

SISTEM PERPARKIRAN MOBIL BERPENGAMAN GANDA MENGUNAKAN DETEKSI PLAT NOMOR DAN *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION* BERBASIS MIKROKONTROLER

Zhafiri¹, Henry Candra², Susan Sulaiman³, Suhartati Agoes⁴

¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti Jakarta

Email: zhafiri062001600001@std.trisakti.ac.id

² Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti Jakarta

Email: henrycandra@trisakti.ac.id,

³ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti Jakarta

Email: susan@trisakti.ac.id

⁴ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti Jakarta

Email: sagoes@trisakti.ac.id

Masuk : 02-12-2022, revisi: 13-12-2022, diterima untuk diterbitkan : 20-12-2022

ABSTRAK

Sistem perparkiran pada umumnya masih menggunakan karcis atau pun kartu *Radio Frequency Identification (RFID)* sebagai langkah identifikasi pengguna. Hal tersebut dinilai masih kurang aman dengan menggunakan *RFID* sebagai proses identifikasi satu-satunya. Sedangkan proses identifikasi menjadi hal paling penting pada suatu sistem perparkiran. Maka dalam penelitian ini dirancang suatu pemodelan sistem perparkiran khusus dengan deteksi dan pengenalan citra plat nomor kendaraan menggunakan metode *Canny Edge Detection* dan *Optical Character Recognition (OCR)* dengan *RFID* pasif dengan menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi 3 Model b+. Pemodelan ini menghasilkan akurasi sebesar 100% dengan jumlah percobaan sebanyak 90 kali dan variasi jarak sebesar 90 cm, 80 cm dan 70 cm. Pada hasil percobaan plat nomor DG 1487 KB pada pencahayaan 7360 lux yang dilakukan di siang hari pada pintu masuk dengan jarak 90 cm didapatkan waktu pemrosesan tercepat selama 1,0 detik sedangkan pada plat nomor DG 1671 KG pada pencahayaan 47 lux yang dilakukan di malam hari pada pintu keluar dengan jarak 70 cm didapatkan waktu pemrosesan terlama selama 8,4 detik.

Kata Kunci: Sistem Perparkiran, *Canny Edge Detection*, *OCR*, *RFID*

ABSTRACT

The parking system, in general, still uses a ticket or *Radio Frequency Identification (RFID)* card as a user identification step. It is considered still less safe to use *RFID* as the only identification process, while the identification process becomes the most important thing in a parking system. This study designed a parking system modeling with detection and image recognition of vehicle license plates using the method of *Canny Edge Detection* and *Optical Character Recognition (OCR)* with passive *RFID* using Raspberry Pi 3 Model b+ microcontroller. This modeling produces 100% accuracy with several experiments as much as 90 times and distance variations of 90 cm, 80 cm and 70 cm. The experiment results of the DG 1487 KB license plate on 7360 lux lighting conducted during the day at the entrance with a distance of 90 cm obtained the fastest processing time of 1.0 seconds, while on the license plate DG 1671 KG on 47 lux lighting conducted at night at the exit with a distance of 70 cm obtained the longest processing time for 8.4 seconds.

Keywords: Parking System, *Canny Edge Detection*, *OCR*, *RFID*

1. PENDAHULUAN

Sistem perparkiran adalah salah satu unsur pada prasarana transportasi dari sistem jaringan transportasi, sehingga sistem pengaturan dan keamanan perparkiran dapat berpengaruh pada kinerja jaringan transportasi, dalam tulisan ini pengaturan dan keamanan perparkiran yang

dimaksud adalah slot parkir khusus. Slot parkir khusus adalah tempat bagi pengguna kendaraan yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu, contohnya sistem perparkiran pada apartemen atau pada instansi pemerintahan. Salah satu aspek pada slot parkir khusus yaitu identifikasi objek untuk mendapatkan informasi pengendara dengan memasukan data ke dalam sistem komputer tanpa bantuan manusia.

