

Implementasi Computer Vision untuk Menangkap Citra Kendaraan dalam Penerapan Parkir Cashless di Batam

M Ikhlasul Akbar¹, Amrizal²

¹Program Studi Sistem Informasi, Universitas Putera Batam

²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Putera Batam

email: pb201510038@upbatam.ac.id

ABSTRACT

This study aims to create an automatic parking system using Computer Vision technology to reduce vehicle flow congestion in parking areas, specifically in Batam. Traffic congestion in parking areas is a common issue in Batam, and the application of Deep Learning technology, especially Computer Vision, is expected to address this problem. Vehicle image data is collected, cleaned, and labeled to facilitate the training process of the YOLO v8 model. The model is then tested with existing data and further tested using a camera. Through this system update, it is hoped to assist parking management in minimizing vehicle flow congestion in parking areas.

Keywords: *AI, Machine Learning, Computer Vision, YOLO v8, Cashless Parking, Batam*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sejak zaman prasejarah hingga era modern telah menjadi dasar bagi munculnya kecerdasan buatan (AI). Pada abad ke-20, kemajuan komputer elektronik dan komputasi modern mempercepat perkembangan AI, yang kemudian berkembang pesat dengan adanya revolusi komputasi internet dan kemajuan dalam pembelajaran mesin serta jaringan saraf tiruan pada awal abad ke-21. Saat ini, AI telah menjadi bagian integral dari berbagai aspek kehidupan, berdampak besar dalam sektor-sektor seperti asisten virtual, mobil otonom, dan diagnosa medis.

Di Kota Batam, sistem parkir masih bersifat *hybrid*, menyebabkan masalah seperti kemacetan di area parkir dan kebocoran retribusi. Pemerintah Kota

Batam berencana mengimplementasikan pembayaran digital otomatis untuk mengatasi masalah ini. Hal ini berdampak pada manajemen dan tatakelola parkir yang tidak berjalan dengan semestinya, sehingga menimbulkan berbagai permasalahan di masyarakat. Salah satu penerapan *Computer Vision* adalah sistem parkir *cashless* yang mengotomatiskan proses pengambilan tiket dan pembayaran parkir. Dari permasalahan tersebut, penulis tertarik membuat penelitian perancangan sistem yang diharapkan dapat membantu menyelesaikan permasalahan parkir di kota Batam.

Urgensi penelitian ini semakin diperkuat dengan adanya studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan model deep learning dalam *Computer Vision* dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi

dalam sistem otomatisasi. Studi oleh Redmon et al. (2015) tentang YOLO (You Only Look Once) telah membuktikan bahwa model ini sangat efisien dalam deteksi objek secara real-time. Selain itu, penelitian oleh Gautama Putra & Prabowo menunjukkan bahwa implementasi *Computer Vision* untuk monitoring parkir dapat meningkatkan efektivitas manajemen parkir.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem parkir *cashless* yang menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk menangkap dan mengenali citra kendaraan secara otomatis. Sistem ini akan dirancang menggunakan model YOLO v8 dan dilatih dengan *dataset* yang relevan untuk meningkatkan akurasi. Selain itu, sistem ini juga akan mengintegrasikan fitur pembayaran digital untuk mempermudah pengguna dan mengurangi kebocoran retribusi parkir.

Rencana pemecahan masalah pada penelitian ini melibatkan beberapa tahapan. Pertama, pengumpulan data citra kendaraan yang akan digunakan untuk melatih model YOLO v8. Data yang terkumpul kemudian akan dibersihkan dan diberi label untuk memastikan kualitas data yang tinggi. Setelah itu, model YOLO v8 akan dilatih menggunakan data tersebut, diuji dengan data yang sudah ada, dan diuji kembali menggunakan kamera untuk memastikan akurasi dan konsistensi sistem. Sistem ini juga akan dilengkapi dengan fitur pembuatan QR Code untuk pembayaran parkir dan sistem rekapitulasi data transaksi untuk memudahkan manajemen parkir.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat tercipta sistem parkir yang lebih efisien dan efektif, membantu mengurangi kemacetan di area parkir, serta meningkatkan pendapatan asli daerah dari sektor parkir di Kota Batam.

