

RANCANG BANGUN KENDALI PROTOTIPE KURSI RODA LISTRIK MENGUNAKAN SISTEM ELEKTROMIOGRAF

Mubdi Ahmad Qayyum¹, Erwin Susanto², Ph.d³

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Kata Kunci :

Abstract

Wheelchair is one of the medical devices that are used to help patients who have problems in walking, especially for patients who injured, foot defects, impaired motor nerve, and elderly people. Now there are many types of wheelchairs, manual and automatic. With the development of technology, many innovations that can be applied to wheelchair. One of them will made by the author is prototype wheelchair by using electromyograph. Electromyography is a technique used in the medical area to display the signal generated by the motion of muscle activity in humans. Electromyograph using electrodes as a medium to convert signals from the human body into electrical signals.

In this final project, electromyographis used as the input to activate and control the motor on a wheelchair. Not only electromyograph used in this final project, but there is an encoder circuit, voltage regulator circuit, microcontroller, motor driver, and a DC motor. DC motors will be controlled by PID method (Proportional Integral Differential).

Results of the design is almost as expected, but still there is a discrepancy in several parts, one of which on the filter design. There is a shift in the cut-off frequency of HPF and LPF filter. The voltage generated by electromyograph been as expected and it ranged between 0-5 volts so it can be processed by a microcontroller. Age difference produce different amplitude values, if it growing older then the value of amplitude will fizzle out. Design of the encoder and the regulator also is in conformity and running properly on the system. Right and left wheels spins approached when given $K_p = 1.140$, $K_i = 0.585$ and $K_d = 0.555$ for DC motor right and $K_p = 1.227$, $K_i = 0.577$ and $K_d = 0.653$ for DC motor left

Keywords : Electromyograph, Driver motor, DC motor, PID, microcontroller, filter

Telkom
University

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kursi roda adalah salah satu perangkat medis yang digunakan untuk membantu pasien yang mempunyai permasalahan dalam berjalan, khususnya bagi pasien yang mengalami cedera, cacat kaki, gangguan saraf motorik, dan manula. Kursi roda memiliki peranan yang sangat penting bagi orang-orang yang tidak dapat berjalan. Tanpa adanya kursi roda mereka akan kesulitan dalam beraktifitas sehari-hari. Saat ini sudah ada banyak jenis kursi roda, ada yang manual dan otomatis. Kursi roda manual dapat digerakan dengan tangan atau bisa didorong oleh orang lain. Kursi roda manual memiliki kekurangan yaitu membutuhkan banyak energi bagi penggunanya dan terkadang sering bergantung dengan orang lain dalam melakukan aktifitasnya. Dengan berkembangnya teknologi, banyak inovasi yang dapat diaplikasikan pada kursi roda, salah satunya dengan cara memasang motor pada kursi roda dan sistem kendalinya menggunakan *remote control*. Maka dari itu sebagai bentuk dari inovasi, penulis akan merancang prototipe kursi roda dengan menggunakan elektromiograf sebagai alat pengendali motor pada kursi roda untuk mempermudah pengguna.

Elektromiografi merupakan suatu teknik pada bidang medis yang digunakan untuk menampilkan sinyal yang dihasilkan oleh aktifitas otot gerak pada manusia. Alat yang digunakan untuk melihat aktifitas sinyal otot disebut elektromiograf. Elektromiografi bisa juga digunakan untuk menganalisis setiap sinyal yang dihasilkan oleh otot gerak manusia dan melihat apakah terdapat kelainan pada otot gerak tersebut. Elektromiograf menggunakan elektroda sebagai media untuk mengubah sinyal dari tubuh manusia menjadi sinyal listrik. Terdapat dua jenis elektroda, yaitu elektroda *indwelling* dan *surface*. Elektroda *indwelling* berbentuk jarum dan cara penggunaannya yaitu dengan menyisipkan elektroda kedalam otot, butuh tenaga ahli seperti dokter untuk menggunakan elektroda tersebut. Sedangkan elektroda *surface* berbentuk pad dan cara penggunaannya yaitu dengan menempelkan elektroda keatas permukaan kulit yang ingin diukur dan tidak membutuhkan tenaga ahli untuk melakukannya. Sinyal yang dihasilkan oleh

elektromiograf bersifat acak karena sinyal tersebut merupakan hasil penjumlahan dari sinyal-sinyal yang ditangkap oleh elektroda.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dirancanglah sebuah prototipe kursi roda dengan menggunakan elektromiograf elektroda *surface*. Sinyal yang dihasilkan oleh elektromiograf nantinya akan digunakan untuk mengaktifkan motor pada kursi roda dan juga sebagai pengendali arah. Motor akan dikendalikan kecepatannya dengan metode PID (Proportional Integral Derivative). Metode PID digunakan karena kontroler ini sederhana dan relatif mudah dalam pengaplikasiannya. Prototipe kursi roda dengan menggunakan sistem elektromiograf sudah pernah dibuat sebelumnya. Pada prototipe tersebut hanya menggunakan satu channel EMG, sehingga hanya dapat memberikan perintah maju dan berhenti^[4]. Pada tugas akhir ini terdapat pengembangan lebih lanjut, yaitu penambahan satu buah channel EMG sebagai input agar kursi roda dapat diberikan perintah lebih banyak lagi. Hasil yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sistem yang mampu bekerja dengan baik dan meminimalisasi *error* yang terjadi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang menjadi fokus adalah:

- a. Bagaimana membuat rangkaian penguat agar tegangan yang dihasilkan oleh elektromiograf dapat mencapai tegangan input mikrokontroler?
- b. Bagaimana membuat rangkaian filter untuk mengurangi *noise* pada sinyal yang dihasilkan oleh elektromiograf?
- c. Bagaimana membuat rangkaian sensor encoder sebagai umpan balik sistem?
- d. Bagaimana membuat rangkaian regulator tegangan agar tegangan masukan untuk sistem dapat stabil?
- e. Bagaimana cara pemrograman PID pada mikrokontroler?
- f. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan prototipe kursi roda menggunakan sistem elektromiograf dan mikrokontroler dengan metode PID?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Membuat rangkaian penguat agar tegangan yang dihasilkan oleh elektromiograf dapat mencapai tegangan input mikrokontroler.
- b. Membuat rangkaian filter untuk mengurangi *noise* pada sinyal yang dihasilkan oleh elektromiograf.
- c. Membuat rangkaian sensor encoder sebagai umpan balik sistem.
- d. Membuat rangkaian regulator tegangan agar tegangan masukan untuk sistem dapat stabil.
- e. Membuat program PID pada mikrokontroler.
- f. Merancang dan mengimplementasikan prototipekursi roda menggunakan sistem elektromiograf dan mikrokontroler dengan metode PID.

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini diberikan pembatasan masalah sebagai berikut:

- a. Elektroda yang digunakan pada elektromiograf adalah elektroda *surface*.
- b. Elektromiograf menggunakan dua *channel* input.
- c. Penguat instrumentasi menggunakan IC AD620AN dan penguat operasional menggunakan IC LF351.
- d. Sistem minimum menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3.
- e. Bahasa pemrograman yang ditanamkan pada mikrokontroler adalah bahasa pemrograman C untuk Arduino.
- f. Mikrokontroler hanya mengolah perintah maju, berhenti, belok kanan, dan belok kiri.
- g. Sistem pengontrolan motor DC menggunakan metode PID.
- h. Menggunakan PWM terendah (60) untuk diaplikasikan pada sistem.
- i. Tidak melakukan analisis terhadap torsi dan penggunaan daya.
- j. Prototipe kursi roda hanya diberi beban maksimal 2 Kg.
- k. Kursi roda diperuntukkan bagi pasien yang tidak memiliki kelainan pada otot tangan.

1.5 Metodologi Penelitian

1. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori dasar mengenai elektromiografi, mempelajari *amplifier* agar mendapatkan tegangan yang

dibutuhkan mikrokontroler, mempelajari metode PID sebagai pengontrol motor DC, dan mempelajari bahasa pemrograman C untuk Arduino.

2. Melakukan perancangan alat sesuai dengan hasil studi literatur.
3. Melakukan analisis permasalahan berdasarkan hasil dari pengamatan tugas akhir terhadap permasalahan yang terjadi.
4. Melakukan pengujian perangkat yang sudah dibuat.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir terdiri dari enam bab, yaitu:

1. Bab Pendahuluan

Bab 1 akan membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penulisan, serta sistematika penulisan.

2. Bab Dasar Teori

Bab 2 akan membahas mengenai berbagai teori dasar tentang kursi roda, elektromiografi, *amplifier*, filter, driver motor, motor DC, mikrokontroler Arduino Uno R3, sensor encoder, dan PID dengan menggunakan berbagai pustaka sebagai sumbernya.

3. Bab Perancangan dan Implementasi

Bab 3 akan menjelaskan mengenai perancangan dan pengimplementasian alat secara keseluruhan, dan membahas blok diagram serta flow chart pengerjaan.

4. Bab Pengujian dan Analisis

Bab 4 akan menjelaskan hasil dari pengujian alat yang dilakukan pada perangkat keras dan perangkat lunak.

