

## Penerapan *internet of things* pada *smart parking system* untuk kebutuhan pengembangan *smart city*

George Reynaldi Kote, Hesti Probodinanti, Johannes Daulat Tamba, Marshanda Krisnawi Saputri, Stelly Alison Kwa, Hadisantono, Parama Kartika Dewa\*  
Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia;  
email: parama.dewa@uajy.ac.id

\* *Corresponding author*

### **Abstrak**

Perkembangan zaman membuat kemajuan teknologi semakin pesat sehingga membuat manusia tidak terlepas dengan teknologi. *Internet of Things* (IoT) merupakan salah satu penerapan teknologi untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan pemanfaatan konektivitas internet. Kendaraan sebagai kebutuhan sekunder manusia membutuhkan tempat parkir yang dapat memberikan rasa aman dan nyaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan pengguna dalam mencari tempat parkir dengan menciptakan *smart parking system*. Studi kasus dilakukan di sebuah mall. Penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan, kemudian merancang solusi, pengumpulan data yang relevan, serta perancangan dan pengkodean sistem. *Smart parking system* yang dirancang menggunakan sensor *light dependent resistor* (LDR) serta kamera *automatic number plate recognition* (ANPR) dan lampu *liquid-crystal display* (LCD) sebagai alat yang dapat dengan mudah memberikan informasi yang kemudian ditransfer ke pengontrol. Kendaraan yang masuk ke dalam sistem harus teridentifikasi dengan memanfaatkan *quick response* (QR) Code. Melalui *smart parking system*, pengemudi akan mendapatkan kemudahan menemukan tempat parkir kosong dengan lokasi terdekat, metode pembayaran yang mudah, serta keamanan yang terjamin karena terhubung dengan aplikasi pengguna.

**Kata Kunci:** *smart parking, QR code, internet of things*

### **Abstract**

[**Title: Application of the internet of things in a smart parking system for smart city development**] Technology advances make humans inseparable from technology. The *Internet of Things* (IoT) is one of the applications of technology to meet human needs by utilizing internet connectivity. Vehicles, as a secondary human need, require a parking space that is secure and comfortable. This study aims to overcome user problems in finding a parking space by creating a *smart parking system*. A case study was conducted in a shopping mall. The research begins with identifying problems, designing solutions, collecting relevant data, and designing and coding a system. The *smart parking system* is designed to use a *light-dependent resistor* (LDR) sensor, an *automatic number plate recognition* (ANPR) camera, and *liquid-crystal display* (LCD) lights as tools that can easily provide information, which is then transferred to the controller. The vehicles that enter the system must be identified using a *quick response* (QR) Code. Through the *smart parking system*, the driver will easily find the nearest empty parking space, have an easy payment method, and be guaranteed security because it is connected to the user application.

**Keywords:** *smart parking, QR code, internet of things*

Received: 15-04-2023; Revised: 19-06-2023, 28-06-2023; Accepted: 29-06-2023

DOI: <https://doi.org/10.24002/jtimr.v1i1.7204>

Saran format untuk sitasi artikel ini (APA style):

Koten, G. R., Probodinanti, H., Tamba, J. D., Saputri, M. K., Kwa, S. A., Hadisantono, H., & Dewa, P. K. (2023). Penerapan internet of things pada smart parking system untuk kebutuhan pengembangan smart city. *Jurnal Teknik Industri dan Manajemen Rekayasa*, 1(1), 49-59.

## 1. Pendahuluan

Seiring berkembangnya zaman, teknologi berkembang begitu pesat sehingga mampu meningkatkan kualitas dan efektifitas kehidupan manusia. Salah satu teknologi pendukung untuk menunjang kehidupan manusia yaitu dengan pemanfaatan *internet of things* (IoT). IoT merupakan suatu konsep pemanfaatan konektivitas internet yang dapat melakukan pertukaran informasi satu sama lainnya dengan benda-benda yang ada di sekelilingnya (Yudhanto dan Azis, 2019). Kehadiran IoT memungkinkan perangkat berjalan secara otomatis dan dapat mengontrol suatu sistem dan memberi aksi ke sistem terhadap kejadian yang terjadi pada sistem secara *realtime* (Fraifer dan Fernström, 2016). Dengan adanya teknologi tersebut, salah satu contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada manajemen lahan parkir.

