

Sistem Pemetaan Parkir Menggunakan Teknik *Image Processing*

Nico Fransisco Utomo¹, B. Budiana¹, Adlian Jefiza¹, dan Fitriyanti Nakul^{1,2*}

¹Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

²Anggota Persatuan Insinyur Indonesia (PII), Indonesia

*Email: fitriyantinakul@polibatam.ac.id

I. PENDAHULUAN

Abstrak—Banyaknya masyarakat yang menggunakan kendaraan pribadi berdampak pada kebutuhan masyarakat terhadap area parkir semakin meningkat, termasuk di kawasan hunian apartemen. Keterbatasan untuk memperoleh informasi ketersediaan *slot* parkir mengakibatkan pengemudi kesulitan menemukan lokasi parkir yang tersedia. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pemetaan *slot* parkir yang efektif bagi pengelola dan *user* apartemen dengan menggunakan konfigurasi segmentasi analisis *image processing* dan MySQL server. Desain sistem bekerja untuk memproses *plat* kendaraan yang terdeteksi oleh kamera menggunakan segmentasi analisis pengolahan citra. Pemrosesan data menggunakan perangkat Visual Studio sebagai *interface* yang terhubung dengan MySQL sebagai *database server* dan mengaktifkan visualisasi *slot* dan lokasi parkir melalui aplikasi Blynk. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat membaca *plat* kendaraan yang terdeteksi dan mengirimkan notifikasi ke Blynk untuk menginformasikan status *slot* dan lokasi parkir yang tersedia. Pengujian sistem juga dilakukan untuk setiap variasi jarak dan posisi sudut kamera untuk menentukan standar parameter sistem operasi yang baik.

Kata Kunci: Blynk, *Image Processing*, MySQL, Sistem Parkir

Abstract—The large number of people who use private vehicles has an impact on increasing people's need for parking areas, including in residential apartments. Limitations to getting information on the availability of parking *slots* result in difficulties for drivers finding available parking locations. This study aims to develop an effective parking *slot* mapping system for apartment managers and *users* using the configuration of image processing and MySQL servers. System design works to process vehicle *plates* recognized on camera using segmentation and analysis image processing. Data processing uses a Visual Studio tool as an interface that is connected to MySQL as a database server and activates the visualization of *slots* and parking locations through the Blynk apps. The results show that the system can read detected vehicle *plates* and send notifications to Blynk apps to inform the *slot* status and available parking locations. System testing was carried out for any variations of distance and camera angle positions to determine the standard parameters for a good operating system.

Keywords: Blynk, Image Processing, MySQL, Parking System

KEBUTUHAN lokasi parkir menjadi masalah penting di perkotaan [1] termasuk area parkir di gedung apartemen karena menyangkut dengan kenyamanan penghuni yang memiliki kendaraan. Area parkir yang terbatas membutuhkan pengaturan strategis oleh pengelola apartemen agar area yang tersedia bisa dimanfaatkan dengan baik dan cukup untuk menampung kendaraan milik penghuni.

Umumnya banyak pemetaan *smart* sistem dan alokasi parkir yang dikembangkan dengan menggunakan berbagai pendekatan teknologi termasuk IoT [2]-[5], *machine learning* [6], [7] WSN [8], [9], serta konfigurasi teknik dari teknologi yang berkembang [10], [11]. Meskipun demikian, penerapan teknologi pemetaan parkir di area apartemen masih sangat terbatas yaitu dengan cara memakai tiket atau penggunaan stiker sebagai tanda bahwa kendaraan tersebut merupakan milik dari penghuni unit apartemen. Pada sistem yang saat ini digunakan masih terdapat banyak kekurangan, antara lain: tidak terjaminnya penghuni atau pemilik kendaraan mendapatkan *slot* parkir karena area tersebut digunakan oleh pihak tamu pendarat atau pengunjung yang sebenarnya bukan merupakan penghuni unit apartemen tersebut. Hal tersebut disebabkan karena kurangnya proses verifikasi dan pengawasan data yang dilakukan ketika pemilik kendaraan memasuki area parkir. Seharusnya, sistem dapat membedakan antara pemilik apartemen dengan tamu/pengunjung. Jika pemilik apartemen, maka akan memperoleh tempat parkir sedangkan tamu atau pengunjung tidak diperkenankan untuk menempati tempat area parkir yang diperuntukan bagi warga apartemen. Tamu apartemen dapat disediakan area parkir khusus bagi pengunjung.

Penelitian sebelumnya terkait sistem pemetaan area parkir dengan pendekatan pengolahan citra diantaranya telah dilakukan oleh Kaarthik, K, dkk, yang menggunakan teknik segmentasi *image processing* dan *platform matlab* [12]. Pemrosesan citra gambar seutuhnya ditangkap dari tampilan *body* kendaraan. Selain itu, para peneliti lain juga berfokus pada deteksi *plat* nomor kendaraan menggunakan konfigurasi teknik pengolahan citra [13], [14].