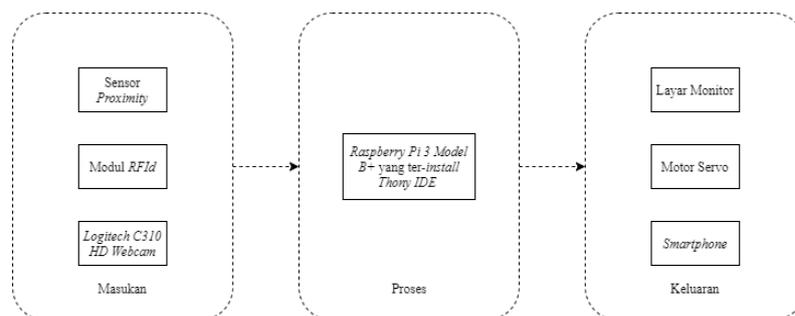
Sudah ada penelitian yang telah dilakukan terhadap bidang ini oleh Kharisma dan Junaedi (2021), dalam paper-nya Sistem Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Dalam Penerapan Regulasi Pajak dengan menggunakan metode *Canny Edge Detection* sebagai deteksi citra plat nomor kendaraan dan mendapatkan tingkat akurasi sebesar 87,5% (Kharisma, 2021).

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Kusnantoro (2022) yang berjudul *Implementasi Metode Tesseract OCR (Optical Character Recognition)* untuk Deteksi Plat Nomor Kendaraan Pada Sistem Parkir berhasil mendapatkan tingkat akurasi pengenalan karakter sebesar 95,95% (Kusnantoro, 2022).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka pada penelitian ini dibuat suatu pemodelan sistem perparkiran yang penerapannya pada lingkungan berpengguna tetap seperti apartemen atau instansi tertentu dengan menggabungkan sistem autentikasi pengenalan plat nomor menggunakan metode *Canny Edge Detection* dan *Optical Character Recognition (OCR)* dan *RFID* dengan menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi 3 Model b+. Hal utama yang ingin diterapkan dalam sistem perparkiran di sini adalah identifikasi kartu *RFID* dan kesesuaiannya dengan objek plat nomor kendaraan pengguna.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini sistem perparkiran yang didesain terdiri dari 3 bagian yang meliputi bagian masukan, pemrosesan, dan keluaran yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem perparkiran yang dibuat

Selanjutnya masing-masing bagian dijelaskan lebih detail di bawah ini:

Masukan. Tahapan operasi ini berfungsi memberikan masukan untuk diproses pada Raspberry Pi 3 Model b+. Pada blok masukan, sensor *proximity* berfungsi untuk mendeteksi objek yang berada di depannya, modul *RFID* berfungsi untuk pengambilan nomor *UID RFID* dan *Logitech C310 HD Webcam* berfungsi untuk mengambil citra masukan.

Proses. Tahapan proses berfungsi untuk memproses citra masukan yang diambil oleh *Logitech C310 HD Webcam*. Setelah itu Raspberry Pi 3 Model b+ berfungsi untuk pendeteksian plat nomor menggunakan metode *Canny Edge Detection* dan pengenalan karakter citra plat nomor menggunakan metode *Optical Character Recognition (OCR)*. Raspberry Pi 3 Model b+ juga akan

memberikan perintah pada motor servo sebagai barrier gate untuk membuka atau menutup. Komponen tahapan proses meliputi komponen berikut ini.



Gambar 2. Contoh plat nomor kendaraan roda empat

Plat Nomor Kendaraan Roda Empat. Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) merupakan plat aluminium yang memiliki cetakan tulisan dua baris. Baris pertama terdiri dari kode wilayah (alfabet), nomor polisi (nomor) serta kode akhir wilayah (alfabet) dan baris kedua terdiri dari bulan serta tahun masa berlaku. Sekarang desain plat nomor kendaraan roda empat sedikit lebih panjang dari ukuran semula 395×135 mm menjadi 430×135 mm. Menurut Arief et al. , (2020) terdapat garis lurus pembatas 5 mm diantara ruang nomor polisi dengan ruang angka masa berlaku. Sudut kanan atas serta sudut kiri bawah ada tanda spesifik (*security mark*) lambang polisi lalu lintas, sedangkan di sisi sebelah kanan dan kiri terdapat tanda spesifik cetakan KORLANTAS POLRI (Arief, 2020). Contoh gambar plat nomor kendaraan roda empat dapat dilihat pada Gambar 2.