Erpa dkk. (2018) membahas mengenai penggunaan *smart parking* yang bermanfaat dalam penataan dan pengelolaan lokasi parkir. Penataan dan pengelolaan ini dilaksanakan secara lebih *real time* karena sistem secara keseluruhan akan terintegrasi pada suatu sistem yang lebih besar. Tak hanya itu, sistem ini juga dapat diakses melalui satu jaringan dan *platform* yang memberikan pengaruh pada efisiensi pemakaian energi listrik. Limantara dkk. (2017) membahas mengenai perancangan *hardware* yang digunakan dalam sistem pelacakan area parkir yang kosong. *Hardware* dalam hal ini berupa sensor ultrasonik yang bertujuan untuk menyampaikan informasi posisi parkir yang kosong kepada pengguna. Tidak hanya itu, *hardware* ini juga mendeteksi ada atau tidaknya kendaraan melalui pancaran sinyal dari jaringan baik kabel maupun nirkabel ke *server* maupun ke perangkat pintar pengguna. Sistem ini diterapkan hanya untuk parkir dalam gedung. Vincent dan Primawan (2020) membahas mengenai sebuah sistem informasi yang dijalankan untuk melakukan pemesanan lahan parkir dengan QR (*Quick Response*) code. Setelah memindai QR code, pengguna akan diarahkan ke *website* yang menyediakan informasi ketersediaan lahan parkir. Kemudian pengguna dapat memilih lahan yang ingin dipesan dengan mengisi *username* untuk kode verifikasi operator. Setelah *submit*, pengguna mendapat QR code kembali yang nantinya perlu dipindai untuk membuka portal.

Mall X merupakan salah satu pusat perbelanjaan keluarga yang berada di Yogyakarta. Pertumbuhan ekonomi telah memberikan dampak positif terhadap peningkatan jumlah pengunjung. Pusat perbelanjaan tersebut berlokasi pada salah satu jalan utama yang menjadi pusat keramaian lalu lintas kendaraan. Kemudahan akses ini meningkatkan minat masyarakat untuk berbelanja. Berdasarkan pertimbangan tersebut, pengelola pusat perbelanjaan tersebut memberikan fasilitas lahan parkir yang tersedia pada setiap lantai dengan total kapasitas kendaraan yang dapat ditampung mencapai 1000 mobil. Peningkatan jumlah pengunjung menyebabkan peningkatan jumlah kendaraan yang masuk dan keluar lahan parkir. Peningkatan jumlah kendaraan serta lokasi pusat perbelanjaan tersebut memberikan sebuah masalah pada lalu lintas yaitu adanya kemacetan terutama saat padatnya akses masuk ke lahan parkir. Kemacetan yang terjadi disebabkan oleh banyaknya pengguna kendaraan yang tidak dapat menemukan lahan parkir dan tidak adanya informasi mengenai jumlah lahan parkir yang tersedia serta letak lahan parkir yang kosong. Letak dan kondisi parkir yang tidak

teratur berdampak juga terhadap berkurangnya lahan parkir untuk kendaraan dan kapasitas menjadi tidak sesuai. Posisi kendaraan yang tidak teratur menyebabkan kerugian waktu bagi pengguna kendaraan untuk mencari lahan parkir dan kendaraan harus mengantri yang berdampak pada kemacetan pada bagian luar akses masuk lahan parkir dan menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna (Gandhi dan Rao, 2016; Moses dan Chincholkar, 2016).

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka penelitian ini membahas ide perancangan aplikasi *smart parking system* yang memanfaatkan teknologi *internet of things* (IoT). Teknologi tersebut dapat membentuk sistem yang dapat melakukan pemantauan terhadap objek secara otomatis. *Smart parking system* merupakan sistem yang digunakan untuk manajemen lahan dan akses keluar masuk lahan parkir secara efektif serta mengarahkan pengemudi ke lokasi lahan parkir yang tepat. Perancangan *smart parking system* ditujukan untuk memberikan solusi parkir di Mall X yang merupakan lahan parkir dalam ruangan. Sistem yang dirancang diharapkan dapat menunjukkan dan mengarahkan pengemudi menuju lokasi parkir serta memanfaatkan sensor yang akan menggunakan pengarah dengan monitor tertentu untuk menampilkan informasi secara *real time*. Pada sistem yang dirancang, informasi tempat parkir kosong dengan lokasi terdekat serta jumlah pembayaran disampaikan melalui aplikasi *mobile* yang dimiliki pengguna. Penggunaan sensor telah diterapkan untuk proses otomasi pada peralatan (Ali dkk., 2021). Kemudian, ketika pengemudi meninggalkan lahan parkir yang sudah digunakan, sistem nantinya juga akan memperbaharui kembali terkait informasi lahan parkir bagi pengguna lain. Sistem parkir ini akan membantu pengguna untuk menghemat waktu dan mengurangi kemacetan pada akses masuk pusat perbelanjaan. Tujuan perancangan aplikasi ini yaitu memudahkan pengguna untuk mencari lahan parkir dengan memperoleh informasi dari sistem yang telah disediakan oleh penyedia atau manajemen parkir Mall X.

