

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN DATA LOGGING SINYAL ELECTROMYOGRAF SECARA NIRKABEL

Deny Arifianto¹, Winarno², Retna Apsari³

¹⁾ Fakultas Vokasi Universitas Airlangga

^{2,3)} Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

¹⁾deny-a@fst.unair.ac.id, ²⁾winarno@fst.unair.ac.id, ³⁾retna-a@fst.unair.ac.id

Abstrak

The objective of this study is to design monitoring and data logging electromyograph signals. the system include disposable surface EMG sensor, amplifier and filtering circuit, wireless communication module and data logging unit. The system has one recording unit with microvolt resolution and wireless communication distance ranges 20 meters. Average gain of the intrument amplifier are (249.46±0.82) and minimum amplitude of the notch filter are (166.56±0.26) at the 50Hz frequency. All the signals transmitted to a computer using Xbee module, LabView being used to display and logging the input signal.

Key word : EMG, data logging, Instrument amplifier

1. Pendahuluan

Otot merupakan sebuah jaringan konektif dalam tubuh yang bertugas untuk melakukan kontraksi. Kontraksi otot berfungsi memindahkan atau menggerakkan bagian tubuh dan substansi Otot lurik merupakan jaringan peka rangsang yang diatur oleh saraf motorik dengan satuan yang disebut saraf motorik unit (SMU). EMG memiliki banyak informasi pergerakan otot yang akurat, sinyal EMG merupakan jumlahan energi dari kontraksi beberapa serat otot. [11].

Sinyal EMG yang direkam dengan menggunakan elektroda permukaan memiliki rentang frekuensi antara 20 – 500Hz dengan amplitude 0.1 – 10mV [9]. Umumnya perangkat perekaman sinyal EMG memiliki *set-up* yang cukup rumit, oleh sebab itu penulis dalam penelitian ini merancang sebuah perangkat perekaman sinyal EMG yang bersifat *portable* dengan komunikasi nirkabel.

Ketersediaan perangkat monitoring dan diagnosis EMG merupakan salah satu prasyarat ruang dan prasarana rehabilitasi medis. [6], uji neurofisiologi otot juga digunakan untuk mendiagnosis gangguan kontrol motorik. [8]

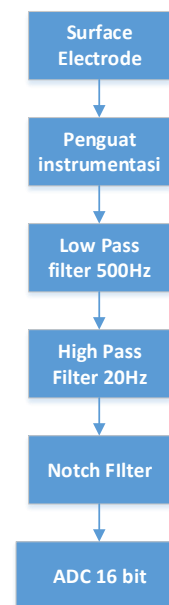
Penelitian berbasis EMG telah banyak dilakukan oleh para peneliti, beberapa peneliti seperti jianting dan yizhi [5] mendesain sistem akuisisi data EMG permukaan secara nirkabel. Penelitian tersebut menggunakan system perekaman sinyal mentah (raw) tanpa filtering, dengan 16 bit data ADC dan kecepatan transmisi data 1MB/s. sistem tersebut dapat mentransmisikan data sejauh 15 m dengan tingkat akurasi rata-rata 95%.

Dalam paper ini penulis mencoba menyampaikan hasil dan analisis dari beberapa pekerjaan pendahuluan dari pendeteksian sinyal EMG, yaitu bagian instrumentasi elektronik yang digunakan. Sinyal EMG yang yang

direkam ialah sinyal dari gerak fleksi dan ekstensi pada otot *Biceps brachi*.

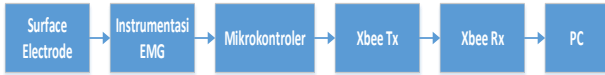
2. Metodologi

Sinyal EMG memiliki karakteristik frekuensi antara 20 - 500Hz dan amplitude 0.1-10mV.[9] berdasarkan parameter tersebut dibuatlah sebuah rancangan sistem monitoring dan *data logging* sinyal EMG seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema sistem perekaman sinyal EMG.

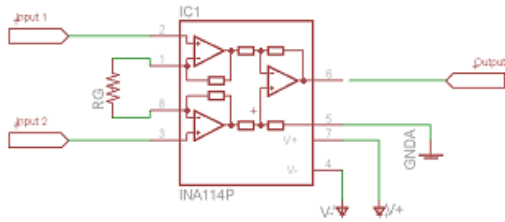
Sistem monitoring dan *data logging* sinyal EMG memerlukan seperangkat komputer sebagai penampil dan penyimpanan data sinyal terekam, ada pun skema sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema sistem monitoring dan *data logging* sinyal EMG.

