

SKRIPSI

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS DAN K-NEAREST NEIGHBORS
UNTUK MENDETEKSI KEBOCORAN PADA JALUR PIPA AIR
MENGGUNAKAN SENSOR GETARAN

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY

UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun Oleh:

REFIAN FAJAR YULIANTO

20160130059

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 30 Januari 2021



Refian Fajar Yulianto

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrabil'alamin

Tiada lain nikmat syukur yang selalu ku curahkan hanya kepada Allah SWT atas segala hidup dan mati yang telah menjadikanku hamba yang beriman, bertaqwa, berilmu, dan bersabar dalam menjalani hidup ini.

Banyak pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Orang tua saya Ibu Siti Salamah yang sangat saya sayangi dan saya banggakan. Terimakasih atas dukungan yang ibu berikan dan yang terpenting doa yang selalu dipanjatkan disetiap langkah. Teruntuk Alm. Bapak Yuly Pudjianto yang selama hidupnya selalu mendukung apa yang selalu saya lakukan, mendukung secara material dan no material. Dengan karya ini janji bapak semasa hidup untuk menyekolahkan saya sampai tahap sarjana sudah gugur. Sekarang saya yang gentian mengurus ibu serta adikku.
2. Adik satu-satunya Deni Arif Wibowo yang telah memberikan doa, semangat dan dukungan atas capaian yang saya dapatkan sampai saat ini.
3. Mbah Warsini, keluarga Budhe Titi, keluarga Om Sidik, Keluarga Bulik Lusi, Keluarga Bulik Erwi, Keluarga Om Panggi, keluarga Om Ervan, keluarga Om Ervin yang telah memberikan doa dan dukungan selama ini.
4. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing utama dan selaku Kaprodi Teknik Mesin yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan arahan kepada saya dalam menyelesaikan penulisan Skripsi.
5. Bapak Reli Adi Himarosa, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi.
6. Teman satu kelompok Skripsi Andri, Indra, Arif, Didi yang telah memberikan dukungan doa, seta kekompakan dalam menjalankan Skripsi.

7. Teman seperjuangan Sandra, Catur, Yuni, Arief, Wildan, Faiz, Ahmad Yusuf, Dika Hidayat, Riki, Agung hari, Agung Prasetyo, Andra, dan teman-teman kelas B angkatan 2016 yang telah memberikan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi.
8. Sahabat terbaik Saeful, Norman, Rahmat, Okfrisa, Fajar Toink, iqfan, Fadil yang telah memberikan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi.
9. Teman istimewa Nurul Arsita yang telah banyak mendukung penulis dalam menyelesaikan penulisan Skripsi.
10. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu saya dalam pelaksanaan penelitian maupun penulisan skripsi ini.

Semoga Allah SWT. memberikan balasan yang setimpal kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul “***Principal Component Analysis dan K-Nearest Neighbor Untuk Mendeteksi Kebocoran Jalur Pipa Air Menggunakan Sensor Getaran***”. Tak lupa sholawat serta salam senantiasa selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhamad SAW, kepada keluarganya, serta sahabatnya, kepada ummatnya hingga akhir zaman. Semoga kita termasuk ummat yang mendapat safa’atnya, Aamiin.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Strata-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kebocoran pada jalur pipa air secara dini, sehingga kerusakan lebih lanjut dapat dihindari dengan mengklasifikasikan beberapa tingkat kebocoran ke dalam beberapa kelas menggunakan algoritma *K-nearest neighbor* dengan input hasil *principal component analysis*.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat untuk masyarakat umum dan mahasiswa. Penulis juga menyadari dalam penyusunan Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna sehingga dibutuhkan kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, 30 Januari 2021

Penulis



Refian Fajar Yulianto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 Sistem Perpipaan.....	10
2.2.2 Kebocoran Pipa.....	10
2.2.3 <i>Maintenance</i>	11
2.2.4 Condition Based Maintenance (CBM).....	11
2.2.5 Getaran.....	13
2.2.6 Amplitudo	14
2.2.7 Getaran Pipa.....	15
2.2.8 Akuisisi data.....	16
2.2.9 Sensor <i>Accelerometers</i>	17
2.2.10 <i>Sampling rate</i>	18

