

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era transportasi sekarang mengalami kemajuan yang signifikan, terdapat sebuah alat transportasi yang sering digunakan untuk proses perniagaan adalah kendaraan dump truk. Dump truk adalah alat transportasi berukuran besar yang bergerak melalui jalur darat dan sering digunakan untuk mengangkut bahan material atau hal lainnya sesuai dengan kebijakan perusahaan yang memilikinya (Setiawan, 2022). Dump truk mampu memindahkan material mulai dari jarak menengah hingga jarak yang sangat jauh. Untuk mengisi bak dump truk biasanya dibantu oleh alat pemuat material seperti *wheel loader*, sedangkan untuk proses bongkar muatan kendaraan ini dapat dilakukan secara mandiri dengan mengangkat bagian bak bagian belakang truk menggunakan teknologi hidrolik (Husaeni, 2020). Namun saat pembelian truk tentu saja hanya mendapat bagian kendaraan depan saja belum satu paket dengan bak dan mesin hidrolik. Hal ini tentu saja dimanfaatkan oleh sebuah perusahaan karoseri untuk menawarkan produk bak truk, salah satu perusahaan karoseri pembuatan bak truk yang cukup besar dan produk banyak dijumpai di jalan raya adalah PT. X.

Perusahaan karoseri merupakan perusahaan yang merancang sekaligus melakukan produksi badan (bak) kendaraan truk sebagai wadah atau tempat untuk mengangkut material (Susilo, 1995). PT. X adalah salah satu perusahaan karoseri terbesar, dengan banyak cabang di kota lain, salah satunya berfungsi sebagai pabrik dump truk khusus. Dalam industri karoseri, PT. X memproduksi bak dump truk dengan berbagai macam bentuk, ukuran, dan warna sesuai dengan permintaan klien. Proses produksi pembuatan bak dimulai dari pemotongan pelat besi yang dibentuk sesuai model (Susilo, 1995). Kemudian dilakukan penyambungan tiap pelat besi yang telah dipotong, memasang mesin hidrolik untuk model dump truk, terakhir adalah proses pengecatan. Pada tahapan pengecatan ini, hasil pengecatan menjadi ujung tanduk atau cerminan kualitas dari perusahaan karoseri yang akan dinilai oleh klien dari berbagai perusahaan yang mempercayai produknya. Meskipun PT. X dikenal karena hasilnya yang memuaskan, tentunya hal tersebut tidak lepas dari

monitoring produksi sebelum truk dikirimkan ke perusahaan klien. Jika cat terlalu lama tertumpuk di gudang dan tidak diambil oleh pelanggan, cat dump truk yang diproduksi pasti akan rusak. Hasil pengecatan yang mengalami kerusakan dapat menyebabkan berkurangnya nilai atau harga diri dari sebuah perusahaan yang memproduksinya (Janah, 2017). Apalagi jika sampai terjadi banyak penumpukan dump truk di belakang pabrik di mana tidak ada atap untuk melindungi dari panas dan hujan sehingga memungkinkan menyebabkan berbagai macam jenis kerusakan cat yang berbeda setiap unit.

Oleh sebab itu, untuk melakukan penanggulangan dari permasalahan tersebut dilakukan pengklasifikasian jenis kerusakan cat pada bak setiap unit dump truk yang akan dikeluarkan dari perusahaan PT. X melalui citra gambar bak dump truk. Proses pengklasifikasian merupakan metode pengelompokan suatu objek maupun sebuah konsep dalam kelas-kelas hierarki berdasarkan kemiripan yang dimiliki secara umum dan yang membedakannya. Klasifikasi juga demikian memiliki arti lain sebagai bentuk tindakan menyusun pengetahuan secara menyeluruh ke dalam beberapa penyusunan yang sistematis (Een Malendra Semendawai, 2021). Pengecekan dan pengklasifikasian kerusakan cat masih dilakukan secara manual oleh perusahaan PT. X sehingga diperlukan otomatisasi. Salah satu cara adalah dengan menggunakan teknologi deteksi kerusakan cat yang menggunakan sistem otomatisasi, seperti sistem yang dapat membantu dalam mengidentifikasi dan evaluasi kerusakan cat (Islahudin, 2019).