1. Rangkaian instrumentasi

Rangkaian ini memanfaatkan IC INA114. Penguatan pada rangkaian instrumentasi dipengaruhi oleh nilai R_G , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian instrumentasi

fungsi penguatan seperti pada persamaan (1) berikut:

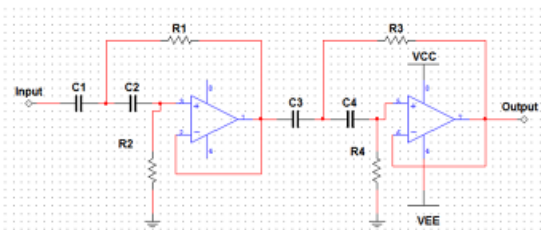
$$V_o = G(V_{in}^+ - V_{in}^-)$$

$$G = 1 + \frac{50k\Omega}{R_G} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana R_G diberikan nilai 200Ω untuk mendapatkan penguatan sebesar 250 kali.

2. High Pass Filter (HPF) Sallen-Key orde 4

Rangkaian HPF Sallen-Key orde 4 tersusun oleh 2 rangkaian HPF orde dua secara seri, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian HPF

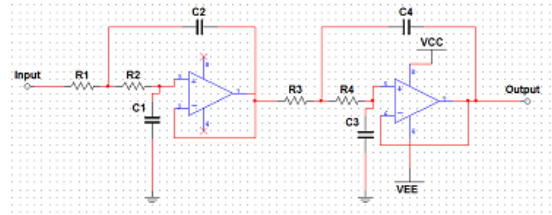
Rangkaian HPF dirancang agar memiliki frekuensi *cut-off* 20Hz berdasarkan persamaan (2) berikut.

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1C_1R_2C_2}} \dots\dots\dots(2)$$

3. Low Pass Filter (LPF) Sallen-Key orde 4

Rangkaian LPF direncanakan memiliki *cut-*

off pada frekuensi 500Hz, orde 4 butterworth, model Sallen-Key. Skema rangkaian LPF ditunjukkan pada Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Skema rangkaian LPF

Untuk desain LPF orde 2 nilai C_1 dan C_2 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3) berikut:

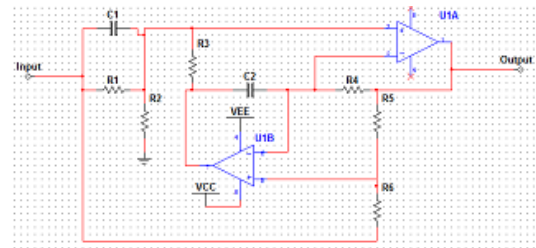
$$C_2 \geq C_1 \frac{4b_1}{a_1^2} \dots\dots\dots(3)$$

Sehingga nilai R_1 dan R_2 dapat ditentukan dengan persamaan (4) berikut:

$$R_{12} = \frac{a_1C_2 \pm \sqrt{a_1^2C_2^2 - 4b_1C_1C_2}}{4\pi f_c C_1 C_2} \dots\dots\dots(4)$$

4. Notch Filter

Rangkaian *notch filter* berfungsi untuk memfilter frekuensi 50Hz yang diakibatkan oleh jala-jala PLN. Adapun skema dari rangkaian *notch filter* ditunjukkan pada Gambar 6, sebagai berikut:



Gambar 6. Skema rangkaian Notch Filter

5. Wireless module Xbee

Xbee XBP24-Z7WIT-004 digunakan sebagai media transmisi data secara nirkabel, kecepatan transmisi maksimum dari xbee tipe ini adalah 250kbps pada frekuensi 2,4GHz.

3. Pembahasan

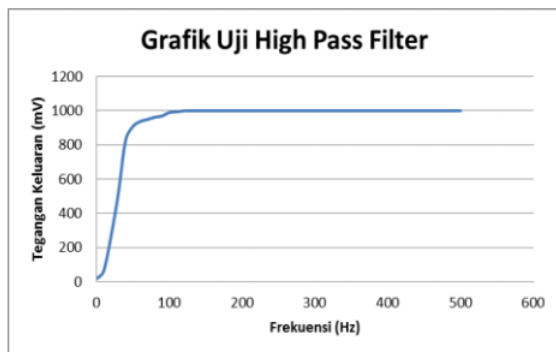
Pada pengujian rangkaian penguat instrumentasi didapatkan hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Rangkaian Penguat Instrumentasi

