

BAB I

PENDAHULUAN

2.1 Latar Belakang

Pompa adalah salah satu alat yang berfungsi untuk mengalirkan fluida (gas dan cair) dari daerah yang bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara sisi isap (*suction*) dan sisi tekan (*discharge*) (Sularso, 1983). Pompa juga merupakan alat yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Pompa akan memberikan energi pada fluida, dan energi yang diterima fluida menyebabkan naiknya tekanan dan digunakan untuk mengalirkan fluida tersebut ke sisi yang bertekanan lebih tinggi.

Salah satu jenis pompa yang marak digunakan dalam dunia industri saat ini adalah pompa sentrifugal, mulai dari industri tenaga pembangkit, PDAM, manufaktur, gas dan minyak bumi. Karena pompa memiliki peran besar terhadap proses produksi dalam dunia industri, sangat penting untuk menjaga performanya.

Banyak faktor yang dapat menyebabkan kerusakan pada pompa. Kerusakan pada pompa sentrifugal disebabkan dari berbagai banyak hal, diantaranya kebocoran akibat seal mulai rusak, keausan komponen gear, kerusakan impeler, dan poros bengkok. Selain itu, rusaknya komponen pompa juga disebabkan oleh fenomena kavitasi yang terjadi di dalam sistem pompa. Fenomena kavitasi adalah peristiwa ketika tekanan fluida cair turun dan berada dibawah tekanan uap jenuhnya (Brennen, 1977), sehingga menguap menimbulkan gelembung-gelembung udara yang dapat meledak seketika yang dapat merusak komponen dalam pompa.

Terdapat banyak metode yang bisa digunakan untuk mendeteksi fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal. Pompa yang mengalami kavitasi biasanya akan mengindikasikan sesuatu, seperti peningkatan suara yang ditimbulkan terdengar lebih bising dan getaran yang tinggi akibat letupan gelembung-gelembung yang pecah. Scheffer dan Girdhar (2004) mengemukakan bahwa metode sinyal getaran merupakan cara yang efektif untuk mendeteksi awal gejala kerusakan mekanik dan elektrik pada suatu alat. Dengan adanya prediksi kerusakan awal ini maka

perawatan kerusakan bisa di prediksi lebih dini, sehingga menghemat biaya perbaikan, waktu persiapan penggantian suku cadang lebih efisien dan kerusakan secara tiba-tiba dapat diminimalisir.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat banyak metode sinyal getaran yang dapat digunakan untuk mendeteksi kavitasi. Umumnya, terdapat dua metode yang paling sering digunakan yaitu metode domain waktu dan domain frekuensi. Tobi dan Al-Sabari (2016) meneliti tentang terjadinya kavitasi dengan menggunakan metode domain waktu. Ramadhan (2017) melakukan penelitian dengan menggunakan basis domain waktu pada sinyal getaran untuk mengetahui pengaruh kecepatan operasi pompa terhadap fenomena kavitasi di dalam pompa sentrifugal. Luo *et al* (2015), dengan menggunakan metode analisis statistik dan karakteristik yang membuktikan bahwa parameter statistik dari domain waktu seperti *variance*, *standard deviation*, *Root Mean Square (RMS)*, *Crest Factor*, *Skewnes*, *Kurtosis*, dan *Probability Density Function (PDF)* dapat digunakan untuk mendeteksi gejala awal terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal.

Kemudian penelitian menggunakan domain frekuensi juga sudah dibuktikan sebelumnya. Domain frekuensi sendiri dapat diperoleh dengan mengubah gelombang sinyal getaran domain waktu dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform (FFT)*. Syafutra (2017) melakukan penelitian mendeteksi kavitasi pada pompa sentrifugal menggunakan metode FFT. Metode ini merupakan metode yang paling sering dipakai. Farokhzad (2013) menggunakan metode *Adaptive Network Fuzzy Inference System (ANFIS)* untuk mendeteksi kerusakan pada pompa. Dengan teknik FFT, dia mengekstrak fitur-fitur yang akan digunakan sebagai vektor input ke dalam ANFIS. Hasil yang diperoleh menyatakan akurasi klasifikasi mencapai 90.67%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi fitur berpotensi untuk dikembangkan lagi.

