

Pengembangan Sistem Pengenalan Plat Nomor Indonesia Menggunakan YOLOv8 dan EasyOCR

Anthony, Herman, dan Andik Yulianto

Universitas Internasional Batam

Jl. Gajah Mada, Tiban Indah, Kec. Sekupang, Kota Batam, Kepulauan Riau 29426

E-mail : 2131003.anthony@uib.edu, Herman@uib.ac.id, Andik@uib.ac.id

Abstrak

Sistem gerbang di Indonesia saat ini masih mengandalkan metode tradisional seperti gerbang manual atau teknologi RFID, yang memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi dan keamanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi alternatif dengan menggabungkan teknologi *text recognition* berbasis *machine learning* dan kerangka kerja CRISP-DM. Metode yang digunakan melibatkan pendekatan multi-metode, yaitu metode terapan dan eksperimental. Metode terapan menggunakan kerangka kerja CRISP-DM untuk mengelola proyek, sementara metode eksperimental melibatkan pengujian model pada data yang dikumpulkan secara manual di lingkungan luar. *Dataset* yang digunakan adalah berjumlah 448 gambar yang dibagi kedalam tiga bagian berbeda yaitu *train*, *validation*, dan *testing*. Data plat nomor dikumpulkan secara manual dari lingkungan luar untuk mencerminkan kondisi kehidupan nyata, Algoritma yang diimplementasikan untuk mendeteksi plat nomor pada gambar kendaraan adalah algoritma YOLO V8. Sedangkan algoritma yang digunakan untuk *text recognition* adalah algoritma EasyOCR. Flask akan digunakan untuk mendistribusikan model secara berbasis web. Kerangka kerja CRISP-DM akan digunakan untuk memastikan proyek dapat selesai dilaksanakan. Pada bagian eksperimen, 100 gambar diuji untuk dapat mendapatkan perkiraan akurasi dari hasil sistem deteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model deteksi memiliki akurasi sekitar 99%, sementara *text recognition* mencapai akurasi sekitar 81%. Dengan memanfaatkan kerangka kerja CRISP-DM, kami berhasil mengembangkan sistem pendeteksi plat nomor berbasis web yang dapat memudahkan akses pengguna. Penelitian ini merupakan upaya untuk mengembangkan solusi alternatif untuk Sistem Gerbang Indonesia dengan mengembangkan *machine-learning text recognition* yang dikombinasikan dengan kerangka kerja CRISP-DM.

Kata kunci: *Gate system, Machine learning, YOLOV8, EasyOCR, CRISP-DM.*

Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi otomotif telah mengalami perkembangan signifikan dengan hadirnya kendaraan yang semakin cerdas dan canggih. Kemajuan ini mendorong peningkatan keselamatan, efisiensi, dan konektivitas dalam transportasi. Sistem pendukung seperti pengawasan lalu lintas dan driving assistant kini memanfaatkan *computer vision* dan *machine learning* untuk meningkatkan keselamatan jalan dan pengendalian lalu lintas. Teknologi seperti *driving assistant* mampu terus mengamati dan mengevaluasi kondisi jalan serta aktivitas pengemudi untuk mengurangi risiko kecelakaan dan meningkatkan keselamatan secara keseluruhan [1].

Salah satu implementasi teknologi ini adalah pada sistem gerbang pintar yang mengintegrasikan

fitur keselamatan canggih dengan teknologi berbasis kecerdasan buatan untuk mendukung pengemudi. Dengan demikian, kemajuan teknologi otomotif, termasuk fitur keselamatan canggih dan sistem pendukung pengemudi, memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan keselamatan jalan, efisiensi transportasi, dan pengalaman berkendara. Selain itu, adopsi teknologi berbasis data dan keputusan otomatis telah terbukti menjadi solusi yang dapat meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap sistem otomasi modern [2].

Namun demikian, di Indonesia, sistem gerbang masih mengandalkan metode yang sudah ketinggalan jaman, seperti gerbang manual atau ada juga yang sudah menerapkan sistem gerbang RFID. Kedua sistem ini masih membutuhkan campur tangan pengemudi untuk menyelesaikan prosesnya, yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan

berpotensi menimbulkan antrian yang panjang [3]. Untuk mengatasi masalah ini, sistem gerbang harus dilengkapi dengan teknologi dan otomasi terkini. Salah satu solusi potensial untuk menyelesaikan tantangan ini adalah penerapan sistem pengenalan plat nomor otomatis [4].

