

Kontrol Kursi Roda Listrik Menggunakan Pengolahan Sinyal EMG

Ella Rosa Mega Damayani

Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura
180431100048@student.trunojoyo.ac.id

Abstract - Advances in technology today have influenced many aspects of life, including the health aspect. electric wheelchair is a type of wheelchair that is able to move due to the electric motor is also one of the tools that can be used to support the mobility of someone who has paralysis in the legs. In general, the controller on an electric wheelchair uses a joystick. But using the joystick is difficult for the elderly and people with quadriplegia. Therefore, a study was conducted on electromyographic (EMG) signal processing as a control command for electric wheelchairs. The EMG signal is acquired using the EMG instrumentation suite. The signal results obtained from the instrumentation circuit are then processed by the microcontroller and sent to a laptop to monitor muscle signals and give control commands to the electric wheelchair. The results of the average percentage of system success for forward control commands are 89.33 %, control commands turn left 97.33 %, turn right 97.33 %, and stop 100%. **Keywords**—Electromyography (EMG), Paralysis, Electric Wheelchair, Microcontroller.

Keywords — *Electromyography (EMG), Paralysis, Electric Wheelchair, Microcontroller.*

Abstract - Kemajuan teknologi saat ini telah banyak mempengaruhi berbagai aspek dalam kehidupan, termasuk dalam aspek kesehatan. kursi roda elektrik merupakan jenis kursi roda yang mampu bergerak dikarenakan adanya motor listrik juga merupakan salah satu alat bantu yang bisa digunakan untuk menunjang mobilitas seseorang yang mengalami kelumpuhan pada bagian kaki. Pada umumnya controller pada kursi roda elektrik menggunakan joystick. Tetapi penggunaan joystick sulit untuk orang yang telah lanjut usia dan orang yang menderita quadriplegia. Oleh sebab itu dilakukan penelitian mengenai pengolahan sinyal elektromiografi (EMG) sebagai perintah kontrol untuk kursi roda elektrik. Sinyal EMG diakuisisi dengan menggunakan rangkaian instrumentasi EMG. Hasil sinyal yang didapatkan dari rangkaian instrumentasi lalu diproses oleh mikrokontroler dan dikirim ke laptop untuk memonitor sinyal otot dan memberikan perintah kontrol pada kursi roda elektrik. Hasil rata-rata persentase keberhasilan sistem untuk perintah kontrol maju sebesar 89.33 %, perintah kontrol belok kiri 97.33 %, belok kanan 97.33 %, dan berhenti 100 %. **Kata kunci**—Elektromiografi (EMG), Kelumpuhan, Kursi Roda Elektrik, Mikrokontroler.

Kata Kunci — *Elektromiografi (EMG), Kelumpuhan, Kursi Roda Elektrik, Mikrokontroler.*

I. PENDAHULUAN

Kelumpuhan merupakan suatu kondisi yang menyebabkan seseorang kehilangan kemampuan untuk menggerakkan sebagian atau seluruh tubuh yang diakibatkan oleh hilangnya fungsi otot atau hanya secara parsial, yang mana masih dapat bergerak namun sangat lemah dan terbatas. Kelumpuhan disebabkan karena adanya cedera pada bagian

sistem saraf pusat. Selain cedera pada sistem saraf pusat, kelumpuhan juga disebabkan oleh penyakit tertentu seperti stroke, cedera spinalis, multiple sclerosis, serebral palsi, sindrom paska-polio, dan lain-lain.

Seseorang yang mengalami kelumpuhan pada bagian kaki dapat menggunakan kursi roda untuk menunjang mobilitas dalam melakukan aktivitas sehari-harinya. Hingga saat ini sudah didesain suatu kursi roda elektrik dengan menggunakan joystick sebagai pengendalinya. Tetapi penggunaan joystick tersebut akan susah digunakan untuk orang yang sudah lanjut usia dan orang yang menderita quadriplegia. Oleh sebab itu dilakukan penelitian-penelitian dengan mengimplementasikan biosignal dengan menggunakan otot untuk perintah kontrol kursi roda elektrik.

