

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	14
BAB III LANDASAN TEORI.....	21
3.1 Simpang Bersinyal.....	21
3.2 Pengolahan Citra Digital .....	21
3.3 Pengurangan Citra ( <i>Image Subtraction</i> ).....	22
3.4 Morfologi.....	23
3.4.1 Dilasi.....	24
3.5 Deteksi Tepi.....	25
3.5.1 Operator Canny.....	25
3.6 Transformasi Hough.....	26
3.7 <i>Connected Components Labeling</i> .....	28
3.8 Jaringan Saraf Tiruan .....	29
3.8.1 Komponen Jaringan Syaraf Tiruan.....	29
3.8.2 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan .....	30
3.8.3 Backpropagation .....	31
BAB IV ANALISIS DAN RANCANGAN.....	34
4.1 Gambaran Umum Sistem.....	34
4.2 Data Pengujian.....	35

4.2.1	Subjek .....	35
4.2.2	Metode Pengumpulan Data.....	35
4.2.3	Karakteristik Data.....	35
4.3	Perancangan Proses Pengolahan Citra.....	36
4.3.1	Pencarian Citra Region of Interest (ROI).....	36
4.3.2	Pencarian dan Perhitungan Luas Antrian Kendaraan.....	40
4.4	Perancangan Klasifikasi Kepadatan Lalu Lintas .....	44
4.5	Pengujian Sistem .....	47
BAB V IMPLEMENTASI.....		50
5.1	Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> .....	50
5.2	Implementasi Pencarian Region of Interest.....	50
5.3	Implementasi Subtraksi Citra .....	53
5.4	Implementasi Dilasi dan Erosi Citra.....	55
5.5	Implementasi Pelabelan Citra.....	55
5.6	Implementasi Pelatihan dan Pengujian Klasifikasi Kepadatan Lalu Lintas .....	56
5.7	Implementasi Evaluasi.....	59
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....		61
6.1	Hasil Praproses Data.....	61
6.1.1.	Pencarian ROI.....	61
6.1.2.	Pencarian Area Antrian Kendaraan .....	63
6.1.3.	Perhitungan Luas Antrian Kendaraan.....	65
6.2	Klasifikasi Kepadatan.....	66
6.2.1	Hasil Pengujian Pada Satu <i>Hidden Layer</i> .....	67
6.2.2.1	.....Pengujian Menggunakan Satu Neuron Pada Satu <i>Hidden Layer</i> .....	68
6.2.2.2	..... Pengujian Menggunakan Tiga Neuron Pada Satu <i>Hidden Layer</i> .....	69
6.2.2.3	..... Pengujian Menggunakan Lima Neuron Pada Satu <i>Hidden Layer</i> .....	69
6.2.2.4	..... Pengujian Menggunakan Tujuh Neuron Pada Satu <i>Hidden Layer</i> .....	71
6.2.2.5	.....Pengujian Menggunakan Sepuluh Neuron Pada Satu <i>Hidden Layer</i> .....	72

6.2.2	Hasil Pengujian Pada Dua <i>Hidden Layer</i> .....	73
6.2.2.1	..... Pengujian Menggunakan Satu Neuron Pada Dua <i>Hidden Layer</i> .....	73
6.2.2.2	..... Pengujian Menggunakan Tiga Neuron Pada Dua <i>Hidden Layer</i> .....	74
6.2.2.3	..... Pengujian Menggunakan Lima Neuron Pada Dua <i>Hidden Layer</i> .....	76
6.2.2.4	..... Pengujian Menggunakan Tujuh Neuron Pada Dua <i>Hidden Layer</i> .....	77
6.2.2.5	..... Pengujian Menggunakan Sepuluh Neuron Pada Dua <i>Hidden Layer</i> .....	78
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN .....	82
7.1	Kesimpulan .....	82
7.2	Saran .....	82
DAFTAR	PUSTAKA .....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Gambaran umum sistem.....	34
Gambar 4.2	Citra pada proses pencarian ROI. (a) Citra jalan dalam keadaan kosong tanpa antrian (b) Target area jalan yang akan dijadikan ROI.....	36
Gambar 4.3	Proses pencarian citra ROI.....	37
Gambar 4.4	Contoh pencarian arah titik a .....	38
Gambar 4.5	Kategori arah pada operator Canny (Susmitha et al., 2019) .....	38
Gambar 4.6	Batas jalan yang akan dicari menggunakan transformasi hough .....	39
Gambar 4.7	Tahapan pencarian area antrian kendaraan .....	40
Gambar 4.8	Proses dilasi. (a) Citra awal (b) Hasil citra setelah dilasi.....	41
Gambar 4.9	Proses erosi. (a) Citra awal. (b) Citra hasil erosi.....	42
Gambar 4.10	Proses perhitungan pixel antrian kendaraan.....	43
Gambar 4.11	Ilustrasi perhitungan pixel putih.....	43
Gambar 4.12	Arsitektur <i>backpropagation</i> yang digunakan pada klasifikasi antrian kendaraan .....	45
Gambar 4.13	Skema fase <i>backpropagation</i> .....	45
Gambar 4.14	Ilustrasi k-fold cross validation (Kholifah & Insani, 2016) .....	48
Gambar 5.1	Potongan program pembacaan citra, grayscale, serta penghilangan derau	51
Gambar 5.2	Potongan program pada proses deteksi tepi .....	51
Gambar 5.3	Potongan program transformasi hough .....	52
Gambar 5.4	Potongan kode program pada proses eliminasi citra .....	53
Gambar 5.5	Potongan program pada proses pengurangan citra.....	54
Gambar 5.6	Potongan kode program proses dilasi dan erosi .....	55
Gambar 5.7	Kode program pada proses pelabelan citra .....	55
Gambar 5.8	Lanjutan potongan kode program pada proses pelabelan citra .....	56
Gambar 5.9	Pencarian jumlah pixel putih.....	56
Gambar 5.10	Potongan kode pustaka yang digunakan .....	57
Gambar 5.11	Proses pembacaan data.....	57
Gambar 5.12	Potongan kode normalisasi .....	58
Gambar 5.13	Potongan program pada proses training.....	58
Gambar 5.14	Pengujian sistem.....	59
Gambar 6.1	Proses pencarian batas jalan. (a) Citra area kosong. (b) Hasil deteksi Canny. (c) Hasil deteksi garis.....	61
Gambar 6.2	Hasil tahapan eliminasi citra. (a) Hasil eliminasi citra di luar garis. (b) Citra ROI.....	62
Gambar 6.3	Hasil pencarian area antrian menggunakan euclidean distance.(a) Citra uji yang digunakan. (b) Hasil pengurangan citra .....	63
Gambar 6.4	Hasil morfologi citra. (a) Hasil dilasi. (b) Hasil dari proses erosi.....	64
Gambar 6.5	Hasil pelabelan pixel menggunakan <i>connected component labelling</i> .....	64
Gambar 6.6	Tampilan hasil perhitungan jumlah pixel.....	65
Gambar 6.7	Grafik hasil akurasi pada pengujian 1 hidden layer dengan satu neuron. (a) Hasil grafik dengan laju pembelajaran 0.1. (b) Hasil grafik Hasil grafik dengan laju pembelajaran 0.2. (c) Hasil grafik dengan laju pembelajaran 0.3.....	68
Gambar 6.8	Grafik hasil akurasi pada pengujian 1 <i>hidden layer</i> dengan tiga neuron. (a) Hasil grafik dengan laju pembelajaran 0.1. (b) Hasil grafik Hasil grafik dengan laju pembelajaran 0.2.....	69

