ISSN: 2598-8565 (media cetak)
ISSN: 2620-4339 (media online)

IMPLEMENTASI FILTER FOTO CERDAS BERBASIS CNN PADA SISTEM PELAPORAN JALAN RUSAK BERBASIS WEB

Kadek Okhrisiana Dwipayana Putra✉, Ni Gusti Ayu Putu Harry Saptarini, Made Pasek Agus Ariawan
Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Bali, Badung, Indonesia
Email: okrisiana13@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.46880/jmika.Vol10No2.pp437-444

ABSTRACT

Road infrastructure damage threatens user safety, but the effectiveness of public reporting is often hindered by irrelevant reports (spam) that overburden manual verification. This study proposes an update to smart public services by integrating a Convolutional Neural Network (CNN) as an automatic filter and a Geographic Information System (GIS) for spatial mapping. Evaluation using the MobileNetV2 architecture on 500 images yielded 95% accuracy, 89% recall, 94% F1-Score, and a perfect 100% precision. This 100% precision highlights the main scientific contribution: the model's ability to reduce false positives to zero, actively blocking all spam reports at the initial gateway in real-time. Validated reports are automatically visualized on the WebGIS map. This integration is proven to digitize and automate initial report filtering, offering significant bureaucratic efficiency for government agencies.

Keyword: CNN, Image Classification, GIS, Road Damage, Web Reporting.

ABSTRAK

Kerusakan infrastruktur jalan mengancam keselamatan, namun efektivitas pelaporan publik sering terhambat oleh laporan tidak relevan (spam) yang membebani verifikasi manual. Penelitian ini mengusulkan pembaruan sistem pelayanan publik cerdas (smart public service) dengan mengintegrasikan Convolutional Neural Network (CNN) sebagai penyaring otomatis dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemetaan spasial. Evaluasi menggunakan MobileNetV2 pada 500 citra menghasilkan akurasi 95%, recall 89%, F1-Score 94%, dan precision sempurna 100%. Capaian precision 100% ini menegaskan kontribusi ilmiah utama penelitian: kemampuan model dalam mereduksi false positive hingga titik nol, memblokir seluruh laporan spam di gerbang awal secara real-time. Laporan yang lolos secara otomatis divisualisasikan pada peta WebGIS. Integrasi ini terbukti mendigitalisasi dan mengotomatisasi penyaringan laporan, menawarkan efisiensi signifikan bagi instansi pemerintah.

Kata Kunci: CNN, Kerusakan Jalan, Klasifikasi Citra, Pelaporan Web, SIG.

PENDAHULUAN

Kerusakan infrastruktur jalan, seperti lubang dan retak, merupakan permasalahan yang berdampak langsung pada keselamatan pengguna jalan dan dapat menimbulkan pembengkakan biaya pemeliharaan jika tidak ditangani dengan cepat. Dalam upaya percepatan perbaikan, partisipasi masyarakat melalui sistem pelaporan berbasis web telah menjadi sumber informasi yang sangat praktis dan krusial (Falasyfa & Avianto, 2024; Saputra et al., 2025). Namun, efektivitas sistem partisipatif ini sering kali terkendala oleh kualitas data yang dikirimkan. Tingginya proporsi unggahan foto yang tidak relevan atau bersifat spam memaksa pihak verifikator dari instansi berwenang untuk melakukan pemeriksaan tambahan secara manual. Hal ini tidak hanya memperlambat alur kerja, tetapi juga mengakibatkan alokasi sumber daya yang kurang efisien di lapangan (Immanuel et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan sebuah mekanisme otomatisasi untuk menyaring validitas foto secara *real-time* sebelum data tersebut diproses lebih lanjut.

Beberapa penelitian terdahulu telah berupaya mengembangkan sistem pelaporan jalan rusak. Fatthur dkk. (2024) merancang aplikasi berbasis web dengan konsep Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mendukung dinas PUPR, namun proses validasi foto masih dilakukan secara manual. Hal serupa terlihat pada penelitian Saputra dan Putri (2022) serta Wahyuningsih (2023) yang membangun purwarupa web pengaduan masyarakat tanpa adanya mekanisme filter otomatis untuk gambar yang tidak sesuai konteks. Di sisi lain, teknologi *computer vision* berbasis *deep learning*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), telah terbukti efektif mengekstraksi fitur visual

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

untuk mendeteksi retak dan lubang aspal dengan akurasi tinggi (Denaro & Lim, 2025; Riyandi et al., 2022; Zuhri et al., 2025). Penelitian Sasmito dkk. (2023) di Kota Semarang membuktikan keandalan CNN dalam mendeteksi kerusakan jalan, namun penerapannya masih terbatas pada studi teknis analisis citra dan belum diintegrasikan sebagai modul *built-in* ke dalam sebuah sistem pelaporan interaktif.

