

**GAUSSIAN MIXTURE MODEL UNTUK MENGESTIMASI KEPADATAN
LALU LINTAS**

TUGAS AKHIR



disusun oleh

Bayu Setiawan

15.11.9183

**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2019**

**GAUSSIAN MIXTURE MODEL UNTUK MENGAMATI KEPADATAN
LALU LINTAS**

SKRIPSI

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar Sarjana
pada jenjang Program Strata – Program Studi Informatika



disusun oleh

Bayu Setiawan

15.11.9183

**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**GAUSSIAN MIXTURE MODEL UNTUK MENGESTIMASI KEPADATAN
LALU LINTAS**

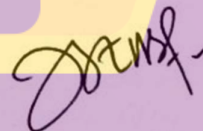
yang dipersiapkan dan disusun oleh

Bayu Setiawan

15.11.9183

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 28 Februari 2018

Dosen Pembimbing,



Yuli Astuti, M.Kom
NIK. 190302146

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

GAUSSIAN MIXTURE MODEL UNTUK MENGESTIMASI KEPADATAN LALU LINTAS

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Bayu Setiawan

15.11.9183

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 23 September 2019

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Yuli Astuti, M.Kom
NIK. 190302146

Erni Seniwati M.Cs
NIK. 190302231

Dina Maulina, M.Kom
NIK. 190302250

Tanda Tangan



Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 29 September 2019

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Krisnawati, S.Si., M.T.
NIK. 190302038

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI), dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Yogyakarta, 03 Oktober 2019



Bayu Setiawan
NIM. 15.11.9183

MOTTO

“I tend to approach things from a physics framework. And physics teaches you to reason from first principles rather than by analogy”. (Elon Musk)

“Tetapi Aku berkata kepadamu: Kasihilah musuhmu dan berdoalah bagi mereka yang menganiaya kamu, Karena dengan demikianlah kamu menjadi anak-anak Bapamu yang di sorga, yang menerbitkan matahari bagi orang yang jahat dan orang yang baik dan menurunkan hujan bagi orang yang benar dan orang yang tidak benar.” (Matius 5:44-45)



PERSEMBAHAN

Saya mempersembahkan skripsi ini kepada semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam proses pembuatan skripsi.

Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan segala nikmat dan kasih sayangnya sampai sejauh ini.

1. Kedua orang tua saya, yang selalu mendoakan, membuat semangat dan memberikan semua fasilitas untuk penunjang kuliah.
2. Ibu Yuli Astuti, M. Kom. yang telah membimbing skripsi dengan sabar dari awal sampai akhir.
3. Dosen-dosen Universitas AMIKOM Yogyakarta yang memberikan banyak ilmu selama kuliah.
4. Rekan kantor PT Gitsolution khususnya Riza Marsuciati atas bantuannya dalam mengerjakan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kekuatan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Gaussian Mixture Model* Untuk Mengestimasi Kepadatan Lalu Lintas.

Skripsi ini saya buat guna menyelesaikan studi jenjang Strata Satu (S1) pada program studi Informatika fakultas Ilmu Komputer Universitas AMIKOM Yogyakarta. Selain itu juga merupakan suatu bukti bahwa mahasiswa telah menyelesaikan kuliah jenjang program strata 1 dan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer.

Dengan selesainya skripsi ini, Maka pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada:

