

Rancang Bangun Sistem Identifikasi Kendaraan pada Parkiran Otomatis Menggunakan LED Infrared dan Sensor TSOP1738 untuk Sistem Parkir Cerdas

1st Muhamad Afri Marliansyah
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
line 5: alamat email atau ORCID

2nd Agus Virgono
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
avirgono@telkomuniversity.ac.id

line 1: 3rd Randy Erfa Saputra
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
resaputra@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian ini mengimplementasikan sistem identifikasi kendaraan otomatis menggunakan pemancar sinar *infrared* yang dipasang pada kendaraan. Sinyal dikirim dalam bentuk ID kendaraan dan diterima oleh sensor TSOP1738, kemudian diproses oleh Arduino Uno untuk membuka palang parkir secara otomatis. Sistem diuji menggunakan empat ID *infrared* berbeda, dan hasil menunjukkan akurasi deteksi sebesar 100%. Waktu kirim dan terima kode dari sensor ke sistem rata-rata 358,60 ms. Jangkauan deteksi efektif sensor TSOP1738 terhadap sinyal *infrared* mencapai 2 meter pada siang hari dan 5 meter pada malam hari. Sistem juga mampu membedakan kendaraan berdasarkan ID yang unik, serta menolak kendaraan tanpa ID valid. Dengan dukungan deteksi *real-time* dan tanpa interaksi manual, sistem ini terbukti efisien sebagai solusi pengelolaan parkir otomatis berbasis identifikasi sinyal *infrared*.

Kata kunci— Identifikasi kendaraan, Arduino Uno, *infrared* ID, TSOP1738, sistem parkir otomatis

I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan pribadi mengakibatkan meningkatnya tekanan terhadap sistem parkir di area publik. Sistem parkir konvensional yang menggunakan kartu atau tiket menimbulkan antrean dan ketidaknyamanan karena masih membutuhkan interaksi manual. Sebagai solusi, digunakan pendekatan otomatisasi berbasis pemancar *infrared* LED 5mm yang dipasang pada kendaraan untuk mengirimkan ID unik. ID tersebut diterima oleh sensor TSOP1738, kemudian diproses oleh Arduino Uno untuk membuka palang parkir secara otomatis. Sistem ini juga dilengkapi sensor ultrasonik HC-SR04 guna memverifikasi keberadaan kendaraan di slot parkir yang sesuai, menghindari kesalahan lokasi dan meningkatkan akurasi pendataan[1].

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem identifikasi kendaraan otomatis berbasis *infrared* yang bekerja secara *real-time* tanpa kontak fisik. Sistem parkir pintar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, mengurangi waktu pencarian tempat parkir, dan menurunkan emisi CO₂ per kendaraan, yang berkontribusi pada pengurangan konsumsi bahan bakar serta mendukung

pengurangan polusi udara[2]. Kombinasi antara pemancar *infrared*, sensor penerima, sensor ultrasonik, dan mikrokontroler Arduino menciptakan sistem yang murah, efisien, dan minim intervensi manual. Dengan memanfaatkan kemampuan sensor untuk mengenali kendaraan dan memverifikasi posisi parkir, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi akses, mempercepat proses masuk, dan mendukung pengelolaan parkir cerdas di lingkungan modern[3].

II. KAJIAN TEORI

A. Pemancar Sinar *Infrared* (LED IR 5mm)

LED *infrared* berukuran 5 mm digunakan sebagai pemancar sinyal yang dipasang pada kendaraan. Komponen ini menghasilkan cahaya *infrared* dengan panjang gelombang sekitar 940 nm dan digunakan untuk mengirimkan ID kendaraan secara nirkabel. LED ini hemat daya dan memiliki jangkauan efektif hingga 5 meter tergantung konfigurasi arus, LED *infrared* ini juga memiliki kemudahan integrasi dengan berbagai sistem mikrokontroler seperti Arduino[4], menjadikannya ideal untuk aplikasi sistem identifikasi berbasis *infrared* ID.

B. Sensor *Infrared* TSOP1738

TSOP1738 merupakan sensor penerima sinyal *infrared* dengan frekuensi 38 kHz. Sensor ini mampu membaca sinyal secara cepat, bekerja dalam kondisi pencahayaan tinggi[5], serta memiliki daya konsumsi rendah, yaitu 5 mA. Dalam sistem identifikasi kendaraan otomatis, dua TSOP1738 secara paralel dapat meningkatkan cakupan dan respons deteksi.