## 2. Metode

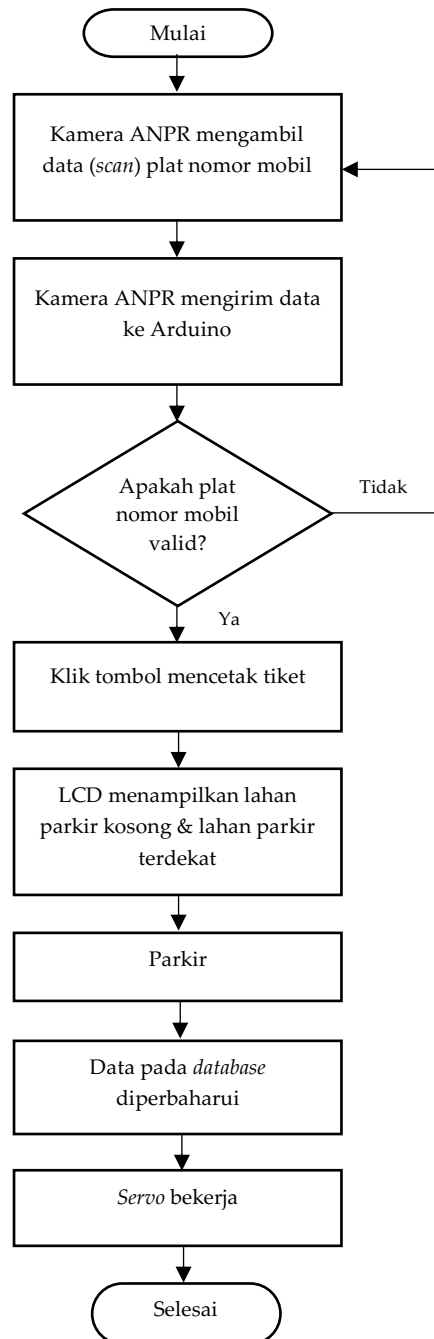
### 2.1. Langkah Penelitian

Penelitian diawali dengan menemukan suatu permasalahan yang ada sehingga dapat dirancang solusinya. Tahap berikutnya adalah memahami berbagai literatur yang relevan dengan tujuan atau permasalahan penelitian yang dibahas sebagai bahan acuan seperti menentukan data yang digunakan, menentukan alat-alat yang diperlukan, dan menghubungkan objek dengan alat yang digunakan. Langkah awal yang perlu dilakukan ketika merancang sistem yaitu dengan mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem, alat, dan pengkodean program. Apabila sistem yang dibangun dapat berjalan dengan baik, maka dilakukan tahap selanjutnya yaitu analisis sistem yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

### 2.2. Perancangan Sistem

Secara garis besar, sistem dirancang dengan memanfaatkan kamera *automatic number plate recognition* (ANPR) dengan menggunakan teknik pengenalan karakter optik, yang berguna untuk membaca nomor plat kendaraan (Yeshwant dkk., 2014). Kemudian data tersebut dikirim melalui Arduino untuk memproses informasi dan mengendalikan kinerja komponen yang terhubung pada rangkaian sebagai pemroses masukan dari sensor yang selanjutnya akan mengirimkan data serial melalui *wireless data transceiver* (Pradana dan Wardani, 2016). Apabila nomor plat kendaraan bernilai valid, dapat dilakukan secara manual untuk klik tombol untuk mendapatkan tiket parkir sehingga lampu *liquid-crystal display* (LCD) akan menampilkan informasi berupa lahan parkir yang kosong dan terdekat. Kemudian data-

data untuk menyimpan slot parkir akan diperbaharui di pangkalan data atau disebut juga *database* dengan memanfaatkan *servo* dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari kendaraan akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor *servo* (Wiseso dkk., 2022), seperti bagan alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.

