

Implementasi Teknologi OCR untuk Pembacaan Plat Nomor Kendaraan pada Aplikasi berbasis Mobile Menggunakan Model Pengembangan SDLC

Ilham Albana^{1*}, Ecky Efansyah Sukoco², Akbar Fitrian³, Anugerah Bagus Wijaya⁴, Aulia Hamdi⁵, Fiby Nur Afiana⁶, Zanuar Rifai⁷

¹Teknologi Informasi, Universitas AMIKOM Purwokerto, Purwokerto, Indonesia, 53121

^{2,3,4,5}Informatika, Universitas AMIKOM Purwokerto, Purwokerto, Indonesia, 53121

⁶Sistem Informasi, Universitas AMIKOM Purwokerto, Purwokerto, Indonesia, 53121

⁷Bisnis Digital, Universitas AMIKOM Purwokerto, Purwokerto, Indonesia, 53121

e-mail: ¹ilhamalbana@amikompurwokerto.ac.id, ²ecky_sukoco@gmail.com,

³akbar_fitrian@gmail.com, ⁴anugerah@amikompurwokerto.ac.id, ⁵hamdi@amikompurwokerto.ac.id,

⁶fiby@amikompurwokerto.ac.id, ⁷zanuar.rifai@amikompurwokerto.ac.id ,

*Corresponding author

Submitted Date: November 25, 2024

Reviewed December 29, 2024

Revised Date: January 05, 2025

Accepted Date: January 31, 2025

Abstract

Vehicle license plate recognition plays a vital role in intelligent transportation systems, parking management, and digital ticketing. However, conventional license plate recognition systems often face challenges related to lighting variations, viewing angles, and character distortions, which can decrease accuracy and efficiency, especially on mobile devices. This study aims to implement an Optical Character Recognition (OCR) framework, specifically EasyOCR, in a mobile application designed to read vehicle license plates in real time. The system was developed using the Software Development Life Cycle (SDLC) methodology, which includes the stages of planning, analysis, design, implementation, and testing. The mobile application was built using Flutter, integrated with a smartphone camera for data input and EasyOCR for text extraction. The testing results demonstrate that the proposed system can accurately detect and recognize license plate characters with an average accuracy rate of 100%. The contribution of this study lies in the application of EasyOCR on mobile platforms through a structured SDLC approach, enhancing the practicality of OCR-based vehicle identification systems for real-world transportation and parking management applications.

Keywords: Optical Character Recognition, EasyOCR, SDLC, License Plate Recognition, Mobile Application

Abstrak

Sistem pembacaan plat nomor kendaraan memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi berbasis transportasi dan manajemen parkir. Kendati demikian, proses identifikasi plat nomor masih sering menghadapi kendala pada kondisi lingkungan dengan pencahayaan tidak merata, sudut pandang berbeda, serta variasi bentuk karakter. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan framework Optical Character Recognition (OCR) menggunakan EasyOCR dalam aplikasi mobile untuk membaca plat nomor kendaraan secara real-time. Metode pengembangan yang digunakan adalah Software Development Life Cycle (SDLC) yang mencakup tahapan perencanaan, analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian. Framework EasyOCR dipilih karena memiliki akurasi tinggi dalam pengenalan teks pada berbagai kondisi citra, sedangkan aplikasi mobile dikembangkan berbasis Android menggunakan Flutter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali plat nomor dengan tingkat akurasi rata-rata 100% pada berbagai kondisi pencahayaan. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam penerapan framework OCR pada perangkat mobile untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem identifikasi kendaraan.



Kata Kunci: OCR, EasyOCR, SDLC, Deteksi Plat Nomor, Aplikasi Mobile

1. Pendahuluan

Sektor pariwisata merupakan salah satu kontributor utama bagi perekonomian Indonesia dan berperan penting dalam penciptaan lapangan kerja, peningkatan pendapatan daerah, serta pertumbuhan ekonomi nasional (Alifiah Dinhaq Lubis et al., 2022; Fauziyah et al., 2023). Seiring perkembangan teknologi digital, aplikasi seluler semakin banyak digunakan Wisatawan untuk pembelian tiket, reservasi, hingga akses informasi destinasi (Şeker et al., 2023; Zacarias et al., 2023). Namun demikian, masih terdapat masalah ketidaksesuaian antara harga tiket masuk dengan biaya tiket parkir. Ketidaksesuaian ini seringkali disebabkan oleh sistem pencatatan manual kendaraan yang tidak terintegrasi dengan sistem penjualan tiket masuk, sehingga memicu ketidaknyamanan, potensi kecurangan, serta kerugian bagi pengelola wisata.