KAJIAN TEORI

2.1. Teknologi *Computer Vision*

2.1.1. Definisi *Computer Vision*

Computer Vision adalah bidang ilmu yang memungkinkan komputer untuk memperoleh, memproses, dan memahami data visual dari dunia nyata untuk menghasilkan informasi yang berguna. Teknologi ini melibatkan ekstraksi, analisis, dan pemahaman informasi dari gambar atau video secara otomatis menggunakan algoritma AI dan *Deep Learning* (Demush, 2019). Dalam konteks sistem parkir, *Computer Vision* digunakan untuk mendeteksi, mengenali, dan memproses citra kendaraan guna mengotomatiskan proses parkir.

2.1.2. Teknologi *Deep Learning* dalam *Computer Vision*

Deep Learning adalah sub-kategori dari *Machine Learning* yang menggunakan jaringan saraf tiruan dengan lebih dari tiga lapisan untuk memproses data yang kompleks. Algoritma *Deep Learning*, seperti YOLO (*You Only Look Once*), telah terbukti sangat efektif dalam tugas-tugas deteksi objek secara real-time (Redmon et al., 2015). YOLO v8, sebagai versi terbaru, menawarkan peningkatan performa, fleksibilitas, dan efisiensi dibandingkan versi sebelumnya (Jocher et al., 2024).

2.1.3. Penerapan *Computer Vision* dalam Sistem Parkir

Penggunaan *Computer Vision* dalam sistem parkir telah dikaji oleh berbagai peneliti. Gautama Putrada dan Prabowo (2021) menemukan bahwa sistem monitoring parkir menggunakan *Computer Vision* dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan parkir. Studi ini mengimplikasikan bahwa implementasi teknologi terbaru seperti YOLO v8 dapat lebih lanjut meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem parkir otomatis di Kota Batam.

2.2. Sistem Pembayaran Cashless

2.2.1. Definisi Pembayaran *Cashless*

Pembayaran *cashless* adalah metode transaksi keuangan yang tidak menggunakan uang tunai, melainkan melalui media digital seperti kartu debit/kredit, e-wallet, atau QR Code (Pramana, 2024). Sistem ini memberikan kemudahan dan kecepatan dalam bertransaksi serta mengurangi risiko kehilangan atau pencurian uang tunai.

2.2.2. Implementasi Pembayaran *Cashless* di Sistem Parkir

Dalam penelitian sebelumnya, penerapan sistem pembayaran *cashless* di area parkir telah terbukti mengurangi kebocoran retribusi dan meningkatkan efisiensi pengelolaan keuangan (Lee, Chatterjee, & Cho, 2023). Dengan integrasi teknologi *Computer Vision*, sistem parkir *cashless* tidak hanya mempermudah pengguna dalam melakukan pembayaran, tetapi juga meningkatkan akurasi dan kecepatan proses parkir.

2.3. Model YOLO (You Only Look Once)

2.3.1. Definisi dan Evolusi YOLO

YOLO adalah algoritma deteksi objek yang memungkinkan sistem untuk mendeteksi dan mengenali berbagai objek dalam satu kali pengamatan. Algoritma ini pertama kali diperkenalkan oleh Redmon et al. (2015) dan terus berkembang dengan peningkatan performa di setiap versi. YOLO v8, versi terbaru yang dikembangkan oleh Ultralytics, menawarkan efisiensi dan akurasi yang lebih baik dalam deteksi dan pengenalan objek (Jocher et al., 2024).

2.3.2. Keunggulan YOLO v8

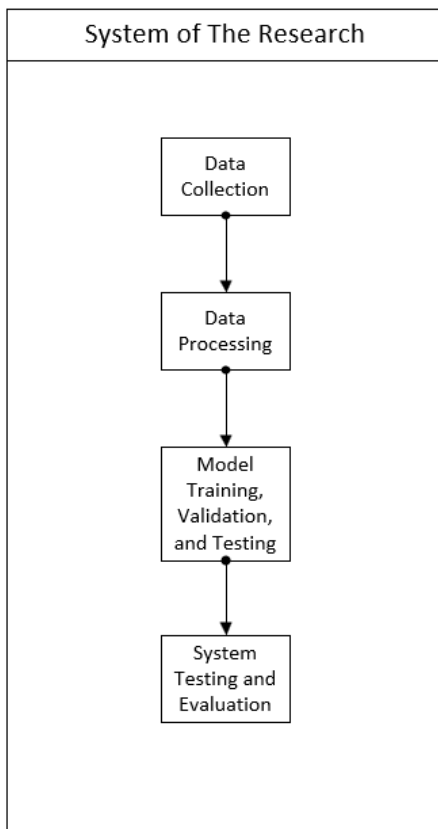
YOLO v8 memiliki beberapa keunggulan dibandingkan versi sebelumnya, termasuk peningkatan akurasi dalam deteksi objek, kecepatan pemrosesan yang lebih tinggi, dan dukungan untuk berbagai tugas *Computer Vision* seperti deteksi, segmentasi, dan pelacakan objek (Jocher et al., 2024). Penelitian ini menggunakan YOLO v8 untuk mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan dalam sistem parkir *cashless* di Batam.

2.4. Kerangka Berpikir Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem parkir otomatis berbasis teknologi *Computer Vision*, khususnya menggunakan model YOLO v8, untuk mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara real-time. Sistem ini juga mengintegrasikan fitur pembayaran *cashless* untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proses parkir. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap masalah kemacetan dan kebocoran retribusi parkir di Kota Batam, serta menjadi pionir parkir digitalisasi sistem parkir di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode System of The Research yang melibatkan beberapa tahapan dalam pelaksanaannya. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai tahapan penelitian, lokasi, variabel yang diteliti, populasi dan sampel, hipotesis, model penelitian, rancangan penelitian, teknik pengumpulan data, dan analisis hasil pengolahan data.

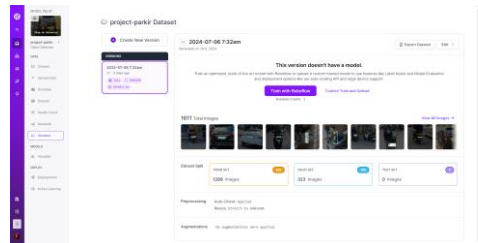


Gambar 1. System of The Research
(Sumber: Budiarti et al., 2023)

3.1 Tahapan Penelitian

- Pengumpulan Data (*Data Collection*)

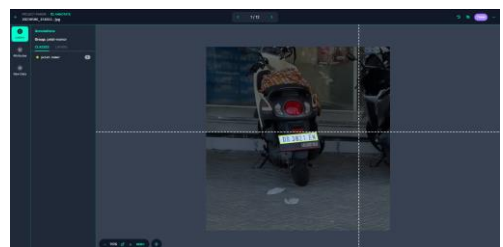
Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset citra kendaraan yang dikumpulkan dari situs open source seperti Roboflow dan dari pengambilan gambar langsung menggunakan kamera. Dataset terdiri dari 1611 gambar yang dibagi menjadi 80% untuk training dan 20% untuk validasi.



Gambar 2. Roboflow Workspace
(Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)

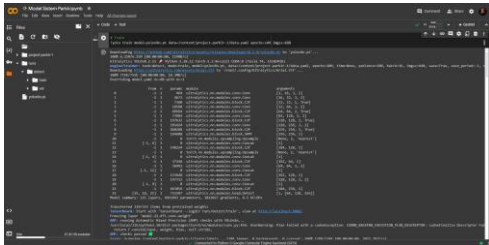
- Pemrosesan Data (*Data Processing*)

Data yang telah dikumpulkan akan dinormalisasikan dengan mengubah ukurannya menjadi ukuran standar, menerapkan teknik augmentasi data, dan memastikan kondisi pencahayaan yang konsisten. Setiap gambar akan diberi label dengan bounding box untuk kendaraan dan plat nomor.



Gambar 3. Proses Annotate
(Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)

- Pelatihan, Validasi, dan Pengujian Model (*Model Training, Validation, and Testing*) Model YOLO v8 akan dilatih menggunakan dataset yang telah diberi label untuk meningkatkan akurasi. Proses pelatihan dilakukan di Google Colab dengan setting model yolov8n.pt, 100 epoch, dan ukuran gambar 640x640. Setelah proses pelatihan, model akan divalidasi dan diuji menggunakan data yang telah dialokasikan.



