

DAFTAR TABEL

Tabel 1 durasi pengambilan rekaman citra jalan.....	30
Tabel 2 Definisi aktor use case.....	37
Tabel 3 Definisi use case.....	38
Tabel 4 Kelas pada diagram kelas.....	44
Tabel 5 Tabel kendaraan pada basis data.....	47
Tabel 6 Rancangan pengujian unit.....	48
Tabel 7 Rancangan pengujian integrasi.....	53
Tabel 8 Rancangan penjabaran analisis <i>confusion matrix</i> model klasifier.....	55
Tabel 9 Rekaman citra jalan berdasarkan waktu.....	56
Tabel 10 Rekaman citra jalan berdasarkan kondisi kepadatan jalan untuk di evaluasi.....	56
Tabel 11 Jumlah citra objek kendaraan bahan training.....	63
Tabel 12 Contoh pemrosesan dari metode klasifikasi_kendaraan.....	88
Tabel 13 Data yang disediakan oleh penyedia data statistik.....	94
Tabel 14 Hasil pengujian unit kode program.....	102
Tabel 15 Keluaran evaluasi pendeteksi objek.....	115
Tabel 16 Evaluasi pendeteksi objek pada rekaman citra jalan pagi.....	115
Tabel 17 Evaluasi pendeteksi objek pada rekaman citra jalan siang.....	116
Tabel 18 Evaluasi pendeteksi objek pada rekaman citra jalan sore.....	116
Tabel 19 Jumlah klasifikasi dan jumlah aktual pada pengujian evaluasi model klasifikasi jenis kendaraan pada kondisi pagi.....	118
Tabel 20 Analisa turunan <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi model klasifikasi jenis kendaraan pada kondisi pagi.....	120
Tabel 21 Jumlah klasifikasi dan jumlah aktual pada pengujian evaluasi model klasifikasi jenis kendaraan pada kondisi siang hari.....	121
Tabel 22 Analisa turunan <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi model klasifikasi jenis kendaraan pada kondisi siang hari.....	123
Tabel 23 Jumlah klasifikasi dan jumlah aktual pada pengujian evaluasi model klasifikasi jenis kendaraan pada kondisi sore hari.....	124
Tabel 24 Analisa turunan <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi model klasifikasi jenis kendaraan pada kondisi sore hari.....	126
Tabel 25 Nilai akurasi, presisi, <i>recall</i> dan F1-score dari evaluasi model klasifikasi.....	127
Tabel 26 Nilai rata-rata tiap model dari pengujian pagi, siang dan sore.....	128
Tabel 27 Rata-rata nilai hasil analisa berdasarkan waktu.....	128
Tabel 28 Jumlah klasifikasi dan jumlah aktual pada pengujian perhitungan kendaraan pada kondisi padat.....	130
Tabel 29 Nilai <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi perhitungan pada kondisi padat.....	130
Tabel 30 Analisa turunan <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi perhitungan pada kondisi padat.....	130
Tabel 31 Jumlah klasifikasi dan jumlah aktual pada pengujian perhitungan kendaraan pada kondisi sedang.....	131
Tabel 32 Nilai <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi perhitungan pada kondisi sedang.....	132

Tabel 33 Analisa turunan <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi perhitungan pada kondisi sedang.....	132
Tabel 34 Jumlah klasifikasi dan jumlah aktual pada pengujian perhitungan kendaraan pada kondisi sepi.....	133
Tabel 35 Nilai <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi perhitungan pada kondisi sepi.....	134
Tabel 36 Analisa turunan <i>confusion matrix</i> pengujian evaluasi perhitungan pada kondisi sepi.	134
Tabel 37 Nilai akurasi, presisi, <i>recall</i> dan F1-score dari evaluasi perhitungan kendaraan pada kondisi kepadatan tertentu.....	134
