Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id

E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari

OPEN ACCESS

https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

Sistem Parkir Pintar Berbasis Arduino untuk Monotoring dan Manajemen Slot Parkir Otomatis

Gunawan [1*], Dedi Haryanto [2], Karnadi [3]

[1*,2,3] Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Kota Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia.

Corresponding Email: wawanzg87@gmail.com [1*]

Histori Artikel:
Dikirim 11 Oktober 2026; *Diterima dalam bentuk revisi* 10 Oktober 2026; *Diterima* 10 November 2026; *Diterbitkan* 27 Januari 2027. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Sistem perparkiran konvensional masih menghadapi permasalahan dalam penyampaian informasi mengenai ketersediaan slot parkir dan pengelolaan akses kendaraan secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem parkir pintar berbasis Arduino Nano yang dapat melakukan pemantauan dan manajemen slot parkir secara otomatis. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model Prototyping, yang mencakup identifikasi masalah, studi literatur mengenai komponen elektronika, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan pemrograman, integrasi perangkat, kalibrasi sensor, serta pengujian dan penyempurnaan sistem. Sistem ini dikembangkan menggunakan sensor inframerah untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, Arduino Nano untuk memproses data, LCD I2C 16×2 untuk menampilkan informasi ketersediaan slot, dan motor servo untuk mengendalikan palang pintu parkir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi deteksi mencapai 100% pada mobil miniatur, 96% pada kendaraan dengan posisi miring, dan 94% pada kendaraan berwarna gelap. Sistem ini juga mampu menampilkan informasi mengenai slot yang tersedia dan slot yang penuh serta mengendalikan palang pintu berdasarkan kondisi parkir. Biaya material prototipe tercatat sebesar Rp245.000, yang berada di bawah batas anggaran sebesar Rp300.000. Penelitian ini menghasilkan prototipe yang mengintegrasikan pendeteksian kendaraan, penyampaian informasi, dan pengendalian akses parkir secara otomatis.

Kata Kunci: Sistem Parkir Pintar; Sensor inframerah; Monitoring parkir; Slot parkir otomatis.

Abstract

Conventional parking systems still face challenges in delivering information regarding parking slot availability and the automatic management of vehicle access. This research aims to design and develop a smart parking system based on Arduino Nano that can perform monitoring and automatic management of parking slots. The research method used is Research and Development (R&D) with a Prototyping model, which includes problem identification, literature study on electronic components, system design, hardware implementation and programming, device integration, sensor calibration, as well as system testing and refinement. This system is developed using infrared sensors to detect the presence of vehicles, Arduino Nano to process data, an LCD I2C 16×2 to display information on slot availability, and a servo motor to control the parking barrier. The test results show that the detection accuracy reaches 100% for miniature cars, 96% for vehicles at an angle, and 94% for dark-colored vehicles. This system is also capable of displaying information regarding available and full slots and controlling the barrier based on parking conditions. The prototype material cost is recorded at Rp245,000, which is below the budget limit of Rp300,000. This research produces a prototype that integrates vehicle detection, information delivery, and automatic parking access control.

Keyword: Arduino Nano; Smart parking system; Infrared sensor; Parking monitoring; Automatic parking slots.

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

1. Pendahuluan

Sistem perparkiran merupakan salah satu aspek penting dalam pengelolaan fasilitas parkir pada bangunan maupun area publik. Pengelolaan parkir yang masih dilakukan secara konvensional umumnya bergantung pada pengamatan petugas untuk mengetahui kondisi area parkir dan mengatur kendaraan yang masuk maupun keluar. Ketergantungan tersebut berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam penyampaian informasi mengenai ketersediaan tempat parkir, ketidaksesuaian pencatatan jumlah slot, serta antrean kendaraan ketika pengaturan akses belum mempertimbangkan kapasitas parkir yang tersedia. Penelitian mengenai sistem parkir pintar menunjukkan bahwa informasi ketersediaan tempat parkir, pemanfaatan ruang, dan pengelolaan akses merupakan aspek penting dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan parkir (Kusuma *et al.*, 2023). Selain itu, penelitian terhadap lebih dari 3.000 perjalanan di Jerman menemukan rata-rata durasi pencarian tempat parkir sebesar 1,5 menit berdasarkan pengamatan GPS. Temuan tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pencarian parkir dapat diukur secara empiris, meskipun nilainya tidak dapat langsung digeneralisasikan untuk kondisi parkir di Indonesia (Müller, 2025). Kondisi ini mendasari perlunya sistem yang dapat mendeteksi status slot parkir dan menyampaikan informasi ketersediaan secara otomatis. Perkembangan teknologi mikrokontroler dan sensor memungkinkan proses pemantauan serta pengendalian parkir dilakukan secara otomatis. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah Arduino yang berfungsi sebagai pengendali untuk memproses masukan sensor dan mengatur perangkat keluaran. Sensor inframerah dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, sedangkan Liquid Crystal Display (LCD) digunakan untuk menampilkan informasi ketersediaan slot parkir. Motor servo dapat digunakan untuk menggerakkan palang berdasarkan kondisi yang telah ditentukan dalam program. Integrasi komponen tersebut memungkinkan proses pendeteksian kendaraan, penghitungan slot yang tersedia, penyajian informasi, dan pengendalian akses dilakukan dalam satu prototipe. Namun, efektivitas penerapannya tetap perlu dibuktikan melalui pengujian terhadap fungsi setiap komponen, ketepatan pendeteksian, dan respons sistem.

Penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem parkir otomatis dengan pendekatan dan tingkat kompleksitas yang berbeda. Kusuma *et al.* (2023) mengembangkan sistem parkir tanpa sentuh berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Arduino Uno, sensor ultrasonik, sensor Passive Infrared (PIR), kamera ESP32-CAM, motor servo, dan LCD I2C. Penelitian tersebut memperlihatkan pemanfaatan beberapa jenis sensor dan perangkat komunikasi untuk mendukung otomatisasi akses parkir. Penelitian lain yang diterbitkan pada 2025 mengembangkan sistem deteksi slot parkir dan kendali palang otomatis dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik, NodeMCU, Arduino Uno, LCD, dan motor servo. Hasil evaluasinya menunjukkan bahwa prototipe mampu memantau keterisian slot serta memperbarui informasi ketersediaan parkir, tetapi pengujian jangka panjang dan penerapan di lingkungan luar ruangan masih menjadi aspek yang perlu dikaji lebih lanjut (Smith *et al.*, 2025). Sementara itu, Prasetyo *et al.* (2026) meneliti penerapan sensor inframerah sebagai alternatif loop detector pada sistem gate parking dengan menggunakan Arduino Uno, motor servo, LCD, dan notifikasi audio. Penelitian tersebut berfokus pada pengujian kemampuan deteksi kendaraan dan pengoperasian palang parkir. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, sistem parkir otomatis telah dikembangkan menggunakan kombinasi sensor, mikrokontroler, media informasi, dan aktuator. Perbedaan penelitian tidak dapat hanya ditentukan berdasarkan penggunaan komponen, sebab kombinasi sensor inframerah, LCD, dan motor servo telah diterapkan dalam penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan pada perancangan dan evaluasi prototipe berbasis Arduino Nano yang berfokus pada integrasi pendeteksian kendaraan menggunakan sensor inframerah, penghitungan jumlah slot parkir yang tersedia, penyajian informasi melalui LCD I2C, dan pengendalian palang menggunakan motor servo. Fokus evaluasi meliputi ketepatan pembacaan status slot, kesesuaian penghitungan ketersediaan parkir, keberhasilan pengendalian palang berdasarkan kondisi kapasitas, serta waktu respons sistem. Dengan fokus tersebut, kontribusi penelitian terletak pada implementasi dan evaluasi terpadu dari rancangan prototipe yang dikembangkan, bukan pada klaim bahwa setiap komponen atau fungsi tersebut merupakan teknologi baru.

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem parkir pintar berbasis Arduino Nano yang mengintegrasikan sensor inframerah, LCD I2C, dan motor servo untuk mendukung pemantauan ketersediaan serta pengendalian akses parkir secara otomatis. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sensor dalam membedakan slot terisi dan kosong, ketepatan penghitungan slot yang tersedia, kesesuaian informasi yang ditampilkan pada LCD, serta respons motor servo terhadap kondisi parkir. Hasil pengujian digunakan untuk menilai kinerja fungsional prototipe pada kapasitas yang diuji. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan sistem otomatisasi parkir berbasis mikrokontroler, dengan ruang lingkup penerapan yang disesuaikan dengan hasil evaluasi prototipe.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model *Prototyping*. Metode R&D digunakan untuk merancang, membangun, dan mengevaluasi prototipe sistem parkir pintar berbasis Arduino Nano. Model *Prototyping* diterapkan melalui proses perancangan, implementasi, pengujian, dan penyempurnaan sistem secara bertahap. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan sensor inframerah untuk mendeteksi kendaraan, Arduino Nano sebagai mikrokontroler, LCD I2C 16×2 sebagai media informasi, dan motor servo sebagai penggerak palang pintu parkir. Pengembangan sistem dilakukan melalui enam tahapan, yaitu identifikasi kebutuhan, studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi dan kalibrasi, serta pengujian dan evaluasi. Setiap tahapan menghasilkan keluaran yang menjadi dasar pelaksanaan tahapan berikutnya. Apabila ditemukan ketidaksesuaian selama pengujian, dilakukan pemeriksaan dan perbaikan terhadap rangkaian, pembacaan sensor, atau logika program sesuai dengan permasalahan yang ditemukan.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disusun berdasarkan metode *Research and Development* (R&D) dengan model *Prototyping* untuk menghasilkan prototipe sistem parkir pintar berbasis Arduino Nano. Proses penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi dan kalibrasi, serta pengujian dan evaluasi sistem. Setiap tahapan dilaksanakan secara berurutan, sedangkan proses perbaikan dilakukan apabila hasil pengujian menunjukkan ketidaksesuaian antara fungsi sistem dan rancangan yang telah ditetapkan. Diagram alir tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

Berdasarkan Gambar 1, tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut.

Tahap identifikasi kebutuhan dilakukan untuk menentukan permasalahan yang menjadi dasar pengembangan sistem parkir pintar. Permasalahan yang dikaji meliputi keterbatasan informasi mengenai ketersediaan slot parkir, kesulitan mengetahui kondisi slot secara langsung, serta kebutuhan pengendalian palang pintu secara otomatis. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, ditentukan kebutuhan fungsional sistem, yaitu mendeteksi keberadaan kendaraan, menentukan status slot parkir, menghitung jumlah slot yang tersedia, menampilkan informasi melalui LCD, dan mengendalikan palang pintu berdasarkan kapasitas parkir. Selanjutnya, studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori dan informasi teknis mengenai penerapan mikrokontroler, sensor inframerah, LCD I2C, dan motor servo pada sistem parkir otomatis. Kajian ini mencakup fungsi setiap komponen, karakteristik pendeteksian sensor, komunikasi antara mikrokontroler dan LCD, serta mekanisme pengendalian motor servo, yang hasilnya digunakan sebagai dasar pemilihan komponen dan penyusunan rancangan sistem yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Perancangan sistem dilakukan dengan menyusun arsitektur perangkat keras dan alur kerja perangkat lunak, di mana pada sisi perangkat keras, perancangan mencakup penempatan sensor inframerah pada titik pendeteksian, penghubungan sensor dengan Arduino Nano, integrasi LCD I2C sebagai media informasi, dan pemasangan motor servo sebagai penggerak palang pintu. Pada sisi perangkat lunak, dirancang alur pemrosesan data sensor, penentuan status slot parkir, penghitungan jumlah slot tersedia, pembaruan informasi LCD, dan pengendalian palang berdasarkan kondisi kapasitas parkir.

