

Sistem Cerdas Deteksi Parkir Kendaraan dengan Line Detection dan YOLOv8 di Wisma Dosen

Ahmad Khairi¹, Siti Romlah², Ayu Lestari³, Fitri Zamzamia Ismail⁴
^{1,2,3,4} Universitas Nurul Jadid, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel

Diterima: 12-10-2025

Disetujui: 23-12-2025

Kata Kunci

Computer vision;

Line detection;

Parking occupancy;

Smart parking;

YOLOv8

khairi@unuja.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini berangkat dari kebutuhan informasi okupansi parkir yang andal dan berbiaya implementasi rendah di lingkungan kampus, di mana sistem berbasis kamera kerap terkendala pencahayaan, sudut pandang, dan *occlusion*, karenanya, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan serta mengevaluasi sistem deteksi okupansi per petak parkir di Wisma Dosen Universitas Nurul Jadid dengan memadukan *line detection* untuk pemetaan slot dan YOLOv8 sebagai pendeteksi kendaraan, sehingga alur metode dan hasil saling terhubung secara operasional. Dataset berupa rekaman CCTV 720p/25 fps dikumpulkan pada enam tanggal di Juli 2025 (pagi–siang–sore), preprocessing meliputi pemangkasan segmen relevan, normalisasi resolusi, dan penetapan ROI; marka diekstraksi melalui tepi Hough untuk membentuk poligon slot, YOLOv8s (bobot COCO) melakukan inferensi per frame; status slot ditetapkan dari irisan *bounding box–poligon* berbasis *intersection-over-area* dan posisi pusat massa, dengan kinerja diukur menggunakan akurasi terhadap ground-truth beranotasi. Hasilnya menunjukkan akurasi puncak 0,87 pada siang hari (6 Juli 2024) dan konsisten >0,50 pada seluruh skenario uji, dengan kecenderungan akurasi lebih baik pada siang dibanding pagi/sore; visualisasi real time menampilkan bounding box kendaraan dan status slot yang siap untuk pemantauan operasional. Disimpulkan bahwa integrasi computer vision berbasis line detection dan YOLOv8 efektif sebagai prototipe smart parking berbasis CCTV, dengan peluang peningkatan melalui perluasan data multi-hari/lokasi, *fine-tuning* domain lokal, penguatan image enhancement pada *low-light*, dan integrasi pelacakan objek untuk temporal *smoothing*.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan ketersediaan parkir yang akurat di Wisma Dosen Universitas Nurul Jadid menjadi kebutuhan operasional yang mendesak. Area parkir dibagi antara garasi dan halaman, dengan kapasitas terbatas serta pencahayaan garasi yang kurang pada siang–sore, sehingga pemantauan manual sering tidak andal. Dalam praktik harian, penghuni kerap kesulitan mengetahui slot kosong secara cepat, sementara kamera CCTV sudah terpasang namun belum dimanfaatkan untuk deteksi otomatis. Kondisi ini menempatkan Wisma Dosen sebagai objek yang relevan untuk pengembangan sistem cerdas deteksi parkir berbasis visi komputer.

Optimalisasi parkir berkontribusi langsung pada efisiensi waktu, pengurangan kemacetan lokal, dan pengalaman pengguna yang lebih baik. Tanpa informasi okupansi real-time, pengemudi melakukan pencarian acak yang menambah waktu, emisi, dan beban sirkulasi di kawasan hunian. Studi smart parking menunjukkan bahwa informasi ketersediaan slot menurunkan waktu pencarian dan meningkatkan utilisasi lahan [1]. Oleh karena itu, penyediaan deteksi okupansi yang presisi dan murah-implementasi menjadi penting bagi lingkungan

terkelola seperti Wisma Dosen.