Text recognition machine learning dapat membantu mengotomatiskan dan merampingkan proses. *Text recognition machine learning* melibatkan melatih model untuk menafsirkan dan memahami teks secara akurat dalam berbagai format, seperti tulisan tangan dan teks tercetak. *Text recognition* memainkan peran penting dalam berbagai industri dan aplikasi. Ini memfasilitasi ekstraksi data dari gambar, memungkinkan pemrosesan dokumen secara otomatis, dan penerjemahan secara *real-time*.

Metode *Text recognition machine learning* telah terbukti lebih kompleks dibandingkan dengan prosedur tradisional. Hal ini disebabkan oleh variabilitas dan berbagai faktor yang dapat memengaruhi teks, seperti jenis huruf, ukuran, gaya, latar belakang, dan distorsi yang berbeda. Salah satu cara *text recognition* yang telah digunakan adalah dalam pengenalan karakter plat nomor. Dengan memanfaatkan model *machine learning* seperti YOLO V8 dengan EasyOCR, hal ini memungkinkan pembuatan sistem yang mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan [5].

EasyOCR adalah *Library Python* yang dirancang untuk mengekstrak teks dari gambar [6]. Ini berfungsi sebagai alat OCR umum yang mampu membaca teks yang padat dan teks dari pemandangan alami.

YOLO V8 adalah kerangka kerja canggih yang telah mendapatkan popularitas sebagai model deteksi objek untuk deteksi waktu nyata. YOLO V8 juga memiliki kinerja terbaik dalam hal akurasi dan efisiensi jika dibandingkan dengan versi YOLO lainnya [7]. Sementara itu, kerangka kerja CRISP-DM menyediakan pendekatan terstruktur untuk data mining. Seperti yang ditunjukkan oleh [8], yang menerapkan sistem deteksi *helm* secara *real-time* berdasarkan YOLO V8 dengan metodologi CRISP-DM, sehingga dapat memastikan penerapan sistem deteksi yang efektif.

Cross-industry standard Process for Data Mining (CRISP-DM) adalah kerangka kerja yang digunakan secara luas untuk perencanaan dan pengelolaan proyek data mining. Ini adalah pendekatan standar untuk penggalan data di seluruh industri, yang mengacu pada prinsip-prinsip [9]. Keuntungan dari pendekatan ini adalah menyediakan cara yang sistematis dan metodis untuk merencanakan dan melaksanakan proyek data mining. Model ini mencakup enam fase yang berbeda, masing-masing terkait dengan siklus hidup proyek tertentu. Keenam fase tersebut adalah *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modelling*, *Evaluation*, dan *Deployment* [10].

Dengan mengikuti pendekatan kerangka kerja CRISP-DM ini, memungkinkan untuk membentuk

dan menjalankan sistem *text recognition* yang sistematis secara akurat. Hal ini termasuk memahami tujuan dan persyaratan komersial, memeriksa dan menyiapkan data, mengembangkan dan menguji model, dan mengimplementasikan sistem. Sehingga, sistem gerbang di Indonesia disarankan untuk mempertimbangkan penerapan pengenalan plat nomor untuk meningkatkan keamanan dan merampingkan manajemen lalu lintas. Solusi yang efektif adalah penggunaan *text recognition machine learning* yang dikombinasikan dengan kerangka kerja CRISP-DM. Oleh karena itu, penulis ingin mencoba mengembangkan solusi alternatif untuk Sistem Gerbang Indonesia dengan mengembangkan *Text Recognition machine learning* yang dikombinasikan dengan kerangka kerja CRISP-DM.

Tinjauan pustaka

Penelitian yang dilakukan [11] berfokus pada masalah algoritma yang disempurnakan untuk identifikasi plat nomor (LPR) dengan menggunakan proyeksi tepi horizontal-vertikal yang dimodifikasi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menyarankan algoritma yang disempurnakan untuk identifikasi plat nomor (LPR) dalam kerangka plat nomor Indonesia. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma proyeksi tepi horizontal-vertikal yang dimodifikasi. Hasilnya menunjukkan bahwa algoritma yang diusulkan menunjukkan peningkatan yang nyata dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Algoritma ini mencapai tingkat akurasi 88,75% dalam identifikasi 71 plat nomor di antara total 80 sampel gambar.

Penelitian lain yang dilakukan [12] berfokus pada penggunaan sistem pendeteksian plat kendaraan dan pengenalan karakter. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem deteksi plat kendaraan dan pengenalan karakter dengan teknik YOLO V8 dan OCR. Dataset berisi 1000 gambar dan 800 gambar digunakan untuk melatih model YOLO V8. Hasilnya menunjukkan bahwa algoritma yang disarankan mencapai akurasi 84% berdasarkan matriks kebingungan dan akurasi 86% dalam deteksi plat nomor secara *real-time*.