Gambar 4. Proses Training Model (Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)

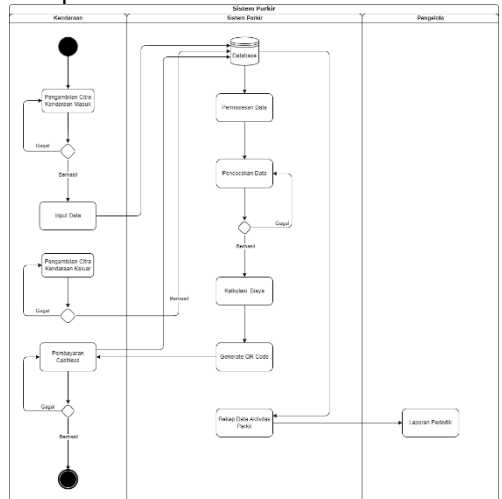


Gambar 5. Proses Validasi Model (Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)

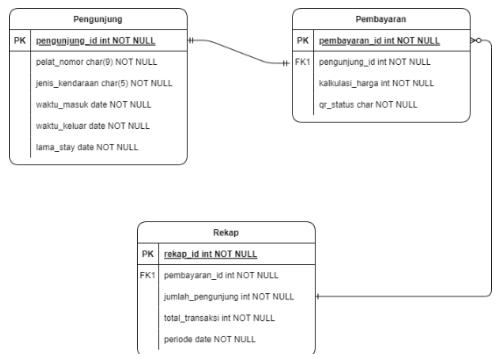
- Pengetesan Sistem dan Evaluasi (*System Testing and Evaluation*) Sistem akan diuji menggunakan kamera untuk mengecek tingkat akurasi dan konsistensi. Sistem juga akan diuji untuk mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara real-time serta menghasilkan QR Code untuk pembayaran parkir.

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan dalam penelitian ini mencakup rancangan file dan desain tabel rekap.



Gambar 6. Diagram Activity (Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)



Gambar 7. Rancangan ERD (Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan sistem parkir otomatis berbasis teknologi *Computer Vision* dengan menggunakan model

YOLO v8. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara *real-time* serta mengintegrasikan fitur pembayaran *cashless*. Hasil dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

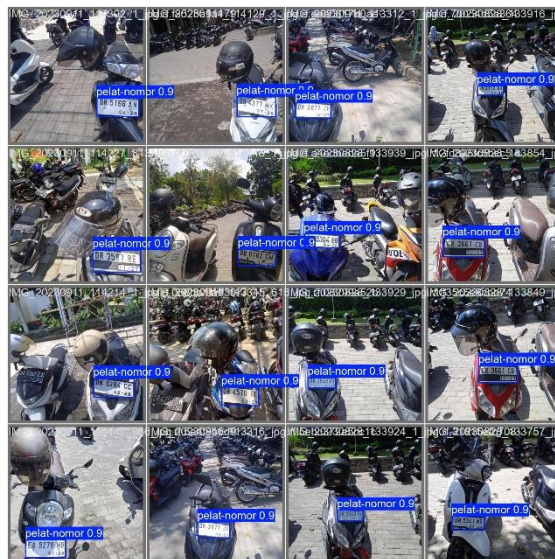
4.1.1 Pengumpulan dan Pemrosesan Data

Data citra kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari situs open source Roboflow dan pengambilan gambar langsung menggunakan kamera. Total data yang terkumpul adalah 1611

gambar, yang dibagi menjadi data training (80%) dan data validasi (20%). Data tersebut kemudian diproses dengan normalisasi ukuran, augmentasi data, dan pelabelan menggunakan bounding box.

4.1.2 Pelatihan dan Validasi Model

Model YOLO v8 dilatih menggunakan dataset yang telah diproses. Proses pelatihan dilakukan di Google Colab dengan setting model yolov8n.pt, 100 epoch, dan ukuran gambar 640x640. Hasil pelatihan menunjukkan akurasi yang memuaskan dengan nilai sebagai berikut:



Gambar 8. Hasil Validasi Model
(Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)

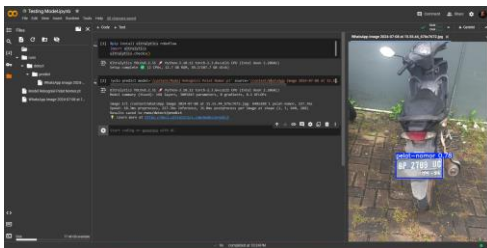
Proses validasi model menunjukkan hasil yang konsisten dengan akurasi sebesar 93%. Model yang telah divalidasi kemudian diuji menggunakan data yang dialokasikan untuk pengujian, dengan hasil deteksi yang akurat.

