

ABSTRAK

Klasifikasi adalah satu di antara data *mining* yang digunakan untuk memprediksi sebuah pengelompokan data. Salah satu topik klasifikasi yang cukup dikenal adalah klasifikasi citra (*Image Classification*). Antrean saat melakukan transaksi pada gerbang tol masih menjadi permasalahan di Indonesia, hal tersebut terjadi karena belum ada sistem yang secara otomatis melakukan klasifikasi terhadap kendaraan pada gerbang tol, klasifikasi masih dilakukan manual oleh penjaga pintu tol. Adapun upaya untuk mengatasi kemacetan tersebut, perlunya sistem yang dapat secara otomatis mengklasifikasi kendaraan yang ada pada gerbang tol menjadi 5 golongan sesuai dengan peraturan pada jalan tol di Indonesia, sehingga proses klasifikasi dapat dilakukan secara otomatis. Dengan adanya sistem tersebut waktu transaksi pada setiap kendaraan akan lebih cepat, sehingga kemacetan pada gerbang pintu tol dapat teratasi. Pada penelitian ini dibangun model untuk pengklasifikasian kendaraan bermotor berdasarkan golongan jalan tol menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Dengan *dataset* dari *Mendeley Vehicle dataset* yang berisikan 5 kelas golongan kendaraan berbeda. Hasil akhir pada penelitian kali ini diharapkan menghasilkan sistem yang akurat untuk klasifikasi citra kendaraan. Dari serangkaian uji coba yang sudah dilakukan mendapatkan berbagai macam model yang berbeda beda. Hasil dari berbagai pemodelan tersebut juga mendapatkan hasil akurasi yang berbeda-beda. Adapun hasil model yang terbaik terdapat pada model dengan menggunakan *Stride 2 Batch Size 32 dense 16* dengan menggunakan *epoch 40* yang berada pada *fold* ke dua mendapatkan hasil akurasi sebesar 100% dan hasil akurasi terbaik selanjutnya terdapat pada model dengan *fold* ke tiga dengan menggunakan jumlah *batch size 32, epoch 40, dense 16* serta *stride 2* dan *fold* ke empat dengan jumlah *batch size 32, epoch 30, dense 32* serta *stride 2* yang mendapatkan hasil akurasi sebesar 97,90%.

Kata Kunci: Klasifikasi Citra, *Convolutional Neural Network*, *Machine Learning*, *Artificial Intelligence*, *Car*.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.2.1 Permasalahan	3
1.2.2 Solusi Permasalahan	3
1.2.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan	4
1.3.2 Manfaat	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metode Penelitian	4
1.6 Sistematika Laporan Skripsi	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Artificial Intelligence (AI)</i>	7
2.2 <i>Machine Learning</i>	7
2.2.1 <i>Supervised Learning</i>	7
2.2.2 <i>Unsupervised Learning</i>	7
2.3 Citra	8
2.4 Klasifikasi Citra.....	8
2.5 <i>Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE)</i>	8

2.6	<i>K-Fold Cross Validation</i>	9
2.7	<i>Convolutional Neural Network</i>	9
2.8	<i>Convolutional Layer</i>	10
2.8.1	<i>Padding</i>	11
2.8.2	<i>Rectified Liniar Unit Layer (ReLU)</i>	12
2.8.3	<i>Pooling Layer</i>	12
2.8.4	<i>Fully-Connected Layer</i>	13
2.9	<i>Keras</i>	14
2.10	<i>Evaluasi</i>	14
2.11	<i>Penelitian Terkait</i>	16
BAB III USULAN METODE		20
3.1	<i>Diagram Sistem</i>	20
3.2	<i>Citra Dataset</i>	21
3.3	<i>Normalisasi Dataset</i>	23
3.4	<i>Proses Training</i>	24
3.5	<i>Proses Testing</i>	25
3.6	<i>Evaluasi</i>	25
3.7	<i>Algoritma CNN</i>	25
3.8	<i>Arsitektur Model CNN</i>	26
3.8.1	<i>Arsitektur Model Stride 1 dengan Dense 16</i>	26
3.8.2	<i>Arsitektur Model Stride 1 Dengan Dense 32</i>	29
3.8.3	<i>Arsitektur Model Stride 2 dengan Dense 16</i>	31
3.8.4	<i>Arsitektur Model Stride 2 dengan Dense 32</i>	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	<i>Perangkat yang digunakan</i>	35
4.2	<i>Skenario Uji Coba</i>	35

