

ABSTRAK

Continuous Passive Motion (CPM) adalah alat rehabilitasi yang dirancang untuk membantu pemulihan sendi setelah operasi dengan menggerakkan sendi secara pasif dalam rentang gerakan tertentu. Pada penelitian sebelumnya masih menggunakan mikrokontroler ATmega8535 sistem PWM. Pada penelitian ini, dikembangkan sistem kendali menggunakan Proportional-Integral-Derivative (PID) untuk meningkatkan akurasi sudut pada alat CPM khusus untuk sendi siku (elbow). Implementasi PID bertujuan mengontrol motor gearbox untuk mencapai sudut 45° , 90° dan 130° yang menggerakkan alat CPM agar dapat beroperasi dengan akurasi tinggi dan menyesuaikan sudut sesuai dengan pengaturan terapi yang diinginkan. Alat ini menggunakan sensor Encoder untuk mendeteksi sudut pergerakan sendi secara real-time. Mikrokontroler Arduino Uno mengatur motor berdasarkan feedback dari sensor dan mengoptimalkan pergerakan melalui kontrol PID. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem PID 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 operasi. 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 di 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 $2,5\text{mA}$. Penelitian ini berhasil mencapai optimasi kontrol sudut pada alat CPM dengan tingkat akurasi yang baik, sehingga dapat mendukung proses rehabilitasi pasien dengan lebih efektif dan efisien.

Kata kunci: PID, Continuous Passive Motion, DC Motor Gearbox, Encoder, Rehabilitasi Siku

ABSTRACT

Continuous Passive Motion (CPM) is a rehabilitation device designed to assist joint recovery after surgery by passively moving the joint within a specific range of motion. Previous research has utilized the ATmega8535 microcontroller and PWM system. This study develops a control system using Proportional-Integral-Derivative (PID) to enhance angular accuracy in a CPM device specifically designed for the elbow joint. PID implementation aims to control the gearbox motor to achieve angles of 45°, 90°, and 130°, allowing the CPM device to operate with high accuracy and adjust the angle according to desired therapy settings. This device employs an encoder sensor to detect joint movement angles in real-time. An Arduino Uno microcontroller regulates the motor based on sensor feedback and optimizes movement through PID control. Research results indicate that the PID system can improve angular accuracy with a low average error. Additionally, the system is equipped with current measurement using an ACS712 sensor to ensure power stability during operation. The results of this study demonstrate the ability to read angles of 45°, 90°, and 130° with a high degree of accuracy. Furthermore, it can operate at speeds of 40°/minute, 90°/minute, 150°/minute, 210°/minute, and 270°/minute. When comparing angle readings on the device with a goniometer, an error of 5° was found at 45°, 1° at 90°, and 5° at 130°. For current measurement, a stable value of 2.5mA was obtained. This research successfully achieves optimal angle control in the CPM device with a high level of accuracy, thereby supporting patient rehabilitation more effectively and efficiently.

Keywords: PID, Continuous Passive Motion, DC motor Gearbox, Encoder, rehabilitation Elbow