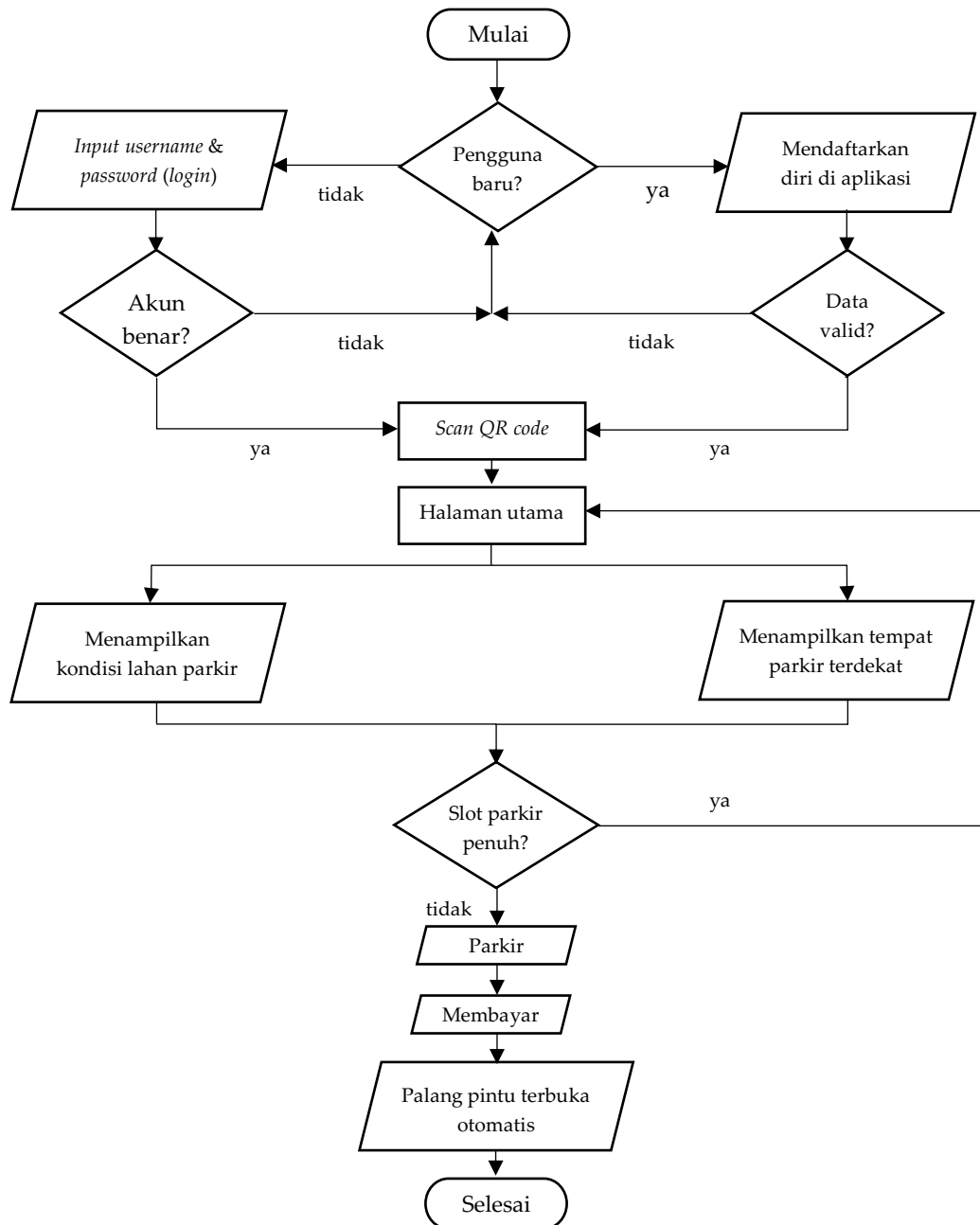


Gambar 1. Flowchart sistem

### 2.3. Perancangan Aplikasi bagi Pengguna

Berdasarkan Gambar 2, pengguna diharuskan memiliki akun terlebih dahulu jika ingin parkir. Hal yang perlu diperhatikan adalah perlunya melakukan pemindaian *QR code* untuk mengetahui tempat parkir yang kosong dan tempat parkir terdekat. Apabila tempat parkir

penuh maka akan ditunjukkan ke halaman awal di mana halaman tersebut akan menunjukkan tempat parkir yang kosong. Kemudian, pengguna bisa melakukan parkir dan melakukan pembayaran sehingga palang pintu akan terbuka secara otomatis.



