

# **SKRIPSI**

## **IDENTIFIKASI CACAT LINTASAN LUAR BANTALAN BOLA MENGUNAKAN *SUPPORT VEKTOR MACHINE (SVM)* PADA *FAN* INDUSTRI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**WILDAN TAUFIK BIMO ANGGORO**

**20150130030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2019**

## PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :


Nama : Wildan Taufik Bimo Anggoro  
Nomor Induk Mahasiswa : 20150130030  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Identifikasi Cacat Lintasan Luar Bantalan Bola Menggunakan *Support Vector Machine (SVM)* pada *Fan* Industri

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya tugas akhir ini bagian dari penelitian dosen pembimbing Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., dan tidak ada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak ada karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang tertulis dan disebutkan dalam sumber naskah dan dalam daftar pustaka. Semua publikasi dari penelitian ini harus mendapat ijin dari dosen yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 12 Agustus 2019



  
Wildan Taufik Bimo Anggoro  
20150130030

## MOTTO

*“Success is not final, failure is not fatal. It is the courage to continue that counts”*

“Sukses bukanlah suatu akhir, kegagalan bukanlah hal yang fatal. Justru keberanianlah yang menjadi pemicunya”

(Winston Churchill)

“Gagal lebih baik daripada diam. Dalam setiap kegagalan pasti ada kesempatan untuk berhasil, sedangkan dalam diam hanya ada suram”

(Deddy Corbuzier)

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan nikmat, dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “**Identifikasi Cacat Lintasan Luar Bantalan Bola Menggunakan *Support Vector Machine (SVM)* pada *Fan Industri***” dengan baik dan tanpa ada halangan apapun.

Laporan skripsi ini dibahas mengenai proses identifikasi cacat lintasan luar pada bantalan tipe *single row* yang disusun guna memenuhi persyaratan akademis jenjang Strata satu (S1) pada mata kuliah Tugas Akhir di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan skripsi ini. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Yogyakarta, 19 September 2019

Wildan Taufik Bimo A

20150130030

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR GAMBAR.....	8
DAFTAR TABEL .....	10
INTISARI .....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT .....	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang .....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah .....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II DASAR TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Tinjauan Pustaka .....	Error! Bookmark not defined.
2.2 <i>Fan</i> atau Kipas.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 <i>Axial Fan</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 <i>Centrifugal Fan</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Bantalan .....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Bantalan Gelinding .....	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Bantalan Bola Self Aligning Double Row.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Jenis-Jenis Kerusakan Bantalan.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Getaran .....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Frekuensi.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Amplitudo .....	Error! Bookmark not defined.
2.4.3 Periode .....	Error! Bookmark not defined.
2.4.4 Akuisisi Data.....	Error! Bookmark not defined.

