

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan rumah bagi beragam suku bangsa dengan budaya dan tradisi yang unik. Namun, keanekaragaman ini terancam oleh globalisasi karena budaya asing dianggap lebih menarik atau lebih unik dan praktis [1]. Seperti dalam budaya Bali, meskipun bahasa Bali masih digunakan untuk berkomunikasi, penggunaan aksara Bali dalam tulisan menjadi kurang umum [2]. Akibatnya, kemampuan membaca aksara Bali menjadi salah satu tantangan yang dihadapi oleh generasi muda [3]. Aksara Bali didasarkan pada aksara Brahmi dan memiliki dua bentuk: aksara suci yang digunakan dalam ritual keagamaan dan aksara standar yang digunakan untuk penulisan sehari-hari dan karya sastra [4], [5]. Aksara ini berisi lebih dari seratus bentuk, termasuk konsonan, vokal, bentuk gabungan konsonan, angka, tanda baca, dan simbol tambahan untuk konsonan khusus dan notasi musik [2]. Contoh karakter konsonan dan angka dapat dilihat pada Gambar 1, yang diketik menggunakan font Simbar Dwijendra.



Gambar 1. Contoh Aksara Konsonan dan Angka Menggunakan Font

Sebagai sebuah dokumen tulisan tangan, aksara Bali memiliki berbagai gaya yang digunakan oleh para penulis untuk menulis berbagai bentuk. Panjang goresan, tinggi, dan lebar aksara dapat mempengaruhi perbedaan ini. Akibatnya, aksara yang sama dapat terlihat sangat berbeda dari yang lain. Masalah kemiripan antar aksara juga sering dijumpai pada aksara Bali, karena bentuk satu aksara dapat mirip dengan aksara lainnya, dengan beberapa bagian yang sama dengan aksara lainnya [4]. Mengenali karakter tulisan tangan merupakan salah satu bagian dari fokus penelitian Optical Character Recognition (OCR).

Optical Character Recognition (OCR) adalah bidang yang berhubungan dengan pengumpulan dan pencarian karakter dalam file kertas, foto, perangkat layar sentuh, dan perangkat lain yang berbeda, serta mengubahnya menjadi bentuk yang dikodekan oleh perangkat [6]. OCR dibagi menjadi dua kategori: Handwritten Character Recognition (HCR) berfokus pada pengenalan teks tulisan tangan, dan Printed Character Recognition (PCR) berfokus pada pengenalan teks cetak. HCR dianggap lebih menantang daripada PCR karena variasi gaya tulisan tangan yang lebih besar dibandingkan dengan font [6]. HCR dibagi lagi menjadi dua kategori: Pengenalan Online menangkap data untuk setiap baris yang ditulis oleh pengguna secara real-time, dan Pengenalan Offline hanya menangkap hasil akhir dari tulisan dan dengan demikian lebih sulit karena memiliki lebih sedikit fitur [6]. Penelitian ini difokuskan pada pengenalan tulisan tangan secara offline. Penelitian lain telah mengeksplorasi HCR dan PCR online yang dibahas dalam [7] dan [8].

Model tradisional memerlukan beberapa tahap: *preprocessing*, segmentasi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi [3]. Sementara itu, model berbasis Convolutional Neural Network (CNN) menyederhanakan tahap ekstraksi fitur dan klasifikasi ke dalam sebuah proses *end-to-end*. Selain itu, penelitian [9] menunjukkan bahwa CNN mengungguli metode tradisional untuk deteksi tulisan tangan numerik. Mengenali karakter melalui pendekatan deteksi objek dengan *Deep Learning* membuat tahapan pemrosesan *end-to-end* dapat melokalisasi dan mengklasifikasikan beberapa karakter sekaligus. Kemampuan ini tidak dimiliki oleh penelitian sebelumnya yang menerapkan model tradisional maupun CNN. Model deteksi aksara Bali pada penelitian sebelumnya dianggap kurang efektif karena proses pengenalan aksara dilakukan secara individual, membutuhkan biaya komputasi yang tinggi dan resiko tingkat akurasi yang lebih rendah. Faster Region Convolutional Neural Network (Faster R-CNN) merupakan

metode pendeteksian objek yang telah berhasil diterapkan pada pengenalan berbagai jenis tulisan tangan, termasuk karakter kanji [10], angka [11], tanda tangan [12], dan teks [13].

Penelitian sebelumnya di [10]–[13] telah menunjukkan bahwa model Faster R-CNN memiliki kinerja yang baik dalam mendeteksi tulisan tangan. Namun, kinerjanya dalam mendeteksi tulisan tangan aksara Bali masih belum diketahui hingga penelitian ini dilakukan. Penelitian ini mengusulkan sebuah metode untuk mendeteksi tulisan tangan aksara Bali di atas kertas menggunakan model Faster R-CNN. Empat arsitektur backbone CNN yang menggunakan blok residual diuji coba, yaitu: ResNet-50, ResNet-101, ResNet-152, dan Inception ResNet V2, untuk mendeteksi 28 karakter tulisan tangan aksara Bali, termasuk 18 konsonan dan 10 angka dalam bentuk tunggal. Selain itu, percobaan dilakukan dengan menggunakan dua *threshold* Intersection over Union (IoU) yang berbeda, yaitu 0.5 dan 0.75 untuk menilai kinerja model pada *threshold* IoU yang lebih ketat.

Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana kinerja metode deteksi objek menggunakan Faster R-CNN untuk deteksi tulisan tangan bali dengan batasan yang diterapkan adalah tulisan tangan aksara bali yang mencakup 18 aksara konsonan dan 10 aksara angka dalam bentuk tunggal.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian terhadap model faster R-CNN untuk mendeteksi tulisan tangan aksara bali. Model yang diajukan ini dapat mengintegrasikan tahapan segmentasi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi kedalam proses *end-to-end* untuk melokalisasi dan mengklasifikasikan beberapa karakter secara bersamaan.

Organisasi penulisan pada penelitian ini dibagi menjadi 5 bagian. Bagian pertama yaitu pendahuluan yang membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan, tujuan, dan organisasi tulisan. Bagian kedua yaitu studi terkait yang membahas penelitian sistem pengenalan tulisan tangan aksara bali yang pernah dilakukan sebelumnya. Bagian ketiga yaitu sistem yang dibangun menjelaskan metodologi yang digunakan pada penelitian ini. Bagian keempat yaitu hasil dan analisis menjelaskan hasil beserta analisa terhadap model yang telah dibangun. Bagian kelima yaitu kesimpulan menjelaskan tentang rangkuman dari penelitian yang dilakukan.