

***PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DAN
SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK KLASIFIKASI JENIS
KENDARAAN PADA VIDEO BERGERAK***

Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2 Program Studi
Magister Sistem Informasi



Andriansyah Zakaria
30000416410014

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

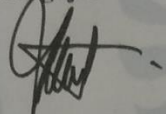
***PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DAN
SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK KLASIFIKASI
JENIS KENDARAAN PADA VIDEO BERGERAK***

Oleh:
Andriansyah Zakaria
30000416410014

Telah diujikan dan dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal 28 September 2018 oleh tim penguji Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.

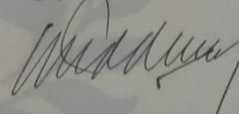
Semarang, 28 September 2018
Mengetahui,

Penguji I



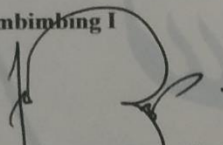
Dr. Suryono, S.Si., M.Si
NIP. 197306301998021001

Penguji II



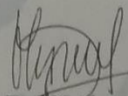
Dr. Catur Edi Widodo, MT
NIP. 196405181992031002

Pembimbing I



Dr. Rizal Isnanto, ST., MM., MT
NIP. 197007272000121001

Pembimbing II



Dr. Oky Dwi Nurhayati, ST., MT
NIP. 197910022009122001

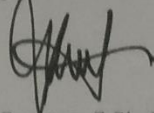
Mengetahui :

**Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro**



Prof. Dr. Purwanto, DEA
NIP. 196112281986031004

**Ketua Program Studi
Magister Sistem Informasi**



Dr. Suryono, S.Si., M.Si
NIP. 197306301998021001

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andriansyah Zakaria
Nim : 30000416410014
Program Studi : Magister Sistem Informasi
Fakultas : Sekolah Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro hak bebas royalti noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

***Particle Swarm Optimization dan Support Vector Machine*
Untuk Klasifikasi Jenis Kendaraan Pada Video Bergerak**

Beserta semua perangkat yang ada. Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Sekolah Pascasarjana Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : September 2018

Yang Menyatakan




Andriansyah Zakaria
NIM. 30000416410014

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, September 2018



Andriansyah Zakaria

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala berkat, rahmat, dan karunia yang dicurahkan, sehingga tesis dengan judul *Particle Swarm Optimization* dan *Support Vector Machine* Untuk Klasifikasi Jenis Kendaraan Pada Video Bergerak ini dapat diselesaikan. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) pada Program Studi Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Dr. R. Rizal Isnanto, ST., MM., MT, selaku Pembimbing I dan Dr. Oky Dwi Nurhayati, ST, MT, selaku pembimbing II, yang telah memberikan waktu, ilmu, saran, semangat dan nasihat selama proses bimbingan.
2. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA, selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
3. Dr. Suryono, S.Si, M.Si, selaku Ketua Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
4. Soedihono, Dipl. Ing., S.T., M.T, selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap beserta jajaran Pembantu Direktur, serta Ketua Jurusan Program Studi Teknik Informatika, dan seluruh jajaran staff yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian studi ini.
5. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indoneisa yang telah memberikan bantuan Beasiswa BUDI-DN.
6. Ibu, Ayah, Adik, Isteri, dan Anak saya tercinta yang senantiasa memberikan motivasi serta dukungan dalam penyelesaian studi ini.
7. Teman – teman, kerabat, saudara dan seluruh pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu - persatu yang telah membantu dan memberikan kontribusi hingga tesis ini dapat diselesaikan.

Penulis telah berusaha seoptimal mungkin dalam penyusunan tesis ini, namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat.

Semarang, September 2018

Andriansyah Zakaria

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Tinjauan Pustaka	Error! Bookmark not defined.
2.2 Dasar Teori	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Pembelajaran Mesin dan Penerapannya.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Pengolahan Citra	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Langkah Pengolahan Citra	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.6 <i>Hybrid</i> PSO – SVM	Error! Bookmark not defined.
2.2.7 Penggolongan Jenis Kendaraan.....	Error! Bookmark not defined.

BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.1.1 Bahan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.2 Alat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Metode Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
3.3 Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Kerangka Sistem Informasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Diagram Alir Sistem Informasi....	Error! Bookmark not defined.
3.5.1 Diagram Alir Pelatihan PSO-SVM	Error! Bookmark not defined.
3.5.2 Diagram Alir Pengujian	Error! Bookmark not defined.
3.5.3 Diagram Alir Deteksi Objek Kendaraan	Error! Bookmark not defined.
3.5.4 Diagram Alir Klasifikasi	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Hasil Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Akuisi Citra	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Prapengolahan Citra (<i>Image Preprocessing</i>)	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Segmentasi Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.4 Operasi Morfologi.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.5 Proses Ekstraksi Ciri Citra	Error! Bookmark not defined.
4.2.6 Proses Deteksi dan Pelacakan Kendaraan	Error! Bookmark not defined.
4.2.7 Proses Pelatihan PSO - SVM.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.8 Proses Pengujian Model SVM Terbaik	Error! Bookmark not defined.
4.2.9 Proses Implementasi Klasifikasi Kendaraan	Error! Bookmark not defined.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....**Error! Bookmark not defined.**