Penelitian lain yang dilakukan [13] berfokus pada sistem gerbang kontrol akses pintar untuk pengenalan plat kendaraan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem akses gerbang otomatis untuk pengenalan plat kendaraan. Penelitian ini dilakukan dengan cara menerapkannya dan menggunakan prototipe untuk menguji sistem itu sendiri. Prototipe dilakukan dengan menggunakan raspberry pi, pi camera, servos, dan penghalang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe yang dirancang berhasil memindai nomor plat kendaraan untuk akses kontrol.

Penelitian lain yang dilakukan [14] berfokus pada peningkatan identifikasi kendaraan dengan

menggunakan teknik YOLO V8 dan OCR. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan identifikasi kendaraan dengan menggunakan teknik YOLO V8 dan OCR untuk deteksi presisi tinggi dan pengenalan karakter. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan CVAT sebagai alat anotasi, YOLO V8 sebagai model deteksi, *K-Means thresholding*, dan EasyOCR sebagai pengenalan karakter. Hasilnya menunjukkan bahwa algoritma yang diusulkan mencapai akurasi 99% dalam mendeteksi plat nomor dan akurasi 99,95% dalam pengenalan karakter.

Penelitian lain yang dilakukan [15] berfokus pada penerapan *K-Means* untuk Segmentasi Pasar untuk Riset Pemasaran pada *Startup* Tahap Awal dengan Menggunakan CRISP-DM. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi berbasis pembelajaran mesin menggunakan algoritma *K-Means* dan kerangka kerja CRISP-DM untuk membantu perusahaan rintisan tahap awal dalam melakukan segmentasi pasar untuk riset pasar. Penelitian ini mengikuti kerangka kerja CRISP-DM. Aplikasi ini berhasil memberikan visualisasi dan hasil segmentasi dalam bentuk file Excel, membantu perusahaan rintisan dalam memproses data dan mengidentifikasi segmen pasar.

Penelitian lain yang dilakukan [16] berfokus pada evaluasi tingkat keberhasilan proyek data mining berdasarkan metodologi CRISP-DM dengan sistem *fuzzy expert*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem *fuzzy expert* untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan proyek *data mining* berdasarkan kualitas tahapan metodologi CRISP-DM. Penelitian ini menggunakan kerangka kerja CRISP-DM sebagai model acuan untuk mengevaluasi keberhasilan proyek data mining. Sistem ini dapat memprediksi tingkat keberhasilan proyek data mining berdasarkan kualitas tahapan CRISP-DM.

Penelitian lain yang dilakukan [17] berfokus pada pengusulan sistem pengenalan plat nomor kendaraan berdasarkan *deep learning*, yang diterapkan pada papan Xilinx PYNQ. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang deteksi dan pengenalan plat nomor kendaraan menggunakan YOLO v2 dan YOLO v3 untuk deteksi dan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk pengenalan. Penelitian ini menggunakan YOLO v2 dan YOLO v3 untuk deteksi dan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk pengenalan. Percobaan dilakukan pada gambar yang ditangkap oleh kamera di lingkungan liar. Hasil dari penelitian ini menggunakan YOLO v2 adalah 99.35% dengan kecepatan 12.19 ms per gambar.

Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan pengenalan plat nomor kendaraan bermotor Indonesia menggunakan YOLO V8 sebagai model pendeteksian dan EasyOCR untuk pengenalan karakter dengan menggunakan kerangka kerja CRISP-DM. Penelitian ini akan mengeksplorasi penerapan YOLO V8 dan EasyOCR untuk pen-

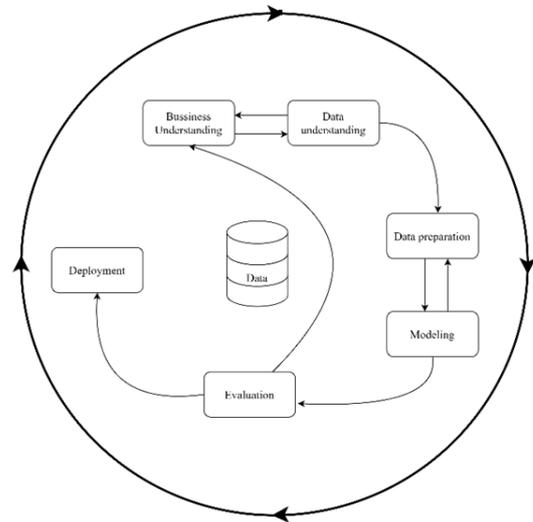
genalan plat nomor sebagai alternatif untuk sistem gerbang otomatis, terinspirasi oleh karya [11], [13] Penelitian ini akan menggunakan algoritma yang sama dengan yang digunakan oleh [12], [14]. Kerangka kerja yang digunakan dalam penelitian ini, CRISP-DM akan menggunakan kerangka kerja yang digunakan oleh [15], [16]. Penelitian ini akan menggunakan gambar yang ditangkap di lingkungan luar untuk digunakan sebagai seperti percobaan yang dilakukan oleh [17].