Kombinasi visi komputer dan pembelajaran mesin kini menjadi pendekatan dominan untuk deteksi objek dan analisis adegan [2]. Library seperti OpenCV menyediakan ratusan fungsi pemrosesan citra, sementara arsitektur deteksi modern melakukan inferensi objek secara cepat [3], [4], [5]. OpenCV sebagai pustaka *open-source* telah luas dipakai untuk akuisisi, prapemrosesan, dan operasi geometrik [2]; detektor keluarga YOLO memetakan *bounding box* dan kelas objek dalam satu tahap inferensi untuk kecepatan tinggi [5], [6], dengan peningkatan performa pada varian terbaru [7]. Ekosistem ini mendukung pembangunan solusi end-to-end yang dapat berjalan pada perangkat komputasi umum dengan biaya terjangkau.

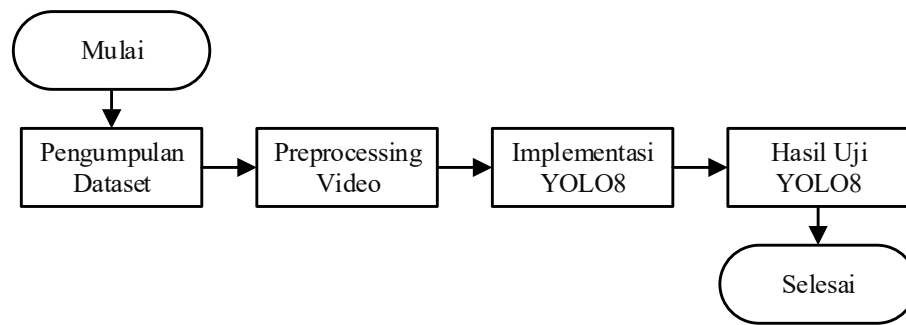
Riset terdahulu mengenai deteksi parkir berbasis visi telah berkembang pesat, namun tinjauan literatur terbaru menunjukkan adanya keterbatasan fundamental pada metode yang ada. Mayoritas sistem visi komputer saat ini masih mengandalkan Region of Interest (ROI) statis yang sangat rentan terhadap kegagalan deteksi akibat pergeseran sudut kamera (karena angin atau getaran) serta distorsi perspektif pada area *blind spot* [8], [9]. Di sisi lain, solusi konvensional berbasis sensor fisik (magnetik atau ultrasonik) dinilai tidak praktis untuk skala luas karena biaya instalasi infrastruktur (CAPEX) dan pemeliharaan yang tinggi [1], [9]. Oleh karena itu, terdapat gap penelitian yang signifikan untuk mengembangkan sistem yang mampu memetakan struktur slot secara adaptif menggunakan fitur visual alami (garis marka) tanpa bergantung pada ROI statis maupun sensor tambahan. Penelitian ini mengusulkan integrasi *line detection* dan *deep learning* untuk menciptakan penentuan batas slot yang lebih *robust* terhadap perubahan lingkungan di Wisma Dosen.

Untuk komponen deteksi kendaraan, penelitian ini menerapkan arsitektur YOLOv8 yang dipilih berdasarkan keunggulan teknisnya dibandingkan pendahulu (YOLOv5) maupun model ringan lain seperti SSD MobileNet. Studi komparasi terbaru (2023–2025) menunjukkan bahwa mekanisme *anchor-free* dan *decoupled head* pada YOLOv8 menghasilkan akurasi (mAP) dan recall yang lebih tinggi dalam menangani variasi bentuk objek [10], [11] dibandingkan YOLOv5 yang masih berbasis anchor. Selain itu, YOLOv8 terbukti memiliki keseimbangan efisiensi memori dan kecepatan inferensi yang lebih baik [10], [11], [12], [13] dibanding SSD pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Sistem ini dikembangkan menggunakan Python dan OpenCV untuk prapemrosesan serta ekstraksi garis, yang kemudian dipadukan dengan inferensi YOLOv8. Dengan rancangan ini, hasil penelitian diharapkan tidak hanya relevan secara akademis tetapi juga solutif sebagai prototipe sistem parkir cerdas berbiaya rendah yang andal.