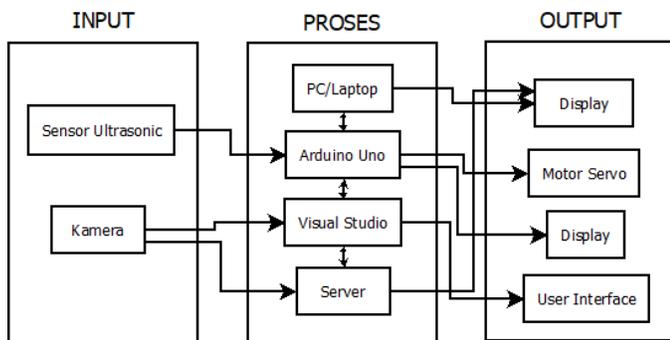
Selanjutnya, pada penelitian ini akan diadopsi teknik segmentasi dan analisis *image processing* dengan objek citra berfokus pada gambar *plat* nomor kendaraan dan

dikembangkan dengan konfigurasi pemrosesan data dengan MySQL server dan visualisasi status dan lokasi pemetaan slot parkir melalui *interface* aplikasi Blynk. Sistem ditunjang dengan perangkat sensor ultrasonik untuk deteksi keberadaan kendaraan dan otomatisasi buka tutup portal di area parkir gedung. Sistem yang dikembangkan ini bertujuan membantu mengelola sistem parkir di apartemen secara otomatis mulai dari deteksi kendaraan, deteksi pelat nomor kendaraan, pencocokan dengan hak akses *user* sesuai *database* dan notifikasi *slot* dan lokasi parkir. Dengan implementasi sistem ini, penghuni unit apartemen sekaligus pemilik kendaraan dapat memperoleh kemudahan akses lokasi parkir yang tersedia dan hemat waktu serta energi tanpa perlu mengelilingi tempat parkir.

II. METODE

A. Perancangan Software

Sistem ini dikembangkan menggunakan beberapa perangkat sebagai pendukung proses kerja alat agar dapat beroperasi dengan baik. Salah satunya menggunakan mikrokontroler sebagai sarana prosesor dari sistem tersebut. Gambar. 1. menunjukkan blok diagram perancangan sistem.



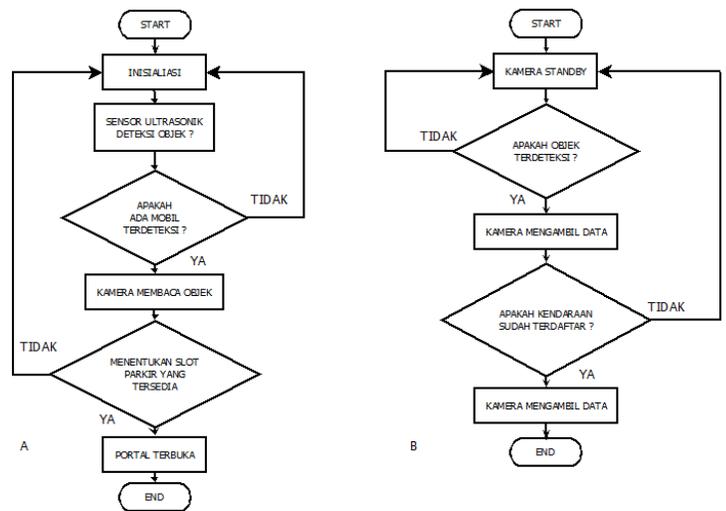
Gambar. 1. Blok diagram perancangan sistem

Kamera dihubungkan dengan *port* PC atau Laptop, kemudian dikoneksikan pada aplikasi Visual Studio. Kamera berfungsi mendeteksi gambar atau merekam keadaan sekitar pada *plat* kendaraan. Kamera membaca data dari gambar yang dideteksi kemudian memproses data. Visual Studio merupakan penghubung antara kamera dengan program dan server. Server digunakan sebagai tempat menyimpan data berupa *database plat* kendaraan. GUI (*Graphical User Interface*) adalah sistem antarmuka yang digunakan untuk berinteraksi dengan sistem operasi.

Pada sistem pemetaan lahan parkir menggunakan *image processing* ini terdapat tiga alur kerja sistem, yaitu; (1) Alur kerja sistem pada perangkat buka tutup portal (Gambar. 2. (A)); (2) Alur kerja sistem pada kamera (Gambar. 2. (B)); (3) Alur kerja sistem pada server (Gambar. 3).

