

## RANCANG BANGUN ELEKTROMIOGRAF (EMG) BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MENDETEKSI CEDERA OTOT PADA PERