

**DETEKSI KEBOCORAN PIPA AIR BERSIH MENGGUNAKAN  
ALGORITMA KUADRATIK SVM  
SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata -1 Pada  
Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**KIKI RIZQI PAHLAWAN**

**20180130164**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kiki Rizqi Pahlawan

NIM : 20180130164

Jurusan : Teknik Mesin

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang penuh ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu ataupun disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka

Yogyakarta, Januari 2021





LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI

DETEKSI KEBOCORAN PIPA AIR BERSIH MENGGUNAKAN  
ALGORITMA KUADRATIK SVM  
SKRIPSI

*Clean Water Pipe Leak Detection Using SVM Quadratic Algorithm*

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**Kiki Rizqi Pahlawan**  
**NIM.20180130164**

Telah dipertanggung jawabkan didepan Dewan Penguji  
pada tanggal, 21 Januari 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
**Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.**  
**NIK. 19740302 200104 123049**

  
**Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D.**  
**NIP. 19590502 198702 1 001**

Penguji

  
**Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D**  
**NIK. 19700307199509123022**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal, 26 Januari 2021

**Mengetahui,**  
**Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY**



  
**Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.**  
**NIK. 19740302 200104 123049**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu.*

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga kita selalu diberikan kesehatan sampai saat ini. Shalawat dan salam kita curahkan kepada rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jabiliyah hingga Islamiyah. *Alhamdulillahillobbil 'alamin* saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir : **Deteksi Kebocoran Pipa Air Bersih Menggunakan Algoritma Kuadratik SVM.**

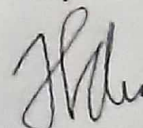
Pipa merupakan salah satu alat yang digunakan untuk distribusi pada saluran air, penggunaan jaringan saluran pipa terletak didalam tanah dan jangkauannya relatif luas, sehingga dapat menyulitkan teknisi dalam memonitoring aliran air dan kondisi pipa jika terjadi kebocoran pada jaringan pipa, sehingga diperlukan diagnosis sendiri mungkin. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian yang bertujuan untuk menemukan dan mengembangkan sebuah metode yang dapat mendeteksi kebocoran pipa. metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan sinyal getaran berbasis parameter statistik dan algoritma Suport Vector Machine (SVM) Kuadratik.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan untuk refrensi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya saya mengucapkan terimakasih.

*Wassalamua 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu.*

Yogyakarta, Maret 2021

Penyusun ,



(Kiki Rizqi Pahlawan)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
Intisari .....	iv
ABSTRACT.....	v
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Peneliatan .....	5
1.5. Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori .....	9
2.3 Karakteristik Getaran .....	10
2.4 Analisis Sinyal Getaran.....	12

2.4.1 Domain Waktu .....	13
2.4.2 Analisa Spektrum (Frequency Domain) .....	13
2.5 Parameter Stastik Domain Waktu .....	14
2.6 Parameter Statistik Domain Frekuensi .....	16
2.7 Principal Component Analysis (PCA) .....	17
2.8 Perhitungan Principal Component Analysis .....	18
2.8 Akuisisi Data Sinyal Getaran .....	23
2.9. Sensor Getaran .....	23
2.10 Sensor Accelerometer .....	25
2.11 Getaran pada Sistem Perpipaan.....	25
2.12 Machine Learning .....	26
2.13 Support Vector Machine (SVM).....	28
2.13.1 Linear Support Vector Machine.....	29
2.13.2 Non – Linear Support Vector Machine.....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	34
3.2 Alat Pengujian.....	36
3.3 Alat Penelitian.....	38
3.4 Prosedur Penelitian.....	44
3.5 Pengaturan Parameter Akuisisi Data dan Struktur Data .....	45
3.6 Pengolahan Hasil Data Akuisisi.....	46
3.7 Tempat dan Waktu Penelitian .....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
4.1 Hasil Akuisisi Data .....	51