Analisis kritis terhadap penelitian terdahulu menunjukkan adanya celah (*research gap*) yang signifikan. Meskipun Sasmito dkk. (2023) berhasil membuktikan akurasi CNN dalam mendeteksi jalan rusak, pengujian tersebut hanya sebatas eksperimen *offline* yang tidak menyediakan platform interaktif bagi masyarakat. Sebaliknya, aplikasi pelaporan seperti yang diusulkan Fatthur dkk. (2024) dan Saputra & Putri (2022) telah memiliki antarmuka yang baik, namun sangat rentan terhadap manipulasi karena ketiadaan filter *spam* otomatis. Oleh karena itu, kebaruan (*novelty*) dan kontribusi konseptual penelitian ini terletak pada integrasi kedua keunggulan tersebut ke dalam konsep *smart public service* (pelayanan publik cerdas). Sistem tidak hanya bertindak sebagai penampung data pasif, melainkan dirancang secara spesifik sebagai berikut:

1. **Filter Cerdas Real-Time:** Mengimplementasikan CNN sebagai agen aktif yang mampu melakukan pra-verifikasi layaknya manusia untuk memblokir foto *spam* di gerbang awal..
2. **Pemetaan Terotomatisasi:** Menghubungkan keputusan AI langsung dengan WebGIS, sehingga instansi pemerintah dapat langsung mengalokasikan sumber daya perbaikan berdasarkan peta sebaran yang validitasnya sudah terjamin.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang sistem pelaporan berbasis web yang responsif, mengintegrasikan metode CNN dan SIG untuk memvalidasi serta memetakan foto laporan secara otomatis, serta mengukur efektivitas kinerja model CNN dalam mencegah laporan tidak relevan menggunakan metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Melalui poin kontribusi yang jelas ini, implementasi sistem diharapkan mampu memangkas beban verifikasi manual secara signifikan dan menghasilkan basis data distribusi kerusakan jalan yang jauh lebih bersih, akurat, dan siap ditindaklanjuti oleh pihak berwenang.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Sebelumnya

Pengembangan sistem pengaduan dan pelaporan infrastruktur berbasis partisipasi masyarakat telah banyak diteliti untuk meningkatkan kualitas layanan publik. Fatthur dkk. (2024) membangun sebuah sistem pelaporan kerusakan jalan menggunakan konsep Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan lokasi aduan. Meskipun sistem tersebut berhasil mendokumentasikan data secara spasial, proses verifikasi foto aduan masih bergantung pada peninjauan manual oleh operator, sehingga laporan yang tidak relevan tetap masuk ke dalam basis data. Kelemahan serupa juga dijumpai pada sistem informasi layanan aduan yang dirancang oleh Saputra dan Putri (2022) serta Wahyuningsih (2023), di mana platform aduan yang dibangun dengan metode *prototype* belum dilengkapi dengan fitur penyaringan otomatis untuk memvalidasi kesesuaian foto dengan konteks laporan. Untuk mempermudah aksesibilitas aduan langsung dari lapangan, Izzuddin dkk. (2022) memformulasikan sistem aduan berbasis aplikasi *mobile*, namun validasi kelayakan data foto visual tetap harus melewati proses intervensi manual yang menyita waktu.

Di sisi lain, perkembangan teknologi kecerdasan buatan telah menawarkan solusi yang solid untuk otomatisasi inspeksi visual. Sasmito dkk. (2023) menerapkan algoritma *deep learning* untuk mendeteksi retakan dan lubang pada permukaan jalan aspal secara otomatis. Temuan tersebut menunjukkan bahwa model pembelajaran mesin memiliki keandalan dan konsistensi yang tinggi dalam mengenali fitur kerusakan jalan. Namun, pengujian tersebut masih terbatas pada ranah teknis evaluasi model kecerdasan buatan secara mandiri dan belum diintegrasikan ke dalam sebuah arsitektur sistem informasi pelaporan publik. Integrasi struktural antara model kecerdasan buatan dan alur pelaporan juga belum dieksplorasi oleh Yuniar dkk. (2024) yang fokus pada pemodelan data terstruktur menggunakan pendekatan *Object-Oriented Analysis Design* (OOAD). Kesenjangan inilah yang menjadi landasan penelitian ini untuk menggabungkan fungsionalitas filter citra otomatis dan pemetaan spasial interaktif ke dalam satu platform terpadu.

Landasan Teori

Computer vision merupakan domain ilmu komputer yang mentransformasikan data visual dari dunia nyata menjadi informasi terstruktur yang dapat diinterpretasikan oleh mesin. Dalam kerangka pelaporan ini, *computer vision* diimplementasikan untuk melakukan klasifikasi citra biner. Klasifikasi biner membagi data citra ke dalam dua kelompok eksklusif, yaitu kelas valid yang merepresentasikan foto kerusakan jalan riil, dan kelas tidak valid yang mengelompokkan objek non-kerusakan atau *spam*

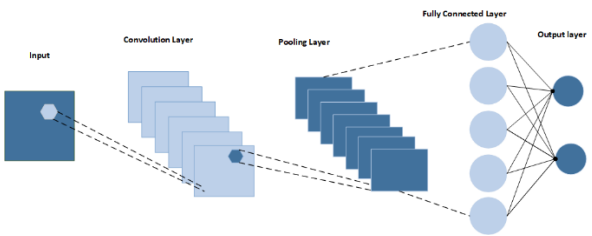
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ISSN: 2598-8565 (media cetak)
ISSN: 2620-4339 (media online)

aduan. Pendekatan ini berfungsi sebagai gerbang validasi awal untuk mengamankan integritas basis data.