Frekuensi 1 Hz Vin (mV)	Vout /Vin (mv)					Gain Rerata	standar deviasi
	1	2	3	4	5		
2	248.005	247.58	247.393	247.94	246.92	247.57	0.39
3	248.09	249.5	249.48	248.65	249.225	248.99	0.54
4	248.58667	249.567	249.363	249.31	249.84	249.33	0.42
5	249.9575	249.813	249.873	250.03	249.39	249.81	0.22
6	250.42	250	250.38	250.46	250.4	250.33	0.17
7	250.31667	250.183	250.25	250.32	250.233	250.26	0.05
8	250.3	250.271	250.3	250.31	250.257	250.29	0.02
9	249.325	249.325	249.35	249.31	249.263	249.32	0.03
10	249.23333	249.211	249.244	249.2	249.211	249.22	0.02
rerata	249.35935	249.494	249.515	249.5	249.415	249.46	
standar deviasi	0.9033058	0.76117	0.86023	0.8065	0.99198	0.82	

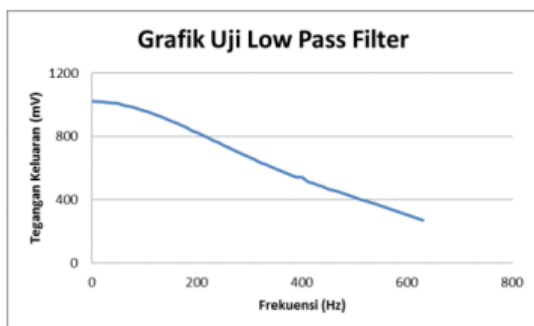
Berdasarkan Tabel 1, penguatan terbesar terjadi pada tegangan masukan 6mV sebesar $(250.33 \pm)$ kali, dan penguatan terkecil pada tegangan masukan 2mV sebesar (247.57 ± 0.39) kali. Rangkaian instrumentasi ini memiliki penguatan rerata sebesar (249.46 ± 0.82) kali.

Pengujian HPF dilakukan dengan cara memberikan variasi frekuensi masukan sebesar 10Hz dengan amplitude tetap sebesar 1Vpp. Grafik hasil dari pengujian rangkaian HPF ditampilkan pada Gambar 7.



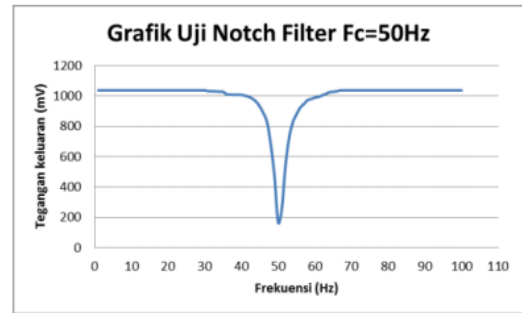
Gambar 7. Grafik Uji High Pass Filter

Pengujian LPF dilakukan dengan cara memberikan variasi frekuensi masukan sebesar 10Hz dengan amplitude tetap sebesar 1Vpp. Grafik hasil dari pengujian rangkaian LPF ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 8. Grafik uji Low Pass Filter

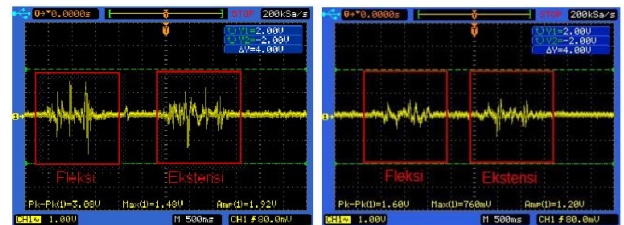
Peguian rangkaian notch filter dilakukan dengan cara memberikan masukan sinyal dengan frekuensi dari 1 – 100Hz dengan kenaikan setiap 1Hz dan pada amplitudo tetap 1Vpp. Hasil dari pengujian rangkaian notch filter ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Uji Notch Filter

Berdasarkan grafik pengujian rangkaian Notch Filter dapat diketahui bahwa tegangan keluaran terkecil didapatkan pada frekuensi 50Hz sebesar (166.56 ± 0.26) mV

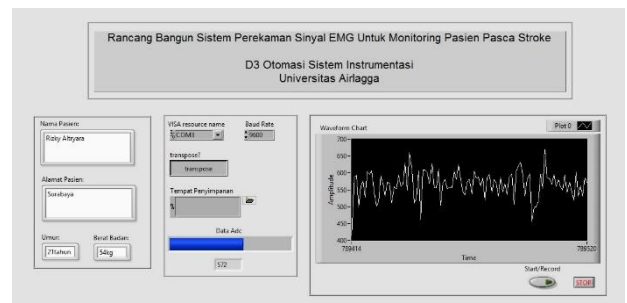
Hasil perekaman sinyal EMG dengan menggunakan instrument perekaman sinyal EMG ditunjukkan pada gambar 9(a) untuk lengan kanan dan 9(b) untuk lengan kiri. Dimana pola pergerakannya diatur sebagai berikut: Resting – Flexion – Extension – Resting.