Oleh sebab itu dilakukan penelitian dengan mengimplementasikan penggunaan biosignal pada otot tangan sebagai perintah kontrol pada kursi roda elektrik. Lalu pada penelitian ini diimplementasikan penggunaan biosignal pada otot lengan bawah sebagai perintah kontrol pada kursi roda elektrik. Informasi dari biosignal tersebut digunakan untuk memberikan perintah kontrol berupa perintah maju, berhenti, belok kiri dan belok kanan pada kursi roda elektrik. Dengan pengimplementasian biosignal pada kursi roda elektrik ini, diharapkan mobilitas individu tersebut menjadi lebih mudah.

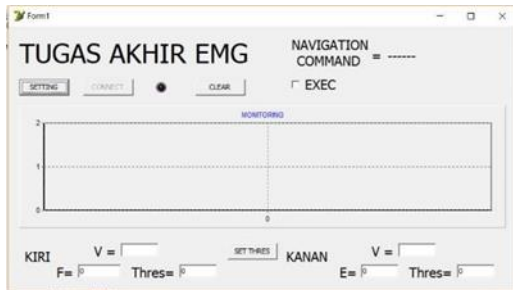
II. METODE PENELITIAN

A. *Elektromiografi (EMG)*

Elektromiografi (EMG) adalah tes untuk memeriksa kondisi otot dan sel-sel saraf yang mengontrolnya (neuron motorik). Tes ini dapat membantu mendeteksi adanya gangguan pada saraf, otot, atau masalah dengan sinyal yang dikirimkan saraf ke otot. Sebagai informasi, neuron motorik mengirimkan sinyal listrik ke otot yang menyebabkan otot berkontraksi atau bereaksi dengan cara tertentu. Pada tes EMG, sinyal listrik dan respon otot terhadap rangsangan saraf inilah yang kemudian diukur untuk membantu menemukan masalah pada saraf dan otot. Amplitudo yang dihasilkan oleh EMG bergantung kepada faktor-faktor seperti penempatan elektroda dan jenis elektroda yang digunakan. Pada bagian ini, penulis menampilkan metode yang digunakan, termasuk di dalamnya waktu dan lokasi penelitian jika diperlukan.

B. Rangkaian Instrumentasi EMG

Rangkaian Instrumentasi EMG digunakan sebagai pemroses sinyal bioelektrik untuk mengetahui aktifitas sinyal yang disebabkan oleh aktifitas otot. Rangkaian instrumentasi EMG terdiri dari high pass filter dengan frekuensi cutoff 1 Hz, rangkaian penguat instrumentasi EMG dengan penguatan 2300 kali, bandpass filter dengan rentang frekuensi 50 Hz – 500 Hz dengan penguatan 3 kali, low pass filter dengan frekuensi cutoff 1 Hz, dan *main amplifier*. Gambar 1 merupakan desain dari rangkaian instrumentasi EMG.



Gambar 1. Rangkaian instrumentasi EMG.

C. STM32F4 Discovery

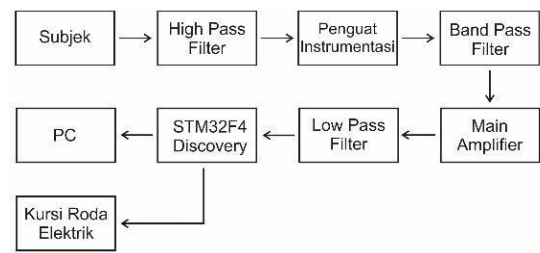
Microkontroler STM32F4 Discovery adalah salah satu jenis prosesor ARM. Fitur yang terdapat pada Microkontroler STM32F4 Discovery membantu kita dalam mengembangkan aplikasi dengan cepat dan mudah karena rangkaian ini memiliki segala sesuatu yang diperlukan dalam mengaplikasikan suatu program. STM32F4 Discovery digunakan sebagai mikrokontroler dalam penelitian ini. STM32F4 merupakan seri pertama dari STM32 dengan berbasis ARM Cortex-M4F 32 bit. STM32F4 ini berbasis mikrokontroler STM32F407VG.