Tabel 38 Nilai rata-rata akurasi, presisi dan recall untuk masing-masing kondisi.....	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Lokasi studi penelitian: jalan masuk utama Universitas Tanjungpura.	3
Gambar II.1 Sepeda motor tampak depan (kendaraan masuk).	7
Gambar II.2 Sepeda motor tampak belakang (kendaraan keluar).	7
Gambar II.3 Mobil tampak depan (kendaraan masuk).	8
Gambar II.4 Mobil tampak belakang (kendaraan keluar).	8
Gambar II.5 Tulang daun dapat dianggap sebagai bagian daun melalui morfologi (Kadir dan Susanto 2013).	9
Gambar II.6 Daun-daun yang bersinggungan dapat dipisahkan melalui morfologi, yang memperkecil ukurannya (Kadir dan Susanto 2013)	10
Gambar II.7 Contoh beberapa kernel (Kadir dan Susanto 2013).	10
Gambar II.8 Operasi kernel terhadap citra (Kadir dan Susanto 2013).	10
Gambar II.9 Skema deteksi blob.	12
Gambar II.10 Skema <i>background subtraction</i>	13
Gambar II.11 Contoh bentuk <i>haar-like feature</i>	14
Gambar II.12 <i>Haar-like feature</i> pada tugas <i>face recognition</i>	15
Gambar II.13 Raspberry Pi 3 B+.	17
Gambar II.14 PiCamera <i>module v2</i>	17
Gambar II.15 Diagram mekanisme koneksi websocket antara client dengan server.	20
Gambar II.16 <i>Confusion Matrix</i>	20
Gambar II.17 <i>Confusion matrix</i> yang menggambarkan nilai akurasi.	22
Gambar II.18 <i>Confusion matrix</i> yang menggambarkan nilai presisi.	23
Gambar II.19 <i>Confusion matrix</i> yang menggambarkan nilai recall.	24
Gambar III.1 Diagram alir penelitian.	26
Gambar III.2 Lokasi pengambilan rekaman citra jalan pada peta.	28
Gambar III.3 Diagram pemosisian perangkat relatif terhadap jalan.	29
Gambar III.4 Perangkat yang digunakan: Raspberry Pi	29
Gambar III.5 Perangkat yang digunakan: modul PiCamera	29
Gambar III.6 Diagram pengambilan citra oleh perangkat.	30
Gambar III.7 Citra jalan hasil pengumpulan data.	32
Gambar III.8 Diagram proses Sistem Penghitung Kendaraan Berbasis <i>Object Detection</i>	32
Gambar III.9 Diagram proses berjalan.	34
Gambar III.10 Diagram arsitektur sistem penghitung trafik kendaraan.	36
Gambar III.11 Use case diagram sistem penghitung trafik kendaraan	37
Gambar III.12 Diagram aktivitas menghitung kendaraan.	39
Gambar III.13 Diagram aktivitas mendapatkan data real time	40
Gambar III.14 Diagram aktivitas mengambil data statistik	42
Gambar III.15 Diagram kelas sistem penghitung trafik kendaraan	44
Gambar III.16 Diagram sekuen menghitung kendaraan	45
Gambar III.17 diagram sekuen mendapatkan data real time.	46
Gambar III.18 Diagram sekuen mengambil data statistik	47
Gambar III.19 Rancangan <i>confusion matrix</i> model klasifier kendaraan.	55
Gambar III.20 Rancangan alat bantu menampilkan data realtime.	58
Gambar III.21 Rancangan alat bantu evaluasi model klasifikasi jenis kendaran.	59

Gambar IV.1 Citra jalan yang ingin di ambil citra objek kendaraannya.....	61
Gambar IV.2 Objek terdeteksi yang akan melwati garis batas keluar.	62
Gambar IV.3 Objek kendaraan yang telah di <i>snapshot</i>	62
Gambar IV.4 Contoh citra objek kendaraan jenis sepeda motor berjalan masuk (lajur kanan).	62
Gambar IV.5 Contoh citra objek kendaraan jenis sepeda motor berjalan keluar (lajur kiri).	63
Gambar IV.6 Contoh citra objek kendaraan jenis mobil berjalan masuk (lajur kanan).	63