Gambar 6.9 Grafik hasil pengujian menggunakan lima neuron dan satu hidden layer. (a) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.1 (b) Menggunakan laju pembelajaran 0.2 (c) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.3.....	70
Gambar 6.10 Grafik hasil pengujian menggunakan tujuh neuron. (a) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.1 (b) Menggunakan laju pembelajaran 0.2 dan (c) menggunakan laju pembelajaran sebesar 0.3. ....	71
Gambar 6.11 Grafik hasil pengujian menggunakan sepuluh neuron. (a) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.1, (b) menggunakan laju pembelajaran 0.2 dan (c) menggunakan laju pembelajaran sebesar 0.3. ....	72
Gambar 6.12 Grafik hasil pengujian menggunakan satu neuron pada dua <i>hidden layer</i> . (a) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.1 (b) Menggunakan laju pembelajaran 0.2 (c) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.3.....	74
Gambar 6.13 Grafik hasil pengujian menggunakan tiga neuron. (a) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.1, (b) menggunakan laju pembelajaran 0.2, dan (c) menggunakan laju pembelajaran sebesar 0.3 .....	75
Gambar 6.14 Grafik hasil pengujian menggunakan lima neuron. (a) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.1, (b) menggunakan laju pembelajaran 0.2.....	76
Gambar 6.15 Grafik akurasi terhadap epoch menggunakan laju pembelajaran sebesar 0.377	
Gambar 6.16 Grafik hasil pengujian menggunakan tujuh neuron. (a) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.1, (b) menggunakan laju pembelajaran 0.2, dan (c) menggunakan laju pembelajaran sebesar 0.3 .....	78
Gambar 6.17 Grafik hasil pengujian menggunakan sepuluh neuron. (a) Pengujian dengan laju pembelajaran 0.1, (b) menggunakan laju pembelajaran 0.2, dan (c) menggunakan laju pembelajaran sebesar 0.3 .....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Confusion matrix pengujian.....	49
Tabel 6.1 Hasil perhitungan nilai pixel.....	66
Tabel 6.2 Hasil normalisasi data.....	66
Tabel 6.3 Hasil akurasi satu <i>hidden layer</i> dan satu neuron.....	68
Tabel 6.4 Hasil akurasi dari Tiga Neuron dan satu <i>hidden layer</i> .....	69
Tabel 6.5 Hasil akurasi dari lima neuron dan satu <i>hidden layer</i> .....	70
Tabel 6.6 Hasil akurasi dari tujuh neuron dan satu <i>hidden layer</i> menggunakan beberapa nilai laju pembelajaran.....	71
Tabel 6.7 Hasil akurasi dari sepuluh neuron dan satu <i>hidden layer</i> menggunakan beberapa nilai laju pembelajaran.....	72
Tabel 6.8 Hasil akurasi dari sepuluh neuron dan dua <i>hidden layer</i> menggunakan beberapa nilai laju pembelajaran.....	73
Tabel 6.9 Hasil akurasi dari tiga neuron dan dua <i>hidden layer</i> menggunakan beberapa nilai laju pembelajaran.....	75
Tabel 6.10 Hasil akurasi dari lima neuron dan dua <i>hidden layer</i> menggunakan beberapa nilai laju pembelajaran.....	76
Tabel 6.11 Hasil akurasi dari tujuh neuron dan dua <i>hidden layer</i> menggunakan beberapa nilai laju pembelajaran.....	77
Tabel 6.12 Hasil akurasi dari sepuluh neuron dan dua <i>hidden layer</i> menggunakan beberapa nilai laju pembelajaran.....	78
Tabel 6.13 Perbandingan hasil target dan hasil prediksi.....	80
Tabel 6.14 Hasil confusion matrix.....	80