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan multi-metode. Metode tersebut meliputi metodologi terapan dan eksperimental. Metode terapan akan menggunakan kerangka kerja CRISP-DM untuk mengelola proyek. Metode eksperimental akan melibatkan pengujian model pada set data yang telah dikumpulkan secara manual di lingkungan luar.

CRISP-DM

Kerangka kerja CRISP-DM terdiri dari enam fase yang memandu siklus hidup proyek: *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modelling*, *Evaluation*, dan *Deployment*.



Gambar 1: Metode CRISP-DM

Business Understanding

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengusulkan metode alternatif untuk sistem gerbang otomatis yang lebih efisien dan tidak menyebabkan kemacetan lalu lintas. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan *text recognition* untuk mengenali plat nomor sebelum kendaraan berhenti di depan gerbang.

Data Understanding

Pada tahap pemahaman data pada kerangka kerja CRISP-DM. Sumber data yang akan digunakan dalam proyek ini adalah *dataset* yang dikumpulkan dari pengambilan gambar plat nomor kendaraan di perumahan dan tempat umum [18]. *Dataset* yang diperoleh terdiri dari gambar plat nomor yang diambil dari bagian depan atau belakang kendaraan. Gambar-gambar ini harus diambil dalam kondisi pencahayaan yang berbeda dan dari sudut yang berbeda, dengan teks pada plat nomor harus terlihat jelas.

Data Preparation

Pada tahap persiapan data dari kerangka kerja CRISP-DM, akan dilakukan pemeriksaan manual dan koreksi terhadap ketidaksesuaian atau kesalahan data [19] Pemeriksaan ini akan mencakup data yang tidak lengkap dan konsistensi data yang dilaksanakan secara manual. Jumlah total gambar dalam *dataset* setelah diperiksa secara keseluruhan berjumlah 448 gambar. Setelah pemeriksaan, plat nomor dari gambar akan dianotasi dan diberi label sebagai “*license_plate*”, hal ini akan memungkinkan kita untuk dapat melatih model dan memiliki label *ground truth*.

Modeling

Pada tahap pemodelan kerangka kerja CRISP-DM. Algoritma yang digunakan dalam model pendeteksian adalah YOLO V8 dan untuk pengenalan teks adalah EasyOCR. *Dataset* akan dibagi menjadi tiga bagian yang terpisah. Tiga bagian tersebut adalah *training*, *validation*, dan *testing*.

Dataset akan dibagi menjadi 70% untuk *train* dan 15% untuk *testing* dan *validation*. Model akan dilatih dengan menggunakan *dataset* yang telah disiapkan. Selama pelatihan model, tiga jenis kerugian dioptimalkan untuk meningkatkan akurasi deteksi: *Box Loss*, *Classification Loss*, dan *Distribution Focal Loss*.

Box Loss mengukur seberapa akurat *bounding box* yang diprediksi sesuai dengan objek aktual dalam gambar, memastikan ketepatan spasial deteksi. *Classification Loss* mengevaluasi kemampuan model untuk mengidentifikasi dan mengkatégorikan objek yang terdeteksi dengan benar, sehingga meningkatkan kinerja klasifikasinya. *Distribution Focal Loss* menyempurnakan keselarasan distribusi probabilitas yang diprediksi dengan kebenaran lapangan, membuat model lebih mahir dalam membedakan antara objek yang serupa dan meningkatkan akurasi prediksi secara keseluruhan.

Kemudian setelah model selesai di latih, model akan digunakan untuk mendeteksi plat nomor dan kemudian plat nomor akan diekstrak dari hasil *bounding box* deteksi. Teks dalam plat nomor yang diekstrak akan dikenali dengan menggunakan Easy-

OCR. Pembersihan hasil OCR akan dilakukan untuk dapat mengekstrak kode wilayah, angka, huruf, dan tanggal kadaluarsa..

Evaluation

Evaluasi dilakukan pada tahap akhir pengujian model menggunakan *dataset* validasi yang terdiri dari 67 gambar dengan plat nomor. *Dataset* ini memiliki dua kategori utama: gambar kendaraan yang terdeteksi plat nomornya, dan gambar non-kendaraan tanpa plat nomor.

