



## Implementasi Sistem *Smart Parking* Menggunakan *Raspberry Pi Pico W* Berbasis *Internet Of Things*

Sholika Khairinnisa Siregar<sup>1\*</sup>, Ahmad Dani<sup>2</sup>, Beni Satria<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Panca Budi, Sumatera Utara, Indonesia

[sholikakhairinnisa@gmail.com](mailto:sholikakhairinnisa@gmail.com)<sup>1\*</sup>, [ahmad.kartasmita@gmail.com](mailto:ahmad.kartasmita@gmail.com)<sup>2</sup>, [bsatria6@gmail.com](mailto:bsatria6@gmail.com)<sup>3</sup>

\*Penulis Korespondensi: [sholikakhairinnisa@gmail.com](mailto:sholikakhairinnisa@gmail.com)

**Abstract.** This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based Smart Parking system using a Raspberry Pi Pico W as the main controller and the Telegram Bot API as the user interface. The system is developed to monitor parking space availability in real time and to operate an automatic gate using a servo motor. The research methodology includes hardware design, microcontroller programming in Python, and integration with Telegram Bot for remote notifications and control. Experimental results show that the system can accurately detect parking status changes with 100% accuracy and respond in less than two seconds. The use of Telegram Bot enables efficient and lightweight remote access without the need for additional applications or complex servers. This study demonstrates that the integration of IoT and cloud messaging services provides an effective solution for intelligent parking systems that enhance efficiency, automation, and support the development of smart city concepts.

**Keywords:** Automation; IoT; Raspberry Pi Pico W; Smart Parking; Telegram Bot

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem Smart Parking berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan *Raspberry Pi Pico W* sebagai pusat kendali dan Telegram Bot API sebagai antarmuka pengguna. Sistem ini dirancang untuk memantau ketersediaan ruang parkir secara real-time dan mengendalikan pintu otomatis menggunakan motor servo. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler dengan bahasa Python, serta integrasi dengan Telegram Bot untuk pengiriman notifikasi dan kontrol jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan status parkir dengan akurasi 100% dan memberikan respons dalam waktu kurang dari 2 detik. Penggunaan Telegram Bot memungkinkan akses yang efisien tanpa memerlukan aplikasi tambahan atau server kompleks. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi IoT dan layanan cloud messaging dapat menjadi solusi efektif untuk sistem parkir cerdas yang mendukung efisiensi, otomatisasi, dan pengembangan konsep smart city.

**Kata kunci:** IoT; Otomatisasi; *Raspberry Pi Pico W*; Smart Parking; Telegram Bot

### 1. LATAR BELAKANG

Perkembangan *Internet of Things (IoT)* telah mengalami kemajuan pesat dari sekadar konektivitas antarperangkat menjadi ekosistem cerdas yang terintegrasi dengan *Big Data*, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), dan komputasi awan (Youssef & Hassan, 2019). Transformasi ini memungkinkan *IoT* menjadi teknologi fundamental dalam berbagai sektor, termasuk pendidikan, industri, hunian, hingga transportasi dan sistem manajemen parkir. Penerapan *IoT* pada sistem parkir cerdas (*Smart Parking System* atau *SPS*) semakin dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan kendaraan di daerah perkotaan seperti sulitnya memperoleh informasi slot parkir, kemacetan di area parkir, waktu pencarian yang lama, serta inefisiensi operasional petugas parkir (Channamallu et al., 2025). Sistem parkir konvensional umumnya masih bergantung pada observasi manual dan petugas lapangan,

sehingga informasi yang diperoleh tidak selalu akurat serta memerlukan waktu yang lebih lama untuk disebarkan kepada pengguna.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas *IoT* dalam mengatasi masalah-masalah aktual melalui otomasi, konektivitas, dan pemantauan *real-time*. Penelitian Supiyandi dkk. (2023) mengembangkan sistem *smart home* berbasis *IoT* yang terintegrasi dengan berbagai sensor, memungkinkan monitoring keamanan dan kondisi rumah secara *real-time* serta pemberitahuan otomatis kepada pengguna. Selanjutnya, penelitian U.C. Mariance dkk. (2023) membuktikan bahwa *IoT* mampu mengoptimalkan manajemen rumah kos melalui pengendalian otomatis penggunaan listrik dan keamanan ruangan berbasis sensor dan aplikasi *Android*, meskipun kualitas kinerja sistem dipengaruhi kestabilan jaringan. Pada bidang edukasi, penelitian Deri Sembiring (2023) menunjukkan bahwa implementasi *IoT* dalam pembelajaran meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam merancang sistem kontrol cerdas yang dapat melakukan monitoring parameter secara *real-time*. Selain itu, Nasution dkk. (2023) mendemonstrasikan bahwa *IoT* mampu mendukung otomasi perikanan melalui sistem pemberian pakan otomatis berbasis *ESP32* dan *smartphone*, sehingga memperbaiki efisiensi dan akurasi operasi pemeliharaan ikan. Sejalan dengan itu, Beni Satria dkk. (2024) mengembangkan sistem stasiun cuaca berbasis *IoT* menggunakan *NodeMCU ESP32* dan sensor lingkungan yang mampu mengirimkan data suhu, kelembaban, dan tekanan udara secara *real-time* melalui *dashboard Telegram*, serta membuktikan bahwa kualitas data sangat bergantung pada kestabilan jaringan internet.