Citra Digital. Surat citra dapat diolah secara digital jika dipresentasikan dalam numerik menggunakan nilai yang diskrit. Citra digital bisa dipresentasikan dalam matriks $M \times N$ di mana M adalah baris dan N merupakan kolom dari matriks MN . Di antara baris M serta kolom N memiliki perpotongan yang biasa dianggap piksel (Susanto, 2019). Beberapa jenis citra digital yaitu:

- (a) Citra berwarna (Merah, Hijau, Biru): Citra berwarna yaitu citra yang komposisi warnanya adalah penggabungan dari tiga komponen warna primer yaitu merah, hijau dan biru. Masing-masing warna berukuran 8 bit. Citra berwarna dihasilkan dari kombinasi tiga warna primer dengan setiap warna memiliki rentang 0 sampai 255 (Susanto, 2019).
- (b) Citra Hitam Putih: Citra hitam putih terdiri dari warna hitam serta putih. citra ini bisa diwakilkan oleh 8 bit atau 1 byte per piksel. Citra hitam putih lebih mudah diproses dibandingkan menggunakan citra berwarna (Susanto, 2019).

Thresholding adalah salah satu teknik dalam segmentasi citra. *Thresholding* akan menentukan nilai ambang batas dengan tingkat keabuan yang optimal agar dapat memisahkan *Region of Interest* (daerah yang menjadi perhatian) menggunakan latar belakang dari sebuah gambar. Hisistogram derajat keabuan dari sebuah gambar merupakan alat yang efisien dalam penerapan algoritma *Thresholding*. Keluaran dari proses *Thresholding* ini berupa gambar biner, dikarenakan pada prosesnya area citra yang gelap akan dibuat semakin gelap menggunakan nilai 0 atau sama dengan warna hitam. Begitu juga kebalikannya, jika daerah citra terang maka akan dibuat semakin terang dengan nilai 1 atau sama dengan warna putih (Rumetna, 2020).

Canny Edge Detection merupakan salah satu metode deteksi tepi yang dikembangkan oleh John F. Canny. Terdapat beberapa kriteria deteksi tepi paling optimum menggunakan metode *Canny* (Winarno, 2021) yaitu:

- (a) Mendeteksi dengan baik (kriteria deteksi): Kemampuan untuk memberikan kemudahan yang sangat tinggi dalam memilih tingkat deteksi ketebalan tepi dapat terjadi dengan meletakkan dan menandai seluruh tepi yang ada sesuai dengan pemilihan parameter-parameter konvolusi yang dilakukan.

- (b) Lokalisasi dengan baik (kriteria lokalisasi): *Canny* memungkinkan menghasilkan jarak minimum diantara tepi yang di deteksi dengan tepi yang asli.
- (c) Respon yang jelas (kriteria respon): Tiap tepi mempunyai satu respon, sehingga mudah dideteksi serta tidak ada kerancuan pada pengolahan citra selanjutnya. Parameter yang dipilih pada deteksi tepi *Canny* sangat berpengaruh pada hasil dari tepi yang didapatkan. Beberapa parameter yang digunakan adalah Gaussian filter dan nilai ambang batas (*Threshold*).

Optical Character Recognition (OCR). *OCR* digunakan untuk mengenali citra dan kemudian mengenali sebuah objek di dalamnya. Hal ini membuat *OCR* sangat banyak digunakan untuk sistem keamanan yang memerlukan pengenalan (*recognition*). Sistem *OCR* terus dikembangkan hingga kini, sehingga bisa menghasilkan akurasi yang lebih baik bahkan pada situasi di mana karakter sulit untuk dikenali. Akurasi *OCR* juga sangat ditentukan oleh tingkat kejernihan kamera yang digunakan, dan juga metode yang digunakan dalam proses pengambilan dan pengenalan objek yang ingin di konversikan oleh *OCR* (Cahyo, 2019). Tesseract merupakan sebuah library *opensource OCR* yang dikembangkan oleh Hewlet-Packard (HP) di antara tahun 1984 dan 1994. Tesseract dimulai pada sebuah proyek penelitian Ph.D. di HP Laboratorium, Bristol oleh Ray Smith (Putri, 2018).