C. Aktuator Palang Parkir

Servo SG90 digunakan sebagai aktuator untuk menggerakkan palang parkir otomatis. Komponen ini dapat bergerak dalam sudut tertentu, yaitu 0–90 derajat berdasarkan sinyal PWM dari mikrokontroler.

D. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak objek dengan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik. Dalam konteks parkir, sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada slot parkir. Sensor ini dapat mendeteksi objek pada jarak antara 2 cm hingga 200 cm[6]. Keunggulan sensor ini terletak pada akurasi tinggi dan ketahanannya terhadap gangguan pencahayaan, sehingga lebih andal dibandingkan sensor berbasis cahaya untuk memantau posisi kendaraan.

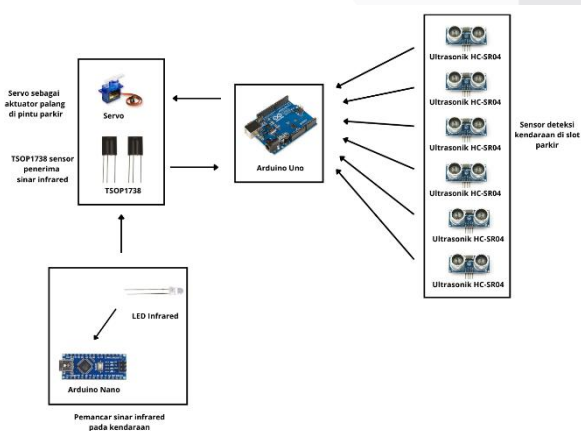
E. Arduino Uno dan Arduino Nano

Arduino Uno digunakan sebagai pusat kendali utama dalam sistem parkir otomatis. Arduino Uno merupakan mikrokontroler Atmega328 yang bertanggung jawab untuk menerima data dari sensor TSOP1738 dan memverifikasi keberadaan kendaraan melalui sensor ultrasonik[7]. Arduino Uno dipilih karena memiliki jumlah pin yang cukup, kemudahan integrasi dengan sensor serta aktuator, dan kompatibilitas luas dengan berbagai pustaka.

Sementara itu, Arduino Nano digunakan sebagai unit terpisah untuk mengontrol pemancar *infrared* yang dipasang pada kendaraan. Dengan bentuk yang lebih ringkas dan konsumsi daya lebih rendah, Arduino Nano cocok digunakan sebagai sistem pemancar portabel yang dapat memancarkan ID kendaraan dalam bentuk sinyal *infrared* melalui LED IR 5mm. Pemisahan fungsi antara Uno dan Nano mendukung arsitektur sistem yang lebih modular dan efisien dalam komunikasi nirkabel berbasis *infrared*.

III. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen rekayasa sistem, dimulai dari perancangan rangkaian pemancar *infrared* berbasis Arduino Nano, integrasi sensor penerima TSOP1738, hingga pemrosesan data oleh Arduino Uno sebagai pusat kendali sistem parkir. Sistem ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di slot parkir secara *real-time* guna memastikan kendaraan benar-benar menempati slot yang sesuai setelah identifikasi berhasil.



GAMBAR 1

Rancangan sistem identifikasi kendaraan otomatis

Gambar 1 menunjukkan alur kerja sistem identifikasi kendaraan otomatis menggunakan pemancar LED *infrared* dan sensor penerima TSOP1738. ID kendaraan dikirim melalui sinyal *infrared* dari pemancar berbasis Arduino Nano dan diterima oleh TSOP1738. Arduino Uno sebagai pusat kendali memproses ID yang valid untuk mengaktifkan palang parkir. Sistem juga dilengkapi sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memverifikasi keberadaan kendaraan pada slot parkir yang tersedia.



GAMBAR 2

Rangkaian pemancar sinar infrared

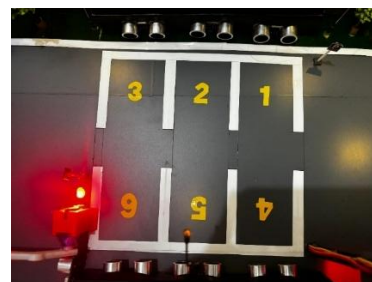
Gambar 2 menunjukkan rangkaian pemancar *infrared* pada sistem parkir otomatis terdiri dari Arduino Nano sebagai pengendali, LED *infrared* sebagai pemancar sinyal, dan resistor pembatas arus. Rangkaian ini menggunakan baterai Li-Po sebagai sumber daya portabel yang dapat diisi ulang melalui port USB. Seluruh komponen dirakit dalam casing pelindung untuk memastikan operasi yang stabil, efisien, dan fleksibel dalam mendukung deteksi kendaraan.