Khoirul et al. (2024), Internet of Things (*IoT*) mampu menyediakan sistem pemantauan dan pengendalian perangkat secara *real-time* melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan platform cloud yang terhubung, sehingga memungkinkan pertukaran dan analisis data otomatis serta kontrol jarak jauh untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keamanan pengelolaan perangkat.

Melihat kecenderungan peningkatan penerapan *IoT* pada berbagai aspek kehidupan, pemanfaatannya pada *Smart Parking System* menjadi salah satu solusi yang relevan dalam mendukung konsep *Smart City*. Untuk mengatasi keterbatasan monitoring parkir manual, penelitian ini mengembangkan *Smart Parking System* berbasis *Raspberry Pico W* yang terintegrasi dengan *Telegram* sebagai platform pemantauan *real-time*. Sistem memanfaatkan *push button* sebagai simulasi kendaraan masuk dan keluar, *servo motor* sebagai pengendali palang otomatis, serta *LCD 16x2* untuk menampilkan jumlah slot parkir yang tersedia. Informasi dikirimkan ke aplikasi *Telegram* melalui jaringan internet sehingga pengguna dapat memantau ketersediaan parkir secara langsung melalui *smartphone* kapan

pun dan di mana pun. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *Smart Parking* berbasis *IoT* guna meningkatkan akurasi informasi, mempercepat proses pelayanan, serta meningkatkan efisiensi manajemen parkir sebagai bagian dari pengembangan kota cerdas yang modern, adaptif, dan berkelanjutan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### ***Internet of Things (IoT)***

*Internet of Things (IoT)* adalah konsep yang memungkinkan berbagai *devices* untuk terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui *internet*, sehingga memungkinkan *data collection* dan *exchange* secara otomatis (Puspitawati, Nurhasanah, & Khaerunnisa, 2021). *IoT* terdiri dari jaringan objek fisik, seperti *smart devices*, *wearables*, kendaraan, dan bangunan, yang tertanam dengan *sensors*, *software*, dan *network connectivity* untuk mengumpulkan dan berbagi informasi (Khanna & Sharma, 2019). Tujuan utama *IoT* adalah menciptakan sistem perangkat yang saling terhubung yang dapat *automate processes*, mengoptimalkan *performance*, dan menyediakan *services* serta *experiences* baru (Ablyazov, Asaturova, & Koscheyev, 2018). Implementasi teknologi *IoT* bergantung pada kombinasi *hardware*, *software*, dan *communication protocols* agar perangkat dapat berinteraksi satu sama lain dan dengan *internet* (Tadapaneni, 2018). Komponen-komponen ini meliputi *sensors*, aktuator, *microcontrollers*, protokol komunikasi seperti *WiFi* dan *Bluetooth*, serta *cloud platforms* untuk *data storage* dan *analysis*.

### ***Raspberry Pico W Pico***

*Raspberry Pico W* merupakan mikrokontroler yang menggunakan chip RP2040 dan dikembangkan oleh *Raspberry Pico W Foundation* di Inggris. Perangkat ini dilengkapi konektivitas nirkabel *single-band* (802.11n) pada frekuensi 2,4 GHz menggunakan modul Infineon CYW43439, dan pertama kali dirilis pada Juni 2022. *Pico W* memiliki antena onboard berlisensi dari ABRACON (sebelumnya ProAnt), sementara modul nirkabelnya terhubung ke RP2040 melalui antarmuka SPI (Azzahra, Fadhilah, & Rusdi, 2023)

### **Aplikasi Telegram**

Telegram adalah salah satu aplikasi perpesanan instan yang digunakan untuk ponsel pintar. Dalam aplikasi ini, terdapat fitur canggih yang disebut dengan Telegram bot. Telegram bot ini merupakan salah satu bentuk aplikasi untuk penggunaan perangkat keras berbasis *IoT* (Khuriati et al., 2023). Aplikasi Telegram merupakan platform komunikasi berbasis cloud yang

mendukung integrasi bot API untuk otomatisasi pesan dan kontrol sistem jarak jauh. Dalam konteks sistem IoT, Telegram dapat digunakan sebagai antarmuka pengguna (user interface) yang menghubungkan pengguna dengan sistem otomatis melalui notifikasi dan perintah digital

### **Servo Motor**

Servo motor adalah aktuator yang digunakan untuk menghasilkan gerakan dengan sudut tertentu berdasarkan sinyal input. Servo memiliki tiga kabel utama, yaitu daya, ground, dan sinyal kendali (PWM). Dalam sistem ini, servo digunakan untuk menggerakkan palang parkir otomatis yang akan membuka ketika kendaraan masuk dan menutup setelah kendaraan keluar. Motor servo merupakan sistem kendali tertutup yang menggunakan umpan balik posisi untuk mengatur gerakan dan posisi akhir. Meskipun berbagai fitur tersedia, tetapi fitur utama motor servo adalah kemampuan untuk mengatur posisi poros dengan sangat tepat. Motor servo terdiri dari atas motor Dc, rangkaian roda gigi, potensiometer dan rangkaian kendali. Potensiometer berfungsi sebagai penentu batas sudut dari putaran servo. Sudut poros motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirimkan melalui pin sinyal pada kabel motor (biasanya warna jingga). Umumnya, motor servo tidak dapat bergerak kontinyu seperti motor DC lain dan hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja. Namun, untuk beberapa keperluan tertentu, untuk dapat menggerakkan motor servo secara kontinyu bisa dilakukan dengan memodifikasi cara kerjanya (Lesmana, 2025).