Keluaran. Tahapan keluaran merupakan hasil akhir dari proses data yang telah diolah dan disimpan pada *database*. Pada proses ini Raspberry Pi 3 Model b+ akan menampilkan hasil akhir tersebut pada layar monitor dan *smartphone*. Selain itu digunakan motor servo sebagai penggerak *barrier gate*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini dijelaskan hasil pengujian dari sistem secara keseluruhan yang melibatkan perangkat lunak dan perangkat keras. Sistem perparkiran yang dibuat dapat bekerja ketika Raspberry Pi 3 Model b+ dan aplikasi *administrator* sudah terhubung dengan jaringan *internet* sehingga keduanya bisa terhubung dengan *server* dan *database* melalui *web service* dengan *domain plat.monitoringonline.net*. Setelah semua sudah saling terhubung maka pengujian telah siap dilakukan.

Pengujian *Database Akses Masuk*. Pengguna yang telah berhasil melakukan proses registrasi akan mempunyai akses masuk dalam sistem perparkiran yang dibuat. Sensor *proximity* mendeteksi adanya kendaraan di depannya maka pengguna dapat menempelkan (*tap*) kartu *RFID* sehingga Logitech C310 HD *Webcam* mengambil citra plat nomor. Citra plat nomor tersebut diproses dari citra berwarna menjadi citra hitam putih setelah itu citra tersebut diolah dengan menggunakan metode *Canny Edge Detection* sebagai pendeteksian plat nomor. Hasil dari pendeteksian tersebut berupa bagian dari daerah plat nomor. Kemudian hasil pendeteksian tersebut akan diolah menggunakan metode *Optical Character Recognition (OCR)* untuk pengenalan karakter kemudian didapatkan hasil pengenalan karakter dari plat nomor. Jika nomor UID *RFID* dan plat nomor sesuai dengan data yang sebelumnya sudah ada pada *database* maka *barrier gate* akan membuka dan pengguna dapat masuk ke dalam sistem perparkiran. Informasi yang didapatkan setelah masuk ke dalam sistem perparkiran yaitu tanggal dan waktu masuk disertai nomor dari plat nomor kendaraan pengguna yang ditampilkan pada *Database* yang ditunjukkan pada Gambar 3.

id	rfid	plat	tgl	jam	tgl_keluar	jam_keluar	filename	created_at
1	287451848647	DG1671KG	24/10/2021	00.32.28	-	-	DG1671KG.png	2021-10-24 00:32:28

Gambar 3. Tampilan informasi pada *Database* pada saat pengguna yang terdaftar masuk ke dalam sistem parkir

Pengujian *Database* Akses Keluar. Pengguna yang ingin keluar dari sistem parkir harus melewati proses yang sama pada akses masuk. Sensor *proximity* mendeteksi adanya kendaraan di depannya maka pengguna dapat men-*menempelkan* kartu *RFID* dan kemudian Logitech C310 HD *Webcam* akan mengambil citra plat nomor. Citra plat nomor tersebut diproses dari citra berwarna menjadi citra hitam putih setelah itu citra tersebut diolah dengan menggunakan metode *Canny Edge Detection* sebagai pendeteksian plat nomor. Hasil dari pendeteksian tersebut berupa bagian dari daerah plat nomor. Kemudian hasil pendeteksian tersebut akan diolah menggunakan metode *Optical Character Recognition (OCR)* untuk pengenalan karakter kemudian didapatkan hasil pengenalan karakter dari plat nomor. Jika nomor *UID RFID* dan plat nomor sesuai dengan data yang ada pada *Database* maka *barrier gate* akan membuka dan pengguna dapat keluar dari sistem parkir. Informasi yang didapatkan setelah keluar dari sistem parkir yaitu tanggal dan waktu keluar serta nomor pada plot nomor yang ditampilkan pada *Database* yang ditunjukkan pada Gambar 4.