Gambar IV.7 Contoh citra objek kendaraan jenis mobil berjalan keluar (lajur kiri).	63
Gambar IV.8 Contoh citra negatif.	65
Gambar IV.9 Diagram sistem penghitung kendaraan yang diimplementasikan.	67
Gambar IV.10 Citra jalan asli.	68
Gambar IV.11 Proses metode deteksi_objek.	69
Gambar IV.12 Hasil background subtraction dari metode <i>get_foreground</i>	70
Gambar IV.13 Tahap proses morfologi pertama: operasi erosi.	70
Gambar IV.14 Tahap proses morfologi kedua: operasi dilasi.....	71
Gambar IV.15 Tahap proses morfologi ketiga: operasi erosi.	71
Gambar IV.16 Proses morfologi keempat: operasi closing.....	72
Gambar IV.17 Objek yang terdeteksi dalam citra hasil morfologi.	73
Gambar IV.18 Proses metode hitung_kendaraan pada kelas Penghitung Kendaraan.	76
Gambar IV.19 Objek kendaraan yang terdeteksi akan memasuki garis batas masuk.	77
Gambar IV.20 Objek kendaraan yang terdeteksi berada dalam daerah tracking.	78
Gambar IV.21 Objek kendaraan yang terdeteksi melewati garis batas tracking.	78
Gambar IV.22 Objek kendaraan yang terdeteksi melewati garis batas tracking pada citra asli.....	79
Gambar IV.23 Proses metode klasifikasi_kendaraan pada kelas Klasifier Kendaraan.	85
Gambar IV.24 Objek kendaraan sesaat sebelum melewati garis batas tracking.	86
Gambar IV.25 Objek kendaraan yang telah melewati garis batas tracking dan akan diklasifikasi.....	86
Gambar IV.26 Objek kendaraan untuk diklasifikasi hasil <i>snapshot</i>	87
Gambar IV.27 Objek kendaraan untuk diklasifikasi hasil <i>resizing</i>	87
Gambar IV.28 Objek kendaraan untuk diklasifikasi setelah diubah ke grayscale.	87
Gambar IV.29 Objek kendaraan berhasil di klasifikasi.	87
Gambar IV.30 Implementasi alat bantu menampilkan data realtime.	100
Gambar IV.31 Implementasi alat bantu pengujian evaluasi model klasifikasi jenis kendaraan.	101
Gambar IV.32 Pengujian evaluasi model klasifikasi kendaraan pagi.	118
Gambar IV.33 Diagram <i>confusion matrix</i> sepeda motor lajur kanan (masuk) pada evaluasi model klasifikasi di kondisi pagi.	119
Gambar IV.34 Diagram <i>confusion matrix</i> mobil lajur kanan (masuk) pada evaluasi model klasifikasi di kondisi pagi.	119
Gambar IV.35 Diagram <i>confusion matrix</i> sepeda motor lajur kiri (keluar) pada	

evaluasi model klasifikasi di kondisi pagi.	120
Gambar IV.36 Diagram <i>confusion matrix</i> mobil lajur kiri (keluar) pada evaluasi model klasifikasi di kondisi pagi.	120
Gambar IV.37 Pengujian evaluasi model klasifikasi kendaraan pada kondisi siang hari.	121
Gambar IV.38 Pengujian evaluasi model klasifikasi kendaraan pada kondisi sore hari.	124
Gambar IV.39 Citra jalan pada kondisi padat.	129
Gambar IV.40 Citra jalan pada kondisi sedang.	131
Gambar IV.41 Citra jalan pada kondisi sepi.	133
Gambar IV.42 Citra jalan dengan objek terdeteksi saling berdempetan.	136
Gambar IV.43 Objek kendaraan terdeteksi sebagai satu objek.	137
Gambar IV.44 Objek kendaraan yang terdeteksi untuk diklasifikasi.	137
Gambar IV.45 Objek kendaraan masing-masing berhasil diklasifikasi dengan benar.	138
Gambar IV.46 Objek kendaraan mobil gagal diklasifikasi karena tertutupi. ...	138
Gambar IV.47 Objek kendaraan yang membentuk bayangan.	139
Gambar IV.48 Objek kendaraan yang memiliki bayangan terdeteksi hasil proses morfologi.	140
