

ABSTRAK

Deteksi Kebocoran Pipa Pompa Air Berdasarkan Sinyal Suara dengan Metode Klasifikasi Berbasis *Artificial Neural Network*

Dalam mengetahui kebocoran berdasarkan gejala yang ditimbulkan diperlukan pendeteksian masalah kavitasi atau terbentuknya gelembung udara. Pada daya hisap berpengaruh terhadap perpindahan elefasi dari ketinggian yang berakibat tidak keluarnya air. Pada penelitian ini ingin melakukan identifikasi kebocoran pipa pompa air dengan pemilihan dan pengelompokan fitur serta pengklasifikasian menggunakan *Artificial Neural Network*. Menguji kinerja yang didapat pada sistem pendeteksian kebocoran pipa pada pompa air berdasarkan sinyal suara yang dihasilkan dengan *treatment* yang berbeda yaitu 8 *treatment* 4 bocor dan 4 tidak bocor dengan cara memberi lubang pada pipa hisap. Pengaturan tekanan dibagi menjadi dua tekanan hisap dan tekanan keluar pada *Pressure gauge* dengan cara membuka dan menutup kran air. Hasil perekaman yang digunakan untuk proses pengklasifikasian dan sebagai input pada *Artificial Neural Network*. Dari hasil penelitian diperoleh 9 fitur terpilih berdasarkan koefisien korelasi kuat, 9 fitur digunakan sebagai input ANN. Pada proses ANN dilakukan pemberian bobot tiap iterasi sehingga didapat pada iterasi ke 7 dari 10 iterasi yang dilakukan nilai akurasi terpilih berdasarkan selisih dari akurasi latih dan akurasi uji serta melihat nilai pada proses ANN. Didapat pada iterasi ke 7 dengan nilai MSE 0,167 jumlah pelatihan 69 waktu pelatihan 0:00:02 dan MSE terbaik 0,18952 dengan jumlah pelatihan 63. Setelah proses pelatihan dengan data awal dilakukan proses validasi dengan data baru dengan bobot awal yang digunakan pada proses data awal. Didapat pada iterasi ke7 dengan nilai akurasi latih 0,94969 akurasi uji 0,95 selisih sebesar 0,00031 dan Hasil pengujian kinerja deteksi kebocoran pompa air pada iterasi ke 7 menggunakan bobot pada data awal didapat akurasi validasi dengan data baru 0,8375 atau 84% termasuk dalam kategori *Good classification*.

Kata kunci : kebocoran pipa, sinyal suara, *Artificial Neural Network*, akurasi.

ABSTRACT

Pipeline Leak Detection Pump Based Voice Signal Classification Method Based on Artificial Neural Network

In knowing the symptoms caused by the leak detection is required cavitation problems or the formation of air bubbles. On the suction effect on elefasi displacement resulting from a height not discharge water. In this study wanted to identify a pipeline leak water pump with selection and grouping features and classification using Artificial Neural Network. Test the performance obtained on pipeline leak detection system on the water pumps based on the sound signal generated by the different treatment that is 8 treatment 4 leak and 4 does not leak by giving the hole on the suction pipe. Pressure regulation is split into two suction pressure and discharge pressure on Preasure gauge by opening and closing the water tap. Results recording used for the classification process and as input on Artificial Neural Network. The results were obtained 9 features are selected based on a strong correlation coefficient, 9 features used as input ANN. In the process of assigning weights ANN done per iteration, thus obtained at iteration 7 of 10 iterations performed accuracy value chosen based on the difference of the accuracy of training and test accuracy as well as see the value in the process of ANN. Obtained on iteration to 7 with 0.167 MSE value amount of training 69 training time 0:00:02 and best MSE 0.18952 with the amount of training 63. After the training process with initial data validation process is carried out with the new data with the initial weight used in data processing early. Obtained on the 7th iteration with accuracy values training test accuracy 0.95 0.94969 0.00031 and the difference of leak detection performance testing results for the water pump on iteration to 7 using weights to the preliminary data obtained with the new data validation accuracy of 0.8375 or 84% included in the Good category classification.