Convolutional Neural Network (CNN) CNN merupakan arsitektur *deep learning* paling efektif dalam memproses data spasial dua dimensi seperti gambar karena mengadopsi mekanisme kerja korteks visual makhluk hidup. Berbeda dari jaringan saraf tiruan konvensional, CNN mengekstraksi fitur visual secara bertahap dan hierarkis tanpa mengharuskan pemrosesan seluruh piksel secara simultan. Proses pengolahan data pada CNN dieksekusi melalui beberapa lapisan (*layers*) utama yang bekerja secara berurutan:

1. *Input Layer*: Menerima matriks citra digital yang dimensinya telah diseragamkan (menjadi 224×224 piksel) dengan format 3 kanal warna RGB. Kanal warna sangat esensial karena membantu jaringan membedakan degradasi warna tanah atau air pada lubang dengan bayangan objek lain.
2. *Convolutional Layer & ReLU*: Kernel bergeser di atas citra untuk menghasilkan *feature map* yang menangkap pola tepi, garis, dan tekstur. Fungsi aktivasi *Rectified Linear Unit* (ReLU) kemudian mengintroduksi sifat non-linearitas dengan mengeliminasi nilai negatif menjadi nol guna mempercepat konvergensi model.
3. *Pooling Layer*: Menggunakan teknik *Max Pooling* untuk mereduksi dimensi spasial data, menghemat memori komputasi, sekaligus menekan risiko *overfitting*.
4. *Flattening & Fully Connected Layer*: Matriks multidimensi diratakan menjadi vektor satu dimensi untuk diproses oleh neuron yang terhubung penuh dalam mengalkulasi probabilitas akhir kelas citra.
5. *Output Layer*: Memanfaatkan satu neuron tunggal dengan fungsi aktivasi Sigmoid untuk memetakan nilai keluaran menjadi nilai probabilitas kontinu dalam rentang 0 hingga 1.



Gambar 1. *Convolutional Neural Network*

Untuk mengantisipasi keterbatasan volume data orisinal dan mencegah efek *overfitting*, prapemrosesan citra diperkuat dengan teknik *Data Augmentation*. Teknik ini merekayasa citra asli secara sintetis melalui transformasi rotasi (*rotation*), pencerminan (*horizontal flip*), pergeseran (*shift*), dan manipulasi kecerahan (*brightness adjustment*) agar model dapat menggeneralisasi aduan visual di bawah kondisi pencahayaan lapangan yang dinamis. Performa model diukur secara komprehensif melalui *confusion matrix* dengan mengevaluasi metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

Sistem Informasi Geografis (SIG) SIG merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang khusus untuk menangkap, mengelola, menganalisis, dan menyajikan data yang memiliki referensi geografis atau spasial. Kekuatan utama sistem ini bertumpu pada kemampuannya menyinkronkan data spasial (koordinat *latitude* dan *longitude*) dengan data atribut deskriptif seperti dokumentasi foto aduan. Melaluimplementasi WebGIS menggunakan pustaka peta digital seperti Leaflet.js atau Google Maps API, sebaran lokasi aduan jalan rusak yang telah dinyatakan valid oleh filter CNN dapat dipetakan secara *real-time* untuk mempermudah pemantauan oleh instansi pembina jalan.

Pengembangan Hipotesis

Berdasarkan tinjauan konsep teoritis mengenai kapabilitas algoritma CNN dalam mengekstraksi fitur tekstur permukaan jalan secara konsisten dan didukung oleh bukti empiris efisiensinya dalam mengidentifikasi kerusakan fisik aspal, maka hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

H1: Integrasi filter foto cerdas berbasis arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) pada sistem pelaporan jalan rusak berbasis web mampu melakukan validasi citra biner secara akurat sehingga secara signifikan menekan akumulasi laporan tidak valid (spam) di dalam basis data sistem.