Proses pengklasifikasian jenis kerusakan cat memang dapat dilihat dengan mata secara langsung. Namun pengambilan keputusan dalam menilai jenis kerusakan dari perspektif seorang mandor tentu diperlukan objektivitas dan konsistensi. Algoritma klasifikasi mampu menghasilkan keputusan yang konsisten dan objektif jika sistem klasifikasi tersebut memiliki ketahanan terhadap kesalahan dalam pengklasifikasian dan memperbaiki kesalahan tersebut apabila diperlukan (Kasanah *et al.*, 2019). Dengan kemampuan klasifikasi yang baik maka mandor akan terbantu dalam mengevaluasi apakah kerusakan yang terjadi pada cat sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Evaluasi yang tepat dan cepat terhadap kondisi cat dump truk memungkinkan untuk mengambil tindakan perbaikan atau

pemeliharaan yang sesuai waktu, mengurangi risiko kerusakan lebih lanjut, dan memastikan bahwa hasil produksi dalam kondisi optimal untuk dikeluarkan.

Pengklasifikasian jenis kerusakan cat yang terjadi pada hasil produksi bak dump truk dibagi menjadi normal, kusam, dan berkarat. Pada umumnya hasil pengecatan yang normal dan baru diselesaikan pada tahap produksi memiliki ciri-ciri yakni seluruh permukaan objek secara merata, hasil yang diberikan lebih mengkilap, bebas dari cacat, bertekstur keras, dan tidak terlalu tebal (Asadi, 2010). Biasanya, paparan sinar matahari terus menerus menyebabkan cat memudar, membuatnya tidak lagi berkilap dan membuat beberapa area menjadi kusam (Haris Prabowo, 2017). Hal tersebut dapat mengurangi nilai estetika dari kendaraan. Dalam konteks ini, cat yang mulai pudar bisa mengurangi daya tarik visual dan estetika keseluruhan kendaraan (Wahyunto, 2013). Selain itu, jika terdapat lapisan merah (kekuning-kuningan) atau biasa disebut sebagai karat pada cat, hal ini dapat menjadi indikasi adanya proses kimia tertentu yang mengakibatkan munculnya karat pada bodi kendaraan (Dharmo, 2017). Hal tersebut disebabkan terkelupasnya bagian cat atau terjadi goresan hingga ke bagian besi, bagian yang tidak terlindungi ini rentan untuk terjadinya karat (Widyarto, 2017).

Setelah dilakukan evaluasi pengklasifikasian jenis kerusakan cat dump truk, maka segera diketahui jenis kerusakan apa yang terjadi dan ditangani oleh metode yang tepat. Apabila hasil produksi sampai menumpuk banyak, seorang mandor tentu harus melihat kondisi cat bak truk secara manual. Hal tersebut tentu saja akan menghabiskan banyak waktu apabila dilakukan sendirian karena seorang mandor memiliki kuasa penuh untuk menyetujui truk yang keluar. Tujuan dilakukannya klasifikasi tersebut guna mempercepat pemberian kategori, sehingga mampu meningkatkan efisiensi waktu untuk mengetahui jenis kerusakan (Pramudita *et al.*, 2018). Jika status kerusakan dapat terdeteksi secara cepat maka seorang mandor tidak perlu melakukan pengecekan secara manual lagi dan kerusakan dapat segera ditangani dan tentu saja dengan skala yang lebih besar. Dengan demikian, penggunaan sistem klasifikasi dalam evaluasi kerusakan cat pada dump truk memiliki dampak yang signifikan dalam memastikan kondisi dan kualitas hasil pengecatan bak dump truk tersebut. Terdapat banyak jenis algoritma yang digunakan dalam proses pengklasifikasian sebuah citra, antara lain yaitu

Convolutional Neural Network (CNN), Long Short-Term Memory (LSTM), Support Vector Machine (SVM), Random Forest, K-Nearest Neighbor (KNN), dan lain sebagainya.