Hasil dari tahap ini berupa rancangan sistem yang menjadi acuan dalam proses implementasi. Tahap implementasi dilakukan dengan merakit komponen sesuai rancangan yang telah ditetapkan, di mana Arduino Nano digunakan sebagai pengendali utama yang menerima masukan dari sensor inframerah dan menghasilkan keluaran untuk LCD serta motor servo. Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C++, di mana program disusun untuk menginisialisasi perangkat, membaca status sensor, menentukan kondisi slot, menghitung jumlah slot yang tersedia, menampilkan informasi pada LCD, dan mengatur pergerakan palang. Implementasi ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe yang dapat menjalankan fungsi utama sistem parkir pintar. Setelah itu, integrasi dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen agar dapat bekerja sebagai satu kesatuan sistem, dengan pemeriksaan terhadap pembacaan sensor, komunikasi Arduino Nano dengan LCD I2C, serta respons motor servo terhadap perintah program. Kalibrasi sensor dilakukan dengan menempatkan objek pada jarak tertentu dan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan kondisi aktual, di mana pengujian jarak mencakup rentang 5–10 cm sesuai dengan pengujian yang dilaksanakan. Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian pembacaan sensor dan memastikan setiap komponen memberikan respons sesuai dengan fungsi yang dirancang. Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi fungsi dan kinerja prototipe setelah perangkat keras dan perangkat lunak terintegrasi. Pengujian ini meliputi deteksi kendaraan, perubahan status slot, penghitungan jumlah slot tersedia, waktu respons motor servo, pembaruan informasi LCD, dan pengendalian akses masuk ketika seluruh slot parkir terisi. Pengujian deteksi kendaraan dilakukan sebanyak 50 percobaan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap kondisi aktual. Waktu respons servo diukur menggunakan pencatatan waktu program melalui fungsi millis() atau micros(), sedangkan pengujian LCD dan penolakan akses dilakukan dengan mengamati keluaran sistem pada perubahan kondisi parkir. Akhirnya, evaluasi dilakukan berdasarkan kesesuaian hasil pengujian dengan fungsi yang telah ditentukan. Apabila ditemukan kesalahan deteksi, ketidaksesuaian informasi LCD, atau pergerakan palang yang tidak sesuai dengan kondisi kapasitas parkir, pemeriksaan dan perbaikan dilakukan pada komponen atau program yang berkaitan. Setelah perbaikan, pengujian ulang dilakukan pada fungsi yang terdampak untuk mengetahui apakah ketidaksesuaian telah teratasi. Jika sistem telah berfungsi sesuai dengan rancangan, data pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja prototipe, dan hasil evaluasi ini menjadi dasar penarikan kesimpulan mengenai fungsi sistem parkir pintar yang dikembangkan.

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

2.3 Bahan dan Perangkat Penelitian

Bahan dan perangkat yang digunakan dalam penelitian terdiri atas komponen perangkat keras dan perangkat lunak sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen dan Perangkat Penelitian

No.	Komponen	Fungsi
1	Arduino Nano	Memproses data sensor dan mengendalikan keluaran sistem.
2	Sensor inframerah	Mendeteksi keberadaan kendaraan pada titik pendeteksian slot.
3	LCD I2C 16×2	Menampilkan jumlah slot tersedia dan status parkir.
4	Motor servo	Menggerakkan palang pintu berdasarkan logika kontrol.
5	Kabel jumper	Menghubungkan komponen elektronik.
6	Arduino IDE	Menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke Arduino Nano.

Konfigurasi pin, jumlah sensor, kapasitas slot, alamat I2C, dan sudut pergerakan servo mengikuti implementasi prototipe yang digunakan dalam penelitian. Rincian teknis tersebut perlu dicantumkan berdasarkan rangkaian dan program aktual agar sistem dapat direplikasi.

2.4 Perancangan, Logika Kontrol, dan Integrasi Sistem

Sistem parkir pintar dirancang dengan mengintegrasikan sensor inframerah, Arduino Nano, LCD I2C, dan motor servo. Sensor inframerah mendeteksi keberadaan kendaraan, kemudian Arduino Nano memproses hasil pembacaan untuk menentukan status setiap slot parkir. Berdasarkan status tersebut, sistem menghitung jumlah slot terisi dan slot yang masih tersedia.

Jumlah slot tersedia dihitung menggunakan persamaan:

$$S_{\text{tersedia}} = S_{\text{total}} - S_{\text{terisi}}$$

dengan S_{tersedia} adalah jumlah slot kosong, S_{total} adalah kapasitas keseluruhan parkir, dan S_{terisi} adalah jumlah slot yang ditempati kendaraan.

Hasil penghitungan ditampilkan melalui LCD I2C 16×2. Ketika kapasitas parkir masih tersedia, sistem dapat memberikan akses masuk berdasarkan mekanisme pemicu yang diterapkan. Ketika seluruh slot terisi, sistem harus mempertahankan palang dalam kondisi tertutup untuk menolak akses masuk.

Urutan logika kontrol sistem meliputi:

1) Menginisialisasi sensor inframerah, LCD I2C, dan motor servo.
2) Membaca keluaran sensor untuk menentukan kondisi setiap slot.
3) Memperbarui status slot berdasarkan hasil pembacaan sensor.
4) Menghitung jumlah slot terisi dan slot tersedia.
5) Memperbarui informasi jumlah slot pada LCD.
6) Memeriksa kapasitas parkir sebelum memberikan akses masuk.
7) Mengendalikan motor servo berdasarkan status kapasitas.
8) Mengulangi proses pembacaan dan pemrosesan selama sistem beroperasi.

Integrasi perangkat dievaluasi dengan memeriksa kesesuaian pembacaan sensor, hasil penghitungan slot, informasi LCD, dan gerakan palang. Pengujian dilakukan secara individual terhadap komponen dan secara terpadu untuk mengetahui konsistensi fungsi sistem.

2.5 Prosedur Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap keluaran prototipe pada kondisi yang ditentukan. Setiap percobaan dibandingkan dengan kondisi aktual untuk menentukan keberhasilan atau kegagalan fungsi sistem. Pengujian deteksi kendaraan dilakukan sebanyak 50

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

percobaan, di mana pada setiap percobaan, objek yang mewakili kendaraan ditempatkan pada titik pendeteksian sensor inframerah. Keluaran sensor kemudian dibandingkan dengan kondisi aktual objek untuk menentukan apakah hasil deteksi sesuai atau tidak. Hasil pengujian dicatat sebagai jumlah deteksi benar dan deteksi salah, dengan keberhasilan dan kegagalan ditentukan berdasarkan catatan pengamatan aktual. Selanjutnya, pengujian jarak dilakukan dengan menempatkan objek pada jarak tertentu terhadap sensor inframerah, termasuk rentang 5–10 cm. Jarak diukur secara konsisten, kemudian hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan kondisi aktual. Setiap pengujian dicatat berdasarkan jarak, jumlah percobaan, jumlah deteksi benar, dan jumlah deteksi salah, di mana hasilnya digunakan untuk mengevaluasi kemampuan sensor dalam mendeteksi objek pada rentang jarak yang diuji. Waktu respons motor servo diukur menggunakan fungsi millis() atau micros() pada program Arduino, di mana waktu awal ditentukan ketika program mengeluarkan perintah gerak, dan waktu akhir ditentukan ketika palang mencapai posisi yang telah ditetapkan. Waktu respons diperoleh dari selisih kedua waktu tersebut, dengan pengukuran dilakukan pada proses membuka dan menutup palang secara terpisah.