Skenario pengujian dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah evaluasi deteksi kendaraan, di mana model diukur berdasarkan kemampuannya dalam mendeteksi kendaraan pada gambar. Tahap kedua adalah pengenalan teks plat nomor menggunakan OCR, di mana sistem diuji untuk mengenali karakter pada plat nomor yang terdeteksi. Tahap terakhir adalah validasi keanggotaan, di mana teks yang terdeteksi pada plat nomor dicocokkan dengan database untuk menentukan apakah kendaraan tersebut terdaftar sebagai anggota. Pengujian ini mencakup evaluasi teknis model berdasarkan metrik mAP50, mAP50-95, dan mAP75 [20]. Serta metrik tambahan seperti Precision dan Recall untuk mengukur akurasi dan sensitivitas OCR.

Deployment

Fase penerapan kerangka kerja CRISP-DM melibatkan penyediaan model untuk pengguna akhir dengan penekanan pada pemantauan dan dukungan berkelanjutan. Dalam proyek ini, penerapan berbasis web akan digunakan [21]. Implementasi berbasis web ini akan dilakukan dengan menggunakan *Flask* [22]. Untuk menyediakan pengguna dengan cara yang nyaman dan mudah digunakan untuk mengakses dan menggunakan sistem pengenalan plat nomor.

Experimental

Pada metode eksperimental, model akan diuji pada *dataset* baru yang telah dikumpulkan secara manual [23]. Untuk meningkatkan aplikasi dan mencerminkan performa aplikasi dalam kehidupan nyata, 100 data akan dikumpulkan secara manual. *Dataset* ini terdiri dari 75 gambar kendaraan dengan plat nomor dan 25 gambar non-kendaraan, seperti gambar barang yang tidak memiliki plat nomor.

Penggunaan 25 gambar non-kendaraan bertujuan untuk menguji kemampuan aplikasi dalam membedakan antara kendaraan dan objek lain yang tidak memiliki plat nomor, sehingga memastikan bahwa aplikasi dapat bekerja secara efektif dalam kondisi nyata yang melibatkan berbagai jenis objek. Plat nomor kendaraan akan dipisahkan menjadi dua kelompok: 50 gambar kendaraan akan ditetapkan sebagai anggota dan 25 gambar lainnya sebagai

bukan anggota. Pengelompokan data ini bertujuan untuk menguji akurasi aplikasi dalam mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan, serta mengidentifikasi apakah kendaraan tersebut termasuk anggota atau bukan.

Eksperimen ini akan menghitung jumlah deteksi dan pengenalan teks yang benar, serta deteksi dan pengenalan teks yang salah. Kategori-kategori tersebut dibagi menjadi empat segmen yang berbeda: deteksi kendaraan yang benar, pengenalan teks yang benar dari plat nomor, deteksi kendaraan yang salah, dan pengenalan teks yang salah dari plat nomor. Hasil eksperimen ini akan memberikan wawasan lebih dalam tentang akurasi aplikasi dan logika yang diterapkan dalam sistem deteksi dan pengenalan plat nomor.

Hasil dan Pembahasan

CRISP-DM

Business Understanding

Tujuannya adalah agar aplikasi web dapat berhasil mengidentifikasi plat nomor yang merupakan anggota dan menghasilkan "access granted" dan "access denied" jika plat nomor tersebut bukan anggota atau plat nomor tidak terdeteksi.

Data Understanding

Data akan terdiri atas gambar yang diambil di tempat tinggal dan tempat umum. Gambar tersebut harus menyertakan variasi yang berbeda dalam sudut pengambilan gambar dan tingkat cahaya. Contoh data atau gambar dari kumpulan data.



Gambar 2: Contoh Data Yang Digunakan

Data Preparation

Data yang telah dikumpulkan akan diperiksa untuk mengetahui adanya kesalahan data. Hal ini termasuk memeriksa gambar yang memiliki banyak keburaman, plat nomor yang tidak ditampilkan sepenuhnya, atau tidak ada plat nomor sama sekali. Setelah *dataset* diperiksa, *dataset* akan dianotasi dengan label studio akhir dengan menggunakan kotak pembatas, nama kelas dari kotak pembatas tersebut akan diberi nama "license_plate". Ini adalah contoh *dataset* yang diperiksa.



Gambar 3: Contoh anotasi Terhadap Setiap Data

Modeling

Tahap pemodelan dilakukan di Google Colaboratory, di mana *dataset* dibagi menjadi tiga folder: *train*, *validasi*, dan *test*. Folder *train* digunakan untuk melatih model, *validasi* untuk mengevaluasi performa model selama pelatihan guna mencegah *overfitting*, dan *test* untuk mengukur kinerja akhir model pada data yang belum pernah dilihat. Pembagian ini memastikan model dapat diandalkan dan memiliki kemampuan generalisasi yang baik.