Gambar 2. Flowchart sistem bagi pengguna

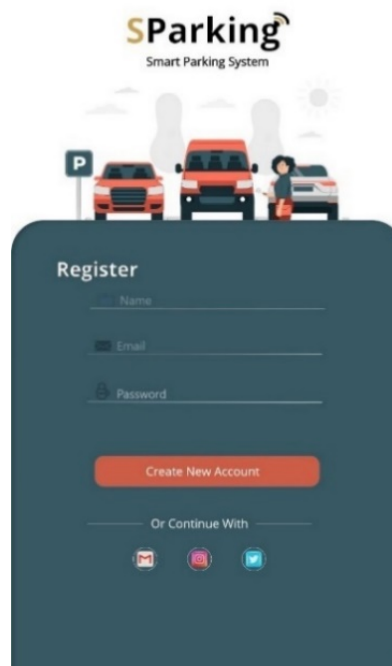
### 3. Hasil dan Pembahasan

Smart parking system yang diterapkan kali ini merupakan sistem monitoring dan controlling untuk akses parkir di Mall X. Smart parking system akan membantu pengemudi menemukan tempat parkir yang tersedia, terutama bagi pengemudi mobil dan menjamin keamanan dari kendaraan yang diparkir. Selain itu, sistem ini juga memberikan informasi tentang area parkir yang tersedia, tidak tersedia, dan lokasi parkir yang akan diarahkan

menggunakan *maps* yang ada di dalam aplikasi. Secara lebih jelasnya, sistem ini nanti akan memberikan rekomendasi tempat parkir kosong yang terdekat ke pengemudi. Hasil ini memberikan dampak pada meningkatnya utilisasi penggunaan ruang parkir dan efisiensi waktu (Mhatre dkk., 2018; Atiqur, 2021).

*Smart parking system* menggunakan aplikasi sebagai media perantara untuk menyampaikan informasi parkir dan melakukan pembayaran tarif parkir. Sebelum dapat digunakan pengguna terlebih dahulu melakukan registrasi akun yang nantinya akan digunakan untuk memverifikasi data pengguna dan jumlah yang harus dibayarkan pengguna.

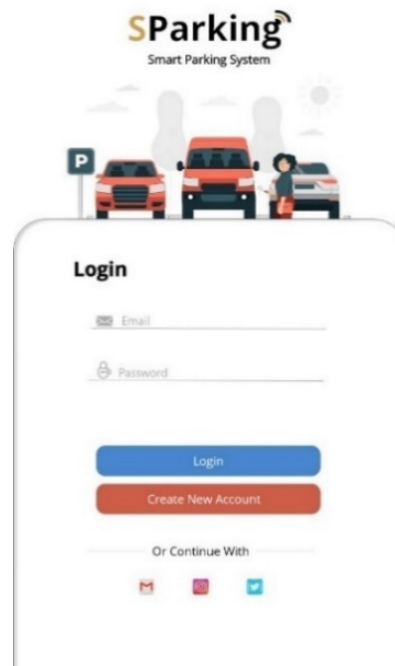
Seperti pendaftaran akun pada umumnya, pada Gambar 3 pengguna perlu mengisi beberapa data seperti nama, alamat *e-mail*, dan kata sandi. Setelah mengisi data, pengguna hanya perlu klik tombol "*Create New Account*", maka akun selesai dibuat. Jika ingin memproses pendaftaran akun secara lebih singkat, pengguna dapat langsung memilih untuk melanjutkan menggunakan akun *gmail*, *instagram*, ataupun *twitter*. Data yang telah diinput akan disimpan dalam *database smart parking system*. Setelah data tersimpan, maka pengguna dapat melakukan proses *login* ke dalam aplikasi.



