

ABSTRACT

Magnetorheological (MR) fluid is an advanced smart material capable of rapidly transitioning from a liquid to a semi-solid state when exposed to a magnetic field. One of its widely recognized applications is in MR dampers. To achieve optimal performance, MR dampers require an accurate electrical current prediction system capable of providing appropriate current recommendations based on the desired damping force. In this study, current prediction was performed using MR damper parameter data obtained from the research of Bahiuddin et al. (2025). The data were processed and modeled using the Extreme Learning Machine (ELM) algorithm, which offers faster training speed and competitive prediction accuracy compared to algorithms such as Support Vector Machine (SVM) and Backpropagation Artificial Neural Network (BP-ANN). To improve prediction accuracy and minimize error, data cleaning was applied to remove duplicate data, and an automated determination of the optimal number of hidden layer nodes was implemented using the K-fold cross-validation method. The objective of this research is to develop a current prediction system for MR dampers based on the ELM algorithm that achieves high accuracy, measured by the coefficient of determination (R^2), and low error, measured by the Root Mean Square Error (RMSE), while simplifying the process of selecting the optimal number of hidden layer nodes. The results indicate that the proposed prediction system achieves a high accuracy with an R^2 value of 99.59% and a low error with an RMSE value of 0.020526. Furthermore, the automated system successfully identified the optimal number of hidden layer nodes as 561, from a predefined maximum limit of 600 nodes in the current ELM architecture.

Keywords: *Magnetorheological Fluid, Magnetorheological Damper, Extreme Learning Machine, K-fold Cross Validation, Machine Learning*

ABSTRAK

Fluida *Magnetorheological* (MR) merupakan inovasi teknologi berupa fluida yang mampu berubah wujud dari cair ke bentuk semi-padat secara cepat saat diberi medan magnet. Salah satu pemanfaatan dari fluida MR adalah MR *damper*. Untuk mencapai hasil yang optimal, MR *damper* membutuhkan sistem prediksi arus listrik yang mampu memberikan rekomendasi arus secara tepat sesuai dengan kebutuhan gaya redaman. Prediksi arus dilakukan dengan memanfaatkan data parameter pada MR *damper* yang diperoleh dari penelitian Irfan Bahiuddin (Bahiuddin *et al.*, 2025), kemudian diolah dan diprediksi menggunakan algoritma *extreme learning machine* (ELM). Algoritma ini memiliki kecepatan pelatihan tinggi dan akurasi yang baik dibandingkan algoritma seperti SVM dan BP-ANN. Untuk meningkatkan nilai akurasi dan menurunkan nilai eror, diperlukan adanya *data cleaning* dari data duplikat serta otomasi penentuan jumlah *hidden layer nodes* yang paling ideal menggunakan metode *K-fold cross validation*. Penelitian bertujuan untuk merancang sistem prediksi arus pada MR *damper* menggunakan algoritma ELM yang mampu menghasilkan nilai akurasi (R^2) yang tinggi dan nilai eror (RMSE) yang rendah serta mempermudah penentuan jumlah *hidden layer nodes* pada algoritma ELM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem prediksi yang telah dibuat mampu menghasilkan nilai akurasi (R^2) sebesar 99,59% dan nilai eror (RMSE) sebesar 0,020526. Selain itu, simulasi prediksi arus untuk MR *damper* menggunakan batas maksimum *hidden layer nodes* sebanyak 600 pada algoritma ELM dan sistem otomasi berhasil menemukan jumlah *hidden layer nodes* yang ideal dengan jumlah 561.

Kata kunci: *Magnetorheological Fluid, Magnetorheological Damper, Extreme Learning Machine, K-fold Cross Validation, Machine Learning*