### **Push Button**

Push button merupakan komponen elektronika yang bekerja dengan cara ditekan. Push button berfungsi sebagai saklar untuk menghubungkan atau memutus arus listrik. Push button sendiri memiliki fungsi on dan off. Karena cara kerjanya pushbutton merupakan salah satu komponen penting pada sistem kontrol terutama digunakan sebagai trigger input pada sistem (Sulaeman et al., 2022). Push button adalah komponen input yang bekerja berdasarkan tekanan mekanis. Ketika ditekan, arus listrik akan mengalir dan mengirimkan sinyal logika tertentu ke sistem. Pada sistem *Smart Parking* ini, push button digunakan untuk mensimulasikan kendaraan masuk (tombol 1) dan kendaraan keluar (tombol 2), sehingga sistem dapat mengubah status jumlah kendaraan yang sedang parkir.

### **Liquid Crystal Display (LCD)**

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai *output* yang berbentuk visual. LCD merupakan *display* yang biasa digunakan pada

mikrokontroler yang membutuhkan daya konsumsi rendah yang menampilkan secara visual kepada pengguna berupa tampilan dari karakter, huruf ataupun jenis grafik (Evanly Nurlana & Murnomo, 2019). Komponen ini menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar dengan merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. LCD membutuhkan cahaya latar belakang sebagai sumber cahayanya. Pada umumnya *backlight* pada LCD berwarna putih, dan kristal cair (*liquid crystal*) adalah cairan organik berada diantara dua lembar kaca dengan permukaan yang konduktif (Hetharua et al., 2021). Layar kristal cair (LCD) adalah layar panel datar, tampilan visual elektronik, atau tampilan video yang menggunakan sifat modulasi cahaya kristal cair. Layar LCD 16×2 yang memiliki 2 garis horizontal yang terdiri dari ruang 16 karakter yang ditampilkan (Nguyen et al., 2019). Dalam penelitian ini, LCD digunakan untuk menampilkan jumlah tempat parkir yang tersedia dan status kendaraan secara lokal.

### ***Sensor Infrared (IR)***

Sensor inframerah (sensor IR) adalah komponen optoelektronik peka pada radiasi dengan sensitivitas spektral dalam rentang panjang gelombang inframerah 780 nm - 50  $\mu$ m. Sensor IR sekarang banyak digunakan dalam detektor gerakan, yang digunakan dalam layanan gedung untuk menyalakan lampu atau dalam sistem alarm untuk mendeteksi tamu yang tidak diinginkan. Dalam rentang sudut yang ditentukan, elemen sensor mendeteksi radiasi panas (radiasi inframerah) yang berubah seiring waktu dan ruang karena pergerakan orang (Pitriyanti et al., 2022). Sensor inframerah merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu benda yang memanfaatkan pantulan cahaya yang dipancarkan oleh infra merah. Apabila adanya benda yang berada pada jarak pancaran infra merah, cahaya infra merah yang dipancarkan tersebut akan memantul. Pantulan cahaya tersebut akan ditangkap oleh photodiode. Photodiode dipilih untuk menangkap cahaya infra merah karena mempunyai respon lebih cepat 100 kali dibandingkan dengan phototransistor. Infra merah dipilih karena cahaya tersebut tidak mudah terkontaminasi atau teresonansi oleh cahaya lain sehingga cahaya yang dipancarkan akan tetap sama (Putra & Murdiyat, 2020).

### ***Smart Parking System***

*Smart Parking System* adalah sistem yang menyediakan informasi ketersediaan parkir untuk pengendara. Sistem ini dikembangkan seiring dengan peningkatan pelayanan parkir, dengan memberikan layanan monitoring parkir dan fitur untuk mengontrol informasi parkir (Hernoko et al., 2021). *Smart Parking System* adalah sistem parkir yang dirancang dengan

teknologi otomatisasi untuk mendeteksi, mengelola, dan memantau ketersediaan ruang parkir secara efisien. Sistem ini memanfaatkan sensor, aktuator, serta jaringan komunikasi (seperti IoT) agar pengguna dapat memperoleh informasi parkir secara cepat dan akurat. Penerapan sistem ini dapat membantu mengurangi waktu pencarian tempat parkir, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan efisiensi penggunaan lahan.