Tabel 1: Pembagian dataset

Folder	persentase	Total Gambar
Train	70%	314
Validation	15%	67
Test	15%	67
Total		448

Model YOLO V8 yang dilatih adalah YoloV8n, model akan dilatih dengan menggunakan 314 gambar pada *dataset train*. Model terbaik akan diuji untuk memeriksa apakah model tersebut mampu mendeteksi plat nomor, pelatihan dari model YoloV8n berlangsung selama 40 *epochs*. Dalam pelatihan kami, *Box Loss* yang diamati adalah 0,5473, yang menunjukkan tingkat presisi yang moderat dalam prediksi *bounding box*.

Classification Loss adalah 0,3665, yang mencerminkan keefektifan model dalam mengklasifikasikan objek dengan benar. *Distribution Focal Loss* adalah 0,8556, menunjukkan kemampuan model dalam menyelaraskan distribusi yang diprediksi dengan data aktual. Hasil gabungan ini menunjukkan kinerja model yang kuat dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan objek secara akurat di dalam gambar. Setelah pelatihan model berhasil, model akan di uji untuk mendeteksi plat nomor yang ada di *dataset testing*.



Gambar 4: Hasil Deteksi Model

Setelah plat nomor terdeteksi, *bounding box* dari

hasil yang terdeteksi akan digunakan sebagai kotak pembatas untuk mengekstrak plat nomor dari data.



Gambar 5: Hasil Ekstrak Dari Deteksi

Teks pada plat nomor yang diekstrak akan diekstrak dengan menggunakan EasyOCR. Bahasa yang dipilih adalah bahasa Indonesia karena plat nomor yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah plat nomor Indonesia. Hasil OCR akan memberikan sebuah *array* yang berisi teks yang dihasilkan dari OCR.

```
OCR Results Array:
['[BP 1217 HI', '07 ,27']
```

Gambar 6: Hasil Array OCR

Array yang dihasilkan kemudian akan digabungkan menjadi satu string dan kemudian disegmentasi dengan menggunakan spasi setelah simbol yang dikenali dihapus. Setelah hasilnya dibersihkan dan disusun ulang menjadi *array* baru, filter akan menyaring *array* yang dihasilkan untuk dapat mendeteksi kode wilayah, angka, huruf, dan tanggal kadaluarsa.

```
Concatenated OCR Result: [BP 1217 HI 07 ,27
Cleaned OCR Result: BP 1217 HI 07 27
Extracted Text:
Regional Code = BP
Number = 1217
Letter = HI
License Plate = BP 1217 HI
Is License Plate Confidence Score = 88%
Expiry Date = 07 27
```

Gambar 7: Hasil OCR Setelah Filter

Evaluation

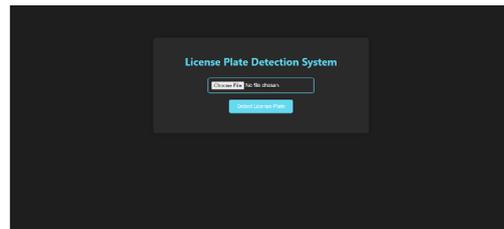
Model tersebut akan divalidasi dengan menggunakan dataset validasi, yang menunjukkan hasil performa keseluruhan yang sangat baik. mAP50-95 mencapai 0.8264, menandakan kemampuan model dalam deteksi objek dengan akurasi tinggi. Metrik lain seperti mAP50 (0.9939) dan mAP75 (0.9854) menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi objek dengan tingkat ketepatan yang tinggi pada berbagai *threshold* IoU. *Precision model* sangat tinggi di 0.999, yang menunjukkan minimnya deteksi palsu, sementara *recall* sebesar 0.985 menunjukkan bahwa model berhasil mendeteksi hampir semua objek yang relevan. Secara keseluruhan, nilai mAP (*mean*) sebesar 0.994 menunjukkan performa yang sangat baik dalam deteksi dan pengenalan teks.

Tabel 2: Hasil Validasi Model

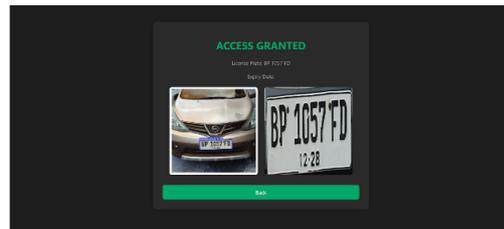
mAP50-95	mAP50	mAP75	Precision	Recall	mAP (mean)
0.8264	0.9939	0.9854	0.999	0.985	0.994

Deployment

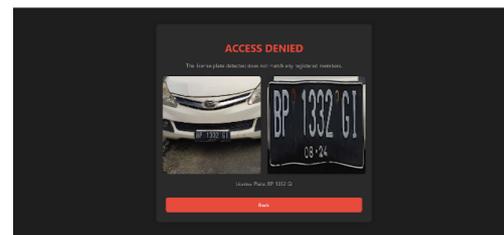
Model yang telah dibuat *di-deploy* dengan memanfaatkan Flask sebagai media untuk *deployment* berbasis *web* dan untuk *database*, *SQL Server Management Studio* akan digunakan. *Deployment* yang dihasilkan akan dapat menghasilkan output "Access Granted" atau "Access Denied".