**Gambar 3.** Tampilan halaman registrasi akun

Pengguna dapat masuk ke sistem melalui proses *login* terlebih dahulu. Gambar 4 menunjukkan tampilan halaman *login*. Saat proses *login* berjalan, pengguna akan diminta memasukkan *username* dan *password* dari akun yang telah pengguna daftar sebelumnya. Untuk keperluan informasi di aplikasi nantinya, pada setiap tempat parkir terdapat sensor yaitu sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Sensor LDR memiliki cara kerja yang mirip dengan variabel resistor pada umumnya. Jika LDR terkena banyak cahaya, maka nilai resistensinya berkurang, tetapi jika LDR gelap atau kurang terkena cahaya, maka nilai resistensinya bertambah. Jika lahan parkir terisi, mobil akan menghalangi cahaya yang mengarah ke sensor LDR, lalu sinyal digital dikirimkan ke Arduino untuk diproses. Data yang diproses Arduino akan digunakan untuk memperbaharui



**Gambar 4.** Tampilan halaman *login*



**Gambar 5.** Modul sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) (Ali dkk., 2021)

*database* tempat parkir yang kosong dan yang terisi, sehingga LCD yang terkoneksi dengan komputer dan *server*, akan menampilkan jumlah tempat parkir yang kosong. Pada aplikasi juga akan menampilkan jumlah tempat parkir kosong, sesuai dengan data pada *database*. Ketika kendaraan memasuki area parkir, pengemudi akan dihadapkan pada palang otomatis dengan kamera ANPR yang dapat mendeteksi dan membaca plat nomor kendaraan. Data berupa plat nomor tersebut akan disimpan di dalam sistem. ANPR merupakan teknologi yang menerapkan pengenalan karakter optik pada gambar yang dapat digunakan untuk membaca plat nomor dari citra digital secara otomatis. Cara kerjanya yaitu mengubah citra digital plat nomor dalam bentuk *pixel* ke karakter ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Setelah karakter ASCII berhasil dideteksi, secara otomatis sistem akan mencocokkan dengan data yang telah tersimpan pada *database*. Pembacaan plat nomor kendaraan mobil akan mengalami gangguan ketika pencahayaan kurang memadai. Kamera ANPR mengolah gambar plat yang telah terdeteksi menjadi input data yang akhirnya dikirim pada komputer maka pada sistem ini pintu palang parkir terbuka. Proses terbukanya pintu palang parkir menggunakan mikrokontroler Arduino. Komunikasi yang terjadi pada Arduino yaitu komunikasi serial yang mempergunakan *bluetooth* sebagai media komunikasi. Tujuannya yaitu untuk mengirimkan data pembacaan sensor untuk mendeteksi kendaraan.

Ketika mobil masuk, dengan memanfaatkan *QR code*, pengguna akan mendapatkan tiket parkir yang berisikan data plat nomor kendaraan yang telah dipindai dan waktu mulai parkir kendaraan, sehingga aplikasi akan memindai *QR code* yang telah diterima pengguna melalui mesin tiket parkir. Hasil data *QR code* dan data pengguna yang melakukan *scan* pada *QR code* akan disimpan dalam *database* dan sistem akan mendapatkan data pengguna yang memarkir kendaraan. Setelah data disimpan tampilan aplikasi akan beralih pada halaman tampil tempat parkir seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Tampilan halaman ketersediaan lahan parkir

Hasil deteksi yang diterima oleh sensor lalu diproses Arduino untuk mengirimkan data tempat parkir yang tersedia maupun yang tidak tersedia. Pembacaan ketersediaan tempat parkir menggunakan sensor LDR pada titik tempat parkir. Informasi tempat parkir yang kosong diproses menggunakan metode *sorting* berdasarkan jarak terdekat ke pintu masuk. Hasil pengurutan data akan memberikan keputusan berupa tempat parkir dengan jarak terdekat dari pintu masuk kepada pengguna untuk masuk ke titik parkir tersebut.