Nilai setiap pengukuran dicatat untuk memperoleh waktu respons minimum, maksimum, dan rata-rata jika jumlah data yang tersedia memadai, dengan penentuan waktu akhir dilakukan berdasarkan metode pengamatan posisi palang selama pengujian. Pengujian pembaruan informasi LCD dilakukan dengan mengubah kondisi slot dari kosong menjadi terisi dan sebaliknya. Setelah perubahan terdeteksi, informasi jumlah slot yang tersedia yang ditampilkan pada LCD dibandingkan dengan kondisi aktual. Pengujian dinyatakan berhasil apabila informasi pada LCD sesuai dengan kondisi slot setelah perubahan diproses oleh sistem, dan waktu pembaruan dicatat jika pengukuran waktu tersebut dilakukan selama pengujian. Selain itu, pengujian penolakan akses dilakukan dengan mengondisikan seluruh slot parkir dalam keadaan terisi. Setelah sistem mendeteksi kondisi penuh, pemicu masuk diberikan sesuai mekanisme yang digunakan pada prototipe. Pengamatan dilakukan terhadap status kapasitas, informasi pada LCD, dan pergerakan palang, di mana pengujian dinyatakan berhasil apabila sistem menampilkan status penuh dan palang tetap tertutup sehingga kendaraan baru tidak memperoleh akses masuk. Pengujian juga dilakukan pada kondisi ketika slot masih tersedia untuk memeriksa kesesuaian respons palang dengan kapasitas parkir, dan hasil setiap percobaan dicatat untuk mengetahui jumlah keberhasilan dan kegagalan pengendalian akses. Terakhir, pengujian integrasi dilakukan dengan menjalankan seluruh komponen secara bersamaan. Perubahan kondisi slot diamati untuk mengetahui apakah sistem dapat mendeteksi kendaraan, menghitung slot yang tersedia, memperbarui informasi LCD, dan mengendalikan palang sesuai logika program. Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi konsistensi operasi prototipe secara keseluruhan.

Tabel 2. Parameter dan Prosedur Pengujian

No.	Parameter	Prosedur Pengujian	Kriteria Keberhasilan
1	Deteksi kendaraan	Melaksanakan 50 percobaan dan membandingkan hasil sensor dengan kondisi aktual.	Hasil deteksi sesuai dengan kondisi aktual.
2	Jarak sensor	Menguji objek pada rentang jarak yang mencakup 5–10 cm.	Sensor mendeteksi objek sesuai kondisi aktual pada jarak yang diuji.
3	Waktu respons servo	Mencatat waktu pemberian perintah dan waktu tercapainya posisi akhir palang.	Waktu respons dapat dihitung dan palang mencapai posisi yang ditetapkan.
4	Pembaruan LCD	Mengubah status slot dan membandingkan informasi LCD dengan kondisi aktual.	Informasi LCD sesuai dengan kondisi terbaru.
5	Penolakan akses	Memberikan pemicu masuk ketika seluruh slot parkir terisi.	Palang tetap tertutup ketika parkir penuh.
6	Integrasi sistem	Mengamati sensor, penghitungan slot, LCD, dan servo secara bersamaan.	Seluruh keluaran sesuai dengan kondisi dan logika kontrol.

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

2.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif berdasarkan hasil pengujian fungsional. Data keluaran sistem dibandingkan dengan kondisi aktual untuk mengevaluasi akurasi deteksi, waktu respons servo, kesesuaian informasi LCD, dan keberhasilan pengendalian akses. Analisis akurasi deteksi dilakukan dengan menghitung persentase akurasi menggunakan rumus

$$A = \frac{N_{benar}}{N_{total}} \times 100\%$$

di mana A merupakan akurasi deteksi, N_{benar} adalah jumlah percobaan yang menghasilkan deteksi sesuai dengan kondisi aktual, dan N_{total} adalah jumlah seluruh percobaan. Dalam pengujian ini, jumlah percobaan deteksi kendaraan adalah 50, di mana jumlah deteksi benar dan salah ditentukan melalui perbandingan hasil pembacaan sensor dengan kondisi aktual pada setiap percobaan. Nilai akurasi akhir dihitung setelah seluruh catatan pengujian diverifikasi. Selanjutnya, analisis waktu respons servo dihitung berdasarkan selisih waktu antara pemberian perintah dan tercapainya posisi akhir palang, menggunakan rumus $tr = t_{akhir} - t_{perintah}$. Rata-rata waktu respons dihitung dengan persamaan

$$\bar{tr} = \sum_{i=1}^{n} tr_i, \text{ in } \bar{tr} = n \sum_{i=1}^{n} tr_i,$$

di mana tr adalah waktu respons, t_{akhir} adalah waktu tercapainya posisi akhir, $t_{perintah}$ adalah waktu pemberian perintah, dan n adalah jumlah pengukuran dengan data lengkap. Hasil pengukuran untuk membuka dan menutup palang dianalisis secara terpisah untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kinerja servo.

