

**PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI KLASIFIKASI PRODUKSI  
LISTRIK PANEL SURYA MENGGUNAKAN  
*SUPPORT VECTOR MACHINE***

**Tesis  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-2 Program Studi  
Magister Sistem Informasi**



**Nur Hayati  
30000317410022**

**SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI KLASIFIKASI PRODUKSI  
LISTRIK PANEL SURYA MENGGUNAKAN  
SUPPORT VECTOR MACHINE

Oleh:  
Nur Hayati  
30000317410022

Telah diujikan dan dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal 23 Agustus 2019 oleh tim penguji Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Semarang, 23 Agustus 2019  
Mengetahui,

Penguji I



Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si.  
NIP. 197508241999031003

Penguji II



Dr. Aris Puji Widodo, S.Si., MT  
NIP. 197404011999031002

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Dr. Catur Edi Widodo, MT  
NIP. 196405181992031002

Mengetahui :

Dekan Sekolah Pascasarjana  
Universitas Diponegoro



Dr. R. Bambang Alarto, S.H., M.Hum.  
NIP. 196701011991031005

Ketua Program Studi  
Magister Sistem Informasi



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

## 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, 23 Agustus 2019



Nur Hayati

**PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Nur Hayati  
NIM : 30000317410022  
Program Studi : Magister Sistem Informasi  
Program : Sekolah Pascasarjana  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Non eksklusif atas karya ilmiah saya ini yang berjudul:

**PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI KLASIFIKASI PRODUKSI  
LISTRIK PANEL SURYA MENGGUNAKAN  
*SUPPORT VECTOR MACHINE***

beserta perangkat yang ada. Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana 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 : 23 Agustus 2019

Yang menyatakan

 *[Handwritten Signature]*

Nur Hayati

30000317410022

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karuniaNya. Atas kasih dan anugerahNya, pada kesempatan kali ini penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul Pengembangan Sistem Informasi Klasifikasi Produksi Listrik Panel Surya Menggunakan *Support Vector Machine*. Keberhasilan dalam penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum., selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Suryono, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing I serta Ketua Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang yang telah banyak memberikan ilmu, saran, semangat dan nasehat selama bimbingan tesis.
3. Dr. Catur Edi Widodo, MT, selaku pembimbing II. Terima kasih atas semua nasehat, masukan, ilmu dan waktu yang bapak berikan selama bimbingan tesis.
4. Keluarga tercinta, ayah dan ibu yang senantiasa tanpa henti memberikan motivasi, do'a dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per-satu, telah membantu sampai dengan terselesaikannya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada. Akhirnya, penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat. Amin.

Semarang, 23 Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Pernyataan .....	iii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar .....	viii
Daftar Tabel .....	ix
Daftar Lampiran .....	x
Abstrak .....	xi
<i>Abstract</i> .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori .....	5
2.2.1 Panel Surya .....	5
2.2.2 Data Mining .....	7
2.2.3 <i>Normalization</i> .....	8
2.2.4 <i>Support Vector Machine</i> .....	9
2.2.4.1 <i>Non-Linear Support Vector Machine</i> .....	13
2.2.5 <i>Sequential Training</i> .....	18
2.2.6 Klasifikasi .....	19
2.2.7 <i>Confusion Matrix</i> .....	20
BAB III METODE PENELITIAN .....	23
3.1 Bahan dan Alat Penelitian .....	23
3.2 Prosedur Penelitian.....	31
3.3 Kerangka Sistem Informasi.....	25
3.4 Diagram Alir Pelatihan.....	29
3.5 Diagram Alir Pengujian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	32
4.1 Analisis Kebutuhan .....	32
4.2 Perancangan.....	32
4.2.1 Perancangan <i>Database</i> .....	32
4.2.2 Perancangan Antarmuka.....	36
4.3 Implementasi Kode Metode <i>Support Vector Machine</i> .....	39

