

DETEKSI KEBOCORAN PIPA POMPA AIR BERDASARKAN SINYAL SUARA DENGAN PENDEKATAN K-NN (*NEAREST NEIGHBOR*)

Zulkifli Friski Anhary, Kukuh Winarso dan Anis Arendra
Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura
Jl. Raya Telang, Po-Box 2 Kamal, Bangkalan 69162
e-mail : anhary.94@gmail.com
2016

ABSTRAK

Penggunaan pompa dimasyarakat mulai meningkat, terutama di daerah yang memiliki tingkat air tanah yang tinggi. Air minum layak, mengalami peningkatan untuk daerah Jawa Timur sendiri dari tahun 2013 sampai tahun 2014 dan yang terakhir ditahun 2015 naik sebesar 1%. Pompa merupakan alat yang digunakan masyarakat untuk memindahkan *fluida* dari suatu tempat ke tempat lain. Performa pompa dilihat dari hasil hisap dan keluar air yang dihasilkan, salah satu komponen penting pompa yang berfungsi memindahkan *fluida* tersebut yaitu impeler. Jika impeler mengalami kerusakan akan mengakibatkan penurunan performa pompa. Salah satu penyebab kerusakan impeler yaitu kavitasi. Kavitasi merupakan peristiwa terbentuknya gelembung-gelembung uap pada pompa salah satu penyebabnya yaitu kebocoran pada pipa. Penelitian ini ingin mendeteksi sejak dini terjadi kebocoran pipa menggunakan pendekatan klasifikasi K- *Nearest Neighbor* agar dapat mencegah kerusakan pada pompa air. Data yang diolah yaitu data yang diperoleh dari sinyal suara pompa air, yang kemudian diolah menggunakan perangkat komputer dan *software* pengolah sinyal. Hasil penelitian diperoleh model klasifikasi K-NN yang dibangun berdasarkan *top 5* fitur dengan hasil akurasi latih dan uji sebesar 0,81 dan 0,76. Kemudian diuji validasi diperoleh hasil akurasi sebesar 0,65.

Kata kunci : *Pompa, Kavitasi, K-NN, Akurasi latih, Akurasi Uji, akurasi validasi*

LEAK DETECTION PUMP WATER PIPE SOUND SIGNALS BASED APPROACH K-NN (Nearest Neighbor)

Zulkifli Friski Anhary, Kukuh Winarso and Anis Arendra

Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang, Po-Box 2 Kamal, Bangkalan 69162

e-mail: anhary.94@gmail.com

2016

ABSTRACT

The use of the pump in the community began to rise, especially in areas with high groundwater level. Drinking water, increased for East Java alone from 2013 to 2014 and most recently 2015 rose by 1%. The pump is a tool that allows people to move fluids from one place to another. Performance suction pump seen from the results and exit the water produced, one of the important components of the pump which serves to move the fluid that is impeller. If the impeller damaged pump will result in decreased performance. One cause damage to the impeller is cavitation. Cavitation is an event of the formation of vapor bubbles in the pump one cause is a leak in the pipe. This study wanted to detect early leak pipe using K- Nearest Neighbor classification approach in order to prevent damage to the water pump. The processed data is data obtained from the sound signal water pump, which is then processed using computers and software signal processing. The results obtained by the K-NN classification models built on top 5 features of the training and test accuracy results of 0.81 and 0.76. Then tested validation of the results obtained an accuracy of 0.65.

Keywords: *Pump, Cavitation, K-NN, Trainer Accuracy, Accuracy Test, Accuracy Validation*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaykum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabat-sahabatnya, serta kepada umatnya hingga akhir zaman aamiin.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura. Judul yang penulis ajukan yaitu “Deteksi Kebocoran Pipa Pompa Air Berdasarkan Sinyal Suara dengan Pendekatan K-NN (*Nearest Neighbor*) Tahun Ajaran 2015/2016.

Penulis sadar bahwa pada penelitian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga besar harapan penulis agar penelitian skripsi ini agar dapat dikembangkan lebih baik lagi untuk memperdalam kajian ilmu dibidang teknik industri. Semoga penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.

Penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis dengan bersenang hati ingin menyampaikan besar terimakasih kepada yang terhormat:

1. Mama saya (Anik Suciani) dan Ayah saya (Suhariyanto) yang telah memberikan dukungan serta do'a yang tiada batasnya dan atas kesabaran beliau yang selalu mendidik dan memberi cinta yang tulus pada penulis sejak kecil. Serta kepada adik-adik ku tercinta Fathur dan Deva yang memberikan semangat, kasih sayang dan bantuan baik secara moril maupun materil demi lancarnya penyusunan skripsi ini.
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. Bapak Dr. Kukuh Winarso, S.Si., M.T., sebagai Dosen Pembimbing I dan Bapak Anis Arendra, S.T., M.Eng., sebagai Dosen Pembimbing II, yang dengan sabar bersedia membimbing dan meluangkan banyak waktu untuk memberikan ide-ide baru, serta arahan juga kritikan yang membangun selama proses penyusunan skripsi.
6. Bapak Heri Awalul Ilhamsah, S.T., M.T., Bapak Sabarudin Akhmad, S.T., M.T., dan Ibu Fitri Agustina, S.T., M.T., yang telah meluangkan waktunya untuk menguji dan memberikan masukan terhadap skripsi ini.
7. Ibu Fitri Agustina, S.T., M.T., selaku Dosen Wali penulis yang telah bersedia membimbing dan memberikan semangat pada penulis untuk terus belajar selama penulis kuliah di Teknik Industri Universitas Trunojoyo Madura.
8. Seluruh Dosen Teknik Industri Universitas Trunojoyo Madura yang telah membagi ilmunya kepada penulis.
9. *Siti Amelia Unifatul Razaq* tercinta yang selalu setia menemani penulis memberikan motivasi dan semangatnya pada penulis ☺.
10. Anak-Anak **PEMBELOT** Culut (roni), radprat (adit), xKirai (biul), abib kribu, riski, doni, deni, Mr. Tailor (Jek), yang banyak menghibur penulis berbagi kebahagiaan bersama, suka senang sedih bersama dalam satu atap pembelot, dan juga memotifasi penulis jika penulis dalam kegalauan ☺.
11. Teman-teman Asisten Laboratorium Manajemen Industri, culut, depi, fitri, zima, okto, lutfi, andan, naning, nina, fitwul, ami, yanto, mimin, putri, uswa dan new aslab MI, Arroh, erentika, dicla, faiq, helmy, farid, imad, diki, yang banyak memberikan semangat, hiburan dan berbagi ilmu terhadap penulis di Lab. MI.
12. Cakto, roni eoh culot, abib yang selalu menemani dan kerja bareng saat penyusunan skripsi pompa air.
13. Tonggo pembelot husen, aldi, roji, surep yang selalu memberikan hiburan tersendiri pada penulis.

14. Anak Teknik Industri 2012 yang selalu eksis, kompak, semangat di Teknik Industri yang telah memberikan kesan dan kenangan seru yang tak bisa dilupakan selama kuliah.
15. Serta teman-teman, sahabat-sahabat, saudara-saudara yang tak bisa penulis sebutkan semuanya dalam kesempatan ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Saran dan kritik yang membangun akan sangat senang hati penulis terima. Akhirnya, hanya kepada Allah SWT penulis serahkan segalanya mudah-mudahan dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaykum Wr. Wb.

Penulis

Zulkifli Friski Anhary

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Asumsi Penelitian	4
1.7 Sistematika Skripsi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Ranah penelitian jika dalam perawatan	9
2.1.2 Kavitasi	10
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Pengolahan data	10
2.2.2 Pemrosesan awal.....	11
2.2.3 Pembuangan <i>outlier</i>	11
2.2.4 Normalisasi data.....	12
2.2.5 Akuisisi data.....	12
2.2.6 Sinyal	15
2.2.7 Sinyal suara	15