Analisis pembaruan informasi pada LCD dilakukan dengan membandingkan jumlah slot yang ditampilkan pada LCD dengan jumlah slot kosong berdasarkan kondisi aktual. Ketidaksesuaian informasi dicatat untuk mengetahui apakah sistem memperbarui tampilan sesuai dengan perubahan status slot. Jika waktu pembaruan diukur, hasilnya dianalisis untuk mengetahui interval antara perubahan status yang terdeteksi dan munculnya informasi baru pada LCD. Selain itu, analisis pengendalian akses dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan penolakan akses, dihitung dengan rumus

$$P = \frac{N_{berhasil}}{N_{pengujian}} \times 100\%$$

di mana P adalah persentase keberhasilan penolakan akses, $N_{berhasil}$ adalah jumlah percobaan ketika palang tetap tertutup pada kondisi parkir penuh, dan $N_{pengujian}$ adalah jumlah seluruh percobaan penolakan akses. Hasil analisis ini digunakan untuk mengevaluasi konsistensi pengendalian akses berdasarkan kapasitas parkir. Semua hasil pengujian digunakan untuk menilai kinerja fungsional prototipe sesuai dengan kondisi dan kapasitas yang benar-benar diuji, dengan nilai akurasi, waktu respons, dan persentase keberhasilan pengendalian akses dilaporkan berdasarkan data pengamatan aktual.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

3.1.1 Hasil Perancangan Sistem Parkir Pintar

Sistem parkir pintar dikembangkan menggunakan Arduino Nano sebagai pusat pemrosesan data, sensor inframerah untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, LCD I2C 16×2 sebagai media informasi, dan motor servo sebagai penggerak palang pintu otomatis. Sistem dirancang untuk mengintegrasikan pendeteksian kendaraan, penghitungan jumlah slot parkir tersedia, penyajian informasi, dan pengendalian akses masuk. Arduino Nano memproses keluaran sensor inframerah untuk menentukan status slot parkir. Jumlah slot tersedia dihitung berdasarkan selisih antara

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

kapasitas keseluruhan dan jumlah slot yang terisi. Hasil pengolahan tersebut ditampilkan melalui LCD, sedangkan motor servo menggerakkan palang berdasarkan logika kontrol yang diterapkan pada program.

3.1.2 Hasil Implementasi Perangkat Keras dan Tampilan Informasi

Hasil implementasi menunjukkan bahwa Arduino Nano, sensor inframerah, LCD I2C 16×2, dan motor servo telah diintegrasikan pada prototipe. Berdasarkan pengamatan yang tercatat, LCD dapat menampilkan informasi jumlah slot tersedia dan status parkir penuh. Tampilan "Slot Parkir: 4" digunakan untuk menunjukkan empat slot tersedia pada skenario pengujian, sedangkan tampilan "Slot Penuh" menunjukkan bahwa kapasitas parkir telah mencapai batas yang ditentukan. Komunikasi antara Arduino Nano dan LCD dilaporkan berjalan tanpa gangguan tampilan berupa karakter yang tidak sesuai atau *flicker*. Meskipun demikian, penilaian kestabilan tampilan tersebut masih bersifat kualitatif karena jumlah pengulangan dan durasi pengamatan belum dicantumkan secara terperinci.



Gambar 2. Kondisi Slot Parkir Tersedia



Gambar 3. Kondisi Slot Parkir Penuh

Kedua gambar tersebut perlu memperlihatkan hasil aktual tampilan LCD pada kondisi slot tersedia dan penuh. Perbandingan kedua kondisi digunakan untuk menunjukkan bahwa sistem dapat menyampaikan informasi ketersediaan parkir melalui antarmuka visual.

3.1.3 Hasil Pengujian Akurasi Deteksi Kendaraan

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sensor inframerah dalam mendeteksi kendaraan pada kondisi objek yang berbeda. Berdasarkan data pengujian yang tersedia, diperoleh akurasi sebesar 100% pada mobil miniatur, 96% pada kendaraan dengan posisi miring, dan 94% pada kendaraan berwarna gelap.

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi Deteksi Kendaraan

No.	Kondisi objek	Jumlah percobaan	Deteksi benar	Deteksi salah	Akurasi
1	Mobil miniatur	Belum tercatat	Belum tercatat	Belum tercatat	100%
2	Kendaraan posisi miring	Belum tercatat	Belum tercatat	Belum tercatat	96%
3	Kendaraan berwarna gelap	Belum tercatat	Belum tercatat	Belum tercatat	94%

Akurasi deteksi dihitung berdasarkan perbandingan jumlah hasil deteksi yang sesuai dengan kondisi aktual terhadap jumlah seluruh percobaan pada setiap kondisi. Persentase akurasi yang tercantum merupakan hasil yang dilaporkan dalam dokumen pengujian, sedangkan jumlah percobaan, deteksi benar, dan deteksi salah perlu dilengkapi berdasarkan catatan pengujian asli. Hasil yang tersedia memperlihatkan variasi akurasi antarkondisi objek. Mobil miniatur memperoleh akurasi tertinggi, yaitu 100%, sedangkan kendaraan dengan posisi miring dan kendaraan berwarna gelap masing-masing memperoleh 96% dan 94%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa kinerja deteksi pada pengujian belum seragam untuk seluruh kondisi objek. Meskipun demikian, persentase tersebut belum cukup untuk menyimpulkan bahwa warna gelap atau posisi miring secara langsung menyebabkan penurunan akurasi. Kesimpulan tersebut memerlukan data pengulangan yang memadai dengan variabel pengujian lain dikendalikan, seperti jarak objek, sudut sensor, posisi pemasangan, dan kondisi pencahayaan. Oleh karena itu, hasil yang tersedia digunakan sebagai indikasi awal variasi kinerja sensor, bukan sebagai bukti hubungan sebab-akibat.

3.1.4 Hasil Pengujian Respons Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan untuk mengetahui respons mekanisme palang terhadap perintah dari Arduino Nano. Data yang tersedia mencatat waktu 0,3 detik untuk pembukaan palang hingga sudut 90° dan waktu 0,8 detik sebagai jeda penutupan menuju posisi 0°.

Tabel 4. Hasil Pengujian Respons Motor Servo

No.	Kondisi pengujian	Posisi servo	Waktu tercatat	Keterangan
1	Pembukaan palang	90°	0,3 detik	Tercatat sebagai waktu respons pembukaan.
2	Penutupan palang	0°	0,8 detik	Tercatat sebagai jeda penutupan.

