

ABSTRAK

Nadia Dwi Santika

PEMBUATAN PERANGKAT EXOSKELETON EKSTRIMITAS LENGAN ATAS MODE BILATERAL DAN MODE UNILATERAL (MODE UNILATERAL)

xvi + 97 Halaman + 12 Tabel + 7 Lampiran

Penyebab utama disabilitas fisik yang mengurangi kemampuan motorik ekstremitas atas adalah stroke. Keterbatasan tenaga medis dan fasilitas sering menyebabkan proses rehabilitasi terhambat, terutama bagi pasien pasca stroke yang tinggal di daerah dengan akses terbatas. Akibatnya, solusi berupa alat bantu rehabilitasi mandiri yang efisien dan mudah digunakan diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun perangkat exoskeleton lengan atas dengan dua mode kerja, yaitu bilateral dan unilateral, guna membantu proses rehabilitasi pasien stroke. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah integrasi sinyal EMG sebagai input kendali sistem pada mode bilateral serta penggunaan motor DC torsi tinggi untuk menghasilkan gerakan mekanis yang kuat dan responsif pada exoskeleton, sehingga meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mendukung pergerakan pengguna. Metode penelitian ini melibatkan 8 responden laki-laki dengan karakteristik tangan normal dan ketebalan jaringan lemak yang rendah, untuk mengoptimalkan akuisisi sinyal EMG dan mengevaluasi kinerja sistem exoskeleton secara lebih representatif, sensor MPU6050 mendeteksi sudut gerakan fleksi-ekstensi lengan, dan sensor loadcell digunakan sebagai input kendali untuk mengukur gaya atau tekanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor *loadcell* memiliki nilai error tertinggi sebesar 0,729% pada beban 1000 gram dan error terendah sebesar 0,238% pada beban 5000 gram. Penurunan nilai error pada beban yang lebih besar mengindikasikan kinerja sensor yang stabil dan andal. Namun, beberapa kendala teknis ditemukan pada sensor lainnya. Sensor MPU6050 GY-521 menunjukkan pembacaan sudut yang kurang stabil saat dipasang pada lengan exoskeleton, terutama ketika posisi tubuh responden tidak tegak. Selain itu, rangkaian EMG rentan terhadap noise, khususnya saat Arduino terhubung ke laptop yang sedang mengisi daya, diduga akibat adanya ground loop. Faktor lain seperti penempatan elektroda yang tidak tepat dan kondisi kulit responden juga turut memengaruhi kualitas sinyal EMG. Untuk mengatasi gangguan tersebut, disarankan penggunaan komunikasi nirkabel atau isolator USB guna meminimalisir interferensi. Dengan hasil yang menunjukkan akurasi sensor dalam batas toleransi dan respons sistem yang sesuai, perangkat exoskeleton ini menjadi solusi alternatif yang efektif, terjangkau, dan mudah digunakan untuk mendukung rehabilitasi mandiri pasien pasca stroke, khususnya dalam pemulihan fungsi ekstremitas atas.

Kata kunci : Exoskeleton, Rehabilitasi, MPU6050, ESP32, Loadcell, Motor DC
Daftar bacaan : 30 Jurnal (2015-2025)

ABSTRACT

Nadia Dwi Santika

CREATION OF UPPER ARM EXTREMITY EXOSKELETON DEVICES IN BILATERAL AND UNILATERAL MODE (UNILATERAL MODE)

xvi + 97 Pages + 12 Tables + 7 Appendices

The main cause of physical disability that causes reduced motor skills of the upper limbs is stroke. Limited medical personnel and facilities often hinder the rehabilitation process, especially for post-stroke patients who live in areas with limited access. Therefore, a solution is needed in the form of an efficient and easy-to-use independent rehabilitation aid. This study aims to design and build an upper arm exoskeleton rehabilitation aid with two working modes, namely bilateral and unilateral, to assist the rehabilitation process of stroke patients. The main contribution of this study is the integration of EMG signals as system control input in bilateral mode and the use of high-torque DC motors to produce strong and responsive mechanical movements in the exoskeleton, thereby increasing accuracy and efficiency in supporting user movements. This research method involved 8 male respondents with normal hand characteristics and low fat tissue thickness, to optimize EMG signal acquisition and evaluate the performance of the exoskeleton system more representatively, the MPU6050 sensor detects the flexion-extension angle of the arm, and the load cell sensor is used as a control input to measure force or pressure. The results showed that the load cell sensor had the highest error value of 0.729% at a load of 1000 grams and the lowest error of 0.238% at a load of 5000 grams. The decrease in error value at a larger load indicates stable and reliable sensor performance. However, there are several technical constraints on other sensors. The MPU6050 GY-521 sensor showed less stable angle readings when mounted on the exoskeleton arm, especially when the respondent's body position was not upright. In addition, the EMG circuit is susceptible to noise, especially when the Arduino is connected to a laptop that is being charged, allegedly due to a ground loop. Other factors such as improper electrode placement and the respondent's skin condition also affect the quality of the EMG signal. To overcome these disturbances, it is recommended to use wireless communication or a USB isolator to minimize interference. With results showing sensor accuracy within tolerance limits and appropriate system response, this exoskeleton device is an effective, affordable, and easy-to-use alternative solution to support independent rehabilitation of post-stroke patients, especially in the recovery of upper limb function.

Keywords : Exoskeleton, Rehabilitation, MPU6050, ESP32, Load Cell, DC Motor.

References : 30 Journals (2015-2025)