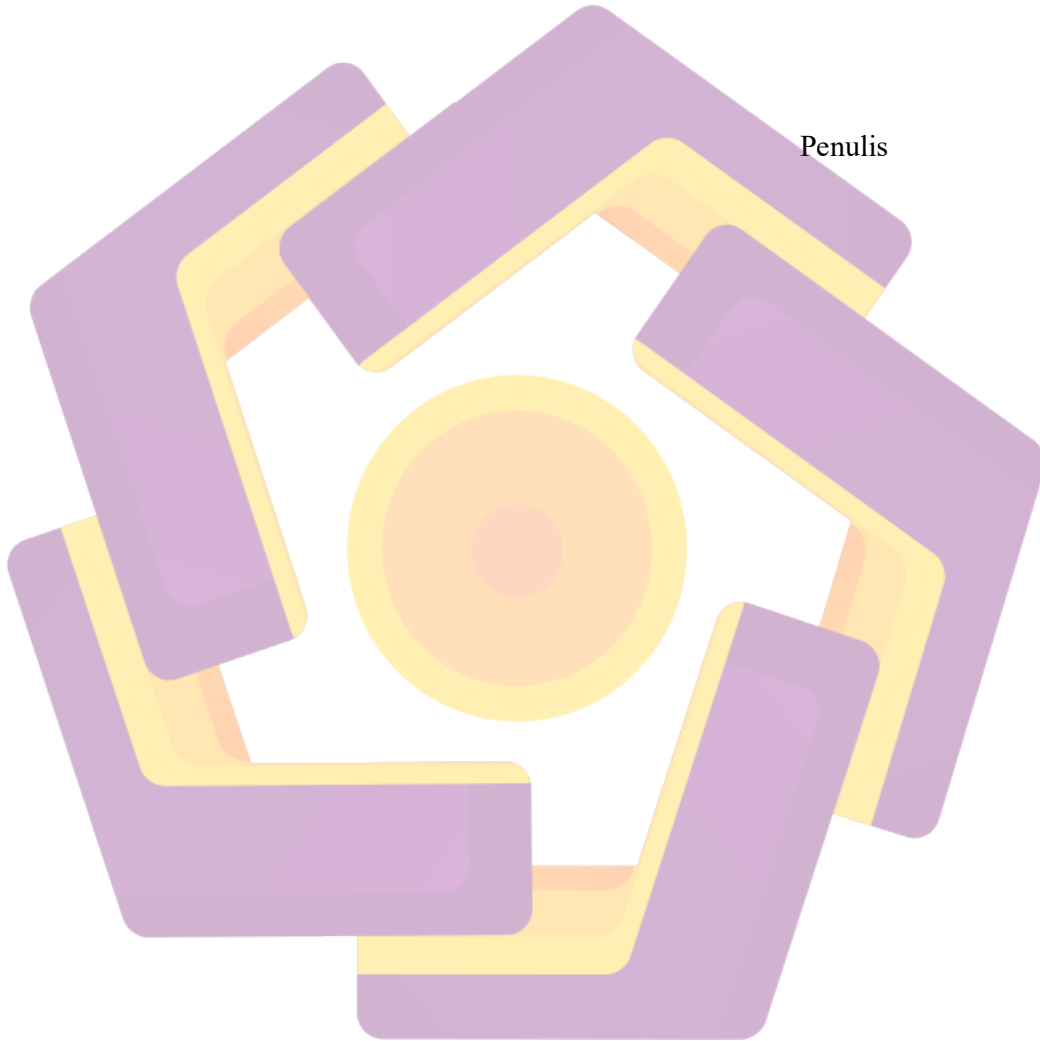
1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, MM. selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta.
2. Ibu Krisnawati, S.Si, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.
3. Ibu Yuli Astuti, M. Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, nasehat serta waktunya selama penulisan skripsi ini.
4. Dosen Penguji (Dina Maulina, M.Kom. Erni Seniwati, S.Kom, M.Cs) dan segenap Dosen dan Karyawan Universitas AMIKOM Yogyakarta yang telah berbagi ilmu dan pengalamanya.
5. Kedua orang tua saya yang telah mendoakan, mendukung dan memberikan semangat.
6. Rekan kantor PT Gitsolution yang senantiasa memberikan support.
7. Dan semua pihak yang telah membantu pembuatan skripsi ini, baik dukungan semangat, materi, dan pikiran yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
8. Semua teman-teman kuliah dikampus Univeristas Amikom Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa pembuatan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap kepada semua pihak agar dapat

memberikan dan menyampaikan saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diharapkan guna memperbaiki skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini akan berguna dan bermanfaat bagi semua pihak dan juga para pembaca.