id	rfid	plat	tgl	jam	tgl_keluar	jam_keluar	filename	created_at
1	287451848647	DG1671KG	24/10/2021	00.32.28	24/10/2021	00.35.44	DG1671KG.png	2021-10-24 00:32:28

Gambar 4. Tampilan informasi pada *Database* pada saat pengguna yang terdaftar keluar dari sistem parkir

Pengujian *Database* Informasi Pengguna. *Administrator* dapat melihat seluruh informasi pengguna saat telah berhasil *login* pada aplikasi *Administrator*. Informasi pengguna terdiri dari citra plat nomor, hasil pengenalan karakter plat nomor, serta tanggal dan waktu masuk / waktu keluar yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Menu Informasi Pengguna Pada Aplikasi Administrator

Pengujian Keluar Masuk Sistem Perparkiran. Pengujian ini dilakukan di dalam ruangan (*indoor*) dengan pengkondisian pencahayaan disesuaikan dengan kondisi cahaya di luar ruangan (*outdoor*)

yang dilakukan pada pagi, siang dan malam hari dengan masing-masing pencahayaan sebesar 3650 lux, 7630 lux dan 47 lux dengan variasi jarak dari 90 cm, 80 cm dan 70 cm.

Pengujian pada pagi hari. Berikut ini ditampilkan hasil pengujian yang dilakukan di pagi hari dengan menggunakan dua parameter yang diukur yaitu pencahayaan dan jarak, untuk melihat berapa waktu pemrosesannya dan berhasil atau tidaknya pengenalan karakter plat nomor yang ditunjukkan pada Tabel 1 untuk pintu masuk dan Tabel 2 untuk pintu keluar.

Tabel 1. Hasil pengujian pada pagi hari untuk pintu masuk

Plat Nomor	Pencahayaan (lux)	Jarak (cm)	Waktu Pemrosesan (detik)	Barrier Gate
DG 1671 KG	3650	90	2,2	Terbuka
		80	2,5	Terbuka
		70	3,3	Terbuka
DG 1828 KF	3650	90	1,8	Terbuka
		80	2,2	Terbuka
		70	2,8	Terbuka
DG 1487 KB	3650	90	1,6	Terbuka
		80	2,0	Terbuka
		70	2,5	Terbuka
DG 1604 KG	3650	90	1,7	Terbuka
		80	2,1	Terbuka
		70	2,6	Terbuka
DB 1711 BJ	3650	90	1,9	Terbuka
		80	2,4	Terbuka
		70	2,9	Terbuka

Dari hasil pengujian pada Tabel 1 yang dilakukan sebanyak 15 kali dengan pencahayaan sebesar 3650 lux yang didapatkan di pagi hari pada pintu masuk, sistem berhasil melakukan pengenalan karakter plat nomor dan membuka *barrier gate*. Berdasarkan Tabel percobaan di atas plat nomor DG 1487 KB mendapatkan waktu pemrosesan tercepat pada jarak 90 cm dengan waktu pemrosesan 1,6 detik. Sedangkan plat nomor DG 1671 KG mendapatkan waktu pemrosesan terlama pada jarak 70 cm dengan waktu pemrosesan 3,3 detik.

Dari hasil pengujian pada Tabel 2 yang dilakukan sebanyak 15 kali dengan pencahayaan sebesar 3650 lux yang didapatkan di pagi hari pada pintu keluar, sistem berhasil melakukan pengenalan karakter plat nomor dan membuka *barrier gate*. Berdasarkan tabel percobaan di atas plat nomor DG 1487 KB mendapatkan waktu pemrosesan tercepat pada jarak 90 cm dengan waktu pemrosesan 1,5 detik. Sedangkan plat nomor DG 1671 KG mendapatkan waktu pemrosesan terlama pada jarak 70 cm dengan waktu pemrosesan 3,2 detik.

