

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia telah mengalami pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kepolisian Negara Republik Indonesia, jumlah kendaraan bermotor terus meningkat tiap tahunnya. Pada tahun 2023, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia sudah mencapai angka 157 juta dengan didominasi kendaraan sepeda motor yang mencapai angka 132 juta. Angka total ini naik kurang lebih 9 juta jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya (BPS, 2024).

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor tentunya menghadirkan berbagai tantangan, seperti kemacetan lalu lintas hingga kesulitan dalam penertiban lalu lintas. Salah satu solusi yang dapat mengatasi tantangan ini adalah sistem pengenalan plat nomor kendaraan. Sistem ini tidak hanya dapat dimanfaatkan untuk mendukung pengelolaan parkir otomatis dan pengawasan lalu lintas, tetapi juga memainkan peran penting sebagai sumber *big data* bagi para analis, perencana, dan manajer perkotaan (Tang *et al.*, 2022).

Pengenalan Plat Nomor atau *License Plate Recognition* (LPR) adalah teknologi *computer vision* yang bertujuan untuk mendeteksi serta mengenali plat nomor kendaraan baik dari sumber gambar maupun video. Teknologi LPR atau lebih tepatnya *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) telah dikembangkan selama bertahun-tahun mengingat pentingnya pengaplikasian

teknologi ini dalam berbagai bidang seperti, sistem tol otomatis, sistem parkir, penegakan hukum lalu lintas, serta pemantauan lalu lintas jalan (Laroca *et al.*, 2021).

Metode tradisional dalam pengenalan plat nomor kendaraan biasanya terdiri dari proses, seperti pemrosesan gambar, pembagian tata letak (deteksi garis lurus dan kemiringan), pemosisian karakter dan pemotongan, pengenalan karakter, pemulihan tata letak, pascapemrosesan, dan pengoreksian (Fanjie *et al.*, 2022). Beberapa metode tradisional yang paling populer dalam pengenalan plat nomor kendaraan adalah proses morfologi, deteksi tepian, *smearing*, *Histogram of Oriented Gradients* (HOG), hingga *Support Vector Machine* (SVM) (Abdullah *et al.*, 2021). Pengembangan solusi ALPR melalui pendekatan tradisional dikatakan sulit dikarenakan metode tradisional tidak dapat mengatasi masalah terkait kondisi lingkungan, variasi kondisi plat nomor, objek yang mengganggu, maupun bayangan (Shashirangana *et al.*, 2020).

Seiring perkembangan teknologi, *Optical Character Recognition* (OCR) telah mengalami transformasi besar dari metode berbasis aturan menuju pembelajaran mendalam (*deep learning*). Teknologi berbasis *deep learning* seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN) memungkinkan sistem untuk mempelajari fitur secara langsung dari data tanpa perlu mendesain fitur secara manual. CNN telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam tugas-tugas OCR, termasuk pengenalan plat nomor.

TrOCR (Transformer-based Optical Character Recognition) adalah salah satu inovasi terbaru dalam teknologi OCR. Model ini menggunakan

arsitektur *Transformer* yang dirancang untuk memahami konteks visual dan teks secara simultan. TrOCR menggabungkan *vision encoder* untuk mengekstraksi fitur visual dari gambar dan *text decoder* untuk memahami serta menghasilkan teks berdasarkan fitur tersebut. Dibandingkan dengan metode tradisional atau CNN, TrOCR memiliki beberapa keunggulan, seperti kemampuan menangkap hubungan spasial antar karakter, fleksibilitas dalam menangani variasi teks dan *noise*, serta performa yang unggul pada berbagai tugas OCR, termasuk pengenalan teks tulisan tangan dan dokumen dengan desain kompleks (Li *et al.*, 2022). Mekanisme *attention* sangat membantu *Transformers* untuk menangkap ketergantungan global di antara urutan *input* dan *output*, di mana pendekatan *deep learning* sebelumnya mengalami kesulitan untuk menangkap hubungan seperti itu (Selvam *et al.*, 2022).

Penelitian terdahulu oleh Hendry dan Chen (2022) menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) – *darknet* untuk melakukan deteksi dan pengenalan karakter pada data gambar plat nomor di Taiwan. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 98,22% pada deteksi plat nomor dan 78% pada pengenalan plat nomor. Penelitian lainnya oleh Puarungroj dan Boonsirisumpun (2018) memanfaatkan model *Inception-v3* dan *Mobilenet* dengan metode *Singe Shoot Detector* (SSD) untuk melakukan deteksi 3 baris dari plat nomor kendaraan dan pengenalan karakter pada data gambar plat nomor di Thailand. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 96,94% pada deteksi baris dan 91,76% pada pengenalan karakter.

Penggunaan TrOCR menjadi relevan dalam konteks pengenalan plat nomor kendaraan di Indonesia, karena teknologi ini mampu mengatasi

tantangan-tantangan lokal seperti variasi desain plat nomor, *noise*, dan kondisi pencahayaan yang buruk. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan TrOCR pada tugas pengenalan plat nomor kendaraan Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih akurat dibandingkan pendekatan tradisional maupun berbasis CNN, dengan memanfaatkan kemampuan TrOCR dalam menangkap pola visual dan teks secara bersamaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah model *Optical Character Recognition* (OCR) dengan arsitektur *Transformers* yang dapat mengenali karakter pada plat nomor kendaraan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam memodernisasi sistem transportasi, mengoptimalkan mobilitas perkotaan, dan berkontribusi pada inisiatif kota pintar di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan pengenalan karakter pada gambar plat nomor kendaraan dengan menggunakan metode *Transformers-based Optical Character Recognition*
2. Bagaimana akurasi pengenalan karakter berdasarkan gambar plat nomor kendaraan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *Python* pada *Kaggle Notebook* dan *Visual Studio Code*.
2. *Hyperparameter* yang diuji hanya meliputi *learning rate*, *per-device batch size*, dan *warmup ratio*, dengan jumlah *epoch* terbatas hanya 15.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, berikut tujuan dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Memperoleh pemodelan pengenalan karakter pada gambar plat nomor kendaraan dengan menggunakan metode *Transformers-based Optical Character Recognition*
2. Memperoleh akurasi pada pengenalan karakter berdasarkan gambar plat nomor kendaraan