Alur kerja perangkat (Gambar. 2 (A)) pada sistem pemetaan lahan parkir menggunakan *image processing* dimulai dengan inisialisasi alat dalam keadaan status *ready*, sensor ultrasonik akan bekerja mendeteksi keberadaan objek yang ada didepannya, jika objek tidak terdeteksi maka akan kembali ke

status *ready* dan jika objek terdeteksi maka kamera akan membaca objek *plat* kendaraan, selanjutnya menentukan lokasi parkir yang sudah disediakan. Jika kamera tidak dapat membaca objek *plat* kendaraan, maka kembali pada status inisialisasi. Setelah sistem menentukan lokasi parkir yang tersedia, maka portal terbuka dan pengendara bisa memarkirkan kendaraannya pada tempat yang sudah ditentukan.

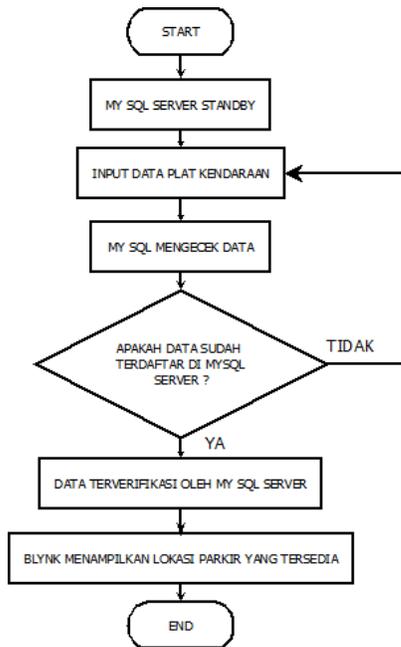


Gambar. 2. Alur kerja perangkat (A); dan Kamera (B) pada sistem pemetaan parkir

Selanjutnya, sistem kerja pada kamera (Gambar. 2. (B)) yang difungsikan untuk membaca *plat* kendaraan yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik, akan beroperasi dengan kondisi awal yaitu posisi kamera dalam keadaan *standby*, setelah itu kamera akan membaca objek *plat* kendaraan yang ada di depannya, jika objek tidak terbaca oleh kamera maka akan kembali pada posisi kamera *stand by* dan jika objek terdeteksi maka kamera akan mengambil data pada *plat* kendaraan tersebut kemudian mengecek apakah *plat* kendaraan tersebut sudah terdaftar di server, jika tidak terdaftar maka kembali pada inisialisasi kamera *stand by*. Setelah mengecek *plat* kendaraan terdaftar di server, maka kamera akan mengambil data *plat* kendaraan tersebut.

Gambar. 3. menunjukkan alur kerja dari *database* server sistem pemetaan lahan parkir menggunakan *image processing*. Alur kerja pada *database* server ini berfungsi untuk mengurutkan proses kerja dari MySQL server. Data yang dikirimkan melalui Visual Studio akan dicek oleh MySQL server untuk memeriksa kembali apakah *plat* atau data yang dikirimkan sudah terdaftar di *database* atau belum, sehingga dapat memilah data *plat* penghuni apartemen dan tamu apartemen. Setelah data *plat* terverifikasi oleh server maka aplikasi Blynk akan menampilkan *slot* parkir yang tersedia untuk penghuni apartemen dan tamu apartemen. Aplikasi Blynk secara *default* tidak terhubung ke MySQL, sehingga untuk menghubungkan antara Blynk dan MySQL adalah dengan meng-*upload* data Blynk pada arduino ke

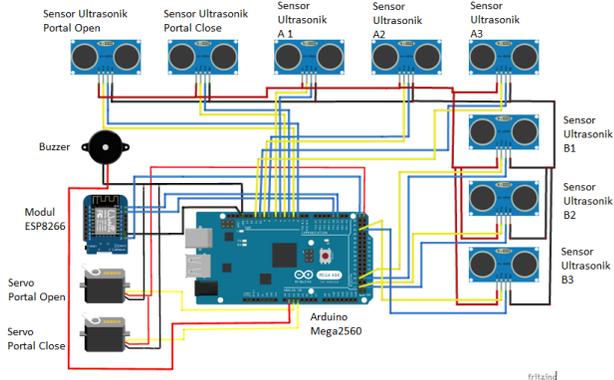
mikrokontroler yang sudah terhubung ke Visual Studio, kemudian Visual Studio yang sudah terhubung ke MySQL akan membaca data Blynk yang sudah di *upload*, setelah itu Visual Studio akan membaca data Blynk dengan MySQL server.