Tabel 1. Hasil Validasi Model

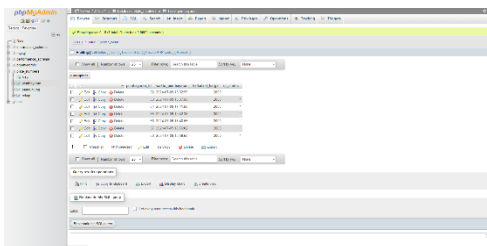
Parameter	Nilai
Box Precision (P)	0.964
Box Recall (R)	0.971
Box mAP50	0.93
Box mAP(50 – 95)	0.835

4.1.3 Pengujian Sistem

Sistem diuji menggunakan kamera untuk mengecek tingkat akurasi dan konsistensi dalam mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan. Sistem ini juga diuji untuk menghasilkan QR Code untuk pembayaran parkir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan dengan akurasi tinggi serta menghasilkan QR Code yang valid untuk pembayaran.



Gambar 9. Hasil Pengetesan Model
(Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)



Gambar 10. Database Pembayaran
(Sumber: Hasil Penelitian Penulis, 2024)

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Hasil Penelitian

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem parkir otomatis berbasis teknologi *Computer Vision* menggunakan model YOLO v8.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model YOLO v8 memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan. Nilai *precision* sebesar 0.964 dan *recall* sebesar 0.971 menunjukkan bahwa model ini mampu mengidentifikasi plat nomor dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Selain itu, integrasi sistem dengan pembayaran *cashless* melalui QR Code berhasil meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam proses transaksi parkir.

4.2.2 Implikasi Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *Computer Vision* dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem parkir. Sebagai contoh, penelitian oleh Gautama Putrada dan Prabowo (2021) menemukan bahwa sistem monitoring parkir menggunakan sistem *Computer Vision* dapat meningkatkan efektivitas manajemen parkir. Penelitian ini juga memperkuat temuan dari studi oleh Lee et al. (2023), yang menunjukkan bahwa aplikasi AI dan *Computer Vision* dapat meningkatkan alokasi ruang parkir di pelabuhan. Perbedaan utama dari penelitian ini adalah penggunaan model YOLO v8 yang lebih baru dan lebih efisien dibandingkan dengan model yang digunakan dalam penelitian terdahulu.

4.2.3 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam body of knowledge di bidang *Computer Vision* dan sistem parkir otomatis. Dengan menggunakan model YOLO v8, penelitian ini memperkenalkan metode yang lebih efisien dan akurat untuk mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan. Selain itu, integrasi fitur

pembayaran cashless melalui QR Code menunjukkan bahwa teknologi ini dapat digunakan untuk mengatasi masalah kebocoran retribusi parkir dan meningkatkan efisiensi operasional. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam integrasi teknologi AI di sektor parkir dan manajemen transportasi.

4.2.4 Pengayaan Hasil Penelitian

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi teknologi *Computer Vision* menggunakan YOLO v8 tidak hanya meningkatkan akurasi deteksi plat nomor kendaraan tetapi juga memberikan solusi praktis untuk masalah manajemen parkir. Dengan adanya fitur pembayaran *cashless*, sistem ini menawarkan kenyamanan bagi pengguna dan pengelola parkir. Pengayaan hasil penelitian ini juga dapat dilihat dari kontribusinya dalam menyediakan data yang akurat dan real-time untuk manajemen parkir, yang pada akhirnya dapat membantu pengelola parkir dalam membuat keputusan yang lebih baik dan lebih cepat.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi teknologi *Computer Vision* menggunakan model YOLO v8 dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem parkir otomatis di Batam. Model ini mampu mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan dengan nilai precision sebesar 0.964 dan recall sebesar 0.971. Selain itu, integrasi fitur pembayaran *cashless* melalui QR Code memudahkan pengguna dalam melakukan transaksi parkir dan mengurangi kebocoran retribusi. Dengan demikian, sistem ini dapat

diimplementasikan secara efektif untuk meningkatkan manajemen parkir di Kota Batam.

DAFTAR PUSTAKA

Blackwell, A. F. (2002). What is Programming?. PPIG.
<https://www.ppig.org>.

