K. Mounika, M. V. Sai Kumar, and T. Bharani, "Development of smart parking management system," *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, 2021.
- [4] C. Mo and W. Sun, "Point-by-point feature extraction of artificial intelligence images based on the Internet of Things," *Comput. Commun.*, vol. 159, no. May, pp. 1–8, 2020.
- [5] F. Hasnul, "Gate-apps (Integrated Automatic Password Parking System) Autonomous Number Plate Recognition untuk Sistem Parkir Berbasis Internet of Things," Universitas Bung Hatta, 2020.
- [6] B. Sunaryo, M. I. Rusydi, A. Manab, A. Luthfi, . R., and T. Septiana, "Sistem Informasi Manajemen Perangkat Elektronik Berbasis Web," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 75–82, May 2016.
- [7] M. S. Ahmed, "Designing of internet of things for real time system," *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, 2021.