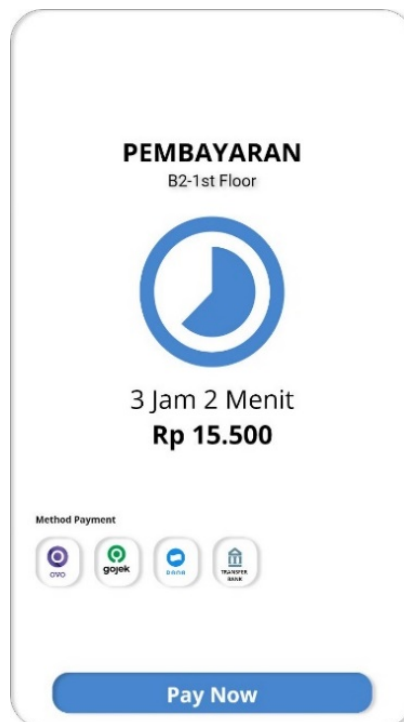
Akses lokasi pengguna yang diterima oleh sistem digunakan untuk memberikan arah kepada pengguna menuju tempat parkir. Sistem akan memproses dan memberikan tampilan antarmuka berupa peta dengan fitur suara untuk memudahkan mengetahui jarak maupun arah saat mengemudikan kendaraan. Setelah sistem mengarahkan pengguna ke tempat parkir terdekat, mobil akan masuk ke dalam tempat parkir kosong, dan menghalangi cahaya yang disorotkan ke sensor LDR. Terhalangnya cahaya ke sensor LDR akan mengubah besar hambatan pada sensor LDR, dan perubahan hambatan tersebut akan dikirim ke mikrokontroler Arduino, sehingga data diproses dan akan terjadi perubahan warna lampu indikator tempat parkir, yang awalnya hijau menjadi merah. Perubahan besar hambatan pada sensor juga akan mengubah jumlah tempat parkir kosong dan tempat parkir yang terisi pada *database*.



Sistem kemudian akan mengirimkan notifikasi ke pengguna aplikasi, sesuai dengan perbandingan waktu pengguna melakukan *scan* dan waktu terjadinya perubahan besar hambatan pada tempat parkir kosong. Tampilan notifikasi yang tertampil pada aplikasi dapat dilihat pada Gambar 7. Data letak sensor akan digunakan untuk menentukan letak parkir pengguna. Dengan fitur ini, pengguna yang telah selesai mengunjungi Mall X akan lebih mudah menemukan lokasi kendaraannya diparkirkan. Hal ini juga mengurangi resiko pengunjung yang lupa di mana letak kendaraannya diparkirkan. Jika pengguna akan keluar area parkir, maka pengguna akan diarahkan pada menu pembayaran. Kondisi ini akan mengurangi potensi kemacetan pada area parkir (Soni, 2018; Aditya dkk., 2023; Biyik dkk., 2021).



Gambar 7. Tampilan notifikasi lokasi parkir kendaraan



Gambar 8. Tampilan pembayaran parkir

Pada metode pembayaran, dilakukan dengan *payment gateway* dengan menggunakan *e-money* yang nantinya aplikasi akan melakukan proses perhitungan detail pembayaran yang harus dibayarkan sesuai waktu parkir mobil dikalikan biaya parkir per jam. Waktu parkir mobil didapatkan melalui waktu keluar parkir dikurangi waktu masuk parkir. Kemudian proses pembayarannya dilakukan dengan melakukan *scan e-money* pada mesin tiket, sehingga mesin tiket akan melakukan identifikasi kartu sehingga saldo yang ada pada *e-money* akan dipotong sesuai dengan jumlah harga parkir dan lama waktu kendaraan tersebut parkir. Setelah proses pembayaran selesai dilakukan, pengguna dapat meninggalkan lahan parkir. Tampilan pembayaran pada aplikasi dapat dilihat seperti pada Gambar 8. *Payment gateway*

akan mengirim status keberhasilan transaksi, dan jika berhasil maka Arduino akan mengubah indikator pada lahan parkir menjadi warna hijau kembali yang berarti tempat parkir siap ditempati. Dengan perintah menuju ke Arduino, kemudian motor *servo* akan membuka palang pintu secara otomatis setelah proses pembayaran selesai dilakukan.