METODE PENELITIAN

Rancangan Kegiatan dan Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied experimental research*) yang mengombinasikan rekayasa perangkat lunak dan pembelajaran mesin (*machine learning*) untuk membangun sebuah sistem validasi aduan otomatis. Metode pengembangan sistem informasi pelaporan ini menggunakan metode *Prototype*, yang menekankan pada pembuatan model awal secara cepat sebagai sarana komunikasi dan evaluasi kebutuhan sistem antara pengembang dan pengguna.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ISSN: 2598-8565 (media cetak)
ISSN: 2620-4339 (media online)

Ruang Lingkup, Objek, dan Tempat Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan teknologi *computer vision* sebagai filter cerdas di sisi *backend* sistem pelaporan jalan rusak berbasis web, tanpa mencakup analisis tingkat keparahan jalan atau manajemen rute perbaikan. Objek penelitian yang dianalisis adalah foto atau citra digital laporan kerusakan jalan (berlubang dan retak) yang dikirimkan oleh masyarakat. Tempat pelaksanaan pengumpulan data lapangan dilakukan secara langsung di berbagai titik jalan raya, sedangkan tahapan pengembangan dan pengujian sistem cerdas ini dilaksanakan di lingkungan Politeknik Negeri Bali.

Bahan dan Alat Utama

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa dataset citra digital permukaan jalan raya. Sedangkan alat utama pengembangannya dibagi menjadi dua komponen:

1. *Perangkat Keras (Hardware)*: Komputasi pelatihan model *deep learning* memanfaatkan unit komputer yang dilengkapi dengan GPU NVIDIA RTX 3050ti.
2. *Perangkat Lunak (Software)*: Sistem berbasis web dikembangkan menggunakan *framework* Laravel (PHP) untuk sisi *frontend* dan *backend*, basis data MySQL, serta pustaka Leaflet.js atau Google Maps API untuk memetakan visualisasi spasial. Pemrosesan filter cerdas kecerdasan buatan dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python, *framework* TensorFlow/Keras, dan dengan menerapkan arsitektur model *pre-trained* MobileNetV2.

Teknik Pengumpulan dan Kebutuhan Data

Dataset diperoleh melalui kombinasi pengunduhan dataset publik sumber terbuka dan kurasi manual hasil dokumentasi lapangan. Volume data awal yang dikumpulkan berjumlah 500 citra digital berekstensi .jpg atau .png. Rincian distribusi kategori data yang dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Dataset Citra

Kategori Citra	Deskripsi	Jumlah Citra
Valid	Citra permukaan jalan yang mengalami kerusakan (berlubang atau retak)	250
Tidak Valid	Citra jalan normal, objek tidak relevan (spam), atau gambar buram	250
Total		500

Teknik pembagian dataset menggunakan skema *Hold-Out Validation*, di mana data dipisahkan secara fisik ke dalam rasio 70:15:15 yang menghasilkan 350 citra untuk data pelatihan (*training set*), 74 citra untuk data validasi (*validation set*), dan 76 citra untuk data pengujian (*testing set*). Variasi data mencakup perbedaan sudut pengambilan gambar, tingkat pencahayaan (terang, redup, bayangan), serta jarak pengambilan.



Gambar 2. Contoh Dataset Jalan Rusak



Gambar 3. Contoh Dataset Jalan Tidak Rusak

Definisi Operasional Variabel dan Alur Kerja Sistem

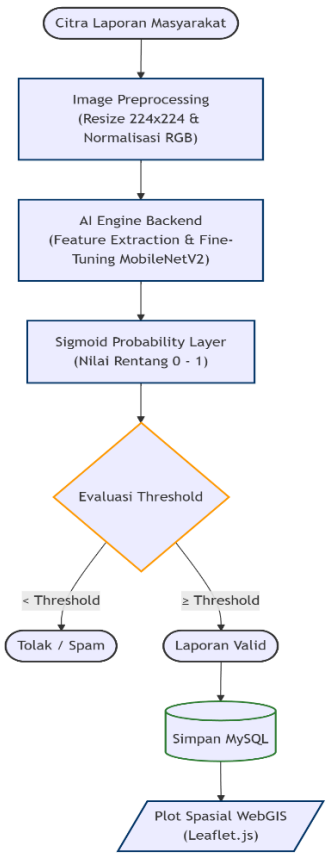
Sistem filter foto cerdas ini diformulasikan secara operasional sebagai bentuk klasifikasi citra biner yang menghasilkan dua keputusan mutlak: kelas valid (foto menunjukkan jalan rusak asli) dan kelas tidak valid (foto berisi objek tidak relevan, spam dan jalan tidak rusak). Alur kerja perangkat lunak dimulai saat masyarakat mengakses website pelaporan, di mana sistem secara otomatis meminta izin akses geolokasi untuk menarik koordinat *latitude* dan *longitude* perangkat pelapor.

Ketika formulir dikirimkan (*submit*), foto laporan diproses secara *real-time* melewati tahapan prapemrosesan (*image preprocessing*). Citra asli dikonversi menjadi dimensi seragam 224 x 224 piksel dengan 3 kanal warna RGB untuk efisiensi memori GPU tanpa mendegradasi esensi warna tanah atau air pada lubang aspal. Selama pelatihan, data diperkaya secara sintetis menggunakan teknik augmentasi berupa rotasi dan pencerminan horizontal (*horizontal flip*). Model *Convolutional Neural Network* (CNN) kemudian mengekstraksi fitur visual citra. Jika probabilitas keluaran fungsi Sigmoid pada *output layer*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ISSN: 2598-8565 (media cetak)
ISSN: 2620-4339 (media online)

memenuhi nilai ambang batas (*threshold*), laporan dinyatakan valid, disimpan ke basis data, dan koordinatnya divisualisasikan menjadi titik spasial pada peta Sistem Informasi Geografis (SIG). Jika tidak valid, laporan ditolak otomatis oleh sistem.



