

ABSTRAK

Computer Numerical Control (CNC) merupakan teknologi permesinan yang dapat dioperasikan secara otomatis, memiliki efisiensi dan tingkat kepresisian yang tinggi. Seni ukir kayu modern membutuhkan mesin ukir kayu yang mampu bekerja dengan cepat dan presisi agar dapat menghasilkan hasil ukiran yang baik dan berkualitas. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dalam penelitian ini dirancang dan dibuat sebuah mesin CNC router pengukir kayu berbasis mikrokontroller. Dalam perancangan mesin CNC *router* ini terdapat dua komponen yaitu komponen mekanis dan komponen kontrol. Pada komponen mekanis terdapat tiga penggerak utama pada tiap sumbu yaitu *lead screw* dengan penggerak motor stepper NEMA 17. Konstruksi rangka pada bagian sistem mekanis dianalisa dengan menggunakan *Finite Element Method (FEM)* sehingga dihasilkan nilai *voin misses stress*, *displacement* dan *safety factor*. Pada alat ini ditambahkan *vacuum cleaner* untuk mengisap serbuk kayu dan meningkatkan kepresisian proses pemahatan. Sedangkan pada komponen kontrol digunakan Arduino UNO, CNC *Shield V3* dan *driver A4988* yang dipadu dengan menggunakan *software Universal G-Code Sender*.

Setelah alat dirancang dan dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putaran spindel dan kondisi *vacuum* terhadap keakurasian hasil pahat dan mengetahui suhu *endmill*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua benda kerja, yaitu *Medium Density Fiberboard (MDF)* dan kayu jati. Setelah dilakukan pengujian, nilai akurasi terbaik benda kerja MDF adalah sebesar 99,87% pada sumbu x, 99,89% pada sumbu y, dan 99,52% pada sumbu z dengan parameter kecepatan putaran spindel 11.000 rpm dan *vacuum* aktif. Nilai suhu *endmill* terbaik benda kerja MDF sebesar 47,11°C pada kecepatan putaran spindel 11.000 rpm dan *vacuum* aktif. Nilai akurasi terbaik benda kerja kayu jati sebesar 99,92% pada sumbu x, 99,94% pada sumbu y, dan 99,76% pada sumbu z dengan parameter kecepatan putaran spindel 13.000 rpm dan *vacuum* aktif. Nilai suhu *endmill* terbaik benda kerja kayu jati sebesar 54,11°C pada kecepatan putaran spindel 11.000 rpm dan *vacuum* aktif.

Kata Kunci : CNC *router*, *Universal G-Code Sender*, *Finite Element Method (FEM)*, *Medium Density Fiberboard (MDF)*, Kayu Jati.

ABSTRACT

Computer Numerical Control (CNC) is a machining technology that can be operated automatically, has high efficiency and precision. Modern wood carving requires a wood carving machine that is able to work quickly and precisely in order to produce good quality carvings. To meet these needs, this research is dedicated to design and manufacture a microcontroller-based CNC router wood carving machine. This CNC router machine consists of two main components, namely mechanical components and control components. The mechanical components are driven by three lead screws with NEMA 17 stepper motor which control movement on three directions (x, y, and z). The main construction on the mechanical system is analyzed using the Finite Element Method (FEM) so that the values of von mises stress, displacement and safety factor are known. In addition, a vacuum cleaner is added to suck the sawdust and increase the precision of the carving process. Meanwhile, the control components comprise of Arduino UNO, CNC Shield V3 and the A4988 driver which are combined using the Universal G-Code Sender software.

After the machine is designed and manufactured, performance testing is carried out to determine the effect of variations in spindle rotation speed and vacuum status on the accuracy of the engraving and the temperature of endmill. The test was carried out using two workpieces, namely Medium Density Fiberboard (MDF) and teak wood. The results show that the best accuracy values for the MDF are 99.87% on the x-axis, 99.89% on the y-axis, and 99.52% on the z-axis at the spindle rotation speed 11,000 rpm and the vacuum is operated. Then, the best endmill temperature value for the MDF is 47.11 °C at a spindle rotation speed 11,000 rpm and the vacuum is operated. Meanwhile, the best accuracy values for the teak wood are 99.92% on the x-axis, 99.94% on the y-axis, and 99.76% on the z-axis at the spindle rotation speed 13,000 rpm and the vacuum is activated. The best endmill temperature value for the teak wood is 54.11 °C at a spindle rotation speed 11,000 rpm and an active vacuum.

Keywords : *CNC router, Universal G-Code Sender, Finite Element Method (FEM), Medium Density Fiberboard (MDF), Teak Wood.*