

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan terhadap penerapan teknologi *Smart City* pada berbagai negara di seluruh dunia pada beberapa tahun terakhir telah mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena meningkatnya penduduk pada daerah perkotaan. Peningkatan jumlah penduduk mendorong pemerintah setempat untuk meningkatkan pengelolaan sarana dan pra-sarana kota. Salah satunya adalah menerapkan teknologi yang tepat guna dan efisien seperti *Smart City*. Untuk dapat mencapai hal ini, teknologi *Smart City* harus mampu mengatasi berbagai permasalahan yang berhubungan dengan pengelolaan (*government*) kota. Dengan menggabungkan beberapa sistem berbasis otomasi dan pengolahan data, *Smart City* dapat membantu pemerintah dalam mengelola kota.

Salah satu teknologi yang terdapat dalam *Smart City* adalah Sistem Transportasi Intelijen (STI). Technavio memperkirakan pasar sistem manajemen lalu lintas cerdas akan tumbuh menjadi \$19,91 miliar pada tahun 2028 dengan CAGR 10,1%. Permintaan yang meningkat terhadap penerapan solusi STI dapat dikaitkan dengan peningkatan teknologi *smart city* [1]. *Guidehouse Insight* melaporkan bahwa ada lebih dari 250 proyek *smart city* secara *global* [2].

STI memberikan pendekatan terintegrasi dan terorganisasi untuk meminimalisir kemacetan dan meningkatkan keselamatan di jalan-jalan kota melalui teknologi yang saling terhubung. STI memanfaatkan Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan (SPTNK). SPTNK membantu STI dalam melakukan pengenalan dan identifikasi pada kendaraan secara otomatis. SPTNK memanfaatkan pengolahan citra untuk mengidentifikasi kendaraan dari citra tanda nomor kendaraan [3]. Sebuah pendekatan digital untuk memanipulasi citra atau *dataset* dua-dimensional lainnya [4]. Seperti yang dikutip oleh Sedighi, menjelaskan salah satu properti unik yang dapat digunakan untuk pengenalan sebuah kendaraan adalah dari tanda nomor kendaraan [5]. Seiring dengan berkembangnya Sistem Transportasi Intelijen (STI), Permintaan akan sebuah sistem pengenalan kendaraan yang efektif dan dapat diandalkan meningkat secara signifikan.

Beberapa metode telah diusulkan untuk mengenali citra karakter pada tanda nomor kendaraan. Diantaranya adalah metode *Template Matching* [6], [7], Analisis Struktural [8]

dan Jaringan Saraf [5], [9], [10]. Metode *Template Matching* digunakan pada penelitian [7]. Penelitian menyebutkan *template* yang sudah ditentukan digunakan untuk mengidentifikasi karakter *font* tunggal atau ganda dengan ukuran tetap, dan tanpa rotasi. Penelitian ini menghasilkan akurasi pengenalan sebesar 88.8%. Metode *hybrid* antara *Template Matching* dengan *Fuzzy* diusulkan oleh Al-Faqheri menjelaskan, meskipun metode ini menunjukkan hasil akurasi yang tinggi metode *Template Matching* memerlukan metode pencarian yang efisien dan membutuhkan penyimpanan yang besar untuk menyimpan semua *template* karakter angka dan huruf [6]. Dari penelitian ini dihasilkan akurasi pengenalan sebesar 90.4% dan waktu deteksi sebesar 0.75 detik.

Penelitian terkait pengenalan tanda nomor kendaraan lain adalah penelitian yang dilakukan oleh Romeo-Pakker et al., yang membahas penggunaan metode Analisis Struktural untuk proses Pengenalan Karakter Optik (*Optical Character Recognition*) huruf arab Pengenalan Karakter Optik merupakan inti (*backbone*) dari setiap Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan [8]. Pada penelitian ini didapatkan hasil akurasi pengenalan sebesar 87.75% dan waktu untuk setiap pengenalan sebesar 0.2 detik/karakter.

Dalam *paper* milik Kocer et al., penggunaan metode Jaringan Saraf tiruan untuk proses Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan diusulkan [9]. Didapatkan hasil tingkat akurasi pengenalan adalah 98,17%. Pada *paper* yang lain yang ditulis oleh Nagare juga mengusulkan penggunaan metode Jaringan Saraf untuk proses pengenalan tanda nomor kendaraan. Dengan menggunakan algoritma *Back Propagation Neural Network* (BP-NN) dan *Learning Vector Quantization Neural Network* (LVQ-NN). Penelitian ini memperoleh tingkat akurasi pengenalan untuk algoritma BP-NN sebesar 66.67% dan untuk algoritma LVQ- NN memperoleh hasil akurasi sebesar 94.44% [10].