5.1 Kesimpulan.....**Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara kerja pembelajaran mesin**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.2 Tapis nilai tengah (*median filter*)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.3 Tapis rata-rata (*Mean Filter*)..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.4 Elemen penstruktur horizontal.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.5 Elemen penstruktur vertikal. ..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.6 Elemen penstruktur plus.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.7 Elemen penstruktur persegi....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.8 Elemen penstruktur lingkaran.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.9 Elemen penstruktur elips.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.10 Bidang pemisah.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.1 Kerangka Sistem Informasi**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.2 Diagram alir proses pelatihan PSO-SVM**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.3 Diagram alir pengujian SVM parameter terbaik **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.4 Diagram alir proses deteksi objek kendaraan..... **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 3.5 Diagram alir klasifikasi jenis kendaraan**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Proses akuisi citra video kamera**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Visualisasi citra dari video kamera**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Citra video derajat keabuan....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Hasil segmentasi latar belakang *frame differencing* **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.5 Penghapusan bayangan dengan nilai ambang 90 **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.6 Penghapusan bayangan dengan nilai ambang 100 **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.7 Penghapusan bayangan dengan nilai ambang 128 **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.8 Objek kendaraan yang terdeteksi**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Hasil operasi *opening* dan dilasi**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Citra data latih kelas HV**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Citra data latih kelas LV.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Ekstraksi ciri citra data pelatihan**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Objek kendaraan dari kontur objek yang terdeteksi..... **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.14 Objek kendaraan terdeteksi lebih dari satu kontur **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.15 Garis batas untuk deteksi dan pencacah jumlah kendaraan
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.16 Kesalahan segmentasi pada objek kendaraan..... **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.17 Hasil prediksi, spesifisitas, sensitivitas, akurasi, dan galat
.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks *confusion* untuk klasifikasi dua kelas **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.1 Pembuatan himpunan data kendaraan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.1 Himpunan data pelatihan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2 Pengaruh nilai batas ukur kontur dan nilai batas jarak antar titik kontur terhadap hasil deteksi **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 Perbandingan hasil deteksi kendaraan terhadap data aktual **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.4 Posisi dan kecepatan awal partikel **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.5 Bobot inersia pada iterasi ke-1 ... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6 Kecepatan dan posisi baru tiap partikel pada iterasi ke-1 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.7 Hasil prediksi proses pelatihan menggunakan 2 partikel... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.8 Matriks *confusion* pada iterasi ke-0 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.9 Matriks *confusion* pada iterasi ke-1 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.10 Nilai *fitness*, *Pbest*, dan *Gbest* keseluruhan iterasi pelatihan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.11 Prediksi model SVM terbaik pada data uji **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.12 Matriks *confusion* proses pengujian **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.14 Jumlah kendaran aktual dan kelas aktual **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.15 Hasil klasifikasi kendaraan pada data video **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.16 Matriks *confusion* hasil klasifikasi **Error! Bookmark not defined.**

Particle Swarm Optimization dan Support Vector Machine **Untuk Klasifikasi Jenis Kendaraan pada Video Bergerak**

ABSTRAK

Deteksi, pelacakan dan klasifikasi kendaraan merupakan tahap yang paling penting dari aplikasi visi komputer pada Sistem Transportasi Cerdas (*Intelligent Transportation System*). Pada saat ini penggunaan radar dan sensor magnetik mempunyai masalah dalam klasifikasi dan perhitungan jumlah kendaraan. Penelitian ini mengusulkan penggunaan kamera video untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis kendaraan. Data video dirubah ke dalam urutan bingkai citra, dan dilakukan penapisan untuk menghilangkan derau menggunakan *Median Filter*. Deteksi kendaraan dapat dilakukan menggunakan metode pengurangan latar belakang dengan latar belakang dimodelkan menggunakan *frame differencing* dan kontur sebagai model dari objek. Kemudian dilakukan operasi morfologi *opening* dan diikuti dilasi pada kontur yang terdeteksi untuk menghilangkan titik piksel yang tidak dibutuhkan dan mengisi piksel kosong pada kontur. Ekstraksi ciri geometri dari kontur kendaraan digunakan sebagai masukan *Support Vector Machine* (SVM) dengan kernel *Radial Basis Function* (RBF) untuk mengklasifikasikan jenis kendaraan. Klasifikasi SVM sangat dipengaruhi oleh pemilihan parameter *C* dan fungsi *kernel* yang digunakan. *Particle Swarm Optimization* (PSO) digunakan untuk memilih parameter *C* dan *gamma* terbaik SVM. Diperoleh sensitivitas sebesar 79%, spesifisitas 41%, akurasi 68%, dan galat 32% dalam mengklasifikasikan jenis kendaraan dari data video. Dengan akurasi rata-rata untuk pelacakan objek adalah 87,5%.

Kata Kunci : *Sistem Transportasi Cerdas, Klasifikasi Kendaraan, Background Subtraction, Particle Swarm Optimization, Support Vector Machine..*

Particle Swarm Optimization and Support Vector Machine
For Classification of Vehicle Types in Moving Videos

ABSTRACT

Detection, tracking, and classification of vehicles is the most important stage of computer vision applications in Intelligent Transportation Systems (ITS). At present the use of radar and magnetic sensors has problems in the classification and calculation of the number vehicles. This research proposes the use of video cameras to detect and classify vehicle types. Video data is changed to the frame image sequence, and filtering is done using the Median Filter to remove noise. Vehicle detection is performed using a background subtraction method where the background is modeled using frame differencing and contours as models of objects. Then the opening morphology operation is followed by dilation performed on the detected contour to eliminate unnecessary pixel points and fill empty pixels on the contour. The extraction of geometric features from vehicle contour is used as input for Support Vector Machine (SVM) with the Radial Basis Function (RBF) kernel to classify vehicle types. SVM is influenced by the parameters selection of C and the kernel function used. Particle Swarm Optimization (PSO) is used to select the best C and gamma SVM parameters. Sensitivity of 79%, specificity of 41%, accuracy of 68%, and error of 32% is obtained in classifying types of vehicles from video data. With average accuracy for object tracking is 87.5%.

Keywords : Intelligent Transport System, Vehicle Classification, Background Subtraction, Particle Swarm Optimization, Support Vector Machine.