Gambar. 3. Flowchart database server

B. Perancangan Elektrikal Wiring

Pada perangkat keras sistem, digunakan komponen-komponen elektronika utama antara lain: Arduino Mega2560, Kamera *Webcam*, Sensor Ultrasonik, Motor Servo, Kabel Jumper, Laptop, Wifi Module, dan *Step Down Power Supply* Modul. Beberapa perangkat keras yang dihubungkan pada mikrokontroler sebagai tempat proses dan pengolahan data dari alat ditunjukkan pada Gambar. 4.



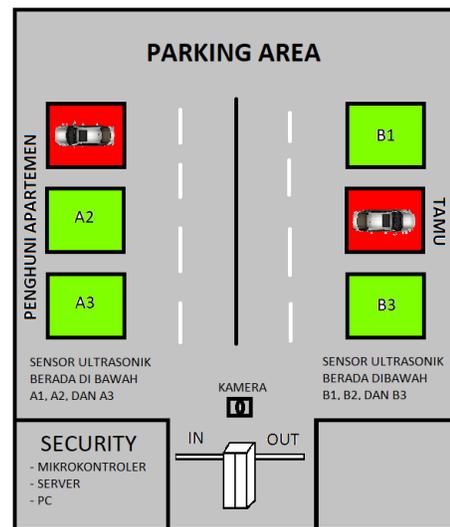
Gambar. 4. Perancangan wiring elektrikal

- 1) Module Wifi ESP8266;
 - a. Pin Vin dihubungkan ke pin 3.3 V.
 - b. Pin GND dihubungkan ke pin GND

- Arduino.
 - c. Pin TX dihubungkan ke pin RX serial1 Arduino.
 - d. Pin RX dihubungkan ke pin TW serial1 Arduino.
- 2) Sensor Ultrasonic;
 - a. Pin Vin dihubungkan ke pin 5.0 V.
 - b. Pin GND dihubungkan ke pin GND Arduino
 - c. Pin Trig dihubungkan ke beberapa pin seperti digambar.
 - d. Pin Echo dihubungkan ke beberapa pin seperti pada Gambar. 4.
- 3) Buzzer;
 - a. Pin positif dihubungkan ke pin Analog A1 Arduino.
 - b. Pin negatif dihubungkan ke pin Analog D1
- 4) Servo;
 - a. Pin Signal dihubungkan ke beberapa pin seperti pada gambar.
 - b. Pin Vin dihubungkan ke pin 5.0 V.
 - c. Pin GND dihubungkan ke pin GND Arduino.

C. Perancangan Skema Uji Pemetaan Lahan Parkir

Dalam pengujian sistem, digunakan skema pemetaan lahan parkir seperti ditunjukkan pada Gambar. 5. Skema uji lahan didesain terdiri dari Lot A dan Lot B.



Gambar. 5. Skema pemetaan lahan parkir

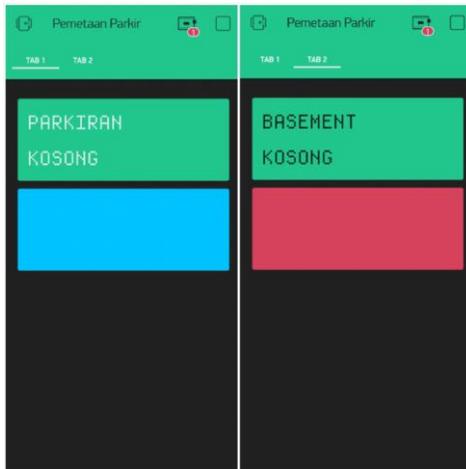
Keterangan:

- 1) Lot A: Terdapat 3 slot parkir yaitu A1 kondisi merah menandakan slot parkir telah terisi oleh kendaraan, A2 dan A3 kondisi hijau menandakan slot parkir masih kosong.
- 2) Lot B: Terdapat 3 slot parkir yaitu B1 dan B3 kondisi hijau menandakan slot parkir masih kosong, dan B2 kondisi merah menandakan slot parkir telah terisi oleh kendaraan.

D. Interface Blynk

Penggunaan aplikasi Blynk pada sistem ini diperuntukkan

sebagai notifikasi *slot* parkir kepada pengguna, yaitu penghuni apartemen maupun tamu. Pada aplikasi Blynk terdapat beberapa fitur yang dapat digunakan sesuai fungsi dari program yang dibuat (Gambar. 6).

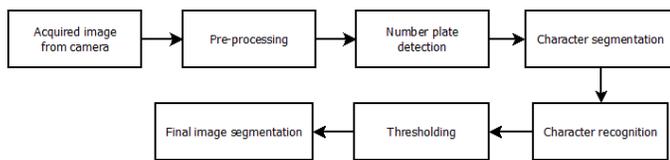


Gambar. 6. Tampilan blynk saat kondisi parkir kosong

Pada TAB 1 di Gambar. 6. hasil yang ditampilkan adalah parkir kosong yang menandakan bahwa parkir belum terisi oleh kendaraan penghuni apartemen, pada TAB 2 hasil yang ditampilkan adalah *basement* kosong yang menandakan bahwa parkir belum terisi oleh kendaraan tamu apartemen.

