

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tenaga Listrik merupakan aspek yang paling penting pada kehidupan manusia, semakin pesat perkembangan dan kebutuhan listrik mengharuskan adanya system pengembangan ketenagalistrikan. Aliran yang ada pada suatu muatan harus melewati satu system atau juga satu bagian. Dan adapun konsentrasi pada muatan, arus itu harus mengalir dari tegangan (potensial) tinggi kemudian ke (potensial) rendah (Irsyam et al., 2023).

Dalam sistem ketenagalistrikan, terdapat tiga komponen utama, yaitu pembangkit, penyaluran, dan distribusi tenaga listrik. Pembangkit berfungsi menghasilkan energi listrik dengan tingkat tegangan yang tinggi, kemudian disalurkan melalui sistem transmisi menuju gardu induk untuk diturunkan tegangannya. (Irsyam et al., 2023)

Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) merupakan jaringan distribusi dengan tegangan kerja sekitar 220–380 Volt yang berfungsi menyalurkan energi listrik langsung ke konsumen rumah tangga maupun usaha kecil. Secara visual, SUTR umumnya memiliki tinggi tiang yang relatif lebih rendah dan menggunakan konfigurasi isolator yang lebih sederhana dibandingkan jaringan tegangan menengah atau tinggi (Prasetyo & Nugroho, 2020).

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) merupakan jaringan distribusi dengan tegangan sekitar 20 kV yang berfungsi menyalurkan energi listrik dari gardu induk menuju gardu distribusi sebelum diturunkan menjadi tegangan rendah. Secara konstruksi, SUTM memiliki isolator yang lebih besar dan jarak antar konduktor yang lebih lebar dibandingkan SUTR (Hidayat et al., 2021).

Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) digunakan untuk transmisi energi listrik jarak jauh dengan tegangan di atas 70 kV hingga ratusan kV. Jaringan ini memiliki struktur menara atau tiang dengan ketinggian yang jauh lebih besar serta jumlah isolator yang lebih banyak untuk menjaga jarak aman antar konduktor (Santoso & Wibowo, 2019).

Dalam penelitian klasifikasi objek, citra digital diperlukan karena gambar memungkinkan sistem komputer untuk menangkap karakteristik visual objek yang kompleks seperti bentuk, pola, warna, dan tekstur yang tidak dapat direpresentasikan dengan baik oleh data numerik sederhana saja. Ekstraksi fitur visual seperti ini menjadi dasar bagi model pembelajaran mendalam (*deep learning*) untuk mengenali dan membedakan objek secara otomatis dengan akurasi tinggi, sehingga citra digunakan sebagai input utama dalam berbagai tugas klasifikasi objek di *computer vision* (Chen et al., 2021)

Dalam konteks pendidikan teknik, pemanfaatan media berbasis visual terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep yang bersifat teknis dan abstrak karena informasi disajikan melalui representasi gambar yang lebih mudah diproses secara kognitif (Mayer, 2019). Oleh karena itu, model klasifikasi citra tiang listrik yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai sistem identifikasi otomatis, tetapi juga berpotensi dimanfaatkan sebagai media pendukung pembelajaran berbasis visual dalam membantu memahami perbedaan karakteristik Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR), Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), dan Saluran Udara Tegangan Tinggi/SUTET. Selain itu, pendekatan klasifikasi citra berbasis Convolutional Neural Network (CNN) memungkinkan proses pengenalan pola visual dilakukan secara sistematis dan akurat, sehingga mendukung penggunaan citra sebagai sarana pembelajaran teknologi berbasis computer vision (Chen et al., 2021).

Dalam inspeksi jaringan listrik, kondisi penyulang diperiksa secara menyeluruh, termasuk penghantar, tiang, serta aksesoris seperti isolator dan arrester. Proses inspeksi dilakukan secara teliti agar setiap temuan dapat diketahui dengan jelas, apakah kabel, tiang, dan traves berada dalam kondisi baik atau mengalami kerusakan yang dapat memengaruhi kelancaran distribusi listrik (Tanjung, 2014)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu metode *deep learning* yang digunakan untuk melakukan klasifikasi citra dengan mengekstraksi fitur visual secara otomatis dari data gambar. CNN bekerja dengan memanfaatkan lapisan konvolusi (*convolution layer*), *pooling*, dan *fully connected layer* untuk mengenali pola visual seperti bentuk, tekstur, dan struktur objek. Metode ini banyak digunakan dalam berbagai bidang pengolahan citra, seperti pengenalan wajah, klasifikasi objek, dan analisis citra medis.