2.2.8 Pengenalan pola	16
2.2.9 Ekstraksi ciri	17
2.2.10 <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT).....	17
2.2.11 Pemilihan fitur	18
2.2.12 Konsep klasifikasi	18
2.2.13 <i>K-Nearest Neighbor</i>	19
2.2.14 Pengukuran kinerja klasifikator	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3 Jenis dan Tipe Data	23
3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian	23
3.5 Langkah-Langkah Pelaksanaan Penelitian	24
3.5.1 Rumusan Masalah	26
3.5.2 Tujuan Penelitian	26
3.5.3 Desain Penelitian	26
3.5.4 Rancang Bangun alat penelitian.....	27
3.5.5 Penentuan level tekanan hisap dan tekan	29
3.5.6 Rekam sinyal suara	29
3.5.7 Pemrosesan awal	29
3.5.8 Pelatihan, pengujian klasifikasi	30
3.5.9 Proses validasi	30
3.5.10 Pengukuran kinerja klasifikator	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Desain Sistem Deteksi Kebocoran Pipa	31
4.2 Pemrosesan Awal	32
4.2.1 Proses perekaman sinyal suara.....	32
4.2.2 <i>Play back</i> rekaman	34
4.2.3 Normalisasi sinyal.....	34
4.2.4 Transformasi data (FFT)	36
4.2.5 Pembuangan <i>outlier</i>	37
4.2.6 Normalisasi fitur	37

4.2.7 Analisis korelasi	38
4.3 Pelatihan, Pengujian dan Validasi K-NN	40
4.3.1 Pelatihan K-NN.....	41
4.3.2 Pengujian K-NN.....	42
4.3.3 Validasi K-NN	44
4.3.4 Kesimpulan pengujian dan validasi K-NN	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran Penelitian Selanjutnya	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis-jenis perawatan.....	9
Gambar 2.2 Pola data dengan adanya <i>outlier</i>	12
Gambar 2.3 <i>Data Acquisition System</i>	13
Gambar 2.4 Struktur pengenalan pola.....	16
Gambar 2.5 Diagram pemetaan standar deviasi dan rata-rata intensitas dari suatu set data.....	18
Gambar 2.6 Algoritma K-NN	19
Gambar 2.7 K-NN dengan nilai K tetangga.....	20
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> penelitian	25
Gambar 3.9 Aliran air yang diproses	26
Gambar 3.10 Rancang bangun penelitian	28
Gambar 3.11 Rancang bangun penelitian nyata.....	28
Gambar 4.12 Arsitektur sistem deteksi kebocoran pipa.....	32
Gambar 4.13 Algoritma pemrosesan awal	32
Gambar 4.14 Algoritma pemrosesan klasifikasi	32
Gambar 4.15 Diagram alir data dalam proses perekaman data.....	33
Gambar 4.16 Amplitudo rendah.....	35
Gambar 4.17 Amplitudo tinggi	35
Gambar 4.18 Spektrum frekuensi (a) pada pipa rusak (b) pada pipa normal	37
Gambar 4.19 Hasil korelasi.....	39
Gambar 4.20 Sembilan fitur dengan hubungan korelasi kuat	39
Gambar 4.21 Alur proses klasifikasi.....	40
Gambar 4.22 Akurasi pelatihan.....	42
Gambar 4.23 Akurasi pengujian	42
Gambar 4.24 Perbandingan dan selisih akurasi pelatihan dan pengujian	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>State of the art</i>	8
Tabel 2.2 Matrik <i>confusion</i>	21
Tabel 3.3 <i>Gan Chart</i> penelitian	23
Tabel 3.4 Daftar perlakuan penelitian.....	27
Tabel 3.5 Level yang di dapat	29
Tabel 3.6 Pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi.....	30
Tabel 4.7 Kode pada sampel data	33
Tabel 4.8 <i>File</i> hasil rekaman.....	34
Tabel 4.9 Matriks 8000 x 1026 untuk perhitungan normalisasi sinyal	35
Tabel 4.10 Penggunaan NaN.....	37
Tabel 4.11 Matriks untuk perhitungan normalisasi fitur.....	38
Tabel 4.12 Fitur terpilih	40
Tabel 4.13 Matriks <i>confusion</i> untuk fitur 2 tertinggi	41
Tabel 4.14 Contoh data awal	43
Tabel 4.15 Hasil perhitungan jarak <i>euclidean</i>	44
Tabel 4.16 Peringkat jarak dan penetapan tetangga terdekat	44
Tabel 4.17 Matriks <i>confusion</i> validasi	44
Tabel 4.18 Akurasi proses pelatihan dan pengujian 1-9 fitur	45
Tabel 4.19 Akurasi proses pelatihan dan pengujian <i>top</i> 5 fitur	45