E. Teknik Pengolahan Analisis Citra

Pengolahan citra gambar menggunakan teknik segmentasi analisis citra gambar. Teknik segmentasi berfungsi untuk melokalisasi objek [12]-[15], dan analisis citra ditujukan untuk menghitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya.



Gambar. 7. Flowchart segmentasi citra



Gambar. 8. Proses analisis segmentasi citra

Gambar. 7. menunjukkan langkah-langkah proses segmentasi gambar yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menampilkan hasil pemrosesan citra. Diawali dengan *capture* awal objek kemudian masuk ke bagian tampilan *capture* original objek, setelah objek original diperoleh maka sistem akan mengidentifikasi nomor *plat* di gambar, selanjutnya sistem akan mengambil karakter dari nomor *plat* yang sudah

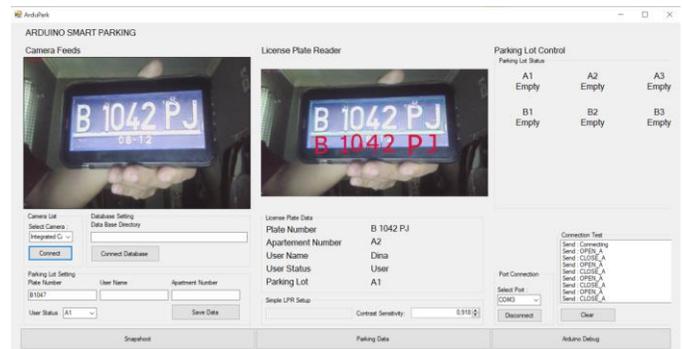
terangkap dan masuk ke proses pengenalan karakter proses ekstraksi, langkah berikutnya sistem akan melakukan proses teknik *thresholding* atau proses penentuan nilai pada citra digital, dan terakhir sistem akan menampilkan hasil akhir dari proses segmentasi citra.

Gambar. 8. merupakan proses segmentasi analisis citra yang dilakukan untuk mendapatkan deskripsi dari suatu objek dan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya. Kamera akan mendeteksi objek atau gambar asli *plat* kendaraan, kemudian disegmentasi menggunakan teknik analisis citra untuk mendapatkan besaran kuantitatif dan menghasilkan deskripsi dari objek, setelah diproses maka dari hasil segmentasi akan menampilkan deskripsi berupa karakter yang ada nomor *plat* kendaraan [16].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Deteksi Plat Kendaraan

Hasil pengujian *plat* kendaraan yang dideteksi oleh kamera, telah diproses sistem untuk mengelola citra pada gambar dan menampilkan hasil berupa deskripsi *plat* kendaraan. Pada Gambar. 9.



Gambar. 9. Hasil deteksi *plat* kendaraan

Sistem pengolahan citra mengubah gambar dengan *plat* nomor kendaraan B1042PJ menjadi deskripsi. Pada *license plat* data dapat dijelaskan bahwa nama Dina dengan *plat* nomor kendaraan B1042PJ sudah terdaftar di *parking lot* A1 dan penghuni *Apartment Number* A2. Pada pengujian deteksi *plat* kendaraan ini sistem masih menggunakan rancangan *prototipe*, sehingga proses pembacaan *plat* masih menggunakan hasil *capture plat* kendaraan berupa foto.

B. Hasil Uji Sample

Pengujian sistem dilakukan untuk mendeteksi *plat* kendaraan dengan menggunakan parameter jarak dan sudut kemiringan kamera terhadap objek (*plat* kendaraan). Terdapat 6 (enam) *plat* kendaraan sebagai sampel. Uji *sample* yang digunakan yaitu *small sample*, terhadap ke-6 *sample* nomor *plat* kendaraan yang berbeda, masing-masing dengan jarak uji deteksi 1 cm sampai 30 cm, dan sudut kemiringan kamera dari 0 derajat, 45 derajat, 90 derajat, 135 derajat, dan 180 derajat.

1) Pengujian Jarak

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian *small* sampel dilakukan

dengan jarak terkecil dari 1 cm sampai dengan 30 cm. *Plat* BP6704WJF hanya terdeteksi sampai jarak terjauh yaitu 25 cm, sedangkan *Plat* D1541ACF, B6501SGD, B1042PJ, B9320VUA, dan B144DAB masih dapat terdeteksi sampai jarak 30 cm dengan hasil deteksi yang konsisten. Perbedaan perubahan hasil jarak minimum yang dideteksi pada masing-masing sampel uji kendaraan karena dipengaruhi pada intensitas cahaya sekitar.

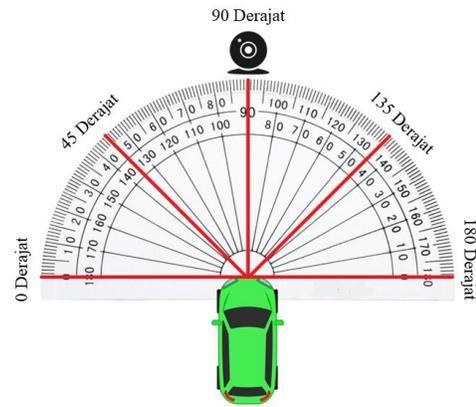
Jarak (cm)	Data Pembacaan Plat Kendaraan					
	BP 6704 WJF	D 1541 ACD	B 6501 SGD	B 1042 PJ	B 9320 VUA	B 144 DAB
1	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
2	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
3	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
4	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
5	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
6	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
7	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
8	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
9	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
10	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
11	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
12	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
13	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
14	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
15	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
16	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
17	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
18	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
19	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
20	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
21	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
22	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
23	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
24	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
25	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
26	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
27	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
28	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
29	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
30	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi

Gambar. 10. Hasil uji pembacaan data sampel dengan variasi jarak

2) Pengujian Sudut Kemiringan Kamera

Representasi sudut kemiringan kamera untuk pengujian diilustrasikan pada Gambar. 11. dengan Sudut kemiringan 0 derajat sampai dengan 180 derajat.

Pengujian sampel dilakukan dengan jarak terkecil dari 1 cm sampai dengan 30 cm dan sudut kemiringan kamera dari 0 derajat, 45 derajat, 90 derajat, 135 derajat, dan 180 derajat (Gambar. 12.). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sudut 0 derajat dari jarak 1 cm sampai 30 cm tidak dapat dideteksi oleh kamera, pada sudut 45 derajat jarak yang dapat dideteksi oleh kamera yaitu 11 cm sampai dengan 26 cm, sudut 90 derajat jarak yang dapat dideteksi oleh kamera yaitu 10 cm sampai dengan 27 cm, sudut 135 derajat jarak yang dapat dideteksi oleh kamera yaitu 3 cm sampai dengan 19 cm, dan sudut 180 derajat tidak dapat dideteksi oleh kamera pada jarak 1 cm sampai 30 cm. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh bahwa sudut 0 derajat dan 180 derajat tidak dapat dideteksi oleh kamera dari jarak 1 cm sampai dengan 30 cm.



Gambar. 11. Ilustrasi sudut Kemiringan Kamera

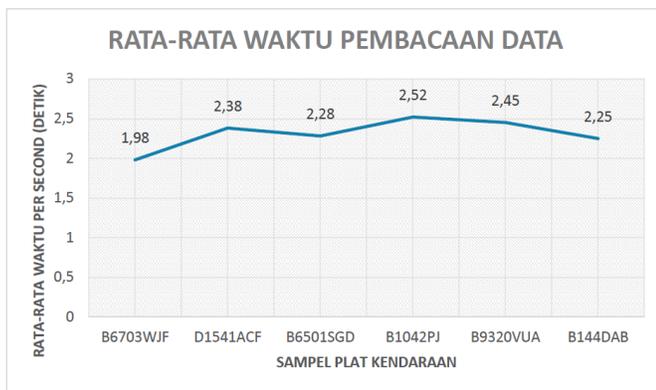
Jarak (cm)	Sudut Kemiringan Kamera				
	0°	45°	90°	135°	180°
1	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
2	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
3	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
4	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
5	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
6	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
7	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
8	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
9	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
10	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
11	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
12	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
13	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
14	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
15	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
16	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
17	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
18	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
19	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
20	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
21	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
22	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
23	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
24	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
25	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
26	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
27	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
28	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
29	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
30	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Gambar. 12. Hasil uji dengan variasi sudut kemiringan kamera

3) Pengujian Waktu Pembacaan Data

Sebagai informasi pendukung, kecepatan proses performa sistem dari indikator waktu pembacaan data dilakukan pengujian dengan menggunakan *small sample* (jarak deteksi, 1 cm – 30 cm) dan *large sample* (jarak deteksi, 31 cm – 60 cm).