### **Python**

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dirancang dengan filosofi kesederhanaan dan keterbacaan kode. Bahasa ini diciptakan oleh Guido Van Rossum dan pertama kali dirilis pada tahun 1991. Salah satu keunggulan Python adalah terletak pada sintaksisnya yang bersih, mudah dipahami, serta mirip dengan bahasa manusia (Guntoro et al., 2025).

Operasi dasar dalam Python mencakup berbagai hal, di antaranya operasi aritmatika, operasi perbandingan, operasi logika, dan operasi terhadap string. Keempat jenis operasi ini merupakan elemen penting yang digunakan hampir di semua bagian program, baik untuk perhitungan, pengambilan keputusan, manipulasi teks, hingga validasi data. Operasi aritmatika adalah jenis operasi yang berhubungan dengan perhitungan matematis. Pada bahasa pemrograman python, operasi ini melibatkan penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, hingga operasi seperti modulus dan pangkat. Operasi aritmatika sangat dibutuhkan dalam berbagai konteks pemrograman, mulai dari aplikasi keuangan hingga pemrosesan data numerik. Operasi perbandingan digunakan untuk membandingkan dua nilai atau lebih. Hasil dari operasi ini adalah nilai boolean True atau False, yang biasanya digunakan dalam struktur logika program seperti if, while, atau for. Pemahaman yang baik terhadap operator perbandingan akan membantu dalam membangun logika yang tepat dalam program. Operasi logika merupakan jenis operasi yang digunakan untuk menggabungkan atau membalikkan ekspresi boolean. Python menyediakan tiga operator logika utama, yaitu and, or, dan not. Operasi ini sangat berguna ketika program memerlukan lebih dari satu kondisi untuk menentukan suatu keputusan atau tindakan tertentu (Guntoro et al., 2025).

Python adalah bahasa pemrograman yang mendukung model pemrograman fungsional, prosedural maupun berorientasi objek. Bahasa python juga memiliki banyak pustaka untuk berbagai kebutuhan aplikasi serta dapat diintegrasikan dengan aplikasi ditulis dengan bahasa pemrograman lain seperti C, C++, Java dan lain-lain. Sifatnya yang *open source* membuat bahasa pemrograman Python banyak diminati oleh programmer (Karinda et al., 2021).

## Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terkait pengembangan sistem *Smart Parking* berbasis IoT antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian oleh Reswara et al. (2024) mengembangkan sistem *smart parking* berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino Uno untuk mendeteksi ketersediaan slot parkir secara real-time. Data hasil deteksi dikirim ke server dan ditampilkan melalui aplikasi Telegram serta tampilan web, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi parkir secara langsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik pada berbagai browser, sensor ultrasonik memiliki akurasi tinggi, dan konektivitas data berjalan stabil. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi dan kenyamanan parkir sekaligus mengurangi kemacetan di area parkir.
2. Penelitian oleh Marwan et al. (2021) merancang purwarupa *Smart Parking* berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor inframerah (IR) untuk mendeteksi kendaraan, dan motor servo sebagai palang otomatis. Sistem ini menampilkan hasil deteksi melalui website Adafruit IO secara *real-time*, dengan rata-rata *delay* pengiriman data sebesar 3,8 detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor IR mampu mendeteksi objek hingga jarak 28 cm, dan motor servo berputar otomatis sejauh 90° ketika kendaraan terdeteksi. Penelitian ini membuktikan bahwa teknologi IoT dapat digunakan secara efektif untuk meningkatkan efisiensi dan otomatisasi sistem parkir.
3. Penelitian oleh Ariyani et al. (2020) mengembangkan prototype sistem parkir bergerak berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan Raspberry Pico W sebagai pengolah informasi dan Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali sensor. Sistem ini dilengkapi sensor inframerah untuk mendeteksi kondisi slot parkir serta motor servo sebagai penggerak palang pintu otomatis, yang terintegrasi dengan aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna. Aplikasi tersebut menampilkan informasi ketersediaan slot, riwayat parkir, dan kendali pintu masuk–keluar secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan waktu rata-rata akses pintu masuk sebesar 1,58 menit, pintu keluar 2,48 menit, dan respons kolom parkir 2,52 menit, menandakan bahwa sistem mampu bekerja dengan efisien dan stabil.

## Kerangka Teori

Kerangka teori pada penelitian ini didasarkan pada konsep integrasi antara sistem otomasi dan Internet of Things (IoT). Raspberry Pico W digunakan sebagai pengendali utama yang mengolah data input dari push button, mengendalikan servo motor sebagai palang otomatis, dan menampilkan data ke LCD. Data status parkir juga dikirimkan ke aplikasi Telegram melalui koneksi internet untuk ditampilkan secara real-time di smartphone pengguna.