Tabel 2. Hasil pengujian pada pagi hari untuk pintu keluar

Plat Nomor	Pencahayaan (lux)	Jarak (cm)	Waktu Pemrosesan (detik)	Barrier Gate
DG 1671 KG	3650	90	2,2	Terbuka
		80	2,5	Terbuka
		70	3,2	Terbuka
DG 1828 KF	3650	90	1,7	Terbuka
		80	2,3	Terbuka

Plat Nomor	Pencahayaan (lux)	Jarak (cm)	Waktu Pemrosesan (detik)	Barrier Gate
DG 1487 KB	3650	70	2,8	Terbuka
		90	1,5	Terbuka
		80	2,0	Terbuka
		70	2,2	Terbuka
DG 1604 KG	3650	90	1,6	Terbuka
		80	2,2	Terbuka
		70	2,5	Terbuka
DB 1711 BJ	3650	90	1,9	Terbuka
		80	2,4	Terbuka
		70	2,9	Terbuka

Pengujian pada siang hari. Berikut ini merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada siang hari dengan menggunakan dua parameter yang diukur yaitu pencahayaan dan jarak, untuk melihat berapa waktu pemrosesannya dan berhasil atau tidaknya pengenalan karakter plat nomor. Tabel 3 merupakan hasil pengujian untuk pintu masuk dan Tabel 4 adalah hasil pengujian untuk pintu keluar.

Dari hasil pengujian pada Tabel 3 yang dilakukan sebanyak 15 kali dengan pencahayaan sebesar 7630 lux yang didapatkan pada siang hari untuk pintu masuk, sistem berhasil melakukan pengenalan karakter plat nomor dan membuka *barrier gate*. Berdasarkan tabel percobaan di atas plat nomor DG 1487 KB mendapatkan waktu pemrosesan tercepat pada jarak 90 cm dengan waktu pemrosesan 1,0 detik. Sedangkan plat nomor DG 1671 KG mendapatkan waktu pemrosesan terlama pada jarak 70 cm dengan waktu pemrosesan 2,9 detik.

Tabel 3. Hasil pengujian pada siang hari untuk pintu masuk

Plat Nomor	Pencahayaan (lux)	Jarak (cm)	Waktu Pemrosesan (detik)	Barrier Gate
DG 1671 KG	7630	90	2,1	Terbuka
		80	2,4	Terbuka
		70	2,9	Terbuka
DG 1828 KF	7630	90	1,8	Terbuka
		80	2,2	Terbuka
		70	2,6	Terbuka
DG 1487 KB	7630	90	1,0	Terbuka
		80	1,4	Terbuka
		70	2,0	Terbuka
DG 1604 KG	7630	90	1,2	Terbuka
		80	1,6	Terbuka
		70	2,3	Terbuka
DB 1711 BJ	7630	90	2,0	Terbuka
		80	2,3	Terbuka
		70	2,7	Terbuka

Sedangkan hasil pengujian pada Tabel 4 yang dilakukan sebanyak 15 kali dengan pencahayaan sebesar 7630 lux yang dilakukan pada siang hari untuk pintu keluar, sistem berhasil melakukan pengenalan karakter plat nomor dan membuka *barrier gate*. Berdasarkan tabel percobaan di atas plat nomor DG 1487 KB mendapatkan waktu pemrosesan tercepat pada jarak 90 cm dengan waktu

pemrosesan 1,1 detik. Sedangkan plat nomor DG 1671 KG mendapatkan waktu pemrosesan terlama pada jarak 70 cm dengan waktu pemrosesan 2,9 detik.