D. Kursi Roda Elektrik

Kursi roda elektrik Jet 3 Ultra diproduksi oleh Pride Mobility Product Corp. Untuk menggerakkan kursi roda ini terdapat beberapa pin kontrol yang harus dihubungkan dengan PWM dari mikrokontroler. Pin ground pada kursi roda elektrik harus dijadikan satu dengan pin ground dari mikrokontroler.

E. Delphi

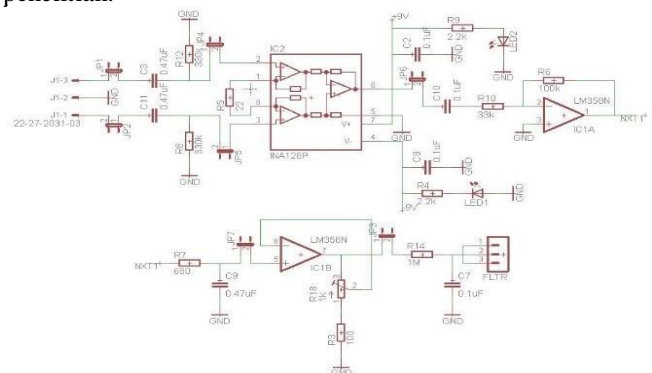
Pada penelitian ini menggunakan delphie untuk memonitor sinyal otot. Pada Delphi terdapat program bandpass filter yang terdiri dari low pass filter dengan frekuensi cutoff 500 Hz dan high pass filter digital dengan frekuensi cutoff 50 Hz dan program moving average dan squaring untuk mempermudah penentuan perintah kontrol pada kursi roda elektrik. Gambar 2 merupakan desain interface pada Delphi di laptop.



Gambar 2. Desain interface pada Delphi.

F. Block Diagram Sistem

Penelitian ini secara keseluruhan terdiri dari rangkaian instrumentasi EMG yang digunakan untuk menangkap sinyal otot pada saat kontraksi dan relaksasi, mikrokontroler STM32F4 Discovery yang digunakan untuk memproses sinyal otot yang diperoleh dari rangkaian instrumentasi EMG, melakukan pengiriman data secara serial ke laptop, dan menghasilkan sinyal PWM untuk mengontrol pergerakan kursi roda elektrik. Gambar 3 merupakan diagram blok dari penelitian.



Gambar 3. Diagram blok sistem secara keseluruhan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Perangkat Keras

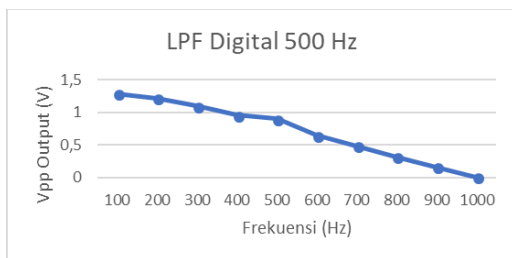
Pengujian perangkat keras merupakan pengujian pada rangkaian instrumentasi EMG. Pengujian dilakukan dengan cara subjek duduk secara rileks pada kursi roda elektrik dan melakukan kontraksi dan relaksasi pada tangan kanan dan tangan kiri untuk memberikan perintah kontrol kursi roda elektrik sesuai dengan perintah dari peneliti. Pada penelitian ini elektroda diletakkan pada bagian otot Fleksor Carpi Radialis dikarenakan pada otot tersebut merupakan bagian yang sensitif pada saat otot berkontraksi dan berelaksasi.

Saat tangan kiri relaksasi diperoleh V_{pp} sebesar 140 mV dan pada saat kontraksi diperoleh V_{pp} sebesar 420 mV. Sedangkan saat tangan kanan relaksasi diperoleh nilai V_{pp} sebesar 120 mV dan pada saat tangan kanan kontraksi diperoleh nilai V_{pp} sebesar 300 mV.