Gambar 4. Alur Kerja Filter Cerdas dan WebGIS

Pemrosesan citra aduan pada sistem filter cerdas ini tidak menggunakan arsitektur *Unified Modeling Language* (UML) konvensional, melainkan dirancang secara sistematis melalui *pipeline* pemrosesan data linier yang terintegrasi (lihat Gambar 4). Alur kerja pemrosesan data visual dari tahap input hingga visualisasi spasial berjalan secara *real-time* dengan tahapan sebagai berikut:

1. **Input Citra Laporan:** Proses dimulai ketika masyarakat mengunggah foto laporan kerusakan infrastruktur melalui antarmuka web.
2. **Image Preprocessing:** Sebelum diumpankan ke dalam model kecerdasan buatan, foto tersebut akan melewati tahap prapemrosesan otomatis di sisi server. Citra akan diubah dimensinya secara paksa (*resize*) menjadi ukuran 224x224 piksel dan dinormalisasi dalam format kanal warna RGB agar sesuai dengan standar masukan arsitektur model.
3. **AI Engine Backend:** Citra yang telah dinormalisasi diproses menggunakan model *Convolutional Neural Network* (MobileNetV2) yang telah di-*fine-tune*. Pada tahap ini, model melakukan ekstraksi fitur hierarkis untuk mengenali pola retakan atau lubang jalan.
4. **Sigmoid Probability Layer & Evaluasi Threshold:** Hasil ekstraksi fitur diakhiri pada lapisan *Sigmoid* yang menghasilkan nilai probabilitas rentang 0 hingga 1. Sistem kemudian melakukan evaluasi ambang batas (*threshold*).
5. **Keputusan Sistem:** Jika probabilitas berada di bawah *threshold* (< Threshold), citra diklasifikasikan sebagai *Spam* dan sistem akan menolak laporan tersebut secara otomatis. Sebaliknya, jika probabilitas memenuhi atau melampaui batas (≥ Threshold), laporan diklasifikasikan sebagai laporan valid.
6. **Simpan MySQL & Plot Spasial WebGIS:** Seluruh laporan yang dinyatakan valid akan langsung direkam ke dalam basis data (MySQL) beserta koordinat *latitude* dan *longitude*-nya. Pustaka pemetaan Leaflet.js kemudian membaca data spasial tersebut untuk menghasilkan penanda (*marker*) pada peta digital WebGIS, sehingga admin dapat langsung memantau sebaran kerusakan jalan tanpa harus memilah foto *spam* secara manual.

Teknik Analisis dan Eksperimen Pengujian

Pemilihan arsitektur MobileNetV2 didasarkan pada karakteristik *inverted residual blocks* yang membuatnya jauh lebih ringan dan efisien secara komputasi dibandingkan arsitektur CNN lain yang lebih berat, seperti ResNet atau EfficientNet. Keringanan beban komputasi ini merupakan syarat mutlak (*trade-off*) untuk menjaga *response time* yang cepat pada aplikasi berbasis web saat melakukan klasifikasi secara *real-time* dari sisi *backend*. Selain itu, penentuan ambang batas (*threshold*) klasifikasi ditetapkan pada nilai probabilitas standar 0,5 pada keluaran fungsi aktivasi Sigmoid. Nilai ini dipilih karena dinilai paling optimal untuk menjaga keseimbangan antara sensitivitas model dalam mengenali tekstur kerusakan (*recall*) dan ketegasan dalam menolak foto *spam* (*precision*).:

1. *Pengujian Model AI*: Kinerja klasifikasi dianalisis menggunakan matriks konfusi (*confusion matrix*) untuk menghitung nilai kuantitatif metrik Akurasi, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*. Proses pelatihan model MobileNetV2 dilakukan melalui pendekatan *Transfer Learning* dengan menerapkan teknik *fine-tuning*. Pada tahap awal pelatihan, bobot pada lapisan dasar (*base layers*) dari arsitektur MobileNetV2 dibekukan (*frozen*), sehingga model hanya melatih lapisan pengklasifikasi akhir

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

(*classifier head*) menggunakan *learning rate* standar. Hal ini bertujuan agar model beradaptasi dengan fitur umum tanpa merusak bobot pra-latih (*pre-trained weights*). Selanjutnya, proses *fine-tuning* diaktifkan pada *epoch* ke-50. Pada tahap ini, pembekuan pada beberapa lapisan konvolusi terakhir dibuka (*unfrozen*) dan dilatih ulang bersama dataset jalan rusak. Untuk mencegah terjadinya *catastrophic forgetting* (lupa drastis), *learning rate* diturunkan secara signifikan menjadi 0.001 (menggunakan *optimizer* Adam) dan fungsi kerugian *Binary Cross Entropy* agar penyesuaian bobot terhadap fitur spesifik retakan dan lubang jalan terjadi secara perlahan dan stabil. Pengaturan lengkap eksperimen ini dapat dilihat pada Tabel 2.