Implementasi diarahkan pada *pipeline* operasional yang memanfaatkan CCTV eksisting di Wisma Dosen. Solusi yang bergantung pada infrastruktur baru (sensor per-slot) kurang ekonomis dan sulit dipelihara, sedangkan pendekatan visi memanfaatkan kamera yang sudah tersedia. Sistem dikembangkan dengan Python dan OpenCV untuk prapemrosesan, *line detection* untuk estimasi slot, serta YOLOv8 untuk deteksi kendaraan menggunakan dataset rekaman CCTV Wisma Dosen. Dengan rancangan ini, hasil penelitian diharapkan langsung relevan dan terukur pada lingkungan nyata yang menjadi fokus penelitian.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan visi komputer untuk mendeteksi okupansi parkir kendaraan di lingkungan Wisma Dosen Universitas Nurul Jadid dengan memadukan estimasi batas petak melalui *line detection* dan deteksi objek menggunakan YOLOv8. Alur kerja penelitian mengikuti tahapan: pengumpulan dataset, *preprocessing* video, implementasi YOLOv8, pengujian, dan pembahasan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

- a. Pengumpulan dataset
Data dikumpulkan dari CCTV eksisting area garasi (pencahayaan redup) dan halaman (lebih bervariasi) pada resolusi $\geq 720p$ dan ≥ 25 fps. Perekaman mencakup beberapa rentang waktu (siang–sore) dan kepadatan berbeda, lalu diekstraksi menjadi klip/urutan frame menggunakan Python–FFmpeg dengan pencatatan timestamp dan asal kamera. Data dibagi ke set latih/validasi/uji ($\pm 70/15/15$) secara terstratifikasi agar skenario menantang (mis. low-light) tetap terwakili. Keluaran tahap ini berupa klip/frame beserta metadata sebagai masukan *preprocessing*.
- b. Preprocessing video.
Tujuannya meningkatkan kualitas visual dan menyiapkan representasi stabil untuk deteksi dan estimasi petak. Langkahnya: ekstraksi frame (5–10 fps efektif), normalisasi resolusi, denoising (*Gaussian/Non-Local Means*), dan koreksi pencahayaan (*clahe*). ROI ditetapkan pada area parkir untuk menekan *false positives* jika kamera tidak stabil, diterapkan penstabilan berbasis fitur (*ORB/optical flow*). Peta petak (slot map) dibentuk melalui tepi *Canny* dan *HoughLinesP*, lalu garis dikelompokkan menjadi poligon tiap petak dengan pembersihan *outlier*. Keluaran berupa frame bersih dan peta petak (*poligon/ROI*) untuk inferensi.
- c. Implementasi YOLOv8.
YOLOv8 dipilih karena one-stage yang seimbang akurasi–latensi, dukungan ekspor (ONNX/TensorRT), dan ekosistem matang. Model disetel dengan dua opsi: memakai bobot pralatih COCO dengan *confidence threshold* konservatif atau *fine-tuning* terbatas menggunakan anotasi *bounding box* (*LabelImg/Roboflow*) bila diperlukan penyesuaian domain. Inferensi pada *frame* hasil preprocessing menghasilkan bbox, kelas, dan skor. Slot assignment menetapkan status petak “terisi” bila irisan *box–poligon* melampaui ambang *intersection-over-area* ($\approx 0,15–0,25$) dan pusat massa deteksi berada di dalam/sekitar poligon; konflik diselesaikan dengan maximum matching berbasis skor. Keluaran berupa deteksi per *frame*, status tiap petak (kosong/terisi), dan latensi.
- d. Hasil uji
Kinerja sistem dinilai hanya dengan metrik akurasi, baik untuk deteksi kendaraan maupun keputusan okupansi per petak, terhadap ground-truth yang dianotasi. Pengujian dilakukan pada variasi pencahayaan (terang hingga low-light garasi), tingkat kepadatan (sepi–penuh), dan sudut pandang kamera (garasi vs halaman).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan dataset video hasil perekaman CCTV di area parkir Wisma Dosen Universitas Nurul Jadid. Kamera ditempatkan menghadap langsung ke area parkir, dengan resolusi 720p dan frame rate 25 fps. Perekaman dilakukan sepanjang hari (pagi–malam) untuk merepresentasikan berbagai kondisi pencahayaan dan tingkat kepadatan kendaraan.



Gambar 2. Contoh video dataset

Dari proses tersebut diperoleh enam video dengan durasi antara 22 detik hingga 1 menit 14 detik (Gambar 2). Tahap preprocessing dilakukan dengan memotong bagian video yang tidak relevan menggunakan CapCut versi desktop, sehingga hanya bagian yang berisi aktivitas kendaraan dipertahankan. Langkah ini bertujuan mengurangi ukuran file dan mempercepat proses inferensi pada tahap deteksi.

Implementasi algoritma menggunakan Python 3.11, library OpenCV, Pandas, NumPy, dan Ultralytics YOLOv8. Model yang digunakan adalah varian YOLOv8s (*small*) karena memiliki keseimbangan antara kecepatan dan akurasi. Pelatihan dilakukan menggunakan bobot pralatih COCO dataset tanpa *fine-tuning* tambahan. Input video disesuaikan ke resolusi 1020×500 piksel sebelum proses inferensi. Sistem berjalan pada komputer dengan prosesor Intel i7, RAM 16 GB, dan GPU RTX 3060. Skema pengujian dilakukan pada enam tanggal berbeda di bulan Juli 2025 (6, 8, 9, 17, 20, dan 21 Juli). Setiap video diuji pada tiga kondisi waktu, yaitu pagi, siang, dan sore. Metrik yang digunakan adalah akurasi deteksi yang dihitung berdasarkan *confusion matrix* menggunakan persamaan berikut:

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (1)$$

B. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian sistem deteksi kendaraan menggunakan YOLOv8 pada enam sampel video ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Rekap akurasi per tanggal dan waktu (Juli 2024)

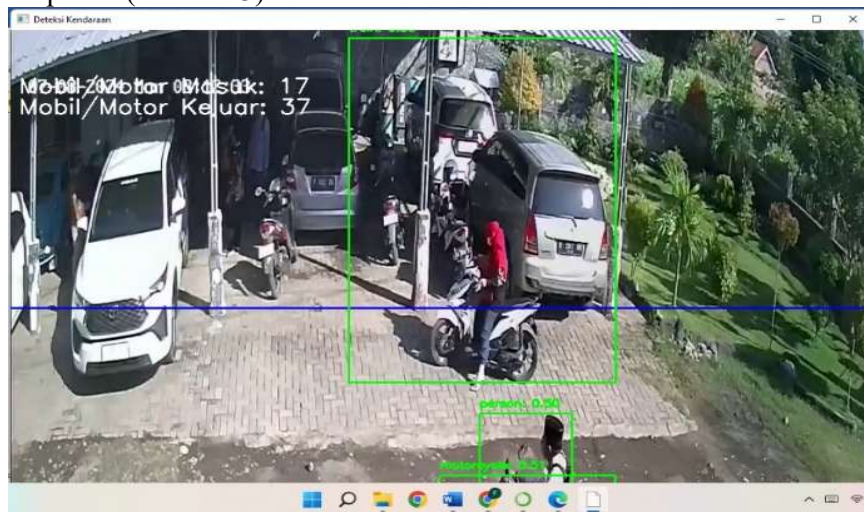
Tanggal	Total Kendaraan	Akurasi		
		Pagi	Siang	Sore
6 Juli 2025	14	0.66	0.87	0.81
8 Juli 2025	12	0.68	0.72	0.77
9 Juli 2025	9	0.55	0.66	0.67
17 Juli 2025	6	0.52	0.55	0.58
20 Juli 2025	8	0.51	0.55	0.57
21 Juli 2025	9	0.51	0.58	0.68

Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi sistem bervariasi berdasarkan kondisi pencahayaan dan waktu perekaman. Nilai akurasi tertinggi dicapai pada siang hari tanggal 6 Juli 2025 sebesar 0.87, sedangkan nilai terendah terjadi pada pagi hari tanggal 20 Juli 2025 sebesar 0.51.