Pada penelitian milik Md. Zabirul Islam mengenai bagaimana mengembangkan sistem *deep learning* yang menggabungkan *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan *Long Short-Term Memory (LSTM)* untuk pendeteksian virus COVID-19 berdasarkan gambar sinar-X. Sistem yang dihasilkan mendapatkan akurasi sebesar 99.4%, spesifisitas 99.2%, AUC 99.9%, sensitivitas 99.3%, serta skor F1 sebesar 98.9% dalam mendiagnosis penyakit COVID-19. Arsitektur CNN-LSTM ini juga mampu mengungguli arsitektur CNN yang umum dalam hal akurasi, spesifisitas, sensitivitas, dan skor F1. Sistem ini juga lebih cepat dalam menunjukkan potensi untuk mendeteksi kasus COVID-19 dengan cara membandingkan dengan sistem lain yang sudah ada menggunakan dataset yang sama (Islam *et al.*, 2020).

Pada penelitian milik Ramdas Vankdothu membahas penggunaan teknik *deep learning*, yaitu mengombinasikan *Convolutional Neural Network (CNN)* dan *Long Short-Term Memory (LSTM)*, untuk identifikasi dan klasifikasi tumor otak menggunakan gambar MRI. Model yang dibuat mampu mengungguli model-model yang sudah ada dalam hal akurasi, dan temuan eksperimental menunjukkan efektivitasnya. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa model yang dibuat berhasil meningkatkan klasifikasi jenis tumor otak dalam dataset yang digunakan. Model ini berhasil mencapai akurasi sebesar 92% dalam pengujian. Selain itu, model ini juga mengungguli model-model sebelumnya dalam hal *precision* dan *recall*. Perbandingan antara model CNN, RNN, dan model CNN-LSTM menunjukkan bahwa model yang diusulkan memiliki nilai *precision* dan *recall* yang lebih tinggi. Dengan demikian, hasil eksperimental menunjukkan efektivitas model CNN-LSTM dalam meningkatkan klasifikasi jenis tumor otak dalam gambar MRI (Vankdothu *et al.*, 2022).

Dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, komputer kini mampu melakukan banyak hal. Komputer dapat memberikan informasi yang tidak hanya dalam bentuk teks lagi melainkan mampu memberikan informasi berupa audio, gambar, dan video. Proses pengklasifikasian didasari objek citra gambar yang akan

dianalisis mengimplementasikan teknologi *deep learning*. Teknologi ini sangat sering digunakan dalam proses pengklasifikasian suatu citra gambar karena dapat memberikan performa dan akurasi yang cukup tinggi. *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) adalah dua macam jaringan saraf tiruan (JST) yang digunakan dalam menganalisis data secara terurut pada penelitian ini. CNN mirip dengan jaringan saraf tiruan standar yang mampu melakukan visualisasi kumpulan neuron dan dapat mempelajari fitur secara implisit pada data yang berbentuk matriks (Cholissodin & Soebroto, 2021). Sedangkan pada LSTM yang juga merupakan jaringan saraf tiruan berfungsi sebagai *classifier* atau pengelompok dari fitur yang telah dipelajari pada CNN (Fachrel *et al.*, 2023). Selain itu, LSTM digunakan dalam menyelesaikan masalah *vanishing gradient* dan *exploding gradient* pada jaringan saraf tiruan biasa (Van Houdt *et al.*, 2020). Dengan menggunakan pendekatan CNN-LSTM, proses klasifikasi gambar dapat dilakukan secara efektif melalui penyerapan informasi yang lebih rinci dari data gambar.