4.4 Hasil Pengujian Sistem.....	41
4.4.1 Pengujian <i>Black Box</i> .....	41
4.4.2 Tampilan Sistem.....	42
4.5 Data Penelitian.....	46
4.6 Pembahasan.....	48
4.6.1 Proses .....	48
4.6.1.1 Normalisasi.....	48
4.6.1.2 Proses Pelatihan.....	49
4.6.1.3 Proses Pengujian .....	53
4.6.2 Hasil Uji Model Fungsi Pada Data Uji.....	53
4.6.3 Hasil Pelatihan Sistem Klasifikasi.....	55
4.7 Pengukuran Kinerja Sistem dengan <i>Confusion Matrix</i> .....	55
4.8 Evaluasi Hasil Klasifikasi Data Penelitian.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN .....	66

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Karakteristik solar sel .....	6
Gambar 2.2 Langkah-Langkah <i>Data Mining</i> .....	8
Gambar 2.3 Pemisahan Data Pelatihan 2-D dengan Banyak <i>Hyperplane</i> .....	9
Gambar 2.4 <i>Hyperplane</i> yang Dipisahkan <i>Margin</i> .....	10
Gambar 2.5 Pemetaan Fitur yang Dapat Menyederhanakan Tugas Klasifikasi .....	15
Gambar 2.6 Skema Model <i>Support Vector Machine</i> .....	16
Gambar 2.7 Diagram Proses Pembelajaran Mesin yang Diawasi.....	20
Gambar 2.8 <i>Confusion Matrix</i> .....	21
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Kerangka Sistem Informasi .....	26
Gambar 3.3 Diagram Alir Data Latih.....	30
Gambar 3.4 Diagram Alir Klasifikasi Data Uji .....	31
Gambar 4.1 ERD Sistem Informasi Klasifikasi pada Panel Surya.....	33
Gambar 4.2 Diagram Konteks Sistem Informasi Klasifikasi Produksi Daya Panel Surya .....	34
Gambar 4.3 DFD Level 1 Sistem Informasi Klasifikasi Produksi Daya Panel Surya .....	35
Gambar 4.4 Desain Antarmuka Histori Daya.....	36
Gambar 4.5 Desain Halaman Hitung Bias.....	37
Gambar 4.6 Desain Halaman Pengujian Data Latih.....	37
Gambar 4.7 Desain Antarmuka Pengujian Data Uji.....	38
Gambar 4.8 <i>Form Input</i> Parameter .....	39
Gambar 4.9 Hasil Uji Klasifikasi pada Data Histori Menggunakan Metode SVM.....	41
Gambar 4.10 Hasil Akuisisi Data .....	43
Gambar 4.11 Tampilan Hasil Halaman Bias .....	43
Gambar 4.12 Tampilan Hasil Klasifikasi Data Latih pada Fungsi <i>Hyperplane</i> .....	44
Gambar 4.13 Tampilan Hasil Akurasi Data Latih pada Fungsi <i>Hyperplane</i> .....	44
Gambar 4.14 Tampilan Hasil Klasifikasi Data Uji pada Fungsi <i>Hyperplane</i> .....	45
Gambar 4.15 Halaman Hasil Akurasi Data Uji pada Fungsi <i>Hyperplane</i> .....	45
Gambar 4.16 Hasil Akurasi Data Latih.....	56
Gambar 4.17 Hasil Akurasi Data Uji .....	57