Secara umum, deteksi pada siang hari menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan pagi atau sore. Hal ini disebabkan oleh pencahayaan alami yang optimal sehingga fitur kendaraan lebih jelas dan kontras. Sebaliknya, pada pagi atau sore, intensitas cahaya rendah dan bayangan objek lebih panjang, menyebabkan model YOLOv8 kadang gagal mendeteksi kendaraan secara penuh (*partial detection*), terutama pada area dengan pencahayaan tidak merata seperti garasi tertutup.

Hasil ini sejalan dengan literatur sebelumnya yang menyebutkan bahwa performa algoritma *object detection* berbasis CNN sangat bergantung pada kualitas pencahayaan dan sudut pandang kamera [6], [14], [15]. YOLOv8 tetap mampu mempertahankan stabilitas deteksi dalam rentang akurasi >0.55 pada seluruh kondisi uji, menunjukkan robustnes relatif terhadap gangguan cahaya dan perbedaan latar belakang. Perbedaan jumlah kendaraan yang terdeteksi juga dipengaruhi oleh faktor okupansi aktual. Saat area parkir penuh, tumpang tindih antar kendaraan (*occlusion*) dapat menyebabkan sebagian kendaraan tidak terdeteksi karena batas bounding box saling menutupi. Hal ini terlihat pada video tanggal 9 Juli, di mana meskipun jumlah kendaraan tinggi, akurasi relatif menurun menjadi 0.67.

Hasil visualisasi sistem memperlihatkan *bounding box* hijau untuk kendaraan yang terdeteksi dan poligon petak parkir dengan warna dinamis (merah untuk terisi, hijau untuk kosong). Mekanisme ini membantu sistem menghitung jumlah kendaraan sekaligus menandai slot yang tersedia. Tampilan ini mendukung implementasi *real-time* untuk pemantauan langsung area parkir (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil uji coba *real-time*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi okupansi parkir di Wisma Dosen Universitas Nurul Jadid dengan memadukan *line detection* untuk estimasi batas petak dan YOLOv8 untuk deteksi kendaraan. Berdasarkan enam sampel video pada bulan Juli 2025 (6, 8, 9, 17, 20, dan 21 Juli) yang diuji pada tiga rentang waktu (pagi–siang–sore), sistem mencapai akurasi puncak 0,87 pada kondisi siang hari dan secara konsisten mempertahankan akurasi di atas 0,50 pada seluruh skenario. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi peta petak berbasis garis dengan deteksi satu-tahap YOLOv8 efektif menghasilkan keputusan okupansi per slot dan layak dijadikan dasar prototipe pemantauan parkir berbasis CCTV.

Meski demikian, performa sistem sensitif terhadap kondisi lingkungan, terutama pencahayaan rendah, *occlusion* antarkendaraan, dan sudut kamera ekstrem yang menimbulkan distorsi perspektif. Untuk meningkatkan reliabilitas, disarankan perluasan dan pendalaman dataset (multi-hari/bulan, multi-lokasi), fine-tuning YOLOv8 pada data lokal disertai *augmentation* yang relevan, penguatan image enhancement pada skenario *low-light*, serta