Yogyakarta, 03 Oktober 2018

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PERSETUJUAN.....	III
HALAMAN PENGESAHAN	IV
PERNYATAAN.....	V
MOTTO	VI
PERSEMBAHAN.....	VII
KATA PENGANTAR.....	VIII
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR GAMBAR	XIV
INTISARI.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
1.4 MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN	3
1.6 METODE PENELITIAN.....	4
1.6.1 Metode Pengambilan Data	4
1.6.2 Metode Analisis	4
1.6.3 Metode Perancangan.....	5
1.6.4 Metode Implementasi.....	5

1.6.5 Metode Pengujian	5
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 KAJIAN PUSTAKA	8
2.2 DASAR TEORI	15
2.2.1 Citra.....	15
2.2.2 Video.....	15
2.2.3 Pengolahan Citra.....	15
2.2.4 Background Subtraction.....	17
2.2.5 Model Latar Belakang Adaptif.....	18
2.2.6 Guassian Mixture Model.....	19
2.2.7 Operasi Morfologi.....	22
2.2.8 Perancangan UML.....	23
2.2.9 Python	31
2.2.10 OpenCV.....	32
2.2.11 BGS library.....	33
2.2.12 Cloud Firestore	33
2.2.13 Vue JS	33
2.2.14 Metode Black-box Testing	34
2.2.15 Metode White-box Testing.....	34
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN PENELITIAN.....	33
3.1 IDENTIFIKASI MASALAH	33
3.2 ANALISIS MASALAH	33
3.3 HASIL ANALISIS	34
3.4 DESKRIPSI SISTEM	34
3.5 PERHITUNGAN MANUAL GAUSSIAN MIXTURE MODEL.....	36
3.6 ANALISIS KEBUTUHAN	42
3.6.1 Analisis Kebutuhan Fungsional.....	42
3.6.2 Analisis Kebutuhan Non Fungsional	52
3.7 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK	53

3.7.1 Activity Diagram	53
3.7.2 Class Diagram Aplikasi.....	62
3.7.3 Sequence Diagram Aplikasi	63
3.7.4 Rancangan Antarmuka Pengguna (User Interface)	67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	71
4.1 STRUKTUR DATA FIRESTORE	71
4.2 IMPLEMENTASI ANTARMUKA PENGGUNA	72
4.3 PEMBAHASAN SOURCE CODE	75
4.4 PENGUJIAN SISTEM	80
4.4.1 White Box Testing	80
4.4.2 Black Box Testing	80
4.5 HASIL DAN ANALISIS PENGUJIAN	81
4.5.1 Uji Coba Intensitas Cahaya Terhadap Akurasi	82
4.5.2 Uji Coba Ukuran Structuring Element Terhadap Akurasi	84
4.5.3 Uji Coba Urutan Proses Filtering Terhadap Akurasi.....	85
4.5.4 Uji Waktu Pemrosesan Sistem	85
BAB V PENUTUP.....	87
5.1 KESIMPULAN	87
5.2 SARAN	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89