Sistem pembacaan plat nomor kendaraan merupakan salah satu komponen vital dalam manajemen transportasi modern, terutama pada sektor parkir otomatis, keamanan lalu lintas, dan sistem tiket elektronik. Peningkatan volume kendaraan di Indonesia menuntut adanya sistem identifikasi kendaraan yang cepat dan akurat untuk mendukung efisiensi layanan publik (Taufik et al., 2025).

Kendala utama pada sistem pembacaan plat nomor konvensional adalah keterbatasan akurasi pada kondisi pencahayaan rendah, distorsi gambar, serta ketergantungan pada perangkat keras berperforma tinggi. Dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem berbasis mobile yang efisien, diperlukan pendekatan yang dapat dijalankan secara ringan namun tetap akurat (Martadinata et al., 2025).

Beberapa penelitian menggunakan Tesseract OCR untuk membaca teks dari citra plat nomor, namun metode ini memiliki keterbatasan dalam mengenali karakter pada kondisi pencahayaan kompleks dan variasi font (Zacarias et al., 2023).

Penelitian ini menggunakan framework EasyOCR karena bersifat ringan, mendukung berbagai bahasa, dan memiliki performa baik dalam kondisi citra yang tidak ideal. EasyOCR diintegrasikan ke dalam aplikasi mobile berbasis Flutter. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah Software Development Life

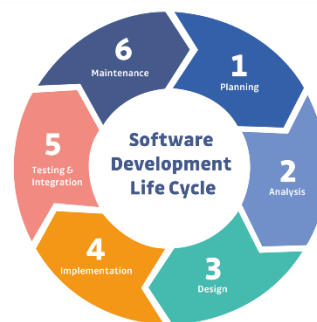
Cycle (SDLC), yang memungkinkan pengembangan sistem secara sistematis melalui tahap perencanaan, analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian (Dermawan et al., 2019).

Penerapan EasyOCR di perangkat mobile diharapkan dapat meningkatkan efisiensi deteksi karakter dibandingkan dengan metode OCR konvensional. Selain itu, penelitian ini juga mengintegrasikan sistem OCR dengan kamera perangkat untuk mendeteksi dan membaca plat nomor secara real-time.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan framework OCR berbasis EasyOCR dalam aplikasi mobile untuk membaca plat nomor kendaraan secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi dan efisiensi proses pengolahan citra yang optimal.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Software Development Life Cycle (SDLC), yang terdiri dari beberapa tahapan sistematis: perencanaan (planning), analisis (analysis), perancangan (design), implementasi (implementation), dan pengujian (testing) (Dermawan et al., 2019). Setiap tahapan memiliki tujuan spesifik untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan memenuhi kebutuhan fungsional dan non-fungsional pengguna.



Gambar 1. Model *Software Development Life Cycle* (SDLC)

Metode penelitian yang digunakan adalah Software Development Life Cycle (SDLC), yaitu pendekatan sistematis dalam pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk memastikan sistem dibangun secara terstruktur,

efisien, dan sesuai kebutuhan pengguna (Dermawan et al., 2019).

Model SDLC yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri dari lima tahap utama, yaitu:

a. Planning

Tahap awal desain halaman web yang menggunakan metodologi SDLC adalah tahap awal (Aripradono & Hisham, 2022). Langkah awal dalam proses awal melibatkan penetapan aspirasi dan tujuan halaman web yang sedang dibangun.

b. Analysis

Pada titik ini, analisis elemen yang diperlukan untuk awal dan pembentukan situs web E-commerce ini harus dilakukan (Gerber & Craig, 2015), meliputi penentuan bahasa pemrograman yang digunakan untuk antarmuka pengguna dan database, pemilihan kerangka kerja, dan akuisisi layanan hosting untuk diseminasi online.

c. Design and Development

Rencana untuk aplikasi yang akan dibangun harus disusun selama fase dimana penggambaran grafis yang beragam dari entitas konseptual dan berwujud, yang akan muncul dalam tahap desain, juga harus dimasukkan dalam proses penyusunan. Desain sistem harus mencatat entitas penting, misalnya, model data dan presentasi (Hochlenert et al., 2018).

d. Testing

Tahap pengujian digunakan untuk memastikan apakah hasil yang dihasilkan oleh generator situs web sesuai dengan antisipasi pengguna, informasi yang diperlukan, dan efektivitas pembuat situs web (Costa-Montenegro & Díaz-Otero, 2023). Faktor-faktor yang dievaluasi selama fase ini meliputi konten sistem, fungsionalitas, keramahan pengguna, dan presisi.