integrasi modul pelacakan guna temporal *smoothing* dan perhitungan masuk–keluar yang lebih stabil. Dengan langkah-langkah tersebut, sistem berpotensi berkembang menjadi solusi pemantauan parkir yang andal, mendekati waktu nyata, dan terukur untuk kebutuhan operasional kampus.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. F. Luque-Vega, D. A. Michel-Torres, E. Lopez-Neri, M. A. Carlos-Mancilla, and L. E. González-Jiménez, “Iot smart parking system based on the visual-aided smart vehicle presence sensor: SPIN-V,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 5, Mar. 2020, doi: 10.3390/s20051476.
- [2] A. Jamshed, B. Mallick, and R. K. Bharti, “An Efficient Pattern Mining Convolution Neural Network (CNN) Algorithm With Grey Wolf Optimization (GWO),” *Arxiv - Computer Vision and Pattern Recognition*, 2022, doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.04704>.
- [3] H. F. Pardede, E. Suryawati, D. Krisnandi, R. S. Yuwana, and V. Zilvan, “Machine Learning Based Plant Diseases Detection: A Review,” *Proceeding - 2020 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunications, ICRAMET 2020*, pp. 212–217, Nov. 2020, doi: 10.1109/ICRAMET51080.2020.9298619.
- [4] R. Muslim, Z. Zaeniah, A. Akbar, B. Imran, and Z. Zaenudin, “Disease Detection of Rice and Chili Based on Image Classification Using Convolutional Neural Network Android-Based,” *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, vol. 19, no. 2, pp. 85–96, Sep. 2023, doi: 10.33480/PILAR.V19I2.4669.
- [5] A. P. Pranjaya, F. Rizki, R. Kurniawan, and N. K. Daulay, “Klasifikasi Penyakit Pada Daun Tanaman Padi Berbasis YoloV5 (You Only Look Once),” *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 6, pp. 3127–3136, Jun. 2024, doi: 10.30865/KLIK.V4I6.1916.
- [6] A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, and H.-Y. M. Liao, “YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection,” Apr. 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2004.10934>
- [7] G. S. Wong, K. O. M. Goh, C. Tee, and A. Q. Aznul, “Review of Vision-Based Deep Learning Parking Slot Detection on Surround View Images,” Aug. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/s23156869.
- [8] R. Ke, Y. Zhuang, Z. Pu, and Y. Wang, “A Smart, Efficient, and Reliable Parking Surveillance System with Edge Artificial Intelligence on IoT Devices,” *Transactions on Intelligent Transportation Systems*, pp. 1–13, 2020.
- [9] I. Masmoudi and A. Wali, “Vision Based Approach for Adaptive Parking Lots Occupancy Estimation,” *Pattern Recognition and Image Analysis*, vol. 29, no. 3, pp. 515–522, Jul. 2019, doi: 10.1134/S1054661819030143.
- [10] H. Ling, Z. Tu, G. Li, and J. Wang, “ED-YOLOv8s: An Enhanced Approach for Passion Fruit Maturity Detection Based on YOLOv8s,” in *2024 5th International Seminar on Artificial Intelligence, Networking and Information Technology (AINIT)*, 2024, pp. 2320–2324. doi: 10.1109/AINIT61980.2024.10581681.
- [11] Y. Wang, F. Pan, Z. Li, X. Xin, and W. Li, “CoT-YOLOv8: Improved YOLOv8 for Aerial images Small Target Detection,” in *2023 China Automation Congress (CAC)*, 2023, pp. 4943–4948. doi: 10.1109/CAC59555.2023.10451989.
- [12] A. Katiyar and . S., “Parking Occupancy Detection using Computer Vision Techniques,” *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, pp. 240–261, Apr. 2024, doi: 10.38124/ijisrt/ijisrt24apr234.
- [13] J. Wu, L. Wu, D. Wang, Y. Peng, and Z. Liao, “YOLOv8-IRD: Infrared Road Small Object Detection Algorithm Based on Improved YOLOv8,” in *2024 China Automation Congress (CAC)*, 2024, pp. 1243–1248. doi: 10.1109/CAC63892.2024.10865641.
- [14] F. H. Hawari, F. Fadillah, M. R. Alviandi, and T. Arifin, “Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Algoritma CNN (Convolutional Neural Network),” *Jurnal Responsif: Riset Sains dan Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 184–189, Aug. 2022, doi: 10.51977/JTI.V4I2.856.
- [15] I. Perlindungan and Risnawati, “Pengenalan Tanaman Cabai dengan Teknik Klasifikasi Menggunakan Metode CNN,” *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya*, vol. 1, no. 2, pp. 15–22, 2020, [Online]. Available: <https://conference.upnvj.ac.id/index.php/senamika/article/view/694>