Gambar IV.49 Objek kendaraan yang memiliki bayangan berhasil diklasifikasi sebagai mobil.	140
Gambar IV.50 Citra jalan ketika kamera masih stabil.	141
Gambar IV.51 Citra jalan ketika kamera tidak stabil.	141
Gambar IV.52 Hasil background subtraction ketika kamera tidak stabil kuat. ...	142
Gambar IV.53 Hasil proses morfologi ketika kamera tidak stabil kuat.	142
Gambar IV.54 Objek terdeteksi yang tidak valid.	143
Gambar IV.55 Sepeda motor memulai memutar dari lajur kanan ke lajur kiri. ...	143
Gambar IV.56 Sepeda motor yang memutar keluar di lajur kiri.	144
Gambar IV.57 Citra objek kendaraan memutar dari lajur kanan untuk diklasifikasi.	144
Gambar IV.58 Citra objek kendaraan memutar di lajur kiri untuk diklasifikasi.	145
Gambar IV.59 Objek kendaraan sepeda yang bukan termasuk objek penelitian.	145
Gambar IV.60 Objek kendaraan sepeda yang tidak dapat diklasifikasi.	146

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 1 Kode Program 1 Kode Program 1 perintah raspivid.	30
Kode Program 2 Transformasi rekaman citra jalan.	31
Kode Program 3 Mendapatkan nama berkas dan dimensi citra objek kendaraan.	64
Kode Program 4 Contoh isi berkas dari kode program untuk mendapatkan nama berkas dan dimensi citra objek kendaraan.	64
Kode Program 5 Perintah untuk membuat berkas vec.	65
Kode Program 6 Perintah untuk membuat berkas vec untuk objek mobil yang masuk.	65
Kode Program 7 Menjalankan program pelatihan model klasifikasi.	66
Kode Program 8 Contoh menjalankan program pelatihan model klasifikasi.	66
Kode Program 9 Metode konstruktor di kelas Pendeteksi Objek.	68
Kode Program 10 Metode privat dan publik di kelas Pendeteksi Objek.	73
Kode Program 11 Metode konstruktor pada kelas Penghitung Kendaraan.	75
Kode Program 12 Metode hitung_kendaraan.	76
Kode Program 13 Metode cocokkan_dengan_data_yg_ada.	79
Kode Program 14 Metode handle_kendaraan_melewati_batas.	82
Kode Program 15 Metode konstruktor.	84
Kode Program 16 Metode klasifikasi_kendaraan.	88
Kode Program 17 Metode konstruktor pada kelas Pengelola Basis Data.	90
Kode Program 18 Metode simpan_ke_db dari kelas Pengelola Basis Data.	91
Kode Program 19 Metode metode dari kelas Pengelola Basis Data yang digunakan oleh kelas Penyedia Data.	91
Kode Program 20 Menyiapkan penyedia data statistik dengan Flask.	94
Kode Program 21 Implementasi titik endpoint penyedia data statistik.	95
Kode Program 22 Implementasi penyedia data realtime.	97
Kode Program 23 Penjadwalan perintah memulai sistem penghitung kendaraan di crontab.	98
Kode Program 24 Penjadwalan untuk menghentikan program sistem penghitungan kendaraan.	99
Kode Program 25 Sebagian dari unit test metode read_video.	106
Kode Program 26 Menjalankan pengujian unit testing.	107
Kode Program 27 Output pengujian unit testing.	107
Kode Program 28 Hasil pengujian integrasi	109
Kode Program 29 Implementasi mengambil data real time.	110
Kode Program 30 Data yang diberikan secara periodik oleh penyedia data realtime.	110
Kode Program 31 Ambil data statistik hari ini.	111
Kode Program 32 JSON hasil permintaan data statistik hari ini.	111
Kode Program 33 Ambil data statistik berdasarkan tanggal.	112
Kode Program 34 Hasil request data statistik berdasarkan tanggal.	112
Kode Program 35 Ambil semua data berdasarkan tanggal.	113
Kode Program 36 Hasil request semua data berdasarkan tanggal.	113