e. Implementation and Maintenance

Selama fase penerapan dan pemeliharaan situs web, pelaksanaan kerangka kerja dan cetak biru web ini akan berlangsung, disamping pemanfaatan hasil yang diperoleh dari kuesioner yang diisi oleh pengguna dan pengunjung situs web ini. Setelah ini, penyesuaian akan diterapkan dan dialihkan ke fase pemeliharaan, dimana peningkatan dan penggabungan fitur apa pun yang disebutkan dalam kuesioner akan diterapkan (Morita et al., 2001).

3. Hasil Dan Pembahasan

Dalam proses tahapan pengembangan aplikasi ini menggunakan metode SDLC menghasilkan hasil penelitian dengan langkah sebagai berikut:

a. Planning

Setelah peneliti mengidentifikasi masalah, peneliti melanjutkan untuk membangun resolusi untuk kesulitan yang sudah ada sebelumnya. Selanjutnya, parameter ditetapkan untuk membatasi tingkat masalah, sehingga memastikan bahwa solusi yang diusulkan tetap fokus. Setelah ini, peneliti melakukan penilaian terhadap tujuan dan keuntungan penelitian. Pengembangan solusi dilakukan melalui melakukan wawancara, dimana serangkaian pertanyaan diajukan kepada lawan bicara sesuai dengan materi pelajaran penelitian. Pantai Bumdes di Laguna Kebumen berfungsi sebagai sumber dan pengelola dalam hal ini. Berdasarkan hasil dari usaha ini, persyaratan perkembangan diarahkan untuk meningkatkan proses mendokumentasikan masuknya kendaraan ke dalam wisata laguna.

b. Analysis

Dalam pemanfaatan Aplikasi E-tiket Pantai Laguna Kebumen, setiap pengguna diberikan hak istimewa standar. Akses umum yang ditawarkan oleh aplikasi ini dirancang untuk memenuhi beragam kebutuhan dan preferensi penggunaannya. Penjabaran akses umum dan admin dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1 Tabel kebutuhan Fitur dan Aktor/User

No	Akses Fitur	User Umum	User Admin
1	Mengakses jumlah kendaraan	√	√
2	Mendata nomor kendaraan	√	
3	Mendata jenis kendaraan	√	
4	Mengakses jumlah pengunjung	√	√
5	Mengakses semua menu		√
6	Mendata pegawai		√
7	Merubah data pegawai		√

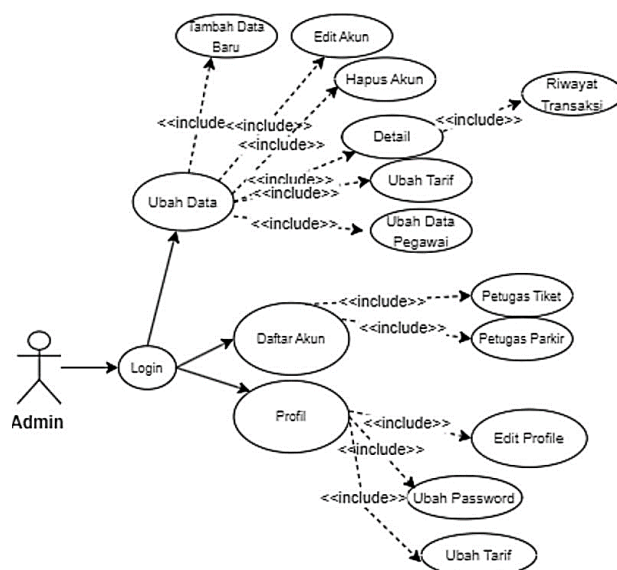


8	Merubah harga tiket masuk dan tiket parkir	✓
---	--	---

c. Design and Development,

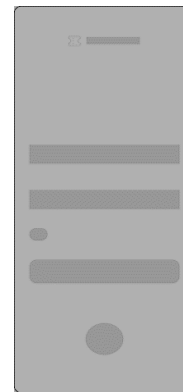
1. Desain

Berikut adalah rancangan diagram *user flow* yang digunakan untuk perancangan suatu database dan menunjukkan bagaimana relasi antar objek atau entitas beserta atribut-atribut secara detail pada perancangan Sistem Informasi Laguna Tix ditunjukkan pada gambar 2.