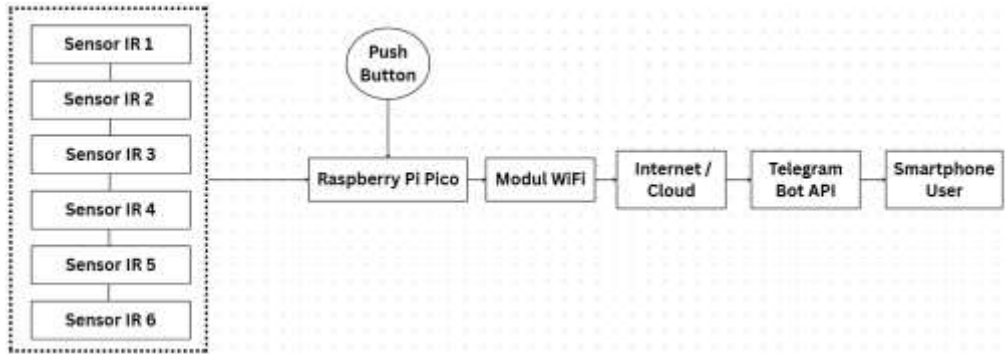
## Kerangka Konseptual

Secara konseptual, penelitian ini dibangun atas tiga komponen utama: input, proses, dan output. Push button berfungsi sebagai input untuk merepresentasikan kendaraan masuk dan keluar. Data tersebut diproses oleh *Raspberry Pico W* untuk mengendalikan servo motor dan memperbarui jumlah slot parkir. Output sistem mencakup LCD sebagai penampil status parkir lokal, servo motor untuk menggerakkan palang, serta aplikasi Telegram yang menampilkan informasi parkir secara jarak jauh. Model ini menekankan integrasi antara sistem fisik dan digital berbasis *Internet of Things* (IoT), membentuk ekosistem parkir cerdas yang efisien dan *real-time*.

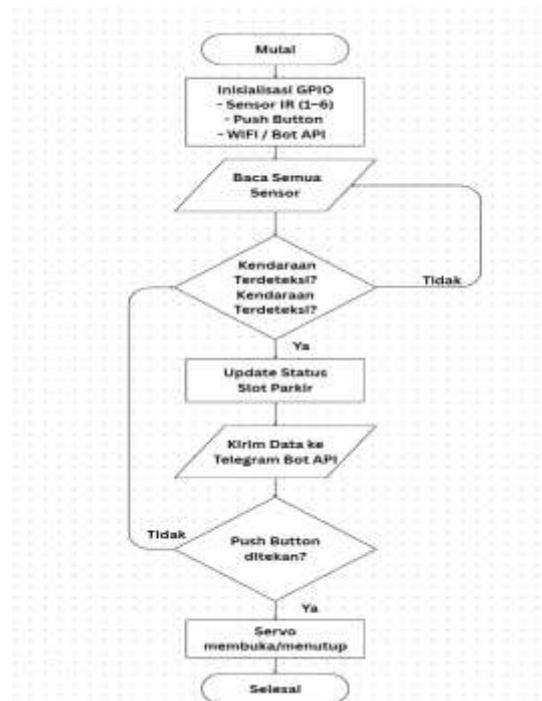
## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rekayasa untuk merancang dan menguji sistem *smart parking* berbasis Raspberry Pico W Pico dengan dukungan *Internet of Things* (IoT). Sistem terdiri atas komponen input berupa enam sensor infrared yang mendeteksi keberadaan kendaraan dan satu *push button* sebagai kontrol manual untuk kebutuhan uji coba. Data dari komponen input diproses oleh Raspberry Pico W Pico untuk mengendalikan *servo motor* serta menghasilkan output berupa tampilan status parkir pada LCD I2C dan pemantauan jarak jauh melalui *Telegram bot*. Perangkat keras yang digunakan meliputi Raspberry Pico W Pico, enam sensor infrared, dua *servo motor* SG90, LCD I2C, dan *push button*, sedangkan perangkat lunak dikembangkan menggunakan *Python* dengan pustaka *WiFi.h*, *UniversalTelegramBot.h*, dan *LiquidCrystal\_I2C.h*. Pengumpulan data dilakukan melalui uji eksperimental dengan metode *black-box testing* untuk menilai akurasi deteksi, waktu respons, dan keberhasilan komunikasi data. Berikut adalah Diagram Blok Sistem *Smart Parking* yang ditunjukkan pada gambar 1.





**Gambar 1.** Diagram Blok Sistem *Smart Parking*



**Gambar 2.** Diagram Alur Kerja Sistem

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Implementasi Sistem

Sistem *Smart Parking* berbasis *Internet of Things (IoT)* telah berhasil diimplementasikan menggunakan mikrokontroler Raspberry Pico W Pico yang terhubung dengan dua *servo motor* SG90, enam sensor infrared, LCD I2C, dan integrasi *Telegram Bot API* sebagai *user interface*. Sensor infrared berfungsi sebagai pendeteksi utama kendaraan; sensor ini bekerja dengan memancarkan dan membaca pantulan cahaya inframerah untuk menentukan apakah sebuah slot parkir terisi atau kosong. Ketika objek (kendaraan) memasuki area deteksi, sensor mengirim sinyal secara otomatis ke Raspberry Pico W Pico sehingga sistem dapat mengubah status slot secara real-time. Selain itu, sistem juga menggunakan *push button* sebagai kontrol manual yang digunakan selama tahap pengujian untuk mensimulasikan

kondisi masuk atau keluarnya kendaraan tanpa menghadirkan objek fisik. *Push button* ini membantu memastikan bahwa proses deteksi, pemrosesan data, dan respon servo tetap berjalan baik saat sensor diuji atau dikalibrasi. Komunikasi data antara perangkat keras dan aplikasi berlangsung melalui koneksi Wi-Fi dengan alamat IP dinamis yang diperoleh otomatis oleh sistem. Prototipe sistem yang telah dirancang ditunjukkan pada Gambar 3:



**Gambar 3.** Prototipe Sistem *Smart Parking*

Pengujian sistem dilakukan dengan memulai proses melalui perintah */mulai* pada Telegram Bot, yang menampilkan status awal parkir dengan indikator *S1:T*, *S2:T*, jumlah kendaraan terisi (*Isi:2*), dan slot kosong (*Kos:0*). Sistem kemudian menampilkan daftar perintah yang tersedia seperti */status*, */manual*, */auto*, serta perintah kontrol palang masuk dan keluar. Pada tahap pertama, mode manual diaktifkan menggunakan perintah */manual*, dan sistem memberikan respons berupa pesan “Mode MANUAL aktif”. Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan mengirimkan perintah */pintukeluarterbuka*, yang menghasilkan respons otomatis “Palang keluar DIBUKA melalui Telegram”, menunjukkan bahwa servo palang keluar bekerja sesuai perintah. Perintah berikutnya, */pintukeluartutup*, menghasilkan pesan “Palang keluar DITUTUP melalui Telegram”. Selain itu, sistem juga menunjukkan respons ketika palang dioperasikan secara manual, seperti “Palang Keluar DIBUKA (manual)”, “Palang Keluar tertutup”, “Palang Masuk DIBUKA (manual)”, dan “Palang Masuk tertutup”, yang menandakan bahwa aktuator berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi.

Pada tahap berikutnya, mode otomatis diuji menggunakan perintah */auto*, di mana sistem menampilkan pesan “Mode OTOMATIS aktif” sebagai konfirmasi. Pada mode ini, pergerakan palang masuk dan keluar sepenuhnya dikendalikan oleh sensor infrared. Sistem menunjukkan serangkaian notifikasi otomatis seperti “Palang Masuk terbuka”, “Palang Masuk

tertutup”, “Palang Keluar terbuka”, dan “Palang Keluar tertutup”, yang menggambarkan bahwa sensor mampu mendeteksi keberadaan kendaraan dan mengaktifkan servo secara mandiri. Setelah proses keluar-masuk kendaraan selesai, sistem memperbarui status parkir menjadi  $S1:K$ ,  $S2:K$ ,  $Isi:0$ , dan  $Kos:2$ . Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara sensor, servo, LCD, dan Telegram Bot berjalan dengan baik, dimana sistem mampu memberikan notifikasi *real-time* sekaligus mengeksekusi perintah sesuai kondisi pada mode manual maupun otomatis, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah:



**Gambar 4.** Tahapan Pengujian Mode Manual dan Mode Otomatis

### Analisis Fungsionalitas Sistem

Skenario pengujian dirancang dalam kondisi terkontrol untuk mengukur akurasi deteksi kendaraan, respons aktuator, serta kestabilan komunikasi IoT. Pengujian dilakukan menggunakan enam sensor infrared yang diposisikan pada enam slot parkir dengan jarak deteksi  $\pm 3\text{--}5$  cm. Setiap sensor diuji menggunakan 20 kali percobaan masuk–keluar objek simulasi kendaraan, sehingga total pengujian mencapai 120 siklus. Hasil menunjukkan bahwa seluruh sensor mampu mengenali perubahan kondisi slot dengan benar tanpa *false detection*, sehingga diperoleh akurasi 100%. Namun, perlu dicatat bahwa hasil ini hanya berlaku untuk skenario satu kendaraan pada satu slot; sistem belum mendukung deteksi kondisi dua kendaraan yang memasuki area secara bersamaan, dan pada kasus seperti itu prioritas deteksi diberikan pada sensor yang lebih dahulu aktif.

Komponen input sistem terdiri atas enam sensor infrared dan satu *push button* yang terhubung pada pin GPIO Raspberry Pico W Pico. Setiap sensor menggunakan konfigurasi

digital input pada GPIO 2, 3, 4, 5, 6, dan 7, sementara *push button* terhubung pada GPIO 10 dengan mode *internal pull-up*. Komponen proses adalah Raspberry Pico W Pico yang melakukan pemrosesan data menggunakan program berbasis *Python*. Komponen output meliputi LCD I2C (SDA pada GPIO 0 dan SCL pada GPIO 1) serta aktuator berupa dua *servo motor* SG90 yang dikendalikan melalui GPIO 12 dan 13.

Arsitektur komunikasi IoT menggunakan koneksi Wi-Fi yang dihubungkan dengan Raspberry Pico W Pico. Raspberry Pi Pico W mengirim data ke *Telegram Bot API* menggunakan protokol HTTP dengan metode GET untuk mengirim perintah dan POST untuk menerima respons. Ketika sensor mendeteksi perubahan keadaan, Raspberry Pico W Pico mengirimkan ke *Telegram server*, kemudian bot meneruskan notifikasi kepada pengguna secara real-time. Mekanisme ini memungkinkan pemantauan jarak jauh tanpa antarmuka tambahan.