Tabel 4. Hasil Percobaan pada siang hari untuk pintu keluar

Plat Nomor	Pencahayaan (lux)	Jarak (cm)	Waktu Pemrosesan (detik)	Barrier Gate
DG 1671 KG	7630	90	2,2	Terbuka
		80	2,4	Terbuka
		70	2,9	Terbuka
DG 1828 KF	7630	90	1,6	Terbuka
		80	2,3	Terbuka
		70	2,5	Terbuka
DG 1487 KB	7630	90	1,1	Terbuka
		80	1,3	Terbuka
		70	2,1	Terbuka
DG 1604 KG	7630	90	1,4	Terbuka
		80	1,6	Terbuka
		70	2,3	Terbuka
DB 1711 BJ	7630	90	2,0	Terbuka
		80	2,3	Terbuka
		70	2,8	Terbuka

Pengujian pada malam hari. Selanjutnya pengujia juga dilakukan pada malam hari dengan menggunakan dua parameter yang diukur yaitu pencahayaan dan jarak untuk, melihat berapa waktu pemrosesannya dan berhasil atau tidaknya pengenalan karakter plat nomor.

Dari hasil pengujian pada Tabel 5 yang dilakukan sebanyak 15 kali dengan pencahayaan sebesar 47 lux yang didapatkan pada malam hari untuk pintu masuk, sistem berhasil melakukan pengenalan karakter plat nomor dan membuka *barrier gate*. Berdasarkan tabel percobaan di atas plat nomor DG 1487 KB mendapatkan waktu pemrosesan tercepat pada jarak 90 cm dengan waktu pemrosesan 4,1 detik. Sedangkan plat nomor DG 1671 KG mendapatkan waktu pemrosesan terlama pada jarak 70 cm dengan waktu pemrosesan 8,1 detik.

Tabel 5. Hasil Percobaan Malam Pintu Masuk

Plat Nomor	Pencahayaan (lux)	Jarak (cm)	Waktu Pemrosesan (detik)	Barrier Gate
DG 1671 KG	47	90	5,3	Terbuka
		80	7,4	Terbuka
		70	8,1	Terbuka
DG 1828 KF	47	90	4,8	Terbuka
		80	6,6	Terbuka
		70	7,1	Terbuka
DG 1487 KB	47	90	4,1	Terbuka
		80	5,8	Terbuka
		70	6,0	Terbuka
DG 1604 KG	47	90	4,5	Terbuka
		80	6,2	Terbuka
		70	6,6	Terbuka
DB 1711 BJ	47	90	5,0	Terbuka
		80	6,9	Terbuka
		70	7,8	Terbuka

Tabel 6. Hasil Percobaan Malam Pintu Keluar

Plat Nomor	Pencahaya-an (lux)	Jarak (cm)	Waktu Pemrosesan (detik)	Barrier Gate
DG 1671 KG	47	90	5,2	Terbuka
		80	7,5	Terbuka
		70	8,4	Terbuka
DG 1828 KF	47	90	4,7	Terbuka
		80	6,7	Terbuka
		70	7,3	Terbuka
DG 1487 KB	47	90	3,9	Terbuka
		80	5,7	Terbuka
		70	5,8	Terbuka
DG 1604 KG	47	90	4,6	Terbuka
		80	6,2	Terbuka
		70	6,7	Terbuka
DB 1711 BJ	47	90	4,9	Terbuka
		80	7,0	Terbuka
		70	8,0	Terbuka

Dari hasil percobaan pada Tabel 6 yang dilakukan sebanyak 15 kali dengan pencahayaan sebesar 47 lux yang didapatkan di malam hari pada pintu keluar, sistem berhasil melakukan pengenalan karakter plat nomor dan membuka *barrier gate*. Berdasarkan tabel percobaan diatas plat nomor DG 1487 KB mendapatkan waktu pemrosesan tercepat pada jarak 90 cm dengan waktu pemrosesan 3,9 detik. Sedangkan plat nomor DG 1671 KG mendapatkan waktu pemrosesan terlama pada jarak 70 cm dengan waktu pemrosesan 8,4 detik.