Hasil perbandingan rata-rata waktu perdetik *plat* kendaraan yang terdeteksi oleh kamera (Gambar. 13.), diperoleh bahwa pada *plat* BP6703WJF jumlah rata-rata secara keseluruhan pembacaan data *plat* kendaraan yaitu 1.98 detik, *plat* D1541ACF 2.38 detik, *plat* B6501SGD 2.28 detik, *plat* B1042PJ 2.52 detik, *plat* B9320VUA 2.45 detik, dan *plat* B144DAB 2.25 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembacaan data *plat* tercepat yaitu BP6703WJF dengan waktu 1.98 detik, dan terlama yaitu B1042PJ dengan waktu 2.52 detik. Dengan demikian total rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pembacaan data adalah 2.31 detik. Durasi ini tergolong cepat dalam proses performa kerja sistem.



Gambar. 13. Grafik rata-rata waktu pembacaan data

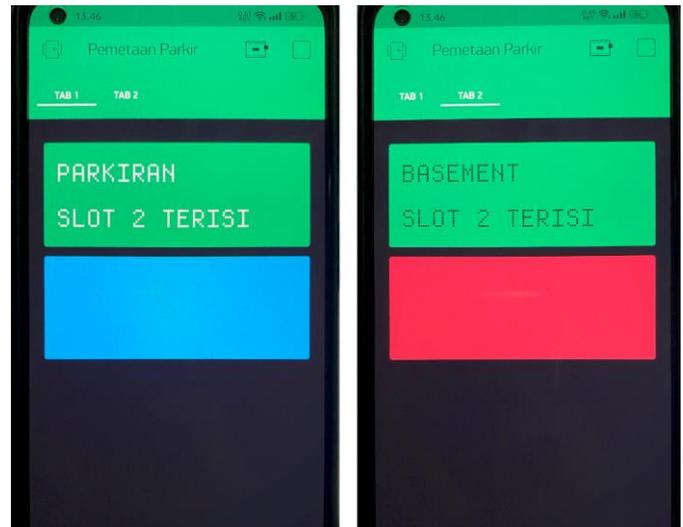
Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian sistem maka selanjutnya sistem dapat distandarisi dengan kriteria berdasarkan parameter uji (Gambar. 14.) yang meliputi kriteria jarak dan sudut kemiringan kamera terhadap kendaraan (*plat*), standar kecukupan intensitas cahaya, dan resolusi kamera yang digunakan. Parameter ini menjadi referensi untuk iterasi program pengembangan pengoperasian sistem ke depannya sehingga performa kerja sistem dapat menampilkan hasil yang sesuai dengan perintah. Dari hasil pendeteksian, diperoleh rata-rata tingkat akurasi mencapai 63 %.

No	Kriteria	Standar Keberfungsian Alat	Rata-rata pembacaan terukur
1	Jarak(cm)	Minimum: 9cm Maximum: 38cm	Small Sampel: 15cm-25cm Large Sampel: 31cm-35cm
2	Sudut Kemiringan Plat Kendaraan	45°-135°	Small Sampel: 11cm-19cm Large Sampel: 31cm-34cm
3	Standar Intesitas	Menggunakan Lampu 12 watt (kondisi normal)	12 watt
4	Resolusi Webcam	Resolusi 720p 2 megapixel	480p-720p

Gambar. 14. Kriteria pengoperasian sistem pemetaan parkir

C. Hasil Tampilan Notifikasi pada Blynk

Contoh hasil tampilan aplikasi Blynk untuk pemetaan sistem parkir ditunjukkan pada Gambar. 15. Pada TAB 1 hasil yang ditampilkan adalah parkir slot 2 terisi yang menandakan bahwa 2 slot parkir penghuni apartemen sudah terisi 2 slot, sehingga tersisa 1 slot yang masih kosong. Pada TAB 2 hasil yang ditampilkan adalah basement slot 2 terisi yang menandakan bahwa 2 slot parkir tamu apartemen sudah terisi, sehingga tersisa 1 slot yang masih kosong.



Gambar. 15. Tampilan Blynk kondisi saat slot parkir dan basement terisi 2 slot

IV. KESIMPULAN

Sistem pemetaan parkir menggunakan teknik analisis pengolahan citra dari pengenalan *plat* kendaraan yang terdeteksi telah berhasil dikembangkan. Sistem ini mampu memproses informasi terkait ketersediaan lokasi parkir di area apartemen sehingga dapat diketahui penghuni tanpa harus mengelilingi area parkir. Data yang dikirimkan melalui Visual Studio dicek dan diverifikasi dengan *database* oleh MySQL *server* sehingga sistem dapat beroperasi memilah data *plat* penghuni apartemen dan tamu apartemen untuk proses program pemetaan posisi parkir. Informasi kapasitas dan ketersediaan tempat dan *slot* parkir tertampilkan dan notifikasi melalui aplikasi Blynk yang digunakan *user*. Sistem juga beroperasi dilengkapi dengan akses masuk otomatis buka tutup portal area gedung apartemen berdasarkan hasil deteksi sensor ultrasonik. Kriteria standar pengoperasian yang ditetapkan dari hasil uji untuk standar target parameter jarak, sudut kemiringan, resolusi kamera dan intensitas cahaya pada area sekitar sangat mempengaruhi stabilitas performa kerja sistem.