Penelitian yang dilakukan oleh Ekstorm, mengusulkan metode gabungan antara ekstraksi fitur menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan algoritma pengenalan *Back Propagation Neural Network* (BP-NN) [5]. Dalam penelitian disimpulkan bahwa tingkat akurasi pengenalan menggunakan metode yang diusulkan adalah 90.5% dan waktu pengenalan sebesar 0.55 detik pada data *input* tanda nomor kendaraan negara Arab Saudi.

Namun bebrapa penelitian sebelumnya memiliki beberapa kelemahan, karena besarnya keragaman dari format tanda nomor kendaraan, perbedaan intensitas kondisi pencahayaan, tanda nomor kendaraan yang terhalang bayangan menjadi alasan dari hambatan

performa dari metode yang digunakan oleh penelitian [6][7]. Selain itu perbedaan ukuran dan rotasi pada tanda nomor kendaraan dan tanda nomor kendaraan yang terhalang bayangan atau tersorot lampu ketika mengambil gambar dapat mempengaruhi performa dan akurasi pada pengenalan secara signifikan [6]. Penelitian berbasis Analisis Struktural memanfaatkan *Decision-tree* untuk menghitung fitur geometris dari masing-masing kontur karakter, yang mana berdampak pada besarnya waktu yang dibutuhkan untuk setiap pengenalan. Penelitian yang mengusulkan penggunaan algoritma Jaringan Saraf (*Neural Network*) sebagai metode pengenalan menghasilkan akurasi yang relatif tinggi dibandingkan metode lain. Nilai akurasi yang dicapai adalah ~90%. Namun karena kekompleksan algoritma *Neural Network* (NN) yang diusulkan mengakibatkan waktu *training* yang relatif lama dibandingkan dengan metode selain berbasis NN [5][9].

Dalam penelitian ini diusulkan metode segmentasi berbasis Histogram Statistik dan *Connected Component Analysis* (CCA) yang dikombinasikan dengan *Hough Transform* untuk memisahkan setiap karakter. Dan kemudian untuk Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan diusulkan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan Jaringan Saraf Tiruan *Radial Basis Function Network* (RBF-N) pada citra *input* tanda nomor kendaraan. Di mana PCA merupakan metode ekstraksi fitur dan reduksi dimensi dari fitur data citra sebelum citra dijadikan data *input* untuk algoritma klasifikasi RBF-N. Algoritma klasifikasi RBF-N merupakan algoritma klasifikasi kelas ganda dengan fungsi aktivasi berbasis *radial*.

1.2 Rumusan Masalah

Bagian ini menjelaskan tentang tujuan dalam melaksanakan penelitian dan menjelaskan manfaat dari penelitian.

1.2.1 Permasalahan

Terdapat beberapa pilar utama dalam penerapan *Smart City*, salah satu diantaranya adalah Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan (SPTNK). Dalam pengembangan SPTNK, terdapat kebutuhan untuk mencapai tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sebuah SPTNK dengan performa yang baik. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menggabungkan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Radial Basis Function Network* (RBF-N). PCA digunakan untuk mereduksi dimensi citra tanda nomor kendaraan sehingga mempercepat proses pengenalan karakter. Sementara itu, RBF-N digunakan sebagai model jaringan saraf tiruan untuk mengklasifikasikan karakter yang telah direduksi. Oleh karena itu, rumusan

masalah dari penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan sebuah sistem pengenalan tanda nomor kendaraan menggunakan metode PCA dan RBF-N dengan tujuan mencapai tingkat akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang efisien.

1.2.2 Metode Usulan

Penelitian ini mengusulkan pengembangan Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan (SPTNK) menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) dan algoritma Radial Basis Function Network (RBF-N). PCA digunakan untuk ekstraksi fitur dan RBF-N digunakan sebagai klasifikasi karakter pada citra tanda nomor kendaraan bermotor. Tahap pra-pemrosesan dan pemrosesan citra menggunakan teknik pengolahan citra seperti, Morfologi Matematis, *Thresholding Connected Component Analysis* (CCA), dan Histogram Statistik. Pengolahan citra dilakukan untuk memisahkan karakter pada citra tanda nomor kendaraan dari objek atau *noise* yang tidak relevan. Selanjutnya, data *input* diolah dengan PCA untuk ekstraksi fitur dan reduksi dimensi. Setelah itu, dilakukan tahap klasifikasi menggunakan RBF-N dan evaluasi akurasi model klasifikasi untuk memilih model terbaik. Model terbaik yang telah dipilih diuji menggunakan metode pengujian *K-Fold Cross Validation* untuk mengukur performa model.