5. Bab Penutup

Bab 5 berisi tentang kesimpulan mengenai hasil kerja alat dan membahas saran untuk keperluan pengembangan alat lebih lanjut.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan kursi roda listrik dengan sistem elektromiograf dan menggunakan metode PID, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari blok penguat instrumentasi EMG masih belum sesuai dengan perancangan awal. Didapat penguatan awal 20,148 kali bergeser 0,638 dari perancangan awal 19,51 kali penguatan. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya sifat toleransi pada komponen yang digunakan dan ketidakidealan komponen.
2. Hasil dari blok filter HPF dan LPF EMG masih belum sesuai dengan perancangan awal. Didapatkan frekuensi *cut-off* HPF yaitu 44 Hz bergeser 4,253 Hz dari perancangan awal 48,253 Hz. Sedangkan frekuensi *cut-off* LPF yaitu 480 Hz bergeser 2,53 Hz dari perancangan awal 482,53 Hz.
3. Hasil dari penguatan pada filter aktif LPF masih belum sesuai dengan perancangan awal. Namun penguatan tersebut sudah cukup sebagai masukkan mikrokontroler yaitu sebesar 147,22 kali bergeser 2,78 dari perancangan awal 150 kali.
4. Perbedaan usia berpengaruh dengan keluaran amplitudo dari EMG, semakin berumur maka amplitudo akan semakin kecil ketika melakukan kontraksi.
5. Sensor encoder dapat membedakan warna hitam dan putih. Jarak optimal peletakkan sensor dengan objek yaitu 0,5 – 5,5 cm.
6. Rangkaian regulator tegangan sudah berjalan sesuai dengan perancangan.
7. Putaran motor DC kanan dan kiri akan mendekati sama ketika ditambahkan metode PID dengan nilai $K_p = 1,140$, $K_i = 0,585$, dan K_d

= 0,555 untuk motor kanan dan $K_p = 1,227$, $K_i = 0,577$, dan $K_d = 0,653$ untuk motor kiri.

8. Dari pengujian keseluruhan sistem, alat sudah berjalan dengan baik dan dapat bekerja sesuai dengan perintah penggunanya.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem secara keseluruhan dapat dilakukan dengan cara:

1. Menggunakan elektroda yang lebih baik lagi dari segi kualitas dan dapat digunakan secara terus menerus.
2. Menggunakan IC khusus untuk filter agar respon frekuensinya sesuai dengan perancangan.
3. Menggunakan filter dengan orde yang lebih tinggi untuk mendapatkan respon frekuensi yang lebih baik.
4. Elektroda dipasang secara *wireless* untuk memudahkan pengguna.
5. Dapat menambahkan sensor ultrasonik agar kursi roda dapat menghindari benturan secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. AD620AN Reference Manual, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD620.pdf, diakses pada tanggal:14 Juni 2014.
- [2]. Alpinarief, 2013, **Motor DC**, <http://blogs.itb.ac.id/el2244k0112211077alpinarief/2013/05/02/motor-dc-2/>, diakses pada tanggal: 14 Juni 2014.
- [3]. Arifin, Z. 2005. **Biopotensial Elektroda di Bidang Medis**. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [4]. ATmega 328P Reference Manual, www.atmel.com/images/atmel-8271-8-bit-avr-microcontroller-atmega48a-48pa-88a-88pa-168a-168pa-328-328p_datasheet.pdf,diakses tanggal 20 November 2013.
- [5]. G. Katelyn, K. Hasan, S. Kyla. 2004. **Electromyography controlled car**. University of Ottawa.
- [6]. Konrad, P. 2005. *The ABC of EMG*. Noraxon Inc., USA.
- [7]. L298N Reference Manual, https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf, diakses pada tanggal:20 November 2013.
- [8]. Nomiyasari. 2011. **Perancangan dan Pembuatan Modul ECG dan EMG dalam satu Unit PC**. Surabaya:PENS-ITS.
- [9]. Ogata, Katshuhiko. 1997. **Teknik Kontrol Automatik Jilid 2**. Jakarta:Erlangga.
- [10]. Operational Amplifier basics, 2014, http://www.electronicstutorials.ws/opamp/opamp_1.html, diakses pada tanggal 20 Juli 2014.
- [11]. Rizal, A. 2014. **Instrumentasi Biomedis**. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [12]. Sastro, P. H. 2013. **Sistem Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Pada Mesin Pemutar Gerabah Menggunakan Kontroler PID Berbasis Mikrokontroler**. Malang : Universitas Brawijaya.
- [13]. Suryadi. 2007.**Implementasi Modul Kontrol Temperatur Menggunakan Kontroler PID Digital Berbasis Mikrokontroler PIC18F4520**. Bandung:ITB.
- [14]. T. Pan, P. Fan, H. Chiang, R. Chang, and J. Jiang. 2004. **A Myoelectric Controlled Partial-Hand Prosthesis Project,in proc. IEEE Transactions on Education**