B. Pengujian Perangkat Lunak

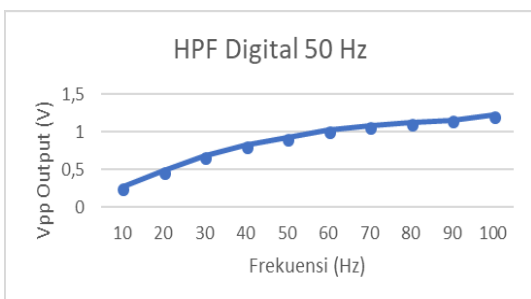
Pada pengujian perangkat lunak terdiri dari pengujian keluaran sinyal PWM dari STM32F4 Discovery dan pengujian filter digital pada Delphi. Untuk pengujian keluaran sinyal PWM dari STM32F4 Discovery dilakukan dengan cara melihat hasil keluaran sinyal PWM pada osiloskop. Pada pengujian ini digunakan pin B4, B5, B6, dan B7 pada STM32F4 Discovery sebagai pin keluaran PWM. Pengujian dilakukan dengan menggunakan duty cycle sebesar 37 %, 84 %, dan 90 %. Ketiga nilai PWM tersebut digunakan untuk mengontrol gerakan dari kursi roda elektrik.

Untuk pengujian filter digital terdiri dari pengujian low pass filter dan high pass filter. Pada penelitian ini didesain filter digital low pass filter dengan frekuensi cutoff 500 Hz dan high pass filter dengan frekuensi cutoff 50 Hz. Pengujian filter digital low pass filter dilakukan dengan cara diberi masukan sinyal sinus dengan V_{pp} 1.32 V dengan frekuensi 100 Hz – 1000 Hz pada pin C1 STM32F4 Discovery dan dilihat hasil sinyal keluarannya pada Delphi.



Gambar 4. Hasil plot filter digital *Low Pass Filter* dengan frekuensi *Cutoff* 500Hz

Gambar 4 merupakan hasil plot pengujian low pass filter dengan frekuensi cutoff 500 Hz. Sedangkan pengujian high pass filter dengan cara diberi masukan sinyal sinus dengan V_{pp} 1.32 V dan frekuensi 10 Hz – 100 Hz pada pin C1 STM32F4 Discovery dan dilihat hasil sinyal keluarannya pada Delphi. Gambar 5 merupakan hasil plot pengujian high pass filter dengan frekuensi cutoff 50 Hz.



Gambar 5. Hasil plot filter digital *High Pass Filter* dengan frekuensi *Cutoff* 50Hz

C. Pengujian Penggabungan Perangkat Keras Dan Perangkat Lunak

Pengujian ini dilakukan sama dengan pengujian perangkat keras yaitu dengan cara subjek duduk secara rileks pada kursi roda dan melakukan kontraksi dan relaksasi otot tangan kanan dan kiri sesuai dengan arahan dari peneliti. Pengambilan data pada subjek. Untuk perintah kontrol belok kanan maka tangan kiri subjek dalam keadaan relaksasi sedangkan tangan kanan dalam keadaan kontraksi dan untuk perintah kontrol belok kiri maka tangan kiri dalam keadaan kontraksi sedangkan tangan kanan dalam keadaan relaksasi.

Tabel 1.
 Hasil Pembacaan Sinyal Otot Pada Delphi

Subjek	Tegangan Yang Terukur (V)			
	Tegangan Kiri		Tegangan Kanan	
	Kontraksi	Relaksasi	Kontraksi	Relaksasi
1	1,26-1,71	0,14	0,61-1,19	0,2
2	0,7-1,1	0,4	0,89-1,37	0,4
3	1,46-1,53	0,14	0,29-0,71	0

Tabel 1 merupakan tegangan yang terukur pada Delphi saat kontraksi dan relaksasi untuk tangan kanan dan kiri pada ketiga subjek. Dari Tabel tersebut terdapat perbedaan tegangan saat tangan kanan dan tangan kiri melakukan kontraksi dan relaksasi. Perbedaan tegangan tersebut dapat dibuat suatu tegangan *threshold* untuk menentukan perintah kontrol pada kursi roda elektrik.