4.2 Analisis Parameter Statistik .....	52
4.2.2 Hasil Ekstraksi Parameter Statistik Domain Frekuensi .....	57
4.3 Analisis Pripical Component Analysis .....	61
4.3.1 Analisis Pripical Component Analysis Berbasis Domain Waktu .....	61
4.3.2 Analisis Pripical Component Analysis Berbasis Domain Frequency .....	62
4.4 Klasifikasi Kuadratik SVM.....	64
4.4.1 Klasifikasi Kuadratik SVM Berbasis Domain Waktu .....	65
4.4.2 Klasifikasi Kuadratik SVM Berbasis Domain Frekuensi .....	67
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>70</b>
5.1 Kesimpulan .....	71
<b>SARAN.....</b>	<b>72</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>73</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>78</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penggunaan Parameter Statistik.....	9
Tabel 3.1 Spesifikasi Pompa Sentrifugal .....	38
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Akuisisi Data .....	42
Tabel 3.3 Spesifikasi Accelerometer.....	42
Tabel 3.4 Spesifikasi Pipa Galvanis.....	43
Tabel 3.5 Jumlah Parameter.....	47
Tabel 4.1 Hasil Akuisisi Data .....	51
Tabel 4.2 Kontribusi Parameter Domain Waktu.....	62
Tabel 4.3 Kontribusi Parameter Domain Frekuensi.....	64
Tabel 4.4 Klasifikasi data Kuadratik SVM Domaian Waktu.....	65
Tabel 4.5 Klasifikasi Data kuadratik Domain Frekuensi .....	67



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Getaran Pegas .....	10
Gambar 2.2 Amplitudo Getaran .....	11
Gambar 2.3 Harmonik.....	12
Gambar 2.4 Plot Getaran domain waktu .....	13
Gambar 2.5 Plot Getaran Domain Frekuensi .....	13
Gambar 2.6 Dua Dimensi Data Buatan.....	22
Gambar 2.7 Plotting Principal Component .....	23
Gambar 2.8 Data yang Ditranformasikan .....	23
Gambar 2.9 Sensor Displacement .....	24
Gambar 2.10 Sensor Accelerometer .....	25
Gambar 2.11 Cara Kerja Sensor.....	25
Gambar 2.12 Struktur Machine Learning .....	28
Gambar 2.13 Algoritma Support Vector Machin.....	29
Gambar 2.14 Fungsi Memetakan Data .....	33
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	34
Gambar 3.2 Skema Alat Uji dan Foto Alat uji.....	37
Gambar 3.3 Pompa Sentrifugal .....	38
Gambar 3.4 Flow Meter Digital .....	39
Gambar 3.5 Ball Valve.....	39

Gambar 3.6 Rubber House .....	40
Gambar 3.7 Peralatan Akuisisi Data .....	40
Gambar 3.8 Perangkat Akuisisi Data .....	41
Gambar 3.9 Accelerometer .....	42
Gambar 3.10 Bahan Uji.....	44
Gambar 3.11 Skema Perekaman .....	46
Gambar 3.12 Diagram Alir Hasil Klasifikasi.....	49
Gambar 4.1 Plot ekstraksi Mean .....	52
Gambar 4.2 Plot Ekstraksi RMS .....	53
Gambar 4.3 Plot Ekstraksi SD .....	54
Gambar 4.4 Plot Ekstraksi Peak value .....	54
Gambar 4.5 Plot Ekstraksi Kurtosis .....	55
Gambar 4.6 Plot Ekstraksi Skewness.....	56
Gambar 4.7 Plot Ekstraksi Crest Faktor.....	56
Gambar 4.8 Plot Ekstraksi Mean Frequency .....	57
Gambar 4.9 Plot Ekstraksi Median Frequency .....	58
Gambar 4.10 Plot Ekstraksi RMS Frequency .....	59
Gambar 4.11 Plot Ekstraksi SNR.....	59
Gambar 4.12 Plot Ekstraksi SINAD .....	60
Gambar 4.13 Grafik Pareto Domain Waktu.....	61

Gambar 4.14 Grafik Pareto Domain Frekuensi.....	63
Gambar 4.15 Confusion Matrix Domain Waktu.....	66
Gambar 4.16 Confusion Matrix Domain Frekuensi.....	69