REFERENSI

- [1] A. Fahim, M. Hasan, and M. A. Chowdhury, "Smart parking systems: comprehensive review based on various aspects," *Heliyon*, vol. 7, no. 5, p. e07050, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07050>.
- [2] D. Ashok, A. Tiwari, and V. Jirge, "Smart Parking System using IoT Technology," in *2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ic-ETITE)*, 2020, pp. 1–7. doi: 10.1109/ic-ETITE47903.2020.457.
- [3] G. Ali *et al.*, "IoT Based Smart Parking System Using Deep Long Short Memory Network," *Electronics*, vol. 9, no. 10, 2020, doi: 10.3390/electronics9101696.
- [4] M. M. Abdellatif, N. H. Elshabasy, A. E. Elashmawy, and M. AbdelRaheem, "A low cost IoT-based Arabic license *plate* recognition model for smart parking systems," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 14, no. 6, p. 102178, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102178>.
- [5] M. Venkata Sudhakar, A. V Anoor Reddy, K. Mounika, M. V Sai Kumar, and T. Bharani, "Development of smart parking management system," *Mater. Today Proc.*, vol. 80, pp. 2794–2798, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.040>.
- [6] A. Camero, J. Toutouh, D. H. Stolfi, and E. Alba, "Evolutionary Deep Learning for Car Park Occupancy Prediction in Smart Cities," in

- Learning and Intelligent Optimization*, R. Battiti, M. Brunato, I. Kotsireas, and P. M. Pardalos, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 386–401.
- [7] S. Yang, W. Ma, X. Pi, and S. Qian, “A deep learning approach to real-time parking occupancy prediction in transportation networks incorporating multiple spatio-temporal data sources,” *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 107, pp. 248–265, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.08.010>.
- [8] S. Nayak, R. Renganathan, A. Nair, L. R. Saritha, and L. Ladage, “Smart Car Parking System using Wireless Sensor Networks,” in *2020 Fourth International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)*, 2020, pp. 220–224. doi: 10.1109/ICISC47916.2020.9171154.
- [9] F. Mohammadi, G.-A. Nazri, and M. Saif, “A Real-Time Cloud-Based Intelligent Car Parking System for Smart Cities,” in *2019 IEEE 2nd International Conference on Information Communication and Signal Processing (ICICSP)*, 2019, pp. 235–240. doi: 10.1109/ICICSP48821.2019.8958543.
- [10] G. Manjula, G. Govinda Rajulu, R. Anand, and J. T. Thirukrishna, “Implementation of Smart Parking Application Using IoT and Machine Learning Algorithms,” in *Computer Networks and Inventive Communication Technologies*, S. Smys, R. Bestak, R. Palanisamy, and I. Kotuliak, Eds., Singapore: Springer Singapore, 2022, pp. 247–257.
- [11] S. C. Koumetio Tekouabou, E. A. Abdellaoui Alaoui, W. Cherif, and H. Silkan, “Improving parking availability prediction in smart cities with IoT and ensemble-based model,” *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 34, no. 3, pp. 687–697, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.01.008>.
- [12] Kaarthik.K, Sridevi.A and Vivek.C, “Image processing based intelligent parking system,” *Int. Conf. Electr. Instrum. Commun. Eng.*, 2017, doi: 10.1109/ICEICE.2017.8191876.
- [13] W. S. Chowdhury and A. R. K. Jia Uddin, “Vehicle License Plate Detection Using Image Segmentation and Morphological Image Processing,” *Int. Symp. Signal Process. Intell. Recognit.*, 2018, doi: DOI:10.1007/978-3-319-67934-1_13.
- [14] D. Islam, T. Mahmud, and T. Chowdhury, “An efficient automated vehicle license plate recognition system under image processing,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 29, pp. 1055–1062, 2023, doi: 10.11591/ijeecs.v29.i2.pp1055-1062.
- [15] M. D. S. Salwa Khalid Abdulateef, “A Comprehensive Review of Image Segmentation Techniques,” *Iraqi J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 17, pp. 166–175, 2021, doi: <https://doi.org/10.37917/ijeec.17.2.18>.
- [16] S. Rahman, T. A. Trisha, and M. Imran Hossain Imu, “Automated Vehicle License Plate Recognition System: An Adaptive Approach Using Digital Image Processing,” in *Sustainable Advanced Computing*, S. Aurelia, S. S. Hiremath, K. Subramanian, and S. K. Biswas, Eds., Singapore: Springer Singapore, 2022, pp. 303–319.