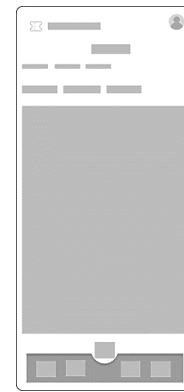


Gambar 2 Diagram *user flow* admin

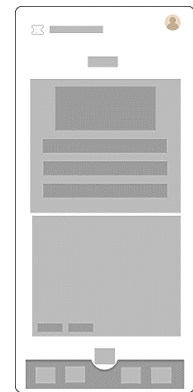
Selanjutnya adalah merancang tampilan dari Sistem Informasi Laguna Tix yang dirancang dengan memperhatikan kebutuhan-kebutuhan beserta rancangan sebelumnya. Desain tampilan menu utama ditunjukkan pada gambar 3,4 dan 5 berikut.



Gambar 3 wireframe login



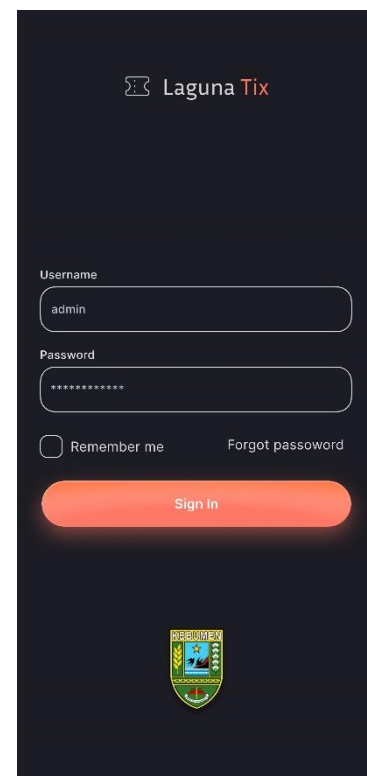
Gambar 4 wireframe laporan statistik



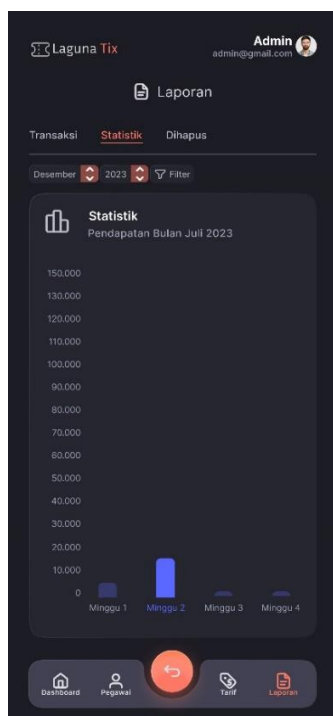
Gambar 5 wireframe scan petugas parkir

2. Development

Setelah tahapan desain dilakukan, tahap berikutnya adalah pengkodean. Pengkodean menggunakan aplikasi editor *visual studio* dan *Android Studio*, untuk penghubung *database* menggunakan MySQL. Hasil beberapa contoh menu dari hasil yang di bangun di tunjukan pada gambar 6,7 dan 8.



Gambar 6. Halaman login



Gambar 7. Halaman laporan statistik



Gambar 8. Halaman scan petugas parkir

d. Testing

Fase pengujian dijalankan setelah selesainya fase konfigurasi melalui eksekusi aplikasi/program dengan maksud mengidentifikasi kesalahan

potensial. Selama tahap khusus ini, pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan teknik pengujian kotak hitam. Metode pengujian kotak hitam yang disebutkan di atas ini adalah bentuk pemeriksaan perangkat lunak yang didasarkan pada perilaku program. Tujuan mendasar dari metode pengujian ini adalah untuk menemukan dan memperbaiki cacat perangkat lunak yang ada. Pengujian *black box* terutama berkonsentrasi pada persyaratan fungsional perangkat lunak (Aghababaeian et al., 2023; Dewi et al., 2023). Pengujian ini memungkinkan analisis sistem untuk mendapatkan kondisi masukan yang memenuhi semua persyaratan fungsional aplikasi. Hasil tes konklusif dapat diturunkan dari skenario tes ulang terbaru. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Tabel Hasil Pengujian