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perancangan aplikasi *smart parking system* dengan menerapkan IoT merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan kemacetan kendaraan saat masuk ke area parkir. *Smart parking system* menggunakan kerangka kerja IoT dengan kamera ANPR dan LCD yang dapat dengan mudah memberikan informasi kemudian ditransfer ke pengontrol dan sistem akan aktif. *Smart parking system* tidak hanya menjelaskan konektivitas sistem parkir, tetapi meningkatkan manajemen parkir dengan fitur-fitur yang telah dibangun seperti detail informasi terkait tempat parkir kosong dan lokasi terdekat, lokasi parkir yang ditempati, dan metode pembayaran yang mudah. Kemudian tingkat keamanan yang terjamin, di mana setiap kendaraan yang masuk ke dalam sistem harus teridentifikasi dan dengan memanfaatkan tiket parkir sebagai identitas kendaraan. Namun kelemahan sistem telah dirancang ini adalah pengguna tidak bisa melihat riwayat yang berisi detail informasi parkir dan jumlah biayanya. Oleh karena itu, diharapkan fitur tersebut, yang bisa mempermudah pengguna apabila ingin melakukan perbandingan terkait jumlah biaya maupun informasi terkait parkir, dapat dikembangkan pada penelitian yang akan datang.

#### Daftar Pustaka

- Aditya, A., Anwarul, S., Tanwar, R., & Koneru, S. K. V. (2023). An IoT assisted intelligent parking system (IPS) for smart cities. *Procedia Computer Science*, 218, 1045-1054. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.084>
- Ali, N., Bakti, V. K., Nurohim, N. (2021). *Penggunaan sensor light dependent resistor (LDR) menggunakan mikrokontroler Arduino Uno pada tirai otomatis*. [Tugas Akhir DIII, Politeknik Harapan Bersama Tegal]. <http://eprints.poltektegal.ac.id/375/>.
- Atiqur, R. (2021). Smart car parking system model for urban areas. *Computer Science and Information Technologies*, 2(2), 95-102. <https://doi.org/10.11591/csit.v2i2.p95-102>
- Biyik, C., Allam, Z., Pieri, G., Moroni, D., O'Fraifer, M., O'Connell, E., Olariu, S., & Khalid, M. (2021). Smart parking systems: Reviewing the literature, architecture and ways forward. *Smart Cities*, 4(2), 623-642. <https://doi.org/10.3390/smartcities4020032>
- Erpa, R. R., Wiharti, W., & Rimra, I. L. (2018). Sistem parkir pintar (Menuju smart campus dengan Internet of Things). *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 14(1), 66-71. <http://dx.doi.org/10.30630/jipr.14.1.112>
- Fraifer, M., & Fernström, M. (2016, 11-14 Desember). Designing an IoT smart parking prototype system. *Proceeding of the 37th International Conference on Information Systems*, Dublin, Irlandia (pp. 1-12). Association for Information Systems.
- Gandhi, B. M. K., & Rao, M. K. (2016). A prototype for IoT based car parking management system for smart cities. *Indian Journal Science and Technology*, 9(17), 1-6. <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i17/92973>
- Limantara, A. D., Purnomo, Y. C. S., & Mudjanarko, S. W. (2017, 1-2 November). Pemodelan sistem pelacakan lot parkir kosong berbasis sensor ultrasonic dan Internet of Things

- (IoT) pada lahan parkir di luar jalan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Jakarta, Indonesia (pp. 1-10). Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Mhatre, M., Kamble, P., Kumar, R., & Nadkar, Q. (2018). Smart car parking system. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 7(3), 384-386.
- Moses, N., & Chincholkar, Y. D. (2016). Smart parking system for monitoring vacant parking. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 5(6), 717-720. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2016.56158>
- Pradana, G. R., & Wardani, R. (2016). Smart parking berbasis Arduino Uno. *E-JPTE: Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika*, 5(1), 32-40. <https://doi.org/10.21831/e-jpte.v5i1.1967>
- Soni, N. (2018). Smart parking solution using Internet of Things approach. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 7(5), 51-55. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2018.7510>
- Vincent, N., & Primawan, A. B. (2020, 25 November). Sistem informasi parkir pintar berbasis web dan IoT. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, Bandung, Indonesia (pp. 101-112). UIN Sunan Gunung Jati.
- Wisoso, A. P., Irawan, D., & Astutik, R. P. (2022). Rancang bangun sistem informasi ketersediaan slot parkir dalam mall. *E-link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 17(2), 19-25. <http://dx.doi.org/10.30587/e-link.v17i2.4640>
- Yeshwant, G. D., Maiti, S., & Borole, P. B. (2014). Automatic number plate recognition system (ANPR system). *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(7), 1446-1450. <https://doi.org/10.17577/IJERTV3IS071132>
- Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar teknologi internet of things (IoT)*. UNS Press.