2.4.5 Sampling Rate.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.6 Aliasing.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Machine Learning.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Pencocokan Pola ( <i>Pattern Recognition</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 Support Vector Machine .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 Kernel Function.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.1 Kernel Gaussian Radial Basis Function (RBF) ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.2 <i>Kernel Polynomial</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.3 <i>Kernel Linear</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9 Parameter Statistik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.1 Root Mean Square (RMS) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.2 Standar Deviasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.3 Variance .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.4 Kurtosis.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.5 Standard Error (SE) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.6 Minimum Value.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.7 Crest Factor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.8 Peak Value .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.9 Entrophy.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.10 Mean .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.11 Skewness.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.12 Maximum Value .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.13 SUM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.14 Median .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.15 Signal-to-Noise and Distortion Ratio (SINAD)	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.16 <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.17 <i>Range</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Skema Alat Uji .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.2 Diagram Alir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Bahan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Alat Yang Digunakan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Prosedur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6 Pengaturan Parameter Akuisisi Data dan Struktur Data ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7 Skema Proses Akuisisi Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8 Tempat dan Waktu Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Hasil Akuisi Data Sinyal Getaran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Parameter Statistik Domain Waktu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Klasifikasi SVM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Hasil Klasifikasi Parameter <i>Entropy</i> dengan <i>SE</i> ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3 Hasil Klasifikasi Parameter <i>Median</i> Dengan <i>SINAD</i> .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.4 Hasil Penerapan Fungsi Kernel pada SVM .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Axial Fan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.2 Centrifugal Fan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.3 Bagian Bantalan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.4 Bantalan Bola Self Aligning Double Row.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>defined.</b>
Gambar 2.5 Cacat Lintasan Dalam.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.6 Cacat Lintasan Luar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.7 Cacat pada Bola .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.8 (a) Pegas yang Diberi Beban. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.8 (b) Benda yang Digantung dan Diberi Gaya. .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>defined.</b>
Gambar 2.9 Frekuensi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.10 Amplitudo .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.11 Periode .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.12 Proses Akuisisi Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.13 Sampling Rate.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.14 Aliasing .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.15 (a) Pola dari Dua Kelas yang Dibedakan Warna dan Bentuk.	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.15 (b) Didapatnya Hyperplane Terbaik.....	21
Gambar 3.1 Skema Alat Uji.....	
	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.3 Bantalan Normal.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.4 Bantalan Cacat Lintasan Luar.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



<b>Gambar 3.5</b> Konstruksi Motor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.6</b> Spesifikasi Motor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.7</b> Sensor Proximity .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.8</b> Arduino UNO .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.9</b> Peralatan Akuisisi Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.10</b> Sensor Accelerometer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.11</b> Kabel Connector .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.12</b> Modul DAQ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.13</b> Kabel USB .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.14</b> Kabel Power .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.15</b> Laptop .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.16</b> Matlab .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.17</b> Skema Proses Akuisisi Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 4.1 (a)</b> Domain Waktu Bantalan Normal.....	43
<b>Gambar 4.1 (b)</b> Domain Waktu Bantalan Normal.....	43
<b>Gambar 4.2 (a)</b> RMS.....	45
<b>Gambar 4.2 (b)</b> Standar Deviasi.....	45
<b>Gambar 4.2 (c)</b> Kurtosis.....	45
<b>Gambar 4.2 (d)</b> Variance.....	45
<b>Gambar 4.2 (e)</b> Entropy.....	45
<b>Gambar 4.2 (f)</b> Standard Error.....	45
<b>Gambar 4.2 (g)</b> Median.....	45
<b>Gambar 4.2 (h)</b> SINAD.....	45
<b>Gambar 4.2 (i)</b> SNR.....	45
<b>Gambar 4.3 (a)</b> Peak Value.....	47
<b>Gambar 4.3 (b)</b> Crest Factor.....	47
<b>Gambar 4.3 (c)</b> Minimum.....	47
<b>Gambar 4.3 (d)</b> Skewness.....	47
<b>Gambar 4.3 (e)</b> Maximum.....	47
<b>Gambar 4.3 (f)</b> Range.....	47
<b>Gambar 4.4 (a)</b> SUM.....	48

<b>Gambar 4.4 (b) Mean</b> .....	48
<b>Gambar 4.5 (b) Training Parameter Kurtosis dan Variance</b> .....	50
<b>Gambar 4.5 (b) Testing Parameter Kurtosis dan Variance</b> .....	50
<b>Gambar 4.6 (b) Training Parameter Entropy dan Standard Error</b> .....	52
<b>Gambar 4.6 (b) Testing Parameter Entropy dan Standard Error</b> .....	52
<b>Gambar 4.7 (b) Training Parameter Median dan SINAD</b> .....	53
<b>Gambar 4.7 (b) Testing Parameter Median dan SINAD</b> .....	53

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Parameter Statistik Domain Waktu.....	7
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Analisa Parameter Statistik.....	49
<b>Tabel 4.2</b> Tingkat Akurasi dari Kombinasi Parameter dengan Fungsi Kernel.....	55