Nilai 0,3 detik dan 0,8 detik perlu dibedakan berdasarkan definisi pengukurannya. Waktu respons pembukaan merupakan interval dari pemberian perintah hingga palang mencapai posisi terbuka. Sementara itu, jeda penutupan merupakan waktu tunggu sebelum perintah penutupan dijalankan apabila nilai tersebut memang diatur sebagai penundaan dalam program. Jeda penutupan tidak dapat langsung dianggap sebagai waktu gerak fisik servo untuk menutup palang. Pengukuran waktu menggunakan fungsi millis() atau micros() pada program Arduino perlu disertai penentuan waktu awal dan akhir yang jelas. Apabila waktu akhir hanya menunjukkan saat perintah servo diberikan, hasilnya menggambarkan waktu pemrosesan atau penjadwalan program, bukan durasi gerak mekanis palang. Oleh karena itu, waktu gerak aktual perlu diukur sampai palang mencapai posisi akhir yang ditetapkan. Respons servo dapat dipengaruhi oleh sudut pergerakan, karakteristik motor, beban mekanis palang, kestabilan catu daya, serta logika penundaan dalam program. Namun, pengaruh setiap faktor tersebut belum dapat dipastikan tanpa pengujian terpisah. Dengan demikian, data yang tersedia menunjukkan adanya mekanisme pembukaan dan penutupan otomatis, tetapi belum cukup untuk menyatakan waktu respons tersebut konsisten pada seluruh percobaan.

3.1.5 Hasil Pengujian Jarak Sensor Slot Parkir

Pengujian jarak dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sensor inframerah dalam membedakan kondisi slot terisi dan kosong. Data yang tersedia menunjukkan bahwa objek pada

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

jarak 2–5 cm dikategorikan sebagai kondisi terisi, sedangkan objek pada jarak lebih dari 10 cm dikategorikan sebagai kondisi kosong.

Tabel 5. Hasil Pengujian Jarak Sensor

No.	Jarak objek	Hasil yang dilaporkan	Keterangan
1	2–5 cm	Terisi	Objek terdeteksi pada rentang tersebut.
2	Lebih dari 10 cm	Kosong	Objek dikategorikan tidak terdeteksi sebagai kendaraan pada batas yang digunakan.
3	5–10 cm	Belum tersedia	Hasil numerik khusus pada rentang ini belum tercantum dalam data yang tersedia.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa batas jarak digunakan sebagai salah satu dasar penentuan status slot oleh Arduino Nano. Akan tetapi, karena data khusus pada rentang 5–10 cm belum tercantum, respons sensor pada rentang tersebut belum dapat ditentukan secara kuantitatif. Untuk melengkapi evaluasi, hasil pengujian aktual pada rentang 5–10 cm perlu dicatat berdasarkan jarak, jumlah percobaan, jumlah deteksi benar, dan jumlah deteksi salah. Data tersebut diperlukan untuk menentukan apakah batas klasifikasi antara slot terisi dan kosong telah bekerja sesuai dengan rancangan.

3.1.6 Hasil Pengujian Pembaruan LCD dan Penolakan Akses

Pengujian LCD dilakukan untuk memastikan bahwa informasi yang ditampilkan sesuai dengan perubahan kondisi slot parkir. Hasil implementasi yang tersedia menunjukkan tampilan "Slot Parkir: 4" ketika empat slot tersedia dan "Slot Penuh" ketika kapasitas parkir telah tercapai.

Tabel 6. Hasil Pengujian LCD dan Pengendalian Akses

No.	Skenario pengujian	Keluaran yang diharapkan	Data hasil
1	Slot parkir tersedia	LCD menampilkan jumlah slot yang tersedia.	Tampilan "Slot Parkir: 4" tercatat pada salah satu skenario.
2	Seluruh slot terisi	LCD menampilkan status "Slot Penuh".	Tampilan "Slot Penuh" tercatat pada salah satu skenario.
3	Pemicu masuk saat parkir penuh	Palang tetap tertutup.	Jumlah keberhasilan dan kegagalan belum tercatat.
4	Pemicu masuk saat slot tersedia	Palang membuka sesuai logika kontrol.	Jumlah keberhasilan dan kegagalan belum tercatat.

Pada kondisi parkir penuh, sistem dirancang untuk menolak akses masuk dengan mempertahankan palang dalam keadaan tertutup. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa pembukaan palang tidak hanya bergantung pada keberadaan objek di depan sensor, tetapi juga mempertimbangkan jumlah slot yang masih tersedia. Namun, keberhasilan pengendalian akses perlu dibuktikan dengan mencatat jumlah percobaan ketika parkir penuh, jumlah palang yang berhasil tetap tertutup, serta jumlah kejadian ketika palang terbuka secara tidak semestinya. Data tersebut diperlukan untuk menghitung tingkat keberhasilan penolakan akses dan menghindari kesimpulan yang hanya berdasarkan pengamatan pada satu kondisi.

3.2 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe telah berhasil mengintegrasikan pendeteksian kendaraan, penghitungan slot yang tersedia, penyampaian informasi melalui LCD, dan pengendalian palang menggunakan motor servo, yang merupakan karakteristik utama dari sistem yang dikembangkan. Namun, keberhasilan fungsi dasar ini tidak secara otomatis membuktikan bahwa sistem memiliki akurasi tinggi dan kestabilan operasional di seluruh kondisi penggunaan. Dari aspek deteksi, akurasi yang dilaporkan berkisar antara 94% dan 100% pada tiga kondisi objek yang diuji.

Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

Variasi ini menyoroti perlunya perhatian terhadap konfigurasi sensor dan kondisi objek saat sistem diterapkan. Namun, tanpa data kuantitatif mengenai jumlah percobaan per kondisi dan hasil deteksi benar maupun salah, tingkat ketidakpastian hasil belum dapat dievaluasi secara menyeluruh. Selain itu, pengaruh warna kendaraan dan posisi miring masih memerlukan pengujian terkontrol sebelum dapat dinyatakan sebagai penyebab variasi akurasi. Dari aspek pengendalian palang, waktu pembukaan yang tercatat sebesar 0,3 detik dan jeda penutupan 0,8 detik menunjukkan bahwa program telah menetapkan urutan pengendalian servo. Namun, kedua nilai tersebut belum cukup untuk menyimpulkan bahwa seluruh proses akses kendaraan berlangsung dalam waktu yang sama pada setiap percobaan. Evaluasi lebih lanjut diperlukan untuk membedakan antara waktu pemrosesan program, jeda penutupan, dan waktu gerak fisik palang. Faktor-faktor seperti beban mekanis, sudut gerak, dan kestabilan catu daya juga perlu diperiksa apabila ditemukan variasi waktu respons. Dari aspek informasi, LCD dapat menampilkan kondisi slot yang tersedia dan status parkir penuh, membantu menyampaikan hasil pengolahan data kepada pengguna. Meskipun demikian, klaim bahwa pembaruan informasi berlangsung stabil perlu didukung oleh pengamatan berulang, termasuk jumlah perubahan status yang diuji, jumlah pembaruan yang sesuai, dan waktu pembaruan jika diukur. Pengujian penolakan akses ketika parkir penuh juga perlu dilengkapi dengan jumlah percobaan dan tingkat keberhasilannya.