Wang *et al* (2015) mengembangkan hasil ekstraksi dari fitur parameter statistik domain frekuensi dan domain waktu dengan metode *Principal Component Analysis (PCA)* untuk mendeteksi kerusakan pada *Rolling Bearing*. Dapat diketahui PCA sebagai metode pengenalan pola (*pattern recognition*) yang dapat digunakan untuk mendeteksi kavitasi pada pompa. Parameter statistik dari domain waktu yang digunakan meliputi *mean*, *variance*, *peak*, *RMS*, *skewness*, *kurtosis*, *crest factor and shape factor*, *etc* dan fitur parameter statistik pada domain frekuensi di esktrak menggunakan FFT dan *Hilbert Transformation*. Kemudian PCA digunakan untuk mengurangi dimensi vektor fitur yang diambil dari sinyal getaran mentah, yang dapat meningkatkan keakuratan diagnosis kesalahan. Hal ini bertujuan untuk memilih fitur yang paling representatif. Berdasarkan fitur statistik frekuensi-waktu yang ditentukan, keefektifan representatif dimensi rendah yang diperoleh dengan metode ini dan dievaluasi

melalui klasifikasi *Fuzzy C-means* (FCM). Data hasil dari percobaan ini, membuktikan bahwa kesesuaian seleksi fitur berbasis PCA merupakan langkah yang praktis.

Kamiel (2015) mencoba memakai metode lain yaitu dengan cara mengkombinasikan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan PCA, dengan menggunakan 6 parameter statistik yaitu *energy level*, *standard deviation*, *RMS*, *kurtosis*, *variance* dan *crest factor*. DWT dengan *Multi Resolution Analysis* (MRA) digunakan untuk mengekstrak fitur statistik yang digunakan sebagai input ke model PCA. Dengan metode kombinasi DWT-PCA ini menunjukkan hasil bahwa metode tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi *single and multi-fault* pada pompa sentrifugal, dengan tingkat sensitivitas deteksi terendah 0,3% dan akurasi identifikasi tertinggi mencapai 99,2%.

Hasil dari beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fitur statistik yang di ekstrak dari domain waktu dan domain frekuensi berhasil digunakan untuk mendeteksi kesalahan menggunakan metode berbasis PCA. Namun demikian tidak ada standar baku standar baku dalam pemilihan parameter statistik yang akan digunakan, oleh karena itu masih terbuka penelitian lebih lanjut untuk mengkombinasikan parameter statistik yang diekstrak dari domain waktu dan domain frekuensi sebagai input metode deteksi kesalahan berbasis PCA. Dengan begitu penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode berbasis PCA dengan mengkombinasikan informasi dari domain waktu dan domain frekuensi, harapannya didapatkan deteksi fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal yang lebih dini dan akurat.

2.2 Rumusan Masalah

Bagaimana mendeteksi fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal dengan metode sinyal getaran berbasis *Principal Component Analysis* (PCA).

2.3 Batasan Masalah

Supaya pembahasan masalah tidak menyimpang dari judul maka batasan masalah yang di ambil adalah:

1. Objek penelitian kavitasi dilakukan dengan menggunakan fluida cair berupa air (H₂O).
2. Penelitian dilakukan dengan mensimulasikan fenomena kavitasi pada simulator kerusakan pompa sentrifugal.
3. Data getaran diambil pada bagian *suction* pompa

2.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Mendeteksi fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal menggunakan sinyal getaran berbasis *Principal Component Analysis* (PCA).
2. Mengetahui metode PCA yang paling optimal dalam mengkalsifikasikan kondisi normal dan kavitasi pada pompa sentrifugal.

2.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penulisan tugas akhir ini, diantaranya:

a. Bagi Penyusun

Bagi penyusun tugas akhir ini sangat bermanfaat dalam menambah wawasan dan juga terapan teori yang sudah diajarkan dalam masa perkuliahan.

b. Bagi Akademisi

Menjadi bahan referensi dalam pembelajaran dan diharapkan menambahkan wawasan dalam aplikasi sinyal getaran mendeteksi fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal.

2.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Berisi tentang dasar teori yang berkaitan dengan tugas akhir ini dan tinjauan pustaka yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya sebagai acuan maupun pendukung penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi mengenai metode penelitian, mencakup alat dan bahan yang digunakan, metode penelitian serta tahapan pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran penelitian.