(a) (b)

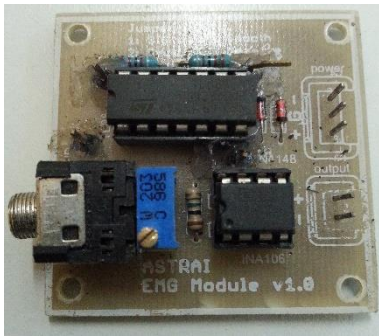
Gambar 9. Hasil perekaman sinyal EMG menggunakan Oscilloscope digital. (a) lengan kanan (b) lengan kiri

Sinyal EMG yang telah melalui instrument perekaman sinyal EMG kemudian akan diproses oleh ADC 16 bit AD7705. AD7705 mampu membaca tegangan sebesar 0.076 mv per bitnya. Hasil dari konversi ADC kemudian akan ditransmisikan secara nirkabel menggunakan XBP24. Data yang diterima oleh komputer kemudian akan diolah ditampilkan dengan menggunakan program LabView, ada pun tampilan GUI (Graphical User Interface) dari program monitoring sinyal EMG ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan GUI pada LabView

Instrumen EMG yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Instrumen EMG

instrumen EMG diletakkan pada sebuah kotak berdimensi 20 cm x 10 cm x 5 cm. baterai LiPo 2 cell digunakan sebagai sumber catu daya. *Disposable Surface Electrode* digunakan sebagai media penyadapan sinyal EMG. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Sistem monitoring sinyal EMG

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring dan data logging sinyal EMG telah dapat dilakukan, sehingga metode ini dapat digunakan untuk membantu petugas medik dalam menganalisis sinyal EMG secara nirkabel.

Daftar Pustaka

- [1] Criswell, Eleanor., 2011, *Cram's Introduction to Surface Electromyography*, Secon Edition, Jones and Barlett Publisers, LLC, USA.
- [2] De Luca, Gianluca, 2001, *Fundamental Concepts in EMG Signal Acquisition*, Delsys, Inc, hal:2-5
- [3] De Luca, Carlo J., 2002, *Surface Electromyography: Detection and Recording*, Delsys, Inc.
- [4] Fox, Stuart Ira, 2003, *Human physiology 8th edition*, McGraw-Hill Companies, Inc, USA.
- [5] Fu, Jianting, Chen, Jian Shi, Yizhi, Li, Yao, 2013, *Design of a Low-Cost Wireless Surface*, p: 699-702
- [6] Kementerian Kesehatan RI., 2012, *Pedoman Teknis Bangunan Rumah Sakit Ruang Rehabilitasi Medik*, Direktorat Bina Pelayanan Penunjangng Medik dan Sarana Kesehatan, Direktorat Bina Upaya Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI.
- [7] M. Lee, T.J., Carol *The amplitude of Mmax in human wrist flexor varies during different muscle contraction despite constant posture*. Journal of Neuroscience Metods, 2005 (NSM-3976):6-10
- [8] Menteri Tenaga Kerja dan transmigrasi RI., 2008, *peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi RI nomor PER.25/MEN/XII/2008 tentang pedoman diagnosis dan penilaian cacat karena kecelakaan dan penyakit akibat kerja*, Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI.
- [9] Merletti, R., & Parker. philip A. (2004). *Electromyography physiology, Engineering, and noninvasive applications*. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015 (Vol. 1). Institute of electrical and electronics engineering.
- [10] Rizzoni, Giordgio, 2005, *Principles and Application of Electrical Engineering 5th edition*, McGraw-Hill Companies, Inc, USA.
- Youn, Wonkeun dan Kim, Jung, 2009, *Development of a compact-size and Wireless Surface EMG Measurment System*, SICE International Joint Conference, Japan.
- [11] Sarbast Rasheed, A Multiclassifier Approach to Motor unit Potential Classification for EMG Signal Decomposition, Thesis Ph.D., University of Waterloo, Ontario, canada, 2006