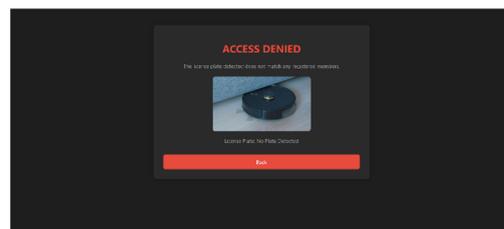
Gambar 8: Tampilan Home License Plate Detection System



Gambar 9: Tampilan Access Granted



Gambar 10: Tampilan Access Denied



Gambar 11: Tampilan Access Denied Jika Tidak Ditemukan License Plate

Experimental

Percobaan yang telah dilakukan menghasilkan hasil sebagai berikut, untuk deteksi yang benar dan pengenalan yang benar, sebanyak 99 dari gambar terdeteksi dengan benar dan 61 dari 75 plat nomor dikenali dengan benar, dan dari 100 gambar yang diujicobakan, hal ini akan menghasilkan akurasi sekitar 99% untuk model deteksi dan 81% untuk Pengenalan. Hal ini menunjukkan bahwa model yang digunakan untuk pendeteksian memiliki kinerja yang sangat baik.

Percobaan ini menunjukkan beberapa keterbatasan dari hasil OCR dan sistem pendeteksian, OCR terkadang salah mengenali "0" sebagai O, "Q" sebagai "O", "1" sebagai "7", dan banyak lagi. Penulis telah mencoba menggunakan video sebagai *input*, tetapi hasil pendeteksian kabur dan nilai kepercayaan rendah, sehingga penulis memutuskan untuk menggunakan gambar sebagai *input*.

Tabel 3: Tally Hasil Eksperimen Yang Dilaksanakan

Category	Correct Detection	Incorrect Detection	Correct Recognition	Incorrect Recognition
Vehicle Images (Members)	50	0	40	10
Vehicle Images (Non-Members)	25	0	21	4
Non-Vehicle Images	24	1	-	-
Total	99	1	61	14

Penutup

Penelitian ini merupakan upaya untuk mengembangkan solusi alternatif untuk Sistem Gerbang Indonesia dengan mengembangkan *machine-learning text recognition* yang dikombinasikan dengan kerangka kerja CRISP-DM. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan kerangka kerja CRISP-DM, sebuah sistem pendeteksi plat nomor berbasis web dapat dibuat.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan model YOLO V8 yang telah dilatih dan EasyOCR. Hasil evaluasi validasi deteksi model YOLO V8 yang dihasilkan dari validasi menunjukkan performa model secara keseluruhan (mAP50-95) adalah 0.82, nilai performa lainnya seperti mAP50, mAP75, *precision*, *recall*, dan mAP (*mean*) juga menunjukkan hasil yang sangat baik.

Percobaan yang dilakukan dengan menggunakan 100 gambar juga menyoroti akurasi dari sistem pendeteksian yaitu sekitar 99% akurasi un-

tuk model pendeteksian dan 81% untuk pengenalan. Penelitian ini juga menemukan beberapa keterbatasan dari OCR dan model pendeteksian yaitu OCR terkadang salah mengenali "0" sebagai O, "1" sebagai "7", dan huruf serta angka yang terlihat mirip.

Dampak dari penelitian ini terhadap industri otomotif dan sistem lalu lintas di Indonesia cukup signifikan. Sistem deteksi plat nomor berbasis web ini memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi sistem gerbang yang ada, khususnya dalam mempercepat proses verifikasi kendaraan di berbagai pintu masuk, baik di kawasan industri, perumahan, maupun area parkir.

Dengan mengurangi ketergantungan pada sistem RFID atau kartu fisik yang rentan terhadap masalah teknis atau pencurian, sistem ini dapat mempercepat antrian kendaraan dan mengurangi waktu tunggu. Untuk penelitian berikutnya, penulis menyarankan untuk mencoba melatih model EasyOCR atau menguji OCR lain yang sudah terkenal, dan dapat menggunakan video sebagai input atau menghubungkannya ke kamera eksternal. Penelitian berikutnya juga dapat mengeksplorasi lebih lanjut tentang mengintegrasikan sistem deteksi ke dalam sistem gerbang nyata dan menguji kemampuan model dalam situasi kehidupan nyata yang lebih real.