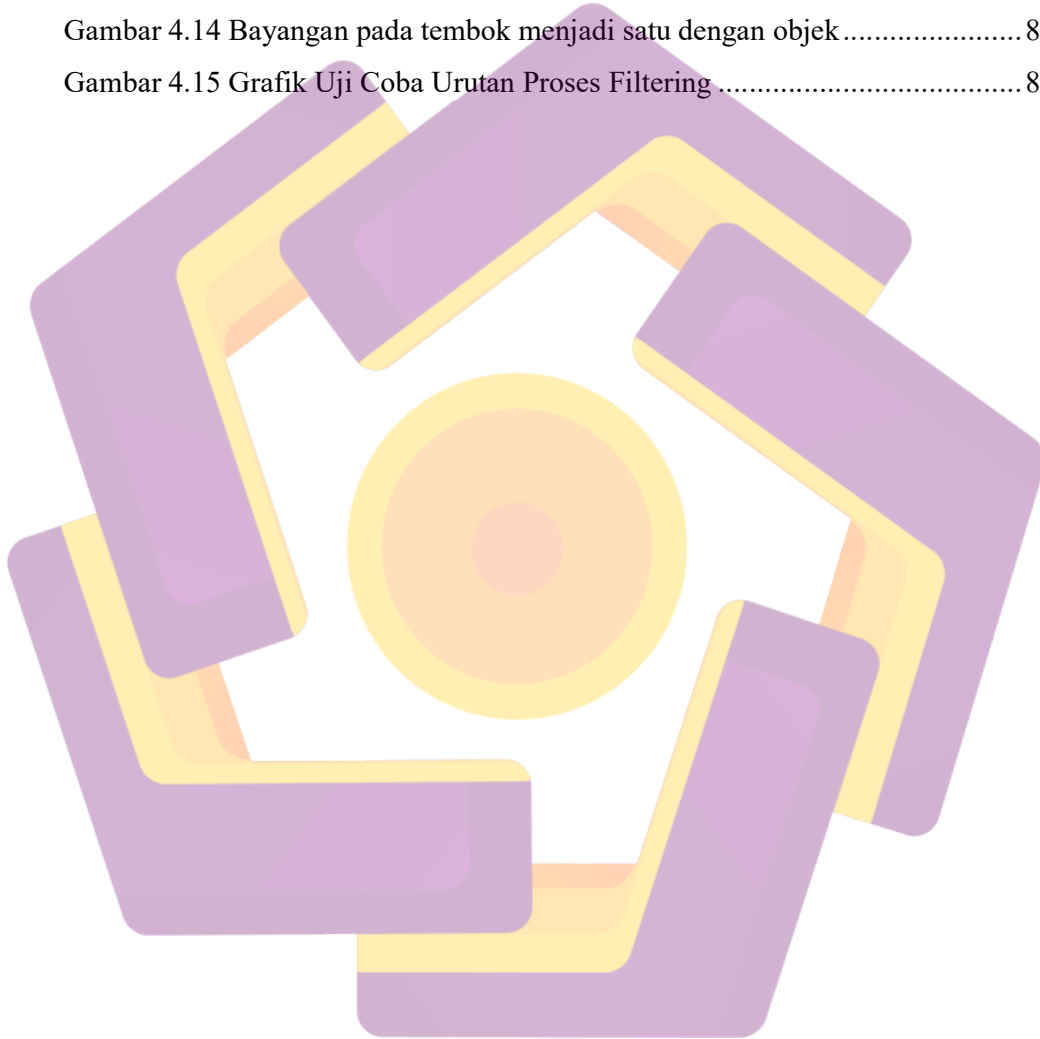
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian	11
Tabel 2.2 <i>Use Case Diagram</i>	23
Tabel 2.3 <i>Sequence Diagram</i>	25
Tabel 2.4 <i>Activity Diagram</i>	27
Tabel 2.5 <i>Class Diagram</i>	28
Tabel 3.1 Daftar Fitur Aplikasi	42
Tabel 3.2 Daftar Aktor	43
Tabel 3.3 Skenario <i>Use Case</i> Melihat Data Kamera	45
Tabel 3.4 Skenario <i>Use Case</i> Login Admin.....	46
Tabel 3.5 Skenario <i>Use Case</i> Lihat Data Kamera	47
Tabel 3.6 Skenario <i>Use Case</i> Tambah Data Kamera	47
Tabel 3.7 Skenario <i>Use Case</i> Ubah Data Kamera.....	48
Tabel 3.8 Skenario <i>Use Case</i> Hapus Data Kamera	49
Tabel 3.9 Skenario <i>Use Case</i> Ubah Parameter.....	50
Tabel 3.10 Skenario <i>Use Case</i> Mendeteksi Kepadatan Lalu Lintas.....	51
Tabel 4.1 Hasil Black Box Testing.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Gambar Diagram Alir Proses Pendeteksi Kepadatan Lalu Lintas	35
Gambar 3.2 <i>Use Case Diagram</i> Aplikasi	44
Gambar 3.3 <i>Activity Diagram</i> Lihat Grafik	54
Gambar 3.4 <i>Activity Diagram</i> Login Admin.....	55
Gambar 3.5 <i>Activity Diagram</i> Daftar Data Kamera	56
Gambar 3.6 <i>Activity Diagram</i> Tambah Data Kamera.....	57
Gambar 3.7 <i>Activity Diagram</i> Perbarui Data Kamera	58
Gambar 3.8 <i>Activity Diagram</i> Hapus Data Kamera	59
Gambar 3.9 <i>Activity Diagram</i> Perbarui Parameter Aplikasi.....	60
Gambar 3.10 <i>Activity Diagram</i> Deteksi Kepadatan Lalu Lintas.....	61
Gambar 3.11 <i>Class Diagram</i> Aplikasi.....	62
Gambar 3.12 <i>Sequence Diagram</i> Lihat Grafik Kepadatan Lalu Lintas.....	63
Gambar 3.13 <i>Sequence Diagram</i> Login Admin.....	64
Gambar 3.14 <i>Sequence Diagram</i> Olah Data Kamera.....	65
Gambar 3.15 <i>Sequence Diagram</i> Perbarui Parameter Aplikasi	66
Gambar 3.16 <i>Sequence Diagram</i> Deteksi Kepadatan Lalu Lintas	66
Gambar 3.17 Antarmuka Login Admin	67
Gambar 3.18 Antarmuka Lihat Grafik.....	68
Gambar 3.19 Antarmuka Daftar Kamera.....	69
Gambar 3.20 Antarmuka Form Data Kamera	70
Gambar 3.21 Antarmuka Konfirmasi Hapus Kamera	70
Gambar 4.1 Koleksi Kamera pada Firestore	71
Gambar 4.2 Koleksi Grafik pada Firestore	72
Gambar 4.3 Halaman Grafik	73
Gambar 4.4 Halaman Login Admin	73
Gambar 4.5 Halaman Daftar Kamera	74
Gambar 4.6 Halaman Form Data Kamera.....	74
Gambar 4.7 Halaman Pop Up Konfirmasi Delete Data Kamera.....	75