4.3 Tahapan Pembuatan Progam.....	37
4.3.1 Persiapan Dataset.....	37
4.3.2 Pembangunan Model <i>Convolution Neural Network (CNN)</i>	37
4.3.3 Pelatihan	42
4.3.4 Pengujian dan Evaluasi	42
4.4 Hasil Uji Coba.....	42
4.4.1 Hasil Uji coba Jumlah <i>Epoch</i>	42
4.4.2 Hasil Uji Coba Pembagian Data dengan <i>K-Fold Cross Validation</i>	45
4.4.3 Hasil Uji Coba Berdasarkan Jumlah <i>Batch Size</i>.....	46
4.4.4 Hasil Uji Coba Berdasarkan Jumlah <i>Dense</i>	48
4.4.5 Hasil Uji Coba Berdasarkan Jumlah <i>Stride</i>.....	49
4.5 Analisa Penelitian	50
BAB V PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur <i>Convolution Neural Network (CNN)</i>	10
Gambar 2. 2 Proses Operasi Konvolusi	11
Gambar 2. 3 Operasi <i>ReLU</i>	12
Gambar 2. 4 Proses <i>Max Pooling</i>	13
Gambar 2. 5 <i>Fully Connected Layer</i>	14
Gambar 3. 1 Alur Sistem.....	20
Gambar 3. 2 Contoh Dataset <i>Vehicle Image</i>	22
Gambar 3. 3 Arsitektur <i>Training</i>	24
Gambar 3. 4 Arsitektur <i>Testing</i>	25
Gambar 3. 5 Arsitektur Sistem <i>CNN</i>	25
Gambar 3. 6 Arsitektur Model dengan <i>Stride 1 Dense 16</i>	28
Gambar 3. 7 Arsitektur Model <i>Stride 1</i> dengan <i>Dense 31</i>	30
Gambar 3. 8 Arsitektur Model <i>Stride 2</i> dengan <i>Dense 16</i>	32
Gambar 3. 9 Arsitektur Model <i>Stride 2</i> dengan <i>Dense 32</i>	34
Gambar 4. 1 Pemodelan <i>CNN Stride 1</i> dengan <i>Dense 16</i>	39
Gambar 4. 2 Pemodelan <i>CNN Stride 1</i> dengan <i>Dense 32</i>	40
Gambar 4. 3 Pemodelan <i>CNN Stride 2</i> dengan <i>Dense 16</i>	41
Gambar 4. 4 Pemodelan <i>CNN Stride 2</i> dengan <i>Dense 32</i>	42
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji Coba Perbandingan <i>Epoch</i>	51
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Uji Coba Menggunakan <i>K-Fold Cross Validation</i>	52
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Coba berdasarkan <i>Jumlah Batch Size</i>	53
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Uji Coba berdasarkan <i>Jumlah dense</i>	54
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Uji Coba berdasarkan <i>Jumlah Strides</i>	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pembagian <i>Cross Validation</i> $k=5$	9
Tabel 2. 2 <i>Confusion Matrix</i>	15
Tabel 2. 3 Penelitian Terkait	17
Tabel 3. 1 Tabel Tarif Gerbang Tol Banyu Urip	23
Tabel 3. 2 Tabel <i>Dataset</i>	23
Tabel 3. 3 Perbandingan <i>Dataset</i> setelah di <i>SMOTE</i>	24
Tabel 3. 4 Arsitektur Model <i>Stride</i> 1 dengan <i>dense</i> 16.....	26
Tabel 3. 5 Arsitektur Model <i>Stride</i> 1 dengan <i>Dense</i> 31	29
Tabel 3. 6 Arsitektur Model <i>Stride</i> 2 dengan <i>Dense</i> 16.....	31
Tabel 3. 7 Arsitektur Model <i>Stride</i> 2 dengan <i>Dense</i> 32	32
Tabel 4. 1 Tabel Skenario Uji Coba.....	35
Tabel 4. 2 Hasil Uji Coba <i>Epoch</i>	43
Tabel 4. 3 Hasil Uji Coba Perbandingan <i>K-Fold Cross Validation</i>	45
Tabel 4. 4 Hasil Uji Coba Perbandingan Jumlah <i>Batch Size</i>	46
Tabel 4. 5 Hasil Uji Coba Perbandingan Jumlah <i>Dense</i>	48
Tabel 4. 6 Hasil Uji Coba Perbandingan Jumlah <i>Stride</i> 1.....	49
Tabel 4. 7 Hasil Uji Coba Perbandingan Jumlah <i>Stride</i> 2.....	50