Daftar Pustaka

- [1] L. Masello, G. Castignani, B. Sheehan, F. Murphy, and K. McDonnell, "On The Road Safety Benefits Of Advanced Driver Assistance Systems In Different Driving Contexts", *Transp Res Interdiscip Perspect*, vol. 15, p. 100670., 2022.
- [2] H. Herman, Y. Jaya Kumar, S. Yong Wee, and V. Kumar Perhakaran, "A Systematic Review on Deep Learning Model in Computer-aided Diagnosis for Anterior Cruciate Ligament Injury", *Curr Med Imaging Rev*, vol. 20, May 2024.
- [3] F. Ahda, M. Abdurohman, and A. G. Putrada, "Evaluation of Active RFID as Vehicle Identification at Parking Gates Using Queuing Theory", in *Proc. 4th Int. Conf. Informatics and Comput. (ICIC)*, 2019, pp. 1–6.
- [4] E. E. Etomi and Donatus. U. Onyishi, "Automated Number Plate Recognition System", *Tropical Journal of Science and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 38–48, 2021.
- [5] A. Naureen, K. C. Krishna, N. S. Teja, L. Mahesh, and K. Vamshi, "College Bus Number Plate Registration Detection Using YOLO-V8", in *2023 International Conference on Evolutionary Algorithms and Soft Computing*

- Techniques, EASCT 2023, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 1–7.
- [6] A. Chawla, A. Gupta, K. S. Shushrutha, and Mohana, “Intelligent Information Retrieval: Techniques for Character Recognition and Structured Data Extraction”, *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, vol. 9, no. 7, pp. e452–e459, 2022.
- [7] M. Sohan, T. Sai Ram, and Ch. V. Rami Reddy, “A *Review on YOLOv8 and Its Advancements*”, in *International Conference on Data Intelligence and Cognitive Informatics*, 2024, pp. 529–545.
- [8] V. K. Singh, A. Singh, and K. Joshi, “Fair CRISP-DM: Embedding Fairness in Machine Learning (ML) Development Life Cycle”, in *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2022, pp. 1531–1540.
- [9] Y. A. Singgalen, “Analisis Performa Algoritma NBC, DT, SVM Dalam Klasifikasi Data Ulasan Pengunjung Candi Borobudur Berbasis CRISP-DM”, *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 3, pp. 1634–1646, 2022.
- [10] I. Nurhaida, I. Nududdin, and D. Ramayanti, “Indonesian License Plate Recognition With Improved Horizontal-Vertical Edge Projection”, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 21, no. 2, pp. 811–821, 2020.
- [11] Sheetal S. Patil, Suhas H. Patil, Avinash M. Pawar, Mrunal S. Bewoo, Amol K. Kadam, Uday C. Patkar, Kiran Wadare, and Siddhant Sharma, “Vehicle Number Plate Detection using YoloV8 and EasyOCR”, in *14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies*, pp. 1–4, 2023.
- [12] S. A. Kahie, A. A. Nor, A. H. Hasan, A. M. Abdi, L. M. Hassan, and M. A. Mohamud, “A Smart Access Control for Restricted Buildings Using Vehicle Number Plates Recognition System”, in *2021 1st International Conference on Emerging Smart Technologies and Applications, eSmarTA 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Aug. 2021.
- [13] Hanae Moussaoui, Nabil el Akkad, Mohamed Benslimane, Walid El-Shafai, Abdullah Baihan, Chaminda Hewage, and Rajkumar Singh Rathore, “Automated Vehicle Identification By Integrating Yolo V8 And Ocr Techniques For High precision License Plate Detection And Recognition”, *Sci Rep*, vol. 14, no. 1, p. 14389, DOI: 10.1038/s41598-024-65272-1, Dec. 2024.
- [14] Y. Christian and K. O. Y. R. Qi, “Penerapan K-Means Pada Segmentasi Pasar Untuk Riset Pemasaran Pada Startup Early Stage Dengan Menggunakan CRISP-DM,” *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 4, p. 966, 2022.
- [15] A. Nadali, E. N. Kakhky, and H. E. Nosratabadi, “Evaluating The Success Level Of Data Mining Projects Based On CRISP-DM Methodology By A Fuzzy Expert System”, in *ICECT 2011 - 2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology*, pp. 161–165, 2011.
- [16] X. Hou, M. Fu, X. Wu, Z. Huang, and S. Sun, “Vehicle License Plate Recognition System Based On Deep Learning Deployed To PYNQ”, in *ISCIT 2018 - 18th International Symposium on Communication and Information Technology*, pp. 79–84, 2018.