Keywords : *plumbing leaks , sound signals , Artificial Neural Network, accuracy.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala Puja dan Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul ” **Deteksi Kebocoran Pipa Pompa Air Berdasarkan Sinyal Suara dengan Metode Klasifikasi Berbasis *Artificial Neural Network***” dapat terselesaikan dengan lancar.

Dengan terselesaikannya laporan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang berkontribusi dalam penyelesaian laporan ini, antara lain:

1. Orang tua penulis (Ayah Adib Agus Salim,S.Pdi. dan Ibu Islahah) serta mbah Rufiah yang selama ini memberikan dukungan berupa materialk maupun do’anya yang tak terhingga, kakak penulis Alm. Dahliyyatul hilmyya dan adik penulis (Muhammad Tholibul Hadziq dan Muhammad Wafiqul Widad Maulidiy) serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa selama penelitian berlangsung.
2. Bapak Dr. Rachmad Hidayat, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura.
3. Bapak Dr. Kukuh Winarso, S.Si., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura.
4. Ibu Fitri Agustina, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura.
5. Anis Arendra, M.Eng selaku pembimbing dan inspirator bagi penulis yang telah memberikan pencerahan kepada penulis serta menuntun dengan baik akan jalanya penelitian ini.
6. Ernaning Widiawanti, S.Si., M.T dan Teguh Prasetyo, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan bimbingan kepada penulis.
7. Seluruh Dosen Teknik Industri Universitas Trunojoyo Madura yang sudah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Terima kasih kepada tim pompa yang terdiri dari Agus (cakto), Zul, Roni bisa menjadi tim yang baik dalam penelitian ini.

9. Teman-teman kontraan Rizqi, Deny, Doni, Robi ul Aziz., S.T., Roni, Zul, Jaka, Adit, penghuni dapur, penghuni gudang yang sudah menghibur dan menjaga kontraan agar tetap nyaman meski kadang saling individualis.
10. Teman-teman padepokan Anam, Zubet, Mahmud, Rifki, Hafis, Fahrudin, Eri, Rochmin, Dudung dll yang selalu membuat tawa dan selalu solid dalam hal kekeluargaan, makan alas daun pisang bersama lebih nikmat dari makan satu piring.
11. Terima kasih kepada Muhammad Wahyudi dan Agong yang selalu memberi dukungan dari rumah.
12. Terima kasih kepada teman-teman Teknik Industri 2012, yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan kepada penulis.
13. Terima kasih kepada Ranatha Artha Octaviana Hidayatullah (ai) yang sudah menemani dalam setiap waktu penulis pada kondisi senang maupun sedih selama ini. Memberikan energi yang tak terhingga dari kondisi terpuruk menjadi kondisi yang bangkit dalam hidup penulis.

Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, penulis mengucapkan mengucapkan terima kasih, semoga dapat balasan dari Allah SWT.

Penyusunan laporan skripsi ini memiliki banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharap adanya masukan baik kritik maupun saran dari semua pihak demi kesempurnaan laporan ini. Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini jauh dari kesempurnaan dan sangat mengharapkan kritik dan saran sehingga bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

Bangkalan, 3 Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pernyataan	iii
Abstrak.....	iv
<i>Abstract</i>	<i>v</i>
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah dan asumsi	3
1.4.1. Batasan Masalah	3
1.4.2. Asumsi-asumsi	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1. Penelitian terdahulu	5
2.2. Landasan Teori	9
2.2.1. Kavitasi.....	9
2.2.2. Pompa Air	10
2.2.3. Pipa Paralon	10
2.2.4. Definisi Sinyal	10
2.2.5. Pengolahan Sinyal Analog dan Sinyal Digital.....	11
2.2.6. Sinyal Suara	11
2.2.7. Frekuensi.....	12