Dari hasil evaluasi performa, waktu respons antara perintah bot dan gerakan servo berada pada kisaran 1,3–1,9 detik. Sistem mampu mempertahankan koneksi stabil selama lebih dari 15 siklus operasi masuk–keluar. Namun, sistem belum dianalisis untuk skala area parkir yang lebih besar. Untuk penerapan pada area parkir luas, diperlukan penyesuaian seperti penggunaan multiplexer untuk sensor tambahan, peningkatan kapasitas daya, serta penggunaan protokol komunikasi yang lebih stabil seperti MQTT.

## Pembahasan

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem Smart Parking berbasis IoT dengan integrasi *Telegram Bot* mampu berfungsi secara efektif dalam memantau dan mengendalikan area parkir. Raspberry Pico W Pico dipilih karena keunggulannya dalam konsumsi daya rendah, pemrosesan cepat, serta kompatibilitas dengan berbagai modul sensor dan aktuator. Integrasi dengan Raspberry Pi Pico W memungkinkan komunikasi IoT berbasis HTTP, sehingga sistem dapat mengirimkan data secara real-time ke *Telegram Bot API*.

Kelebihan lain terlihat dari penggunaan Telegram sebagai antarmuka berbasis *cloud*, sehingga pengguna dapat memantau status parkir tanpa aplikasi tambahan. Sistem juga mampu memberikan respons cepat terhadap perintah pengguna maupun perubahan kondisi sensor. Namun, sistem memiliki beberapa kelemahan, seperti ketidakmampuan mendeteksi dua kendaraan yang masuk secara bersamaan serta ketergantungan pada stabilitas jaringan Wi-Fi yang dapat memengaruhi performa.

Pada aspek skalabilitas, sistem dinilai masih layak untuk pengembangan jumlah slot yang lebih banyak, tetapi memerlukan optimasi arsitektur, seperti memperluas jumlah pin input

melalui multiplexer, penggunaan protokol IoT yang lebih optimal seperti MQTT, serta peningkatan arsitektur daya. Meskipun demikian, penerapan awal ini telah membuktikan bahwa otomatisasi berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan area parkir dan berpotensi diterapkan sebagai bagian dari infrastruktur *smart city*.

## **5. KESIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem smart parking berbasis Raspberry Pico W Pico berhasil berfungsi sebagai prototipe skala kecil dengan kemampuan mendeteksi kendaraan menggunakan enam sensor infrared, mengendalikan gerbang melalui servo motor, serta menampilkan informasi secara real-time melalui LCD I2C dan Telegram Bot, meskipun akurasi belum dapat diklaim 100% karena belum diuji pada skenario kompleks seperti dua kendaraan masuk bersamaan. Sistem IoT menggunakan koneksi Wi-Fi dan protokol HTTP bekerja dengan baik, tetapi skalabilitas masih terbatas oleh jumlah GPIO dan stabilitas jaringan. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya disarankan untuk menambah variasi skenario pengujian, meningkatkan arsitektur komunikasi IoT, menambah diagram teknis seperti diagram blok dan alur kerja, memperluas kapasitas kontrol menggunakan I/O expander atau mikrokontroler lain, serta mempertimbangkan penggunaan sensor tambahan untuk meningkatkan akurasi deteksi pada kondisi lalu lintas yang lebih padat.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, pihak institusi, serta rekan-rekan yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan fasilitas selama proses penelitian ini, sehingga penelitian mengenai sistem *Smart Parking* berbasis IoT dapat diselesaikan dengan baik.