Gambar 5. Hasil pembacaan sinyal untuk perintah kontrol belok kanan



Gambar 6. Hasil pembacaan sinyal untuk perintah kontrol belok kiri.

Gambar 5 merupakan contoh hasil pembacaan sinyal pada subjek saat perintah kontrol belok kanan dan Gambar 6 merupakan contoh hasil pembacaan sinyal pada subjek saat

perintah kontrol belok kiri. Sinyal dengan warna biru merupakan pembacann sinyal otot pada tangan kanan dan sinyal dengan warna hijau merupakan pembacaan sinyal otot pada tangan kiri.

Tabel 2. Persentase keberhasilan tiap perintah kontrol pada ketiga subjek.

Subjek	Persentase Keberhasilan Tiap Perintah Kontrol (%)			
	Maju	Belok Kiri	Belok Kanan	Dian
1	84	100	92	100
2	88	92	100	100
3	96	100	100	100

Pengujian pada subjek dilakukan sebanyak lima kali untuk tiap perintah kontrol dan Tabel 2 merupakan persentase keberhasilan pada ketiga subjek untuk tiap perintah kontrol. Dari pengujian tersebut diperoleh kecepatan saat maju dan belok kanan sebesar 0.74 km / jam, belok kiri dengan kecepatan sebesar 1.47 km / jam, belok kiri dengan sudut kemiringan sebesar 30 derajat dan belok kanan dengan sudut kemiringan sebesar 10 derajat. Dari ketiga pengujian subjek tersebut dapat diperoleh nilai rata-rata keberhasilan untuk tiap perintah kontrol.

Tabel 3. Rata-rata keberhasilan tiap perintah kontrol

Perintah Kontrol	Rata-rata Persentase Keberhasilan Tiap Perintah Kontrol (%)
Maju	89,33
Belok Kiri	97,33
Belok Kanan	97,33
Diam	100

Tabel 4. Hasil spesifikasi alat pada penelitian

Elektromiografi (EMG)	
Penguatan Total	6900
Rentang Frekuensi	50 Hz – 500 Hz
Kursi Roda Elektrik	0.74 km / jam
Kecepatan Maju	1.47 km / jam
Kecepatan Belok Kiri	0.74 km / jam
Kecepatan Belok Kanan	0,74 Km / jam
Kemiringan Sudut Belok Kiri	30 derajat
Kemiringan Sudut Belok Kanan	10 derajat

Tabel 3 merupakan hasil rata-rata persentase keberhasilan tiap perintah kontrol dan Tabel 4 menunjukkan spesifikasi alat pada penelitian ini.

D. Perbandingan Alat dan Hasil Dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil perbandingan alat antara penelitian ini dengan penelitian dan produk yang lain yaitu harga dari sensor EMG yang digunakan lebih murah dibandingkan dengan produk modul sensor yang sudah ada seperti MyoWare Muscle Sensor Kit, pada penelitian ini digunakan kursi roda elektrik sungguhan sedangkan pada beberapa penelitian yang lain menggunakan prototipe sebagai pengganti kursi roda elektrik, dan hasil penelitian telah diujikan pada beberapa subjek dan diperoleh rata-rata persentase keberhasilan untuk perintah kontrol maju, belok kiri, dan belok kanan mendekati 100% dan untuk perintah kontrol berhenti rata-rata persentase keberhasilan sebesar 100% sedangkan untuk penelitian yang lain tidak diujikan pada subjek dan penentuan berhasil atau tidaknya penelitian tersebut hanya sebatas mampu untuk menggerakkan prototipe kursi roda saja.