2. *Pengujian Sistem*: Fungsionalitas antarmuka perangkat lunak, keandalan fitur unggah file, kestabilan basis data, dan akurasi sinkronisasi peta WebGIS diuji secara fungsional menggunakan metode *Black Box Testing* dengan teknik *Equivalence Partitioning* dan *Boundary Value Analysis*.

Tabel 2. Konfigurasi Eksperimen

Parameter	Nilai
Model	CNN
Dataset	Dataset Jalan Rusak (kurasi manual)
Ukuran Input	224 × 224
Pembagian Data	70% latihan, 15% validasi, 15% uji
Augmentasi	Rotasi, flip horizontal
Epoch	Maksimal 100 Epoch
Batch Size	16
Learning Rate	0.001
Optimizer	Adam
Loss Function	Binary Cross Entropy
Perangkat Training	GPU RTX 3050ti

Tabel 3. Pengujian Sistem

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1	Upload Foto	Pengguna mengunggah foto laporan	Foto berhasil diunggah
2	Filter Foto Cerdas	Sistem memproses foto	Foto diklasifikasikan valid/tidak valid
3	Pengiriman Laporan	Laporan dikirim ke sistem	Laporan tersimpan sesuai hasil filter
4	Manajemen Laporan	Admin melihat laporan	Mendapatkan laporan benar
5	Visualisasi SIG	Admin membuka peta laporan	Lokasi Laporan valid tampil pada peta

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian fungsionalitas sistem pelaporan jalan rusak berbasis web dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*. Berdasarkan skenario pengujian yang telah dirancang sebelumnya, hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur utama berjalan sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan. Sistem berhasil menerima unggahan foto dari pengguna, mengirimkan citra tersebut ke modul *backend* untuk diproses oleh algoritma CNN, dan memberikan respons penolakan secara otomatis ketika foto yang diunggah tidak relevan (*spam*).

Hasil Pelatihan Model CNN

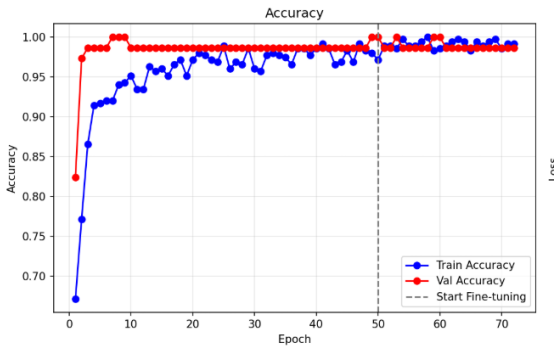
elatihan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dieksekusi menggunakan perangkat keras GPU NVIDIA RTX 3050ti dengan menerapkan arsitektur *pre-trained* MobileNetV2. Sesuai dengan skenario pengujian yang telah ditetapkan, model dilatih dengan transisi *fine-tuning* yang dimulai pada *epoch* ke-50 guna menyesuaikan bobot layer secara spesifik terhadap fitur kerusakan jalan aspal.

Berdasarkan grafik riwayat pelatihan (lihat Gambar 5 dan Gambar 6), hasil menunjukkan proses konvergensi yang sangat positif. Metrik kerugian (*Training Loss* dan *Validation Loss*) mengalami penurunan yang sangat konsisten sejak awal pelatihan, mengindikasikan bahwa model secara efektif mempelajari dan mengenali pola fitur visual dari citra tanpa mengalami gangguan *catastrophic forgetting* saat tahap *fine-tuning* diaktifkan. Dari sisi akurasi, akurasi pelatihan (*training accuracy*) terus meningkat hingga mendekati 100%, sementara akurasi validasi (*validation accuracy*) mampu mencapai titik stabil secara cepat di angka sekitar 98,6% hingga 100%. Stabilnya akurasi validasi yang diiringi dengan penurunan nilai *loss* membuktikan bahwa teknik prapemrosesan *Data Augmentation* berhasil menjaga model dari *overfitting*, sehingga model memiliki

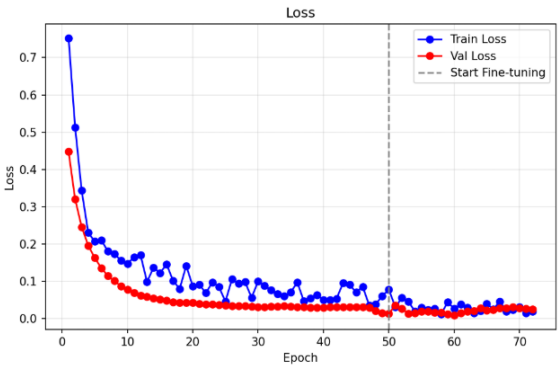
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ISSN: 2598-8565 (media cetak)
ISSN: 2620-4339 (media online)

keyakinan prediksi yang solid dan dapat diandalkan sebagai filter awal sistem pelaporan.