GAMBAR 3

Infrared receiver TSOP1738 pintu masuk parkir

Gambar 3 memperlihatkan komponen TSOP1738, yaitu sensor *infrared* receiver yang dipasang di pintu masuk. Komponen ini berfungsi untuk menerima sinyal dari pemancar *infrared* yang dibawa oleh kendaraan. Ketika sinyal diterima dengan benar, sistem akan memberikan perintah untuk membuka palang secara otomatis, memungkinkan kendaraan masuk ke area parkir.



GAMBAR 4

Ultrasonik HC-SR04 pada slot parkir

Gambar 4 menunjukkan area parkir dari sistem parkir otomatis yang terdiri atas enam slot parkir yang diberi nomor 1 hingga 6. Penomoran dilakukan secara sistematis untuk mempermudah identifikasi posisi kendaraan oleh sistem. Pada masing-masing slot parkir dipasang sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kendaraan secara *real-time*.

Data diperoleh melalui pengujian akurasi pembacaan ID kendaraan, waktu kirim dan terima kode dari sensor ke sistem, jangkauan deteksi *infrared*, serta validasi posisi kendaraan di slot parkir menggunakan sensor ultrasonik.

A. Pengujian Deteksi dan Pengenalan ID dari LED *Infrared*

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan sistem dapat mendeteksi dan mengenali ID terdaftar yang dipancarkan oleh LED *infrared* dari kendaraan.

B. Pengujian Jarak Jangkauan Pembacaan Kode *Infrared* Dalam Kondisi Siang dan Malam

Pengujian dilakukan untuk mengetahui efektivitas pembacaan sinyal *infrared* dalam berbagai kondisi pencahayaan.

C. Pengujian Sensor Ultrasonik untuk Deteksi Kendaraan di Area Parkir

Sensor ultrasonik diuji untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di slot parkir maupun area gerbang.

D. Pengujian Latensi Penerimaan Sinyal *Infrared* oleh Arduino

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan mulai dari saat pemancar *infrared* mengirimkan sinyal hingga sinyal tersebut diterima dan dikenali oleh sensor TSOP1738 yang terhubung ke Arduino. Waktu pengiriman dan waktu penerimaan dicatat menggunakan pencatatan waktu mikro (millis), dan selisih keduanya dihitung sebagai nilai latensi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menilai keandalan sistem identifikasi kendaraan yang dirancang, sejumlah pengujian dilakukan secara sistematis terhadap setiap komponen utama. Fokus pengujian diarahkan pada kemampuan sistem dalam mengenali sinyal dari pemancar LED *infrared*, ketahanan pembacaan terhadap kondisi pencahayaan sekitar, akurasi deteksi keberadaan kendaraan, serta responsivitas penerimaan sinyal oleh pengendali mikrokontroler.

A. Hasil Pengujian Deteksi dan Pengenalan ID dari LED *Infrared*

Tingkat keberhasilan transmisi data pada sistem komunikasi *infrared* dapat dihitung sebagai persentase dari jumlah data yang berhasil diterima dibandingkan dengan jumlah total data yang dikirim[8].

TABEL 1
Pengujian pengenalan ID kendaraan

ID (NIM)	Keterangan	Total deteksi	Deteksi Dikenali	Akurasi Deteksi (%)
1103210001	Terdaftar	30	Ya	100%
1103213045	Terdaftar	30	Ya	100%
1103211234	Tidak Terdaftar	30	Tidak	100%
110315678	Tidak Terdaftar	30	Tidak	100%

Berdasarkan Tabel 1, hasil menunjukkan bahwa ID terdaftar yaitu 1103210001 dan 1103213045 berhasil dideteksi dan dikenali oleh sistem dalam seluruh percobaan, tanpa ada kegagalan, sehingga mencapai tingkat akurasi deteksi 100%. Sementara itu, ID tidak terdaftar yaitu 1103211234 dan 110315678 juga diuji sebanyak 30 kali, dan sistem secara konsisten menolak ID tersebut tanpa kesalahan deteksi, menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan antara ID yang sah dan tidak sah dengan tingkat akurasi 100%.

B. Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Pembacaan Kode *Infrared* Dalam Kondisi Siang dan Malam

Jangkauan area sinyal *infrared* dapat ditentukan dengan memperhitungkan sudut pancaran pemancar dan jarak efektif yang merupakan turunan dari konsep sudut padat (*solid angle*) dalam geometri kerucut[9].

TABEL 2
Jangkauan jarak deteksi siang hari

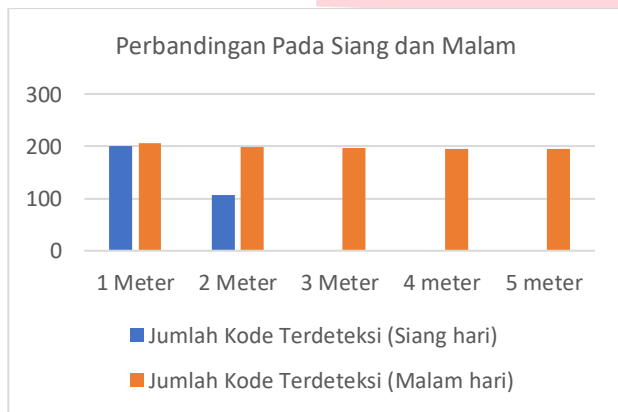
Jarak (m)	Waktu Pengujian (Jam)	Jumlah Kode Terdeteksi	Hasil Deteksi
1 Meter	11.14 – 11.16	200 kode	Terdeteksi
2 Meter	11.18 – 11.20	107 kode	Terdeteksi
3 Meter	11.24 – 11.27	0 kode	Tidak Terdeteksi
4 Meter	11.30 – 11.32	0 kode	Tidak Terdeteksi
5 Meter	11.24 – 11.27	0 kode	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan Tabel 2, pengujian dilakukan pada tiga jarak berbeda, yakni 1 meter, 2 meter, dan 3 meter, masing-masing dalam rentang waktu 2 menit, dengan tujuan mengamati seberapa banyak kode *infrared* yang berhasil terdeteksi oleh sistem. Hasilnya, pada jarak 1 meter, sensor penerima *infrared* berhasil mendeteksi 200 kode, menandakan deteksi sangat baik. Pada jarak 2 meter, jumlah kode yang terdeteksi turun menjadi 107, menunjukkan adanya penurunan kemampuan sensor. Sedangkan pada jarak 3 meter, tidak ada kode yang terdeteksi sama sekali, artinya sensor tidak mampu bekerja pada jarak tersebut di siang hari. Kesimpulannya, sensor penerima *infrared* paling efektif digunakan pada jarak maksimal 2 meter dalam kondisi terang.

TABEL 3
Jangkauan jarak deteksi malam

Jarak (m)	Waktu Pengujian (Jam)	Jumlah Kode Terdeteksi	Hasil Deteksi
1 Meter	02.40 – 02.42	205 kode	Terdeteksi
2 Meter	03.05 – 03.07	198 kode	Terdeteksi
3 Meter	03.13 – 03.15	197 kode	Terdeteksi
4 Meter	03.18 – 03.20	194 kode	Terdeteksi
5 Meter	03.23 – 03.25	194 kode	Terdeteksi

Berdasarkan Tabel 3, pengujian dilakukan pada lima jarak berbeda, mulai dari 1 meter hingga 5 meter. Hasilnya, pada jarak 1 meter, sensor penerima *infrared* berhasil mendeteksi 205 kode, menunjukkan performa yang sangat baik. Pada jarak 2 meter, jumlah kode yang terdeteksi masih tinggi, yaitu 198 kode, dan diikuti dengan hasil 197 kode pada jarak 3 meter. Bahkan pada jarak 4 meter dan 5 meter, sensor tetap mampu mendeteksi 194 kode secara konsisten.



GAMBAR 5

Grafik perbandingan jangkauan jarak deteksi siang dan malam

Gambar 5 menunjukkan grafik perbandingan jumlah kode yang terdeteksi oleh sensor pada berbagai jarak antara kondisi siang hari dan malam hari. Grafik ini menggambarkan performa sistem deteksi berdasarkan intensitas cahaya lingkungan. Intensitas cahaya yang tinggi dapat mempengaruhi responsivitas sensor, sehingga kinerjanya menurun dalam lingkungan dengan pencahayaan terang[10].

C. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik untuk Deteksi Kendaraan di Area Parkir

Proses pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk memastikan bahwa sensor mampu mendeteksi keberadaan kendaraan secara akurat saat kendaraan berada di slot parkir.