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Fungsi Kernel dan Parameter <i>Default</i> untuk Pemilihan Model.....	14
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Black Box</i> .....	42
Tabel 4.2 Data Latih dan Variabel penelitian .....	47
Tabel 4.3 Data Uji dan Variabel Penelitian .....	47
Tabel 4.4 Hasil Normalisasi .....	48
Tabel 4.5 Menentukan Kelompok Kelas Bobot ( $w$ ) .....	49
Tabel 4.6 Hasil Kernel <i>Radial Basis Function</i> .....	49
Tabel 4.7 Hasil $D_{ij}$ .....	50
Tabel 4.8 Hasil Nilai <i>Error Rate</i> .....	51
Tabel 4.9 Hasil Nilai Delta Alfa.....	51
Tabel 4.10 Hasil Nilai Alfa Baru.....	52
Tabel 4.11 Hasil Nilai Bobot ( $W$ ) .....	52
Tabel 4.12 Hasil <i>Radial Basis Function</i> .....	53
Tabel 4.13 Masukan pada Penentu Kelompok Kelas .....	53
Tabel 4.14 Data Hasil Pengujian.....	54
Tabel 4.15 Hasil Pelatihan Sistem Klasifikasi Data Latih .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Pengujian Sistem Klasifikasi .....	66

## ***SUPPORT VECTOR MACHINE* UNTUK KLASIFIKASI PRODUKSI LISTRIK PANEL SURYA DI JARINGAN *FOG***

### **ABSTRAK**

Penelitian tentang energi merupakan tema yang sangat penting dan memiliki banyak manfaatnya. Penelitian tersebut didasarkan adanya gangguan cuaca yang mengakibatkan ketersediaan daya listrik sulit diprediksi. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat memantau keberlanjutan dari sumber energi yang dihasilkan. *Support vector machine* (SVM) adalah metode yang digunakan untuk klasifikasi daya produksi listrik. Proses *monitoring* dengan teknik klasifikasi dimulai dengan memperoleh data suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan daya dari sensor parameter fisis panel surya. Hasil masukan data dinormalisasi dan dilanjutkan ke fungsi *radial basis function* dan perhitungan sekuensial kuadratik untuk menghasilkan model fungsi *hyperplane*. Selanjutnya data uji diklasifikasi menggunakan fungsi *hyperplane* tersebut. Penelitian ini menghasilkan sistem informasi yang mampu memantau dan mengklasifikasikan produksi daya listrik dari fungsi *hyperplane*. Pengambilan data dilakukan pada 3 tahap yaitu: pada waktu pagi, siang dan sore hari. Akurasi tertinggi untuk klasifikasi produksi daya listrik dari surya panel adalah 90,10% , *precision* 100%, *recall* 88,69% dan memiliki *error rate* sebesar 9,90%. Dengan akurasi rata-rata untuk monitoring klasifikasi adalah 82,00%. Perangkat ini mampu memberikan peringatan dini kepada manajer utilitas listrik untuk memantau dan menampilkan hasil produksi daya listrik yang ada di lapangan secara *online* dan *realtime*.

Kata kunci : *radial basis function*, *support vector machine*, daya listrik, panel surya, *confusion matrix*.

# **SUPPORT VECTOR MACHINE FOR CLASSIFICATION OF SOLAR PANEL PRODUCTION IN FOG NETWORKS**

## **ABSTRACT**

Energy research is a very important theme and has many benefits. The research is based on weather disturbances that make electricity power availability difficult to predict. Therefore, we need a system that can monitor the sustainability of the energy sources produced. Support vector machine (SVM) is a method used for classification of electric production power. The monitoring process with classification techniques begins by obtaining data on temperature, humidity, intensity and power from the physical parameters of solar panel sensors. The results of the input data are normalized and proceed to the radial basis function and quadratic sequential calculations to produce a hyperplane function model. Then the new data is classified using the hyperplane function. This research produces information systems that are able to monitor and classify the production of electric power from the hyperplane function. Data collection was carried out in 3 stages, there are: in the morning, afternoon and evening. The highest accuracy for the classification of electricity production from solar panel is 90,32%, precision 100%, recall 89,35% and has an error rate of 10%. The average accuracy of monitoring the classification is 82,33%. This device is able to provide an early warning to the electric utility manager to monitor and display the results of electric power production in the field online and in real time.

*Keywords: Radial Basis Functions, Support Vector Machine, Electric Power, Solar Panels, Confusion Matrix.*