## REFERENSI

- Ablyazov, T., Asaturova, J., & Koscheyev, V. (2018). Digital technologies: New forms and tools of business activity. *SHS Web of Conferences*, 44, 00004. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184400004>
- Ariyani, S., Setyawan, H., & Dimas, D. A. (2020). Prototype sistem parkir bergerak berbasis IoT menggunakan Raspberry Pico W. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*, 2(2), 96–111. <https://doi.org/10.32528/elkom.v2i2.3438>
- Azzahra, M., Fadhilah, I., & Rusdi, M. (2023). Implementasi osiloskop digital menggunakan Raspberry Pico W berbasis OS Android. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 4(1), 357–368.
- Channamallu, S. S., Kermanshachi, S., Rosenberger, J. M., & Pamidimukkala, A. (2025). Smart parking systems: A comprehensive review of digitalization of parking services. *Green Energy and Intelligent Transportation*, 100293. <https://doi.org/10.1016/j.geit.2025.100293>
- Evanly Nurlana, M., & Murnomo, A. (2019). Pembuatan power supply dengan tegangan keluaran variabel menggunakan keypad berbasis Arduino Uno. *Edu Elektrika*, 8(2), 1–35.
- Guntoro, N. A., Manuhutu, M. A., Ali, I., Irwanto, I., Prabowo, S. D., Rahman, R. A., Maududie, A., Aljabar, A., Fahlevi, M. R., & Asianingrum, A. H. (2025). *Dasar-dasar pemrograman Python*. Widina Media Utama.
- Hernoko, M. G., Wibowo, S. A., & Vendyansyah, N. (2021). Penerapan IoT (Internet of Things) smart parking system dan pendeteksi kebakaran dengan fitur monitoring. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 261–267. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3281>
- Hetharua, A. D., Sumarno, S., Gunawan, I., Hartama, D., & Kirana, I. O. (2021). Alat penyortir buah tomat berdasarkan warna berbasis mikrokontroler Arduino. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 1(2), 119–130. <https://doi.org/10.54082/jupin.18>
- Home, S. (2023). *Smart home berbasis Internet of Things (IoT) dalam mengendalikan dan monitoring keamanan rumah*.
- Karinda, C. N., Najohan, X. B. N., & Najohan, M. E. I. (2021). Design and implementation IoT in monitoring neighbourhood security based on mobile application and Raspberry Pi. *Jurnal Teknik Informatika*, 16(2), 193–202.
- Khanna, D., & Sharma, A. (2019). Internet of Things: Challenges and opportunities. *International Journal for Technological Research in Engineering*, 6(12), 6028–6030.
- Khoirul, M., Aryza, S., & Dani, A. (2025). Design analysis of an IoT-based electric vehicle battery charging control system to improve battery endurance. *International Conference of Digital Sciences and Engineering Technology*, 414–423.

- Khuriati, A., Samsudewa, D., Yuwono, T., Leksana, M. A., & Aqsaraya, M. (2021). Pembelajaran IoT menggunakan aplikasi Telegram bagi siswa jurusan IPA SMA Negeri 1 Nguter. *Berkala Fisika*, 26(2), 66–70.
- Lesmana, K. (2025). Prototipe penggunaan motor servo untuk dispenser otomatis berbasis Arduino dan sensor HC-SR04. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6063>
- Mariance, U. C., & Lubis, M. A. R. (2023). Penerapan Internet of Things (IoT) dalam membangun sistem aplikasi kendali rumah kos menggunakan aplikasi Android. *Bulletin of Computer Science Research*, 3(4), 310–314. <https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v3i4.246>
- Marwan, T. A. D., Berliana, T., & Batubara, F. A. (2021). Rancang bangun sistem smart parking berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 2(1), 104–112.
- Nasution, M. S., Amin, M., & Fitriani, W. (2023). Smart sistem IoT pemberi pakan ikan dengan menggunakan metode time scheduling berbasis mikrokontroler. *Journal Zetroem*, 5(2), 161–164. <https://doi.org/10.36526/ztr.v5i2.3082>
- Nguyen, T. T., Nguyen, T. T., Nguyen, V. T., Cong, C. C., Hua, & Jun. (2019). Application of Arduino control mainboard with color light sensor TCS3200 in color recognition of edge banding in laser edge banding machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 252(2), 022130. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/252/2/022130>
- Pitriyanti, L., Saragih, Y., & Latifa, U. (2022). Implementasi modul infrared pada rancang bangun smart detection for queue automatic berbasis IoT. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 11(2), 188–193. <https://doi.org/10.30591/polektro.v12i1.3750>
- Puspitawati, L., Nurhasanah, A., & Khaerunnisa, A. S. (2021). Utilization of communication technology for business. *International Journal of Informatics Information System and Computer Engineering*, 2(1), 47–54. <https://doi.org/10.34010/injiiscom.v2i1.4864>
- Putra, M. A., & Murdiyat, P. (2020, November). Perbandingan sensor inframerah dan sensor PIR sebagai acuan penggunaan sensor pada rancang bangun cuci tangan otomatis. Dalam *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 5, hlm. 200–205).
- Reswara, A. E., Irawan, J. D., & Ariwibisono, F. X. (2024). Rancang bangun sistem smart parking berbasis Internet of Things (IoT). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(6), 12385–12390. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i6.10546>
- Satria, B., Dalimunthe, M. E., & Iqbal, M. (2024). Implementasi weather station berbasis IoT dengan ESP32. *Sinergi Multidisiplin Sosial Humaniora dan Sains Teknologi*, 1(1), 9–19.
- Sembiring, D. (2023). Pengembangan sistem kontrol dan monitoring berbasis IoT pada mahasiswa UNPAB. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Disiplin Ilmu*, 1(2), 35–38. <https://doi.org/10.47709/jpmasdi.v1i2.2515>

- Sulaeman, W., Alimudin, E., & Sumardiono, A. (2022). Sistem pengaman loker dengan menggunakan deteksi wajah. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 3(2). <https://doi.org/10.37058/jeee.v3i2.4756>
- Tadapaneni, N. R. (2018). Cloud computing: Opportunities and challenges. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3151202>
- Youssef, M., & Hassan, M. (2019). Next generation IoT: Toward ubiquitous autonomous cost-efficient IoT devices. *IEEE Pervasive Computing*, 18(4), 8–11. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2019.2947974>