Gambar 5. *Accuracy Train*



Gambar 6. *Loss Train*

Evaluasi Kinerja Model AI dan Analisis Error

Kinerja model dalam melakukan klasifikasi biner dievaluasi menggunakan *Confusion Matrix* terhadap 76 data uji (*Test Set*) yang belum pernah dilihat oleh model sebelumnya. Rincian hasil matriks konfusi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil *Confusion Matrix*

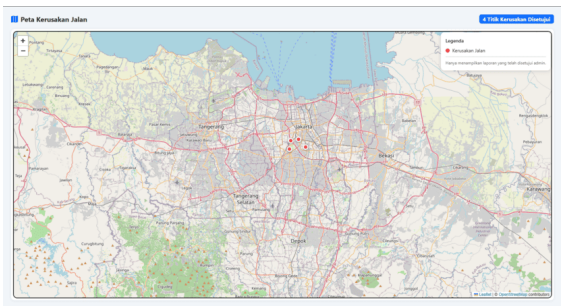
	Prediksi tidak valid	**Prediksi valid**
Aktual tidak valid	38	0
Aktual valid	4	34

Berdasarkan Tabel 4, model MobileNetV2 yang di-*fine-tune* pada eksperimen ini berhasil mencapai tingkat Akurasi yang sangat baik, yaitu sebesar 95%. Lebih lanjut, metrik *Precision* untuk kelas valid tercatat sebesar 100%. Angka *Precision* yang sempurna (Nol *False Positive*) ini mengindikasikan bahwa sistem sangat andal dalam memblokir seluruh foto spam atau jalan normal, sehingga tidak ada satupun laporan tidak relevan yang lolos sebagai laporan valid.

Sementara itu, nilai *Recall* mencapai 89%, yang berarti model berhasil mendeteksi sebagian besar foto jalan rusak yang sesungguhnya. Harmonisasi dari kedua metrik tersebut menghasilkan nilai *F1-Score* sebesar 94%. Berdasarkan analisis *error*, hanya terdapat 4 kasus *False Negative* (FN), di mana sistem menolak foto yang sebenarnya merupakan jalan rusak. Kasus FN ini umumnya dipicu oleh kualitas citra dari pengguna yang terlalu buram (*blur*), pencahayaan yang sangat gelap, atau sudut pengambilan gambar ekstrem yang mendistorsi bentuk asli lubang jalan. Secara keseluruhan, performa model ini sangat memenuhi kriteria sebagai filter awal sistem pelaporan, karena secara efektif berhasil mereduksi beban verifikasi manual.

Integrasi Peta Digital (WebGIS)

Laporan yang telah dinyatakan "valid" oleh model CNN berhasil disimpan ke dalam basis data MySQL. Proses penarikan titik koordinat (*latitude* dan *longitude*) dari perangkat pengguna secara otomatis juga berfungsi dengan baik. Modul WebGIS yang dibangun menggunakan pustaka Leaflet.js berhasil memetakan titik-titik laporan valid tersebut secara *real-time*. Admin dapat memantau sebaran jalan rusak secara presisi, yang membuktikan bahwa integrasi antara filter kecerdasan buatan dan visualisasi spasial dapat berjalan harmonis dalam satu platform terpadu.



Gambar 7. Modul WebGIS

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, seperti penelitian Sasmito dkk. (2023) dan Riyandi dkk. (2022) yang berhasil mendeteksi kerusakan jalan dengan akurasi di atas 90% pada lingkungan pengujian analisis tertutup, performa model MobileNetV2 pada penelitian ini terbukti sangat kompetitif dengan capaian akurasi 95% dan presisi 100%. Meskipun menggunakan ukuran dataset yang relatif lebih kecil (500 citra), penerapan teknik *Transfer Learning* dan prapemrosesan augmentasi terbukti efektif dalam menjaga kemampuan ekstraksi fitur model. Perbedaan dan keunggulan utama pada penelitian ini dibandingkan penelitian-penelitian terdahulu terletak pada fungsionalitas akhirnya; di mana model tidak

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

hanya sebatas alat analisis eksperimental, melainkan telah berhasil beroperasi secara nyata sebagai filter otomatis yang terintegrasi dengan antarmuka WebGIS untuk secara aktif memblokir laporan *spam* di gerbang awal sistem pelaporan.

