

ABSTRAK

Continuous Passive Motion (CPM) adalah perangkat rehabilitasi medis yang digunakan untuk menggerakkan sendi secara pasif pada rentang gerak tertentu, membantu dalam proses penyembuhan dan peningkatan mobilitas pasien. Pada penelitian alat sebelumnya menggunakan simulasi Kontrol Logika Fuzzy untuk mengendalikan Motor DC dengan menggunakan Matlab/Simulink yang masih banyak kekurangan pada tingkat akurasi sudut pada sendi siku. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, maka pada penelitian ini kami kembangkan sistem kendali fuzzy pada Motor Gearbox untuk meningkatkan akurasi sudut gerak pada sendi siku, sistem fuzzy tersebut digunakan untuk mengendalikan motor Gearbox untuk menggerakkan lengan alat dan juga menggunakan sensor Encoder yang bekerja untuk memastikan pergerakan lengan akan berhenti pada sudut yang telah ditetapkan dan memastikan pergerakan yang lebih halus dan sesuai dengan sudut yang diinginkan.

Sistem kendali fuzzy dibangun berdasarkan input sudut yang diukur dengan sensor, serta mempertimbangkan perubahan kecepatan dan kesalahan sudut untuk memberikan output kendali pada motor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem fuzzy dapat meningkatkan akurasi sudut dengan error rata-rata yang rendah. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan pengukuran arus menggunakan sensor ACS712 untuk memastikan stabilitas daya selama alat bekerja. Hasil dari penelitian ini dapat membaca sudut 45° , 90° dan 130° dengan Tingkat akurasi yang baik, selain itu juga mampu dioperasikan dengan kecepatan $40^\circ/\text{menit}$, $90^\circ/\text{menit}$, $150^\circ/\text{menit}$, $210^\circ/\text{menit}$ dan $270^\circ/\text{menit}$. Pada pengukuran pembacaan pada alat yang dibandingkan dengan Goniometer terdapat selisih eror pada sudut 45° sebesar 5° , sudut 90° sebesar 1° dan sudut 130° sebesar 5° . untuk pengukuran arus pada alat tersebut didapatkan nilai yang stabil $2,5\text{mA}$.

Dengan menggunakan Metode fuzzy untuk Pengendalian motor gearbox ini, menunjukkan bahwa tingkat akurasi kontrol sudut lebih baik dibandingkan dengan metode kendali konvensional. Tingkat keakuratan ini sangatlah penting untuk mencegah over-extension atau under-extension pada sendi pasien, yang dapat mempengaruhi proses rehabilitasi. Penelitian ini juga menunjukkan potensi pengembangan lebih lanjut dengan penggantian motor torque yang lebih besar dan penggunaan sensor sudut yang lebih akurat seperti potentiometer, serta integrasi dengan platform Raspberry Pi untuk kontrol yang lebih kompleks. Dengan penerapan teknologi fuzzy logic, alat CPM ini dapat berfungsi lebih efektif dan memberikan manfaat yang lebih besar dalam rehabilitasi pasien.

Kata Kunci: CPM, Fuzzy Logic, DC Motor Gearbox, Encoder, Akurasi Sudut, Rehabilitasi Siku.

ABSTRACT

Continuous Passive Motion (CPM) is a medical rehabilitation device used to passively move joints through a certain range of motion, assisting in the healing process and improving patient mobility. In previous research, the tool used Fuzzy Logic Control simulation to control DC Motor using Matlab/Simulink which still had many shortcomings in the level of angular accuracy at the elbow joint. To overcome these shortcomings, in this study we developed a fuzzy control system on the Motor Gearbox to improve the accuracy of the angular motion at the elbow joint, the fuzzy system is used to control the Gearbox motor to move the arm of the tool and also uses an Encoder sensor that works to ensure the arm movement will stop at the specified angle and ensure smoother movement and in accordance with the desired angle.

The fuzzy control system is built based on the angular input measured by the sensor, and considers changes in speed and angular error to provide control output to the motor. The results of the study show that the fuzzy system can improve angular accuracy with a low average error. In addition, the system is also equipped with current measurement using the ACS712 sensor to ensure power stability while the tool is working. The results of this study can read angles of 45°, 90° and 130° with a good level of accuracy, besides that it can also be operated at a speed of 40°/minute, 90°/minute, 150°/minute, 210°/minute and 270°/minute. In the measurement of readings on the tool compared to the Goniometer there is a difference in error at an angle of 45° of 5°, an angle of 90° of 1° and an angle of 130° of 5°. for current measurements on the tool, a stable value of 2.5mA is obtained.

Using the Fuzzy Method for Controlling the gearbox motor shows that the level of angular control accuracy is better than conventional control methods. This level of accuracy is very important to prevent over-extension or under-extension of the patient's joints, which can affect the rehabilitation process. This study also shows the potential for

further development by replacing larger torque motors and using more accurate angular sensors such as potentiometers, as well as integration with the Raspberry Pi platform for more complex control. With the application of fuzzy logic technology, this CPM device can function more effectively and provide greater benefits in patient rehabilitation.

Keywords: CPM, Fuzzy Logic, DC Motor Gearbox, Encoder, Angular Accuracy, Elbow Rehabilitation