TABEL 4
Pengujian deteksi sensor ultrasonik di slot parkir

Sensor	Skenario	Jarak (cm)	Hasil Aktual	Status
Ultrasonik 1	Kendaraan Parkir	2 cm	Slot 1 Terisi	Lulus
Ultrasonik 1	Kendaraan Keluar Slot	10 cm	Slot 1 Kosong	Lulus

Ultrasonik 2	Kendaraan Parkir	3 cm	Slot 2 Terisi	Lulus
Ultrasonik 2	Kendaraan Keluar Slot	9 cm	Slot 2 Kosong	Lulus
Ultrasonik 3	Kendaraan Parkir	4 cm	Slot 3 Terisi	Lulus
Ultrasonik 3	Kendaraan Keluar Slot	8 cm	Slot 3 Kosong	Lulus
Ultrasonik 4	Kendaraan Parkir	5 cm	Slot 4 Terisi	Lulus
Ultrasonik 4	Kendaraan Keluar Slot	7 cm	Slot 4 Kosong	Lulus
Ultrasonik 5	Kendaraan Parkir	2 cm	Slot 5 Terisi	Lulus
Ultrasonik 5	Kendaraan Keluar Slot	6 cm	Slot 5 Kosong	Lulus
Ultrasonik 6	Kendaraan Parkir	3 cm	Slot 6 Terisi	Lulus
Ultrasonik 6	Kendaraan Keluar Slot	10 cm	Slot 6 Kosong	Lulus

Berdasarkan Tabel 4, hasil dari pengujian semua sensor berhasil mendeteksi kondisi dengan benar. Saat kendaraan parkir dan berada dekat dengan sensor dengan jarak 1–5 cm, sistem menunjukkan bahwa slot terisi. Ketika kendaraan keluar dan jaraknya menjadi lebih jauh >5 cm, sistem menunjukkan bahwa slot kosong.

D. Hasil Pengujian Latensi Penerimaan Sinyal *Infrared* oleh Arduino

Waktu pengiriman dan waktu penerimaan sinyal dicatat secara otomatis menggunakan fungsi `millis()` baik pada sisi pemancar maupun pada Arduino. Selisih antara waktu kirim dan waktu terima dihitung sebagai latensi. Pengujian dilakukan 30 kali untuk memperoleh hasil rata-rata dan memastikan kestabilan respon sensor terhadap sinyal *infrared*.

TABEL 5
Latensi waktu kirim dan terima kode

No.	Waktu Kirim Kode Infrared	Waktu Terima TSOP1738	Latensi (ms)
1.	22:37:26.075	22:37:26.110	35 ms
2.	22:37:26.611	22:37:26.646	35 ms
3.	22:37:27.148	22:37:27.170	22 ms
4.	22:37:27.708	22:37:27.708	0 ms
5.	22:37:28.241	22:37:28.242	1 ms
6.	22:37:28.777	22:37:28.778	1 ms

No.	Waktu Kirim Kode Infrared	Waktu Terima TSOP1738	Latensi (ms)
7.	22:37:29.314	22:37:29.314	0 ms
8.	22:37:29.845	22:37:29.892	47 ms
9.	22:37:30.363	22:37:30.397	34 ms
10.	22:37:30.899	22:37:30.933	34 ms
11.	22:37:31.453	22:37:31.503	50 ms
12.	22:37:31.996	22:37:32.529	533 ms
13.	22:37:32.528	22:37:33.104	576 ms
14.	22:37:33.058	22:37:33.612	554 ms
15.	22:37:33.578	22:37:34.109	531 ms
16.	22:37:34.132	22:37:34.694	562 ms
17.	22:37:34.661	22:37:35.212	551 ms
18.	22:37:35.212	22:37:35.754	542 ms
19.	22:37:35.753	22:37:36.284	531 ms
20.	22:37:36.283	22:37:36.857	574 ms
21.	22:37:36.810	22:37:37.364	556 ms
22.	22:37:37.331	22:37:37.889	558 ms
23.	22:37:37.888	22:37:38.423	535 ms
24.	22:37:38.424	22:37:38.960	536 ms
25.	22:37:38.960	22:37:39.503	543 ms
26.	22:37:39.502	22:37:40.045	543 ms
27.	22:37:40.010	22:37:40.547	537 ms
28.	22:37:40.589	22:37:41.163	574 ms
29.	22:37:41.102	22:37:41.691	589 ms
30.	22:37:41.649	22:37:42.224	575 ms
Maksimum			589 ms
Minimum			0 ms
Rata-rata			358,60 ms
Standar Deviasi			255,57 ms

Berdasarkan Tabel 5, hasilnya menunjukkan bahwa latensi atau jeda waktu antara pengiriman dan penerimaan sinyal bervariasi, dengan nilai tercepat sebesar 0 ms dan terlama mencapai 589 ms. Nilai rata-rata latensi berada di angka 358,60 ms, dan standar deviasi sebesar 255,57 ms menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup besar antara tiap percobaan.