Gambar 4.8 Video Kondisi Lalu Lintas Jalan Siliwangi	81
Gambar 4.10 Grafik Uji Coba Intensitas Cahaya	82
Gambar 4.11 Bayangan pada tembok terdeteksi sebagai objek	83
Gambar 4.12 Terdapat objek yang saling bertindihan	83
Gambar 4.13 Grafik Uji Coba Structuring Element	84
Gambar 4.14 Bayangan pada tembok menjadi satu dengan objek	84
Gambar 4.15 Grafik Uji Coba Urutan Proses Filtering	85



INTISARI

Kepadatan lalu lintas memiliki peranan penting dalam mengetahui kondisi lalu lintas. Dengan mengetahui data kepadatan lalu lintas, pihak berwajib dapat melakukan perencanaan lalu lintas dan melakukan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan manajemen lalu lintas yang tepat. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan melakukan penghitungan kepadatan lalu lintas dengan citra video

Penelitian ini akan menggunakan *background subtraction* menggunakan pemodelan latar belakang *gaussian mixture model* untuk mendapatkan *binary images*, *binary images* akan disaring untuk memperhalus *binary images* yang dihasilkan, kemudian deteksi objek dilakukan dengan memanfaatkan kontur gambar untuk menghasilkan koordinat pusat setiap objek yang ada pada gambar. Setiap koordinat objek akan dibandingkan dengan bagian video yang digunakan sebagai titik referensi untuk menghitung jumlah kendaraan (titik keluar), kendaraan yang terdeteksi setelah melewati titik keluar akan dihitung.

Sesuai percobaan yang dilakukan dengan video kondisi lalu lintas di Jalan Siliwangi, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Sistem memiliki rata-rata akurasi tertinggi yaitu 90.16% dengan ukuran *structuring elements* 4x4 dan urutan proses filtering *closing-opening*.

Kata Kunci: *Background subtraction*, *Gaussian Mixture Model*, OpenCV, Python, Deteksi Kendaraan

ABSTRACT

Traffic density has an important role in knowing traffic conditions. By knowing the traffic density data, the authorities can do traffic planning and make decisions related to proper traffic management. One way that can be taken to calculate the density is count the number of passing vehicles from traffic video.

This research will utilize background subtraction using background modeling with a gaussian mixture model to get binary images, binary images will be filtered to refine the resulting binary image, then object detection is carried out by utilizing the contours of the image to produce the central coordinates of each object that in the picture. Each object's coordinates will be compared with the part of the video that is used as a reference point for counting the number of vehicles (exit points), vehicles detected having passed the exit point will be counted.

According to experiments with video of traffic conditions on Jalan Siliwangi, Sleman Regency, Yogyakarta. the system has the highest accuracy of 90.16% with 4x4 structuring elements and the closing-opening filtering process sequence.

Keyword: *Background subtraction, Gaussian Mixture Model, OpenCV, Python, Vehicle Detection*