1.2.3 Pertanyaan Penelitian

Pada penelitian ini diajukan beberapa pertanyaan penelitian terkait dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Radial Basis Function Network* (RBF-N). yaitu:

- 1) Bagaimana performa metode segmentasi menggunakan Proyeksi Histogram dalam mensegmentasi karakter pada citra Tanda Nomor Kendaraan?
- 2) Bagaimana memilih jumlah komponen PCA dan *node hidden layer (center)* RBF mempengaruhi performa dan akurasi pengklasifikasian algoritma RBF-N?
- 3) Bagaimana nilai kombinasi parameter komponen PCA dan jumlah *center* RBF yang paling baik untuk melakukan pengklasifikasian menggunakan RBF-N?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Pada bagian ini menjelaskan tentang tujuan apa yang ingin dicapai dalam melaksanakan penelitian dan menjelaskan manfaat dari penelitian yang dilakukan.

1.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan jumlah fitur PCA yang berbeda terhadap akurasi dan

performa identifikasi citra tanda nomor kendaraan bermotor menggunakan algoritma RBF-N. Berikut adalah tujuan yang ingin dicapai peneliti dalam melakukan penelitian ini:

1. Mengetahui akurasi dan performa metode PCA dan RBF-N dalam melakukan pengenalan pada citra tanda nomor kendaraan.
2. Meneliti pengaruh penggunaan kombinasi jumlah fitur PCA dan jumlah *center* RBF terhadap akurasi dan performa pengenalan citra tanda nomor kendaraan bermotor pada algoritma RBF-N.
3. Menentukan kombinasi jumlah fitur PCA dan jumlah *center* RBF-N yang paling baik untuk pengenalan citra tanda nomor kendaraan.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini selesai dilakukan dan tujuan penelitian dapat terpenuhi dan model pengenalan citra tanda nomor kendaraan metode PCA dan RBF-N yang optimal dapat berhasil dibangun, penulis berharap bahwa penelitian ini dapat:

- Mempermudah proses identifikasi kendaraan baik untuk keperluan pribadi atau umum.
- Menjadi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan klasifikasi citra karakter atau SPTNK.
- Memberikan opsi pertimbangan bagi para pengolah suatu instansi yang hendak menerapkan sistem keamanan dan identifikasi kendaraan bermotor secara otomatis di kawasan mereka.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terarah, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Terdapat 2 jenis *dataset training* yang digunakan dalam penelitian ini. yaitu:
 - a. *Dataset training v1* adalah data citra karakter sebanyak 18.000 karakter yang terdiri atas huruf (a-z, A-Z) dan angka (0-9) yang diambil dari situs *Kaggle*.
 - b. *Dataset training v2* adalah data citra karakter sebanyak 18.000 karakter yang terdiri atas huruf (a-z, A-Z) dan angka (0-9) yang diambil dari setiap karakter pada 2500 citra tanda nomor kendaraan dari *Kaggle* dan sebagian citra karakter pada *dataset training v1*.

- 2) Terdapat *dataset* prediksi yang merupakan data citra karakter sebanyak 14.500 karakter yang terdiri dari huruf (a-z, A-Z) dan angka (0-9). Citra pada *dataset* prediksi diambil dari setiap karakter yang terdapat pada 2.500 citra tanda nomor kendaraan situs *Kaggle*. *Dataset* prediksi digunakan untuk mengukur performa model terbaik dalam mengklasifikasikan data citra karakter pada tanda nomor kendaraan sebelum model diujikan pada skenario uji coba nyata.
- 3) Terdapat *dataset* implementasi (*testing*) yang terdiri dari data citra tanda nomor kendaraan sebanyak 100 citra yang diambil menggunakan kamera *Handphone*. *Dataset* implementasi (*testing*) digunakan untuk mengevaluasi performa implementasi.
- 4) *Output* yang dihasilkan adalah hasil pengenalan tanda nomor kendaraan dalam bentuk *array* karakter dan akurasi dari algoritma RBF-N.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan sebuah metode atau urutan dalam menyelesaikan sebuah penelitian. Penulisan skripsi ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini memuat pendahuluan penelitian yang terdiri dari Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian, Batasan Penelitian, dan Sistematika Penulisan Penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang teori yang berhubungan dengan judul Proposal Skripsi, (sesuai yang ditulis di bab 2).

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi penjelasan tentang metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dengan metode (sesuai yang ditulis di bab 3).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan hasil dari penelitian yang diusulkan pada bab 3 dan dibahas temuan-temuan yang diperoleh dari hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi penjelasan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan pada bab 4.