Keterbatasan Penelitian dan Arah Lanjutan

Meskipun mampu menghasilkan akurasi yang tinggi, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, ukuran dataset yang relatif kecil (500 citra) membuat model belum terpapar pada variasi topologi kerusakan jalan yang ekstrem di berbagai kondisi cuaca. Kedua, penelitian ini belum menerapkan teknik validasi yang lebih ketat seperti *K-Fold Cross-Validation* untuk menguji ketahanan dan tingkat generalisasi model secara menyeluruh. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk: (1) memperbesar jumlah dataset menggunakan sumber *crowdsourcing*, (2) menerapkan teknik *cross-validation*, serta (3) melakukan analisis komparatif performa secara langsung antara MobileNetV2 dengan arsitektur CNN terbaru seperti EfficientNet atau ResNet untuk mengukur perbandingan efisiensi waktu komputasi dan akurasi pada skala produksi riil (*production environment*). Di sisi fungsionalitas aplikasi, penelitian mendatang juga disarankan untuk melaksanakan *User Acceptance Test* (UAT) guna mengukur tingkat kepuasan masyarakat pengguna.

KESIMPULAN

Sistem berhasil mengintegrasikan model MobileNetV2 dan WebGIS untuk mendukung alur pelaporan jalan rusak secara digital. Berdasarkan hasil pengujian, model klasifikasi menghasilkan kinerja yang sangat optimal dengan akurasi 95%, *precision* 100%, *recall* 89%, dan *F1-score* 94%. Capaian *precision* sebesar 100% menunjukkan bahwa model berhasil meminimalkan jumlah *False Positive* hingga titik nol, yang berarti sistem filter cerdas terbukti secara empiris mampu menyeleksi dan memblokir seluruh laporan tidak relevan (*spam*) di gerbang awal. Laporan yang dinyatakan valid kemudian berhasil disimpan dan divisualisasikan lokasinya secara presisi pada peta digital WebGIS secara *real-time*. Meskipun model masih menghasilkan minoritas *False Negative* akibat kondisi citra yang ekstrem, secara keseluruhan integrasi sistem ini berpotensi besar memangkas beban verifikasi manual pihak berwenang.

DAFTAR PUSTAKA

Denaro, L. G., & Lim, R. (2025). Analisis deteksi kerusakan pada jalan aspal menggunakan deep learning. *Jurnal Dimensi Insinyur Profesional, 3*(1), 16–25. https://doi.org/10.9744/jdip.3.1.16-25

Falasyfa, R. S., & Avianto, D. (2024). Perancangan aplikasi layanan pengaduan kerusakan jalan berbasis android. *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi, 5*(1), 944–953. https://doi.org/10.35870/jimik.v5i1.569

Fatthur, D., Harahap, R. A., Ridho, M. F., Alfarezy, S., & Sinaga, A. (2024). Rancang bangun aplikasi berbasis web pelaporan kerusakan berkonsep GIS pada Dinas PUPR Sumut. *JUTECH: Journal Education and Technology, 5*(1), 169-182.

Immanuel, C. G., Putro, D. N., Varadinta, S., & Siswanto, J. (2023). Aplikasi layanan pengaduan kerusakan jalan (APZARD). *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences, 6*, 154–162. https://doi.org/10.30595/pspfs.v6i.864

Izzuddin, A., Ramli, M., & Saringat, M. Z. (2022). Development of road damage report application (Road Repair). *Applied Information Technology and Computer Science, 3*(2), 944–960. https://doi.org/10.30880/aitcs.2022.03.02.057

Riyandi, A., Widodo, T., & Uyun, S. (2022). Classification of damaged road images using CNN. *Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi, 19*(2), 147–158. https://doi.org/10.31515/telematika.v19i2.6460

Saputra, D. S., & Putri, D. I. (2022). Analisis dan perancangan sistem informasi layanan pengaduan masyarakat menggunakan metode prototype berbasis web. *Informatics for Educators and Professionals, 7(*1), 96–107.

Saputra, T. A., Badrusallam, I., & Anjani, A. P. (2025). Rancang bangun sistem pengaduan masyarakat berbasis web dengan fitur loyalty. *Practical Informatic and Technology Journal (PRACTIC), 1*(1), 7–15. https://doi.org/10.65344/practic.v1i1.158

Sasmito, B., Setiadji, B. H., & Isnanto, R. (2023). Deteksi kerusakan jalan menggunakan pengolahan citra deep learning di Kota Semarang. *TEKNIK, 44*(1), 7–14. https://doi.org/10.14710/teknik.v44i1.51908

Wahyuningsih, A. S. (2023). Website pengaduan masyarakat Desa Sukarapih menggunakan metode prototype. *Jurnal Teknologika, 13*(2).

Yuniar, V. R., Qonata, R. I., Rizmadita, H. A., & Fitri, A. S. (2024). Perancangan sistem pelaporan kerusakan jalan dengan metode Object Oriented Analysis Design (OOAD) berbasis web. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika, 8*(1).

Zuhri, A. S. M., Nafiiyah, N., & Budi, A. S. (2025). Identification of road damage using CNN method. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi, 4*(3), 802–817. https://doi.org/10.51903/jgn2sd35

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.