IV. KESIMPULAN

Pada paper ini dilakukan penelitian mengenai sinyal EMG sebagai perintah kontrol untuk kursi roda elektrik. Penelitian ini terdiri dari rangkaian instrumentasi EMG, mikrokontroler STM32F4 Discovery, dan kursi roda elektrik. Rangkaian instrumentasi EMG terdiri dari high pass filter dengan frekuensi cutoff sebesar 1 Hz, penguat instrumentasi dengan penguatan 2300 kali, bandpass filter dengan rentang 50 Hz – 500 Hz dan penguatan sebesar 3 kali, main amplifier, dan low pass filter dengan frekuensi cutoff sebesar 1 Hz. Mikrokontroler STM32F4 Discovery digunakan untuk membaca sinyal EMG yang diperoleh dari rangkaian instrumentasi, melakukan pengiriman data ke laptop untuk memonitor sinyal otot, dan menghasilkan sinyal PWM untuk menggerakkan kursi roda elektrik. Kursi roda elektrik yang mampu menahan beban dengan berat maksimal 136 kg, maju dan belok kanan dengan kecepatan 0.74 km/jam, belok kiri dengan kecepatan 1.47 km/jam, belok kiri dengan kemiringan sudut sebesar 30 derajat, dan belok kanan dengan kemiringan sudut sebesar 10 derajat. Pada penelitian ini elektroda diletakkan pada bagian otot Fleksor Carpi Radialis dikarenakan bagian otot tersebut merupakan bagian yang sensitif pada saat otot kontraksi dan relaksasi. Untuk menentukan pergerakan kursi roda elektrik digunakan metode thresholding untuk sinyal otot pada tangan kanan dan kiri. Pengujian dilakukan pada tiga subjek dan diperoleh nilai rata-rata persentase keberhasilan untuk perintah kontrol maju sebesar 89.33 %, perintah kontrol belok kiri 97.33 %, belok kanan 97.33 %, dan berhenti 100 %.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sathish, K. Nithyakalyani, S. Vinurajkumar, C. Vijayalakshmi, and J. Sivaraman, "Control of Robotic Wheel Chair using EMG Signals for Paralyzed Persons," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 1, Jan. 2016.
- [2] Chun Sing Louis Tsui, P. Jia, J. Q. Gan, H. Hu, and K. Yuan, "EMG-based hands-free wheelchair control with EOG attention shift detection," 2007, pp. 1266–1271.
- [3] H. Ghapanchizadeh, S. A. Ahmad, and A. J. Ishak, "Recommended surface EMG electrode position for wrist extension and flexion," 2015, pp. 108–112.
- [4] Jeong-Su Han, Zenn Bien Z, Dae-Jin Kim, Hyong-Euk Lee and JongSung Kim Human-machine Interface for Wheelchair Control with EMG and Its Evaluation *Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE Cat. No.03CH37439) (IEEE) pp 1602–5*
- [5] Liou J-C, Shih T-T, Lin W-C and Huang Y-C 2015 Noninvasive ECG and EMG Electrode System for Health Monitoring and Science *Technology Application 2015 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (IEEE) pp 102–3*
- [6] Phinyomark A, Limsakul C and Phukpattaranont P 2011 A Review of Control Methods for Electric Power Wheelchairs Based on Electromyography Signals with Special Emphasis on Pattern Recognition *IETE Tech. Rev. 28 316*
- [7] Sanchez D R, Velasquez L and Camargo L H 2013 Design of A EMG Wireless Surface EMG 6 Channels 2013 ISSNIP Biosignals and Biorobotics Conference: Biosignals and Robotics for Better and Safer Living (BRC) (IEEE) pp 1–6
- [8] A. Phinyomark, C. Limsakul, and P. Phukpattaranont, "A Review of Control Methods for Electric Power Wheelchairs Based on Electromyography Signals with Special Emphasis on Pattern Recognition," *IETE Tech. Rev.*, vol. 28, no. 4, p. 316, 2011.
- [9] J. Wang, L. Tang, and J. E Bronlund, "Surface EMG Signal Amplification and Filtering," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 82, no. 1, pp. 15–22, Nov. 2013.
- [10] Fu J, Chen J, Shi Y and Li Y 2013 Design of A Low-Cost Wireless Surface EMG Acquisition System 2013 6th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER) (IEEE) pp 699–702
- [11] STMicroelectronics, "RM0090 Reference manual." June. 2018