Ketika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang membahas penggunaan mikrokontroler dan sensor untuk pendeteksian ketersediaan parkir, prototipe ini menggabungkan pendeteksian slot, penghitungan kapasitas, tampilan LCD, dan pengendalian palang dalam satu rancangan. Perbandingan kinerja yang lebih kuat memerlukan data kuantitatif dari penelitian pembanding, seperti akurasi deteksi, waktu respons, metode pengujian, dan kapasitas sistem. Oleh karena itu, perbedaan penelitian ini sebaiknya ditekankan pada implementasi dan evaluasi integrasi fungsi, bukan pada klaim bahwa komponen atau mekanisme tersebut belum pernah digunakan sebelumnya. Dari aspek biaya, biaya material prototipe dilaporkan sebesar Rp245.000, yang dapat menjadi indikator biaya awal pengembangan. Namun, nilai ini belum cukup untuk menyimpulkan efisiensi biaya secara menyeluruh tanpa rincian harga setiap komponen dan batasan biaya yang dihitung. Evaluasi biaya juga perlu mempertimbangkan apakah komponen pendukung, catu daya, rangka mekanis, dan biaya lain telah dimasukkan dalam total tersebut. Secara keseluruhan, prototipe telah menunjukkan fungsi dasar sistem parkir pintar sesuai dengan rancangan. Keterbatasan utama evaluasi saat ini adalah belum lengkapnya data per percobaan, belum tersedianya hasil kuantitatif pada rentang jarak 5–10 cm, belum jelasnya pemisahan antara waktu gerak servo dan jeda penutupan, serta belum terukurnya tingkat keberhasilan penolakan akses. Oleh karena itu, pengujian lanjutan pada kondisi yang lebih beragam dan pencatatan hasil secara sistematis diperlukan untuk memperkuat kesimpulan mengenai akurasi, respons, kestabilan, dan kelayakan penerapan prototipe.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, sistem parkir pintar berbasis Arduino Nano berhasil dikembangkan sebagai prototipe untuk mendukung pemantauan ketersediaan slot parkir dan pengendalian palang secara otomatis. Sistem ini mengintegrasikan sensor inframerah untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, Arduino Nano untuk memproses data, LCD I2C 16×2 untuk menampilkan informasi ketersediaan tempat parkir, serta motor servo untuk menggerakkan palang parkir. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa sistem dapat membedakan kondisi slot terisi dan kosong, menampilkan informasi slot yang tersedia maupun yang penuh, serta mengendalikan palang berdasarkan kondisi parkir yang diuji. Pengujian deteksi kendaraan menghasilkan akurasi yang dilaporkan sebesar 100% pada mobil miniatur, 96% pada kendaraan dengan posisi miring, dan 94% pada kendaraan berwarna gelap, yang menunjukkan adanya variasi akurasi pada kondisi pengujian yang berbeda. Namun, nilai akurasi tersebut perlu diverifikasi berdasarkan jumlah percobaan dan jumlah deteksi yang benar maupun salah sebelum digunakan untuk menyimpulkan kinerja sistem secara keseluruhan. Dengan demikian, kesimpulan penelitian ini dibatasi pada fungsi

E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

dan kondisi pengujian yang telah dilaporkan. Dari sisi penerapan, prototipe ini berpotensi digunakan sebagai dasar pengembangan sistem parkir otomatis pada area parkir berskala kecil. Penerapan pada area parkir yang lebih besar memerlukan penambahan sensor sesuai jumlah slot, pengembangan pengendalian beberapa palang, serta mekanisme komunikasi dan pemantauan terpusat. Biaya komponen inti berdasarkan estimasi harga pasar yang digunakan dalam revisi naskah adalah Rp157.200, yang belum termasuk rangka, bahan palang, catu daya tambahan, dan biaya pendukung lainnya. Oleh karena itu, angka tersebut merupakan estimasi biaya komponen inti, bukan total biaya aktual keseluruhan prototipe. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian menggunakan kendaraan nyata dengan variasi ukuran, posisi, warna, jarak, serta kondisi pencahayaan lingkungan. Pengujian juga perlu diulang dengan jumlah percobaan yang terdokumentasi agar akurasi, tingkat kesalahan deteksi, dan konsistensi respons motor servo dapat dihitung secara terukur. Selain itu, integrasi modul Wi-Fi ESP8266 dan aplikasi smartphone dapat dikembangkan untuk memungkinkan pemantauan ketersediaan slot parkir dari jarak jauh. Pengembangan tersebut perlu disertai pengujian konektivitas, keterlambatan pembaruan data, dan keandalan komunikasi sebelum sistem diterapkan pada area parkir yang lebih luas.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Palembang, khususnya Program Studi Teknologi Informasi, yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses perancangan, pengembangan, dan pengujian sistem parkir pintar berbasis Arduino sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

6. Daftar Pustaka

Abdellatif, MM, Elshabasy, NH, Elashmawy, AE, & AbdelRaheem, M. (2023). Model pengenalan plat nomor Arab berbasis IoT berbiaya rendah untuk sistem parkir pintar. *Jurnal Teknik Ain Shams* , *14* (6), 102178. https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102178.

Aditya, A., Anwarul, S., Tanwar, R., & Koneru, SKV (2023). Sistem parkir cerdas (IPS) yang dibantu IoT untuk kota cerdas. *Procedia Computer Science* , *218* , 1045-1054.

Agarwal, Y., Ratnani, P., Shah, U., & Jain, P. (2021, May). IoT based smart parking system. In *2021 5th international conference on intelligent computing and control systems (ICICCS)* (pp. 464-470). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICICCS51141.2021.9432196.

Alam, MR, Saha, S., Bostami, MB, Islam, MS, Aadeeb, MS, & Islam, AM (2023). Survei tentang sistem manajemen parkir pintar berbasis IoT: Pendekatan, keterbatasan, dan agenda penelitian masa depan. *IEEE access* , *11* , 119523-119543. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3327306.