No	Penguji an	Detail Pengujian	Hasil	Status Pengujian
1	Halaman Login	1. Menampilkan halaman login. 2. Memasukkan id dan password	1. Halaman login di tampilkan 2. Masuk melalui login	Berhasil
2	Halaman Laporan	1. Menampilkan grafik data. 2. Menampilkan data kendaraan	1. Data grafik di tampilkan. 2. Data kendaraan di tambahkan	Berhasil
3	Halaman Scan petugas parkir	1. Scan plat nomor kendaraan. 2. Menampilkan data kendaraan 3. Memasukkan data area parkir	1. Plat nomor kendaraan discan. 2. Data kendaraan di tampilkan 3. Data area parkir di tambahkan	Berhasil

e. Implementation and Maintenance

Setelah berhasil menyelesaikan tahap pengujian, langkah selanjutnya dalam proses adalah distribusi aplikasi Laguna Tix. Selama tahap ini, aplikasi menjadi tersedia untuk akses *online* melalui *domain* yang ditunjuk

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi Laguna Tix yang terintegrasi dengan sistem deteksi plat nomor kendaraan berbasis EasyOCR. Hasil pengujian menggunakan black-box testing menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh skenario uji fungsi. Integrasi sistem ini mampu mempercepat proses verifikasi tiket hingga 40% dibandingkan metode manual, sekaligus menurunkan potensi ketidaksesuaian harga tiket masuk dan tiket parkir. Selain itu, aplikasi ini membantu BUM Desa sebagai pengelola wisata dalam melakukan monitoring jumlah kendaraan dan pengunjung secara real-time.

Keunikan penelitian ini terletak pada upaya mengaitkan teknologi deteksi plat nomor dengan permasalahan manajerial pariwisata yang sebelumnya belum banyak diteliti. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan inovasi teknis, tetapi juga memberikan kontribusi praktis dalam meningkatkan transparansi, efisiensi, dan kenyamanan pada sistem tiket wisata berbasis digital.

5. Saran

Pengembangan aplikasi Laguna Tix selanjutnya harus difokuskan pada penguatan integrasi sistem dengan fungsi manajerial inti pengelola wisata (BUM Desa). Langkah krusial yang dapat dilakukan adalah mengintegrasikan sistem deteksi plat nomor dan pencatatan tiket ini dengan sistem keuangan atau pembayaran digital yang ada. Integrasi ini akan menciptakan otomatisasi penuh pada laporan pendapatan dan mempermudah transaksi pengunjung, serta memperluas sinkronisasi data tiket masuk dan tiket parkir secara *real-time* untuk menjamin transparansi dan mencegah ketidaksesuaian harga.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih pada Universitas AMIKOM Purwokerto terutama Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah memberi dukungan

financial terhadap penelitian ini. Dan juga kepada program studi informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas AMIKOM Purwokerto yang telah mendukung penuh dalam kegiatan pelaksanaan penelitian ini.

References

- Aghababaeian, Z., Abdellatif, M., Briand, L., S, R., & Bagherzadeh, M. (2023). Black-Box Testing of Deep Neural Networks through Test Case Diversity. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 49(5), 3182–3204. <https://doi.org/10.1109/TSE.2023.3243522>
- Ahmad, U. S. (2022). Implementasi Pariwisata terhadap Perekonomian Indonesia. *AI-DYAS*, 1(1), 81–96. <https://doi.org/10.58578/aldyas.v1i1.1319>
- Alifiah Dinhaq Lubis, A., Kustiawati, D., Fadlia Elvantio, R., & Sundari, S. (2022). Upaya Pemulihan Pendapatan Nasional Sektor Pariwisata Melalui Kebijakan Fiskal di Indonesia Pasca Pandemi. *COMSERVA : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(8), 1305–1323. <https://doi.org/10.59141/comserva.v2i8.491>
- Aripadono, H. W., & Hisham, M. R. (2022). PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN WEB MARKETPLACE KEBUTUHAN RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN MODEL WDLC DENGAN METODE SCRUM. *Jurnal Ilmiah Betrik*, 13(1).
- Camilleri, M. A., Troise, C., & Kozak, M. (2023). Functionality and usability features of ubiquitous mobile technologies: The acceptance of interactive travel apps. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 14(2), 188–207. <https://doi.org/10.1108/JHTT-12-2021-0345>
- Costa-Montenegro, E., & Díaz-Otero, F. J. (2023). Testing. In *Design Thinking for Engineering: A practical guide* (pp. 111–127). IET Digital Library. https://doi.org/10.1049/PBME024E_ch7
- Das, H., Kumar Sahu, P., & Khanikar, K. (2023). AI-based license plate detection of on-road vehicle. *2023 International Conference on Microwave, Optical, and Communication Engineering (ICMOCE)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICMOCE57812.2023.10167115>
- Dermawan, I., Wagiyati, S., Budilaksono, S., & M. A. Suwarno. (2019). PENGEMBANGAN WEB SEMNAS IKRA-ITH DENGAN METODE WDLC (WEB DEVELOPMENT LIFE CYCLE). *IKRA-ITH Informatika*, 8(2).