2.2.11	Domain Waktu	19
2.2.12	Ekstraksi parameter.....	20
2.2.13	<i>Machine learning</i>	24
2.2.14	<i>K-Nearest Neighbors</i>	25
2.2.15	<i>Principal component analysis</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1.	<i>Test-Rig</i> Kebocoran Pipa	30
3.2.	Bagian-Bagian <i>Test-Rig</i> Kebocoran Pipa.....	32
3.2.1	Modul Data Akuisisi	32
3.2.2	Chassis NI	33
3.2.3	Sensor <i>Accelerometer</i>	33
3.2.4	Kabel <i>Connector</i>	34
3.2.5	Pompa	34
3.2.6	Pipa PVC.....	35
3.2.7	<i>Check Valve</i>	36
3.2.8	<i>Ball Valve</i>	36
3.2.9	<i>Union socket</i>	36
3.2.10	<i>Flow meter</i>	37
3.2.11	<i>Pressure gauge</i>	37
3.2.12	<i>Corrugated rubber hose</i>	38
3.2.13	Pipa uji	38
3.3.	Pelaksanaan penelitian	39
3.3.1	Persiapan <i>test-rig</i> kebocoran.....	39
3.3.2	Pengambilan data	40
3.3.3	Pengolahan data	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Pengolahan Data	44
4.2	Ekstraksi Parameter Statistik	45
4.3	Klasifikasi <i>K-Nearest Neighbors</i>	47
4.4	Transformasi Domain Parameter Ke Domain <i>Principal Component</i> menggunakan <i>Principal Component Analysis</i>	50
4.5	Klasifikasi <i>K- Nearest Neighbors</i> Dengan Input Hasil PCA	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....		57
LAMPIRAN.....		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Perpipaan	10
Gambar 2.2 Pipa.....	11
Gambar 2.3 sifat getaran	13
Gambar 2.4 Gelombang harmonik sederhana	14
Gambar 2.5 Gerakan harmonik pada gelombang.....	14
Gambar 2.6 Gelombang amplitudo	15
Gambar 2.7 Sensor Accelerometers	17
Gambar 2.8 Sekema generator arus dari bahan piezoelektrik.....	18
Gambar 2.9 contoh dari undersampling	19
Gambar 2.10 Plot domain waktu.....	19
Gambar 2.11 klasifikasi Algoritma K-NN	25
Gambar 3.1 Sekema <i>test rig</i> kebocoran pipa	25
Gambar 3.2 <i>Test-rig</i> kebocoran pipa.....	32
Gambar 3.3 Modul data akuisisi	33
Gambar 3.4 Chassis data akuisisi.....	33
Gambar 3.5 Sensor <i>accelerometer</i>	34
Gambar 3.6 Kabel <i>connector</i>	34
Gambar 3.7 Pompa sentrifugal.....	35
Gambar 3. 8 Pipa PVC	35
Gambar 3.9 <i>Check valve</i>	36
Gambar 3.10 <i>Ball valve</i>	36
Gambar 3.11 <i>Union socket</i>	37
Gambar 3.12 <i>Flow rate</i>	37
Gambar 3.13 <i>Pressure gauge</i>	38
Gambar 3.14 <i>Corrugated rubber hose</i>	38
Gambar 3.15 Pipa uji (a) kondisi normal, (b) kondisi bocor kecil, (c) kondisi	

bocor sedang, (d) kondisi bocor besar.	39
Gambar 3.16 Diagram alir pengambilan data	41
Gambar 3.17 Proses perekaman sinyal getaran.....	42
Gambar 3.18 Diagram alir pengolahan data	43
Gambar 4.1 Ploting domain waktu data ke-150.....	44
Gambar 4.2 Scatter plot 4 kelas data dengan 9 parameter statistik domain waktu	46
Gambar 4.3 confusion matrix data training K-NN.....	48
Gambar 4.4 Scatter plot 4 kelas data dengan 9 Principal Component (PC)	51
Gambar 4.5 Diagram Pareto.....	52
Gambar 4.6 <i>Confusion matrix</i> data <i>training</i> K-NN <i>input</i> PCA	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan penggunaan parameter statistik domain waktu	9
Tabel 4.1 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i>	49
Tabel 4.2 Kontribusi parameter disetiap PC	53
Tabel 4.3 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>script</i> Matlab Data Akuisisi	60
Lampiran 2 <i>script</i> Matlab Plot Domain Waktu.....	61
Lampiran 3 <i>script</i> Matlab Ekstraksi Parameter statistic domain Waktu.....	62
Lampiran 4 <i>script</i> Matlab PCA	65
Lampiran 5 <i>script</i> Matlab Gplotmatriks Ekstraksi Parameter statistic	66
Lampiran 6 <i>script</i> Matlab Gplotmatriks <i>Principal Component</i>	67
Lampiran 7 <i>script</i> Matlab Split data	68