Budiarti, R. P. N., Nugroho, B. W., Ayunda, N., & Sukaridhoto, S. (2023). Drowsy Eyes and Face Mask Detection for Car Drivers using the Embedded System. *Register*, 9(1), 86–94.
<https://doi.org/10.26594/register.v9i1.2612>.

Pramana, E. (2024, March 15). Alat pembayaran cashless: Pengertian, contoh, dan manfaatnya. *Aspire*. Retrieved from <https://aspireapp.com/id-ID/blog/alat-pembayaran-non-tunai-cashless>

Darapaneni, N., Mogeraya, K., Mandal, S., Narayanan, A., Siva, P., Paduri, A. R., Khan, F., & Agadi, P. M. (2020). Computer Vision based License Plate Detection for Automated Vehicle Parking Management System. 2020 11th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON), 0800–0805.
<https://doi.org/10.1109/UEMCON51285.2020.9298091>.

Fang, J., Jiang, Y., Jiang, C., Jiang, Z. L., Yiu, S.-M., & Liu, C. (2023). State-of-the-art optical-based physical adversarial attacks for deep learning computer vision systems. arXiv.
<http://arxiv.org/abs/2303.12249>.

Gautama Putrada, A., & Prabowo, S. (n.d.). Live Monitoring Parkiran Mobil

Menggunakan CCTV dan Computer Vision.

Han, K. H., Bae, S. M., & Jeong, D. M. (2013). A Matrix-Based Approach to the Facility Re-Layout Problem. *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, 7(5), 584–591.

Hestness, J., Ardalani, N., & Damos, G. (2019). Beyond Human-Level Accuracy: Computational Challenges in Deep Learning. arXiv. <http://arxiv.org/abs/1909.01736>.

Komitmen BP Batam Wujudkan Peningkatan Nilai Investasi. (2024). BP Batam. Retrieved from <https://bpbatam.go.id/komitmen-bp-batam-wujudkan-peningkatan-nilai-investasi>.

Lee, H., Chatterjee, I., & Cho, G. (2023). A Systematic Review of Computer Vision and AI in Parking Space Allocation in a Seaport. *Applied Sciences*, 13(18), 10254. <https://doi.org/10.3390/app131810254>.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2015). You Only Look Once: Unified Real-Time Object Detection. arXiv preprint arXiv:1506.02640.

Scaling Machine Learning Models for Large Data - A 2023 Guide. (2024). MarkovML. Retrieved from <https://www.markovml.com/blog/model-scalability>.

Syahril Effendy. (2023). Analisis Efektifitas Dan Kontribusi Penerimaan Pajak Parkir Terhadap Pendapatan Asli Daerah Di Kota Batam.

Glenn Jocher, Rizwan Munawar, Ayush Exel. (2024). Home - Ultralytics YOLOv8 Docs. Ultralytics. Retrieved from <https://docs.ultralytics.com/>.

Demush, R. (2019, February 26). A brief history of computer vision (and convolutional neural networks). HackerNoon. Retrieved from <https://hackernoon.com/a-brief-history-of-computer-vision-and-convolutional-neural-networks-8fe8aacc79f3>

Anyoha, R. (2017, August 28). The history of artificial intelligence. Science in the News. Retrieved from <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>

Regulatory Framework for Data Processing and CCTV Installation Post-Enactment of the Indonesian Personal Data Protection Law. (2024). A&Co Law. Retrieved from <https://aco-law.com/articles/regulatory-framework-for-data-processing-and-cctv-installation-post-enactment-of-the-indonesian-personal-data-protection-law/>.

Ini Upaya Pemko Batam Dongkrak Pendapatan Daerah Terutama dari Retribusi Parkir. (2024). Metropolis. Retrieved from <https://metro.batampos.co.id/ini-upaya-pemko-batam-dongkrak-pendapatan-daerah-terutama-dari-retribusi-parkir/>.

Svanberg, M. S., Li, W., Fleming, M., Goehring, B. C., & Thompson, N. C. (2024). Working Paper Beyond AI Exposure: Which Tasks are Cost-Effective to Automate with Computer Vision?. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4700751>.



Biodata Penulis pertama, M Ikhlasul Akbar, merupakan mahasiswa Prodi Sistem Infomasi Universitas Putera Batam



Biodata Penulis kedua, Amrizal, merupakan Dosen Prodi Sistem Informasi Universitas Putera Batam.