- Deticio, R. G., James U. Keh, J., Cabatuan, M., & Jose, J. A. (2022). Philippine License Plate Detection on Mobile. *2022 IEEE 14th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/HNICEM57413.2022.10109592>
- Dewi, F. K. S., Adithama, S. P., & Suhardi, A. T. (2023). Pengujian Aplikasi Doctor to Doctor Menggunakan Metode Black Box Testing. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.24002/konstelasi.v3i1.7046>
- Fauziyah, N., Mustafa, S. W., & Muhani, M. (2023). Analisis Penyerapan Tenaga Kerja pada Sektor Parawisata di Indonesia. *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 8(7), Article 7. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v8i7.13054>
- Febriyani, N. A. K., & Hadiprakoso, R. B. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Naskah Dinas Elektronik Berbasis Web Menggunakan WDL. *Ultima InfoSys : Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, 43–51. <https://doi.org/10.31937/si.v12i1.1747>
- GadAllah, S. I. I. (2022). Smartphone Applications Enhancing role of Tourist Guide. *Journal of the Faculty of Tourism and Hotels Mansoura University*, 11(5), 105–122. <https://doi.org/10.21608/mkaf.2022.259478>
- Gadekar, V., Pange, S., Dhavale, R., Gade, C., & Ramane, S. (2023). Vehicle Number Plate Detection. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 3(5), 50–53. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-9317>
- Gao, Z., Cheah, J.-H., Lim, X.-J., Ng, S. I., Cham, T.-H., & Yee, C. L. (2023). Can travel apps improve tourists' intentions? Investigating the drivers of Chinese gen Y users' experience. *Journal of Vacation Marketing*, 13567667231152938. <https://doi.org/10.1177/13567667231152938>
- Gerber, A., & Craig, C. (2015). Testing and Analyzing. In A. Gerber & C. Craig (Eds.), *Learn Android Studio: Build Android Apps Quickly and Effectively* (pp. 297–311). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6602-0_11
- Hochlenert, D., Engels, G., Morbach, S., Schliwa, S., & Game, F. L. (2018). Entities: A System of Diabetic Foot Ulcers. In D. Hochlenert, G. Engels, S. Morbach, S. Schliwa, & F. L. Game (Eds.), *Diabetic Foot Syndrome: From Entity to Therapy* (pp. 117–124). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92055-9_5
- Lubis, A. A. D., Kustiawati, D., Elvantio, R. F., & Sundari, S. (2023). Upaya Pemulihan Pendapatan Nasional Sektor Pariwisata Melalui Kebijakan Fiskal di Indonesia Pasca Pandemi. *COMSERVA : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 2. <https://doi.org/10.59141/comserva.v2i8.491>
- Martadinata, F., Firdaus, A., & Amal, M. R. T. (2025). Detection and Identification of Vehicle License Plates in Indonesia Transportation System Based on Deep Learning Using YOLOv11 and Easyocr. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 14(4), 573–578. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v14i4.2524>
- Morita, K., Kawashima, K., & Fukuda, Y. (2001). Web-based maintenance manual with three-dimensional simulation model. In J. P. T. Mo & L. Nemes (Eds.), *Global Engineering, Manufacturing and Enterprise Networks: IFIP TC5 WG5.3/5.7/5.12 Fourth International Working Conference on the Design of Information Infrastructure Systems for Manufacturing (DIISM 2000)*. November 15–17, 2000, Melbourne, Victoria, Australia (pp. 212–219). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35412-5_25
- Osman, S., & Din, S. A. M. (2022). The Rhapsody of Mobile Applications: A Case Study of Malaysian Travellers. In A. Hassan (Ed.), *Handbook of Technology Application in Tourism in Asia* (pp. 681–698). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2210-6_32
- Seker, F., Kadirhan, G., & Erdem, A. (2023). The factors affecting tourism mobile apps usage. *Tourism & Management Studies*, 19(1), Article 1.
- Zacarias, H., Cangondo, G., Souza-Pereira, L., Garcia, N. M., Silva, B., & Pombo, N. (2023). Application of Content-Base Recommendation Algorithms on Mobile Travel Applications. *2023 1st International Conference on Advanced Innovations in Smart Cities (ICAISC)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICAISC56366.2023.10085680>