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem identifikasi kendaraan berbasis LED infrared dan sensor TSOP1738 telah berhasil diimplementasikan dengan performa yang akurat

dan stabil. Sistem mampu mengenali ID kendaraan terdaftar dan menolak ID tidak sah dengan tingkat akurasi deteksi mencapai 100%, baik dalam uji identifikasi maupun validasi terhadap ID yang tidak dikenali. Uji jangkauan sinyal *infrared* menunjukkan bahwa sensor bekerja efektif hingga jarak 2 meter pada siang hari, dan tetap responsif hingga 5 meter pada malam hari, meskipun intensitas cahaya mempengaruhi sensitivitas penerimaan sinyal. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 membuktikan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan kendaraan di slot parkir dengan akurasi tinggi, membedakan kondisi “terisi” dan “kosong” berdasarkan jarak. Sementara itu, hasil pengujian latensi penerimaan sinyal oleh Arduino menunjukkan rata-rata waktu tunda sebesar 358,60 ms, meskipun terdapat fluktuasi antar percobaan. Secara keseluruhan, sistem telah terbukti dapat menjalankan proses identifikasi kendaraan dan pendeteksian slot secara otomatis dan *real-time*, serta layak diterapkan dalam lingkungan parkir cerdas yang membutuhkan efisiensi dan keandalan.

REFERENSI

- [1] A. Purbo Wiseso, D. Irawan, and R. Puji Astutik, “RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI KETERSEDIAAN SLOT PARKIR DALAM MALL,” *MDPI*.
- [2] D. Hernikawati, “PERBANDINGAN SOLUSI PARKIR KONVENSIIONAL DENGAN SMART PARKING THE COMPARISON OF CONVENTIONAL PARKING SOLUTIONS WITH SMART PARKING,” *Jurnal Mediakom*.
- [3] A. N. M. Nasution, R. Munadi, and S. Sussi, “Design and Implementation of Smart Parking System Using Location-Based Service and Gamification Based On Internet Of Things,” *JURNAL INFOTEL*, vol. 13, no. 2, pp. 63–75, May 2021, doi: 10.20895/infotel.v13i2.654.
- [4] R. Kale, N. Kadekar, P. Gaikwad, G. Kendre, and V. Upadhey, “IR COMMUNICATION USING ARDUINO UNO,” *www.irjmets.com @International Research Journal of Modernization in Engineering*, 1804, [Online]. Available: www.irjmets.com
- [5] C. Sarpong, N. Kodwo Nyame, Y. Faibille, and N. Osei, “FACULTY OF SOCIAL STUDIES DEPARTMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN INFRARED TOGGLED SWITCH,” 2014.
- [6] A. Rafi, A. Tahtawi, and K. Filter, “Kalman Filter Algorithm Design for HC-SR04 Ultrasonic Sensor Data Acquisition System,” *IJITEE*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [7] E. Sunandar *et al.*, “PROTOTYPE MONITORING AREA PARKIR MOBIL BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK MENDETEKSI KETERSEDIAAN SLOT PARKIR SECARA OTOMATIS,” 2017.
- [8] M. Shivling, G. Swami, M. Rohan, V. Mahajan, and S. Mali, “INTEGRATING INFRARED WITH LI-FI FOR DATA TRANSMISSION,” *www.irjmets.com @International Research Journal of Modernization*

- in *Engineering*, vol. 3155, doi: 10.56726/IRJMETSS59325.
- [9] P. Quincey, "Solid angles in perspective," *Phys Educ*, vol. 55, no. 5, Sep. 2020, doi: 10.1088/1361-6552/ab9323.
- [10] M. Syaifullah, "FISH PACKAGING COUNTING TOOL STOCK BASED ON ARDUINO UNO," *JURNAL PERSEGI BULAT*, 2023.