Alymani, M., Almoqhem, LA, Alabdulwahab, DA, Alghamdi, AA, Alshahrani, H., & Raza, K. (2025). Memungkinkan parkir pintar untuk kota pintar menggunakan Internet of Things (IoT) dan pembelajaran mesin. *PeerJ Computer Science* , *11* , e2544. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2544.

ARYA, D., MARIZA, W., META, M., Fauziah, F., YULI, F., & DINA, A. (2025). Prototype sistem ketersediaan dan kapasitas tempat parkir mobil berbasis Arduino Uno. *JURNAL ILMIAH TEKNIK Учредители: Asosiasi Dosen Muda Indonesia*, *4*(1), 31-39.

E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

Biyik, C., Allam, Z., Pieri, G., Moroni, D., O'fraifer, M., O'connell, E., ... & 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.

Carrera García, J. M., Recas Piorno, J., & Guijarro Mata-García, M. (2022). Expert system design for vacant parking space location using automatic learning and artificial vision. *Multimedia Tools and Applications*, *81*(27), 38661-38683.

Channamallu, S. S., Kermanshachi, S., Rosenberger, J. M., & Pamidimukkala, A. (2023). A review of smart parking systems. *Transportation Research Procedia*, *73*, 289-296. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.920.

Dahiya, A., Mittal, P., Sharma, Y. K., Lilhore, U. K., Simaiya, S., Ghith, E., & Tlija, M. (2024). Machine learning-based prediction of parking space availability in IoT-enabled smart parking management systems. *Journal of Advanced Transportation*, *2024*(1), 8474973. https://doi.org/10.1155/2024/8474973.

Elfaki, A. O., Messoudi, W., Bushnag, A., Abuzneid, S., & Alhmiedat, T. (2023). A smart real-time parking control and monitoring system. *Sensors*, *23*(24), 9741. https://doi.org/10.3390/s23249741.

Fahim, A., Hasan, M., & Chowdhury, M. A. (2021). Smart parking systems: comprehensive review based on various aspects. *Heliyon*, *7*(5).

Floris, A., Porcu, S., Atzori, L., & Girau, R. (2022). Platform berbasis IoT sosial untuk penerapan solusi parkir pintar. *Jaringan Komputer* , *205* , 108756.

Hendajani, F., Anjasmoro, F. R., Hakim, A., & Wardhani, I. P. (2022). Sistem Manajemen Pengalamatan Parkir Mobil dalam Suatu Gedung menggunakan Arduino Uno: Array.

Ilmananda, A. S., Djuk, J. A. L., & Sanusi, A. P. (2026). Implementation of IoT-Based Smart Parking with Automated Barrier and QR Code Validation. *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, *9*(2), 506-516.

Jabbar, W. A., Tiew, L. Y., & Shah, N. Y. A. (2024). Internet of things enabled parking management system using long range wide area network for smart city. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, *4*, 82-98.

Kováčiková, K., Novák, A., Kováčiková, M., & Sedláčková, A. N. (2022). Smart parking as a part of Smart airport concept. *Transportation Research Procedia*, *65*, 70-77. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.11.009.

Kumar, H. V., & Rajesh, H. (2024, December). IOT Based Smart Parking System. In *2024 IEEE 3rd International Conference on Data, Decision and Systems (ICDDS)* (pp. 1-5). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICDDS62937.2024.10910776.

Lee, CP, Leng, FTJ, Habeeb, RAA, Amanullah, MA, & ur Rehman, MH (2022). Parkir pintar yang aman dan hemat energi dengan dukungan komputasi tepi: Sebuah tinjauan. *Mikroprosesor dan Mikrosistem* , *93* , 104612.

E-ISSN: 3047-6674 | P-ISSN: 3047-6682
Vol. 4 No. 1 (2027) | Januari
OPEN ACCESS
https://doi.org/10.35870/jikti.v3i2.2184

Li, B., Hou, F., Ding, H., & Wu, H. (2021). Community based parking: Finding and predicting available parking spaces based on the Internet of Things and crowdsensing. *Computers & Industrial Engineering*, *162*, 107755.

Margolis, M., Jepson, B., & Weldin, NR (2020). *Buku resep Arduino: resep untuk memulai, mengembangkan, dan meningkatkan proyek Anda* . O'Reilly Media.

Prasetyo, T. F., Ta'i, M., & Rosano, A. (2026). ANALISIS IMPLEMENTASI SENSOR INFRAMERAH BERBASIS PROTOTYPE E-PARKING SEBAGAI PENGGANTI LOOP DETECTOR PADA SISTEM GATE PARKING. *Jurnal Sistem Informasi Kaputama (JSIK)*, *10*(1), 27-34. https://doi.org/10.59697/jsik.v10i1.1226.

Putra, H. R. P., Hutavea, A. S., & Utama, Y. P. Y. (2025). Pengembangan Sistem Deteksi Ruang Parkir Otomatis Menggunakan Sensor Inframerah Dan Teknologi Arduino. *Electrical Engineering and Informatics Journal (ELIJITA)*, *1*(01), 01-13.

Ranjani, P. R., & Harini, N. (2024, December). IoT Based Cloud-Integrated Smart Parking System With Reservation. In *2024 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)* (pp. 1-4). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICSCAN62807.2024.10894637.

Saputtra, A. S., & Giap, Y. C. (2022). Prototype Ketersediaan Slot Parkir Berbasis Internet Of Things Menggunakan Arduino Uno dan NodeMCU. *Jurnal Minfo Polgan*, *11*(1), 23-28. https://doi.org/10.33395/jmp.v11i1.11658.

Singh, S. K., Pan, Y., & Park, J. H. (2022). Blockchain-enabled secure framework for energy-efficient smart parking in sustainable city environment. *Sustainable Cities and Society*, *76*, 103364.

Widodo, A. E., & Wati, F. F. (2023). Parkir Pintar Berbasis Arduino Uno Untuk Gedung Bertingkat. *CONTEN: Computer and Network Technology*, *3*(1), 6-10. https://doi.org/10.31294/conten.v3i1.1978.

Yang, J., He, J., & Wang, X. (2023). Design of intelligent parking system based on internet of things and cloud platform. *International Journal of Grid and High Performance Computing (IJGHPC)*, *15*(2), 1-18.