2.2.8. Mikrofon	12
2.2.9. Pendeteksi Suara	12
2.2.10. FFT (<i>Fast Fourier Transform</i>).....	13
2.2.11. Konsep Klasifikasi	13
2.2.12. Pembuangan <i>Outlier</i>	14
2.2.13. Normalisasi Data.....	14
2.2.14. Korelasi	14
2.2.15. Tipe Fitur	14
2.2.15.1. Pemilihan Fitur	15
2.2.16. Klasifikasi Berbasis <i>Artificial Neural Network</i>	15
2.2.16.1. Pengertian <i>Backpropagation</i>	16
2.2.16.2. Arsitektur <i>Backpropagation</i>	17
2.2.16.3. Algoritma <i>Backpropagation</i>	18
2.2.16.4. <i>Resilient Propagation</i>	19
2.2.17. Pengenalan Pola	20
2.2.18. Pengenalan Pola Statistik.....	21
2.2.19. Kartu Suara	21
2.2.20. Matlab	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Tahapan Penelitian	23
3.2. Jenis Penelitian	24
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.4. Jenis data Penelitian	24
3.5. Peralatan dan Bahan Penelitian	24
3.6. Metode Dasar	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Desain dan Pengembangan Deteksi Kebocoran.....	29
4.1.1. Proses Perekaman Data Sinyal Suara.....	30
4.1.2. Proses Memutar Ulang Data Rekaman	31
4.1.3. Proses Pengembangan dan Pelatihan <i>Artificial Neural Network</i>	31
4.1.4. Proses Pengujian <i>Condition Monitoring</i>	32

4.1.5. Kesimpulan Sistem Deteksi Kebocoran.....	32
4.2. Ekstraksi Fitur, Pemilihan Fitur dan Pengurangan Dimensi	33
4.2.1. Normalisai Sinyal Suara	34
4.2.2. Transformasi Domain	35
4.2.3. Pembuangan <i>Outlier</i>	36
4.2.4. Normalisasi Fitur	36
4.2.5. Analisis Korelasi dan Tingkat Koefisien Korelasi.....	36
4.3. Pelatihan, Pengujian dan Validasi ANN	37
4.3.1. Pelatihan.....	37
4.3.2. Pengujian.....	39
4.3.3. Validasi ANN.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	5
Tabel 3.2 <i>Gantt chart</i> penelitian	24
Tabel 3.3 Tinggi renda tekanan pada proses pengambilan data.....	25
Tabel 3.4 Matrik pada klasifikasi 2 kelas.....	28
Tabel 4.5 <i>Treatment</i> awal dengan panjang sinyal 2048.....	33
Tabel 4.6 Matrik 8000×2048	33
Tabel 4.7 <i>Treatment</i> awal dengan panjang sinyal 1026.....	34
Tabel 4.8 Matrik 8000×1026	34
Tabel 4.9 <i>Treatment</i> awal dengan panjang sinyal 513.....	35
Tabel 4.10 Koefisien korelasi terhadap keputusan	36
Tabel 4.11 Hasil pelatihan.....	39
Tabel 4.12 Akurasi pelatihan, pengujian.....	40
Tabel 4.13 Hasil prediksi pada latih iterasi 5.....	40
Tabel 4.14 Hasil prediksi pada uji iterasi 5.....	41
Tabel 4.15 Hasil prediksi pada latih iterasi 7.....	41
Tabel 4.16 Hasil prediksi pada uji iterasi 7	42
Tabel 4.17 <i>Treatment</i> data baru dengan panjang sinyal 1026.....	43
Tabel 4.18 Akurasi pelatihan, pengujian dan validasi data baru.....	44
Tabel 4.19 Hasil prediksi pada validasi latih iterasi 5	44
Tabel 4.20 Hasil prediksi pada validasi uji iterasi 5	45
Tabel 4.21 Hasil prediksi pada validasi iterasi 5.....	45
Tabel 4.22 Hasil prediksi pada validasi latih iterasi 7	46
Tabel 4.23 Hasil prediksi pada validasi uji iterasi 7	47
Tabel 4.24 Hasil prediksi pada validasi iterasi 7.....	48
Tabel 4.25 Tingkat akurasi.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrofon.....	12
Gambar 2.2 Proses pekerjaan klasifikasi	13
Gambar 2.3 Disain ANN secara umum.....	16
Gambar 2.4 Arsitektur layar jamak.....	18
Gambar 3.5 Tahapan Penelitian	23
Gambar 3.6 Diagram pemetaan standar deviasi dan rata-rata intensitas dari set data	26
Gambar 4.7 Arsitektur sistem deteksi kebocoran pipa pompa air	30
Gambar 4.8 Diagram alir proses perekaman data	31
Gambar 4.9 Diagram alir proses pemutaran ulang data rekaman	31
Gambar 4.10 Proses pelatihan algoritma <i>backproagation</i>	37
Gambar 4.11 Arsitektur pelatihan algoritma <i>backproagation</i>	38
Gambar 4.12 Grafik pelatihan, pengujian dan validasi RP pada iterasi 7	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Spesifikasi alat dan rancangan penelitian.....	53
Lampiran 1.1.1 Laptop lenovo G480, processore intel core i3-3110M CPU @ 2.40 GHz (4 CPUs),~2.4GHz.....	53
Lampiran 1.1.2 MATLAB R2014a.....	53
Lampiran 1.1.3 Microfon	53
Lampiran 1.1.4 Pompa sanyo.....	53
Lampiran 1.1.5 <i>Pressure gauge</i>	54
Lampiran 1.1.6 Lem pipa PVC	54
Lampiran 1.1.7 Selotip pipa	54
Lampiran 1.1.8 Kran air	54
Lampiran 1.1.9 Pipa PVC	55
Lampiran 1.1.10 Tempat pompa	55
Lampiran 1.1.11 Tempat penampung air	55
Lampiran 1.1.12 Rancangan penelitian.....	56
Lampiran 2.1 Dokumentasi pengambilan data.....	56
Lampiran 3.1 Berikut merupakan <i>output 8 treatmeant</i>	57
Lampiran 3.1.1 Bocor_15_0,2	57
Lampiran 3.1.2 Bocor_15_0	57
Lampiran 3.1.3 Bocor_10_0,2	57
Lampiran 3.1.4 Bocor_10_0	58
Lampiran 3.1.5 Tidak_bocor_15_0,2.....	58
Lampiran 3.1.6 Tidak_bocor_15_0.....	58
Lampiran 3.1.7 Tidak_bocor_10_0,2.....	59
Lampiran 3.1.8 Tidak_bocor_10_0.....	59
Lampiran 4.1 Berikut merupakan <i>output data fitur</i>	59
Lampiran 4.1.1 Fitur 2048	59
Lampiran 4.1.2 Fitur 1026	60
Lampiran 5.1 <i>Output korelasi</i>	60
Lampiran 6.1 <i>Output koefisien korelasi</i>	61
Lampiran 7.1 Hasil proses ANN pada tiap iterasi.....	61
Lampiran 7.1.1 Iterasi 1	61

Lampiran 7.1.2 Iterasi 2	62
Lampiran 7.1.3 Iterasi 3	62
Lampiran 7.1.4 Iterasi 4	63
Lampiran 7.1.5 Iterasi 5	64
Lampiran 7.1.6 Iterasi 6	64
Lampiran 7.1.7 Iterasi 7	65
Lampiran 7.1.8 Iterasi 8	65
Lampiran 7.1.9 Iterasi 9	66
Lampiran 7.1.10 Iterasi 10	66
Lampiran 8.1 Coding pengambilan data dan pemrosesan klasifikasi ANN	67
Lampiran 8.1.1 Proses perekaman data awal	67
Lampiran 8.1.2 Pemanggilan data rekaman	68
Lampiran 8.1.3 Proses penggabungan data, normalisasi sinyal transformasi domain dan pemotongan fitur	69
Lampiran 8.1.4 Proses pembungan <i>outlier</i>	70
Lampiran 8.1.5 Proses normalisasi fitur dan koefisien korelasi	70
Lampiran 8.1.6 Proses pemanggilan fitur terpilih.....	71
Lampiran 8.1.7 Proses pelatihan dan pengujian ANN dengan fitur terpilih.....	71