Hasil pengujian yang dilakukan pada pemodelan sistem perparkiran yang dilakukan pada pagi dengan pencahayaan 3650 lux, siang dengan pencahayaan 7630 lux dan malam dengan pencahayaan 47 lux yang dilakukan dari jarak 90 cm, 80 cm dan 70 cm didapatkan akurasi sebesar 100% berdasarkan keberhasilan sistem mulai dari mendeteksi objek berupa kendaraan pengguna, identifikasi kartu *RFID* pengguna, pendeteksian dan pengenalan citra plat nomor.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil percobaan terhadap pemodelan sistem perparkiran yang telah dirancang, dan juga berdasarkan hasil pengujian pada waktu pagi, siang dan malam hari dengan jarak 90 cm, 80 cm dan 70 cm maka dapat disimpulkan bahwa:

- (a) Pemodelan sistem perparkiran berpengaman ganda dengan menggunakan kombinasi *RFID* pasif dan pendeteksian dan pengenalan citra plat nomor kendaraan menggunakan metode *Canny Edge Detection* dan *Optical Character Recognition (OCR)* menghasilkan akurasi sebesar 100% dengan jumlah percobaan sebanyak 90 kali.
- (b) Hasil pengujian dengan pencahayaan sebesar 7360 lux pada plat nomor DG 1487 KB yang dilakukan pada siang hari pada pintu masuk dengan jarak 90 cm mendapatkan waktu pemrosesan tercepat yaitu 1,0 detik.
- (c) Hasil pengujian dengan pencahayaan sebesar 47 lux pada plat nomor DG 1671 KG yang dilakukan pada malam hari pada pintu keluar dengan jarak 70 cm mendapatkan waktu pemrosesan terlama sebesar 8,4 detik.

Saran untuk pengembangan penelitian ini adalah pemodelan masih dapat dikembangkan dengan

menggunakan kamera yang memiliki sensor inframerah untuk dapat mengambil citra yang lebih baik pada saat kondisi minim pencahayaan. Pada aplikasi *Administrator* bisa dikembangkan menggunakan fitur *auto delete log* pengguna dalam kurun waktu tertentu agar tidak banyak memakan tempat penyimpanan pada *smartphone*.

Ucapan Terima Kasih (*Acknowledgement*)

Terima kasih kepada pihak – pihak yang telah mendukung penelitian ini, terutama kepada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- Arief, J., Utaminingrum, F., Sari, Y. A. (2018). Penentuan Jumlah Karakter pada Plat Nomor Kendaraan dengan menggunakan Selective Ratio Bounding Box. *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, 2 (1), 256–262.
- Cahyo, N. D. (2019). Pengenalan Nomor Plat Kendaraan Dengan Metode Optical Character Recognition. *Comput. its Appl. J.*, 2 (1), 75–84.
- Kharisma, O. B., Junaedi (2021). Sistem Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Dalam Penerapan Regulasi Pajak Berbasis Citra Digital. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 10 (1), 117-127.
- Kusnantoro, Rohana, T., Kusumaningrum, D.S. (2022). Implementasi Metode Tesseract OCR (Optical Character Recognition) untuk Deteksi Plat Nomor Kendaraan Pada Sistem Parkir. *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, III(1), 59-67.
- Putri, D. Z., Puspitaningrum, D., Setiawan, Y. (2018). Konversi Citra Kartu Nama ke Teks Menggunakan Teknik OCR dan Jaro-Winkler Distance. *J. Teknoinfo*, 12 (1), 1-6.
- Rumetna, A. E., Dwiandiyanta, B. Y., & Ardanari, P. (2020). Segmentasi Pada Plat Kendaraan Menggunakan Metode Deteksi Tepi Canny Dan Thresholding. *J. Inform. Atma Jogja*, 1(1), 1–10.
- Susanto, A. (2019). Penerapan Operasi Morfologi Matematika Citra Digital Untuk Ekstraksi Area Plat Nomor Kendaraan Bermotor. *Pseudocode*, 6 (1), 49–57.
- Winarno, E. (2011). Aplikasi Deteksi Tepi pada Realtime Video menggunakan Algoritma Canny Detection. *J. Teknol. Inf. Din.*, 16 (1), 44–49.