

ABSTRAK

Dalam industri manufaktur kereta api, pemesinan frais banyak digunakan dalam proses *finishing* suatu produk yang memiliki tingkat presisi yang tinggi seperti pada komponen *boogie frame*, *bolster*, *under frame*, dan *cross beam*. Namun seringkali dijumpai cacat produk karena munculnya getaran *excessive (chatter)* selama proses operasi yang membuat produk akhir tidak memenuhi geometri yang diharapkan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi *chatter* dengan menggunakan analisis getaran dengan bantuan sensor *accelerometer* yang dipasang pada sistem kerja mesin dan dianalisis dengan metode *Experimental Modal Analysis* (EMA) serta menguji keandalan penggunaan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam pendekatan klasifikasi hasil proses pemesinan. Hasil eksperimen didapatkan frekuensi pribadi sistem adalah 412 Hz berdasarkan hasil uji eksitasi dan sudah tervalidasi oleh hasil simulasi dengan metode *Finitie Element Modal Analysis* (FEMA). Uji pemotongan pada kedalaman pemotongan 0,5 mm didapatkan *amplitude* sebesar 1 m/s² dan sinyal menunjukkan hasil normal atau tidak terjadi *chatter*. Uji pemotongan pada kedalaman 1 mm didapatkan *amplitude* sebesar 1,5 m/s² menunjukkan adanya *chatter (slight chatter)* pada sekitar frekuensi pribadi sama seperti pada variasi kedalaman potong 2 mm *amplitude* hampir mencapai 2 m/s² mengalami *chatter* parah (*severe chatter*) dilihat berdasarkan kenaikan sinyal yang dihasilkan. Berdasarkan hasil analisis getaran tersebut, deteksi *chatter* dengan CNN dapat menunjukkan hasil prediksi yang sesuai dengan keadaan yang sebenarnya dengan *accuracy* yang baik mencapai 100%. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa *chatter* dapat dideteksi dengan baik menggunakan analisis getaran yang terjadi pada proses frais dengan memperhatikan kedalaman potong dan kecepatan pemotongan dan dengan model deteksi ini dapat digunakan untuk mengetahui cacat produk yang terjadi serta diharapkan dapat meminimalisir kerugian dan mendukung otomasi pemantauan proses pemesinan.

Kata kunci: *Frais, Chatter, Accelerometer, EMA, Convolutional Neural Network*

ABSTRACT

In the rollingstock manufacturing industry, milling machining is widely used in the finishing process of high-precision products such as boogie frame, bolster, under frame, and cross beam components. However, product defects are often encountered due to the appearance of excessive vibration (chatter) during the operation process which makes the final product not meet the expected geometry. This experiment aims to detect chatter by using vibration analysis with the help of accelerometer sensors installed on the machine working system and analyzed by the Experimental Modal Analysis (EMA) method and test the reliability of using the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm in the classification approach of the machining process results. The experimental results obtained the personal frequency of the system is 412 Hz based on the results of the excitation test and has been validated by the simulation results with the Finite Element Modal Analysis (FEMA) method. The cutting test at a cutting depth of 0.5 mm obtained an amplitude of 1 m/s² and the signal showed normal results or no chatter. The cutting test at a depth of 1 mm obtained an amplitude of 1.5 m/s² indicates the presence of chatter (slight chatter) around the same personal frequency as in the variation of the depth of cut of 2 mm amplitude almost reaching 2 m/s² experiencing severe chatter (severe chatter) seen based on the increase in the resulting signal. Based on the vibration analysis results, chatter detection with CNN can show prediction results that match the actual situation with good accuracy reaching 100%. From the results of this research, it can be concluded that chatter can be detected properly using vibration analysis that occurs in the milling process by considering the depth of cut and cutting speed and with this detection model can be used to determine product defects that occur and are expected to minimize losses and support automation monitoring of the machining process.

Keywords: Milling, Chatter, Accelerometer, EMA, Convolutional Neural Network