Mengacu dari penjelasan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, oleh karenanya penelitian ini akan mengusung judul penelitian “*Hybrid CNN-LSTM untuk Pengklasifikasian Jenis Kerusakan Cat pada Bak Dump Truk*“. Keterbaruan dari penelitian ini meliputi perubahan arsitektur lapisan dan penggunaan dataset berupa gambar RGB yang mencerminkan berbagai kondisi pencahayaan di lapangan. Penelitian ini juga akan fokus pada klasifikasi tiga jenis kerusakan yaitu berkarat, kusam, dan normal. Implementasi ini akan menerapkan teknik augmentasi data untuk memperluas variasi dataset, memastikan bahwa model dapat mengenali kerusakan cat dengan lebih baik pada berbagai warna bak yang berbeda. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan keandalan model dalam mendeteksi kerusakan, meskipun ada variasi warna yang berbeda. Selain itu, penelitian ini akan mengeksplorasi teknik penggabungan *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk mengoptimalkan proses klasifikasi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkenalkan pendekatan baru dalam deteksi kerusakan cat pada truk, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan solusi yang lebih efektif dan andal untuk inspeksi visual dalam industri otomotif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya, dengan demikian dibentuk beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Apakah memungkinkan untuk melakukan pengklasifikasian jenis kerusakan cat pada kendaraan besar yaitu dump truk menggunakan *hybrid* CNN-LSTM?
2. Bagaimana hasil implementasi dari *hybrid* CNN-LSTM pada proses identifikasi jenis kerusakan cat bak dump truk?
3. Sejauh mana performa tingkat akurasi dan kinerja model yang didapatkan dalam pengklasifikasian jenis kerusakan cat bak dump truk?

1.3 Tujuan Penelitian

Berlandaskan pada rumusan masalah yang telah dibentuk, tujuan dari penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Mengetahui penerapan *hybrid* CNN-LSTM dalam melakukan pengklasifikasian jenis kerusakan cat bak dump truk.
2. Mengetahui hasil implementasi *hybrid* CNN-LSTM dalam identifikasi jenis kerusakan cat bak dump truk dari gambar yang diuji.
3. Mengetahui besaran performa tingkat akurasi dan kinerja model yang didapatkan dalam pengklasifikasian jenis kerusakan cat bak dump truk.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk dapat mengetahui hasil dari implementasi *hybrid Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam pengklasifikasian jenis kerusakan cat bak dump truk. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan utama untuk penelitian yang akan datang. Selain itu, temuan dari penelitian ini diharapkan dapat membantu bagi mandor PT. X dalam meningkatkan efisiensi dan ketepatan menilai kerusakan cat bak dump truk, yang pada gilirannya akan mendukung pengambilan keputusan secara objektif dan konsisten.

1.5 Batasan Masalah

Berikut adalah beberapa batasan masalah yang telah ditentukan.

1. Dataset penelitian ini menggunakan 300 data citra bak dump truk yang diambil secara langsung di perusahaan PT. X untuk data normal dan data kusam/berkarat di area *Bypass Krian*.
2. Data truk yang digunakan hanya khusus dump truk (dengan mesin hidrolik) dengan warna bak yang acak dan citra pengambilan hanya dari samping kanan atau kiri.
3. Data citra diambil menggunakan kamera *handphone* android dengan spesifikasi kamera 48 *Megapixel*.
4. Pengambilan gambar dilakukan dari rentang waktu 10.00 WIB hingga 16.00 WIB.
5. Pencahayaan tidak bisa ditentukan, sehingga gambar yang didapatkan apa adanya baik di dalam maupun di luar ruangan.
6. Jarak pengambilan gambar diambil sejauh 3 hingga 6 meter.
7. Kondisi truk tidak ditentukan tahun ataupun penyebab kerusakannya asalkan sesuai dengan kategori.
8. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini hanya mencakup gambar bak dump truk.
9. Jenis kerusakan akan diklasifikasikan dalam 3 kategori yaitu normal, kusam, dan berkarat.
10. Algoritma yang diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman *python* dan dijalankan melalui *visual studio code* atau *jupyter notebook* menggunakan beberapa *library* yang telah disediakan.
11. Keluaran yang dihasilkan pada penelitian ini berupa analisis evaluasi performa pengujian model *hybrid* CNN-LSTM pada klasifikasi citra kerusakan cat bak dump truk.