Dalam penelitian ini, CNN diterapkan untuk mengklasifikasikan jenis tegangan pada tiang listrik berdasarkan karakteristik visual yang terdapat pada citra tiang listrik. Keunggulan CNN terletak pada kemampuannya dalam mempelajari fitur citra secara otomatis tanpa memerlukan proses ekstraksi fitur secara manual, sehingga menghasilkan performa klasifikasi yang lebih optimal. Meskipun demikian, CNN juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti kebutuhan data pelatihan yang cukup besar serta waktu pelatihan yang relatif lama untuk memperoleh hasil akurasi yang baik (Marcelleno & Putra, 2025).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah merupakan inti permasalahan yang ingin dikaji dan diselesaikan dalam penelitian ini. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana performa Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengklasifikasikan jenis tegangan tiang listrik berdasarkan citra digital?
2. Bagaimana proses pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*) model CNN dilakukan untuk memperoleh hasil klasifikasi yang optimal?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini diharapkan dapat mencapai harapan penulis yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Mengetahui performa Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengklasifikasikan jenis tegangan tiang listrik berdasarkan citra digital.
2. Mengimplementasikan model CNN sebagai sistem klasifikasi yang dapat membantu proses identifikasi dan pemahaman perbedaan jenis tegangan pada tiang listrik.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi peneliti dan pembacanya, yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang *computer vision*, khususnya dalam penerapan Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi citra infrastruktur kelistrikan.
2. Menjadi gambaran awal mengenai potensi pemanfaatan teknologi klasifikasi citra berbasis CNN untuk mendukung kegiatan inventarisasi, inspeksi, maupun edukasi publik terkait infrastruktur kelistrikan.

1.4 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini dimaksudkan agar pembahasan lebih terfokus pada permasalahan utama penulis dan tidak menyimpang dari permasalahan lain yang dibahas di bawah ini

Fokus utama penelitian :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pengenalan dan klasifikasi jenis tiang listrik berdasarkan tingkat tegangannya (tegangan rendah, menengah, dan tinggi) menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN)

Penggunaan Dataset:

1. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pengambilan foto tiang listrik di jalan

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini ruang lingkup berfokus pada penerapan algoritma YOLO untuk identifikasi jenis tiang listrik berdasarkan citra yang diambil menggunakan gambar.

Berikut beberapa lingkup dari penelitian ini :

1) Jenis Tiang Listrik

Penelitian ini difokuskan pada identifikasi tiang listrik berdasarkan jenis tiang listrik, tegangan rendah, tegangan menengah, dan tegangan tinggi

2) Arsitektur teknologi

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Model ini akan diuji pada platform Google Colab dengan menggunakan dataset yang didapat dari Roboflow, Kaggle, dan melalui kamera ponsel.

3). Lingkungan Uji Coba

Sistem diuji pada berbagai lingkungan lapangan, seperti area perumahan, kompleks, dan ruang publik, untuk mengevaluasi efektivitas model dalam kondisi nyata dengan variasi kualitas data dan situasi di lapangan.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

BAB ini membahas latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat dari penelitian, ruang lingkup masalah, serta pembahasan batasan penelitian. Bab ini bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang penerapan dan mencapai hasil yang diinginkan

BAB II TINJAU PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, meliputi konsep deteksi objek pada citra digital, teknologi deep learning, khususnya algoritma YOLOv8, serta penggunaan Roboflow dan Jupyter Notebook dalam pengolahan dan visualisasi hasil deteksi. Selain itu, disajikan pula berbagai penelitian terdahulu yang menjadi landasan dan referensi dalam

pengembangan sistem deteksi dan klasifikasi tegangan tiang listrik

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tahapan-tahapan penelitian yang digunakan dalam mengklasifikasikan jenis tegangan tiang listrik menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, praproses data, perancangan dan pelatihan model CNN, serta pengujian dan evaluasi kinerja model. Seluruh proses penelitian dilakukan menggunakan Google Colab dengan dukungan pustaka *deep learning* yang relevan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari proses pelatihan dan pengujian model Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengklasifikasikan jenis tegangan tiang listrik. Selain itu, bab ini juga membahas analisis performa model berdasarkan metrik evaluasi yang digunakan serta pembahasan terhadap hasil yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini merangkum hasil temuan utama yang menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Di samping itu, disampaikan pula saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut, baik dalam aspek teknologi maupun arah penelitian mendatang