

INTISARI

Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa yang banyak digunakan dalam keseharian, khususnya pada dunia industri. Prinsip kerjanya yang menciptakan perbedaan tekanan mengakibatkan pompa sentrifugal rentan terhadap fenomena kavitasi. Umumnya pompa yang telah terkena kavitasi menghasilkan suara bising (*noise*) dan nilai *vibrasi* yang tinggi. Kavitasi pada pompa sentrifugal yang tidak segera diatasi mengakibatkan kerusakan fatal dan kerugian yang besar. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian yang bertujuan untuk menemukan dan mengembangkan sebuah metode yang dapat mendeteksi fenomena kavitasi dini pada pompa sentrifugal, serta dapat menunjukkan tingkat kavitasi pada beberapa level.

Untuk mendeteksi kavitasi dapat dilakukan dengan metode analisa sinyal *vibrasi*, diantaranya analisa spektrum dan analisa parameter statistik domain waktu. Namun pada metode tersebut masih terdapat kelemahan seperti tidak dapat menunjukkan fenomena kavitasi yang terjadi pada tahap awal. Salah satu metode analisa sinyal *vibrasi* yang sangat populer dan banyak dikembangkan saat ini adalah metode berbasis *Support Vector Machine (SVM)*. Sinyal *vibrasi* pada kondisi normal, kavitasi level 1, 2, dan 3 diekstraksi ke dalam sejumlah parameter statistik domain waktu dan diseleksi menggunakan *Relief Feature Selection*. Klasifikasi *SVM* dilakukan dengan metode *binary* (dua kelas) dan *multi class* (banyak kelas). Setiap klasifikasi *multi class SVM* dioptimalisasikan dengan menggunakan algoritma *Bayesian Optimization (BO)* dan *Grid Search Method (GSM)*. Seluruh rangkaian proses tersebut dilakukan dengan menggunakan *software Matlab R2107a*.

Karakteristik parameter statistik domain waktu menunjukkan informasi spesifik terhadap penyebaran data sinyal *vibrasi*. Parameter *Root Mean Square (RMS)*, *Standard Deviation (SD)*, *variance*, *entropy*, dan *Standard Error (SE)* menunjukkan hasil penyebaran data yang lebih baik dibandingkan parameter lainnya. Hasil seleksi data menunjukkan bahwa parameter *variance*, *RMS*, dan *SD* merupakan rekomendasi utama untuk digunakan sebagai input klasifikasi *SVM*. Kavitasi dini dapat dideteksi dengan menggunakan metode *binary SVM* dengan perolehan tingkat akurasi klasifikasi data normal dan kavitasi level 1 sebesar 99%. Algoritma optimalisasi *BO* pada klasifikasi *multi class SVM* merupakan kombinasi terbaik dalam mengklasifikasikan keempat variasi kondisi dengan tingkat akurasi sebesar 100%.

Kata kunci : *Support Vector Machine (SVM)*, sinyal *vibrasi*, pompa sentrifugal, kavitasi, parameter statistik domain waktu.

ABSTRACT

Centrifugal pump is one type of pumps that widely used, especially in industry. It's mechanism which creates pressure changes usually caused cavitation. Generally, centrifugal pump fault caused by cavitation makes high noise and vibration level. Cavitation phenomenon that is not properly maintain results fatal breakdown and high economic losses. Therefore, research is needed to find and develop the method that can detect early cavitation phenomena in centrifugal pumps, and can show cavitation at several levels.

An early cavitation detection can be done by vibration signal analysis using Support Vector Machine (SVM) based method. Data with several varieties (normal, level 1, 2, and 3 cavitation) was extracted into ten statistical features. Then, it was also selected using Relief Feature Selection. In this study, two types of SVM method were used to classify the data named binary and multi class SVM. Each multi class classification of result is optimized by Bayesian Optimization (BO) algorithm and Grid Search Method (GSM). The whole processes was carried out using Matlab R2107a.

The results showed that each statistical feature contained specific information on vibration data. Root Mean Square (RMS), Standard Deviation (SD), variance, entropy, and Standard Error (SE) are several features that showed the best plot. Feature selection process revealed that variance, RMS, and SD were the best feature to use for SVM classification. Binary SVM method showed the best plot on early cavitation with accuracy 99%. BO algorithm with multi class SVM was the best combination to classify all varieties with overall accuracy 100%.

Keywords: *Support Vector Machine (SVM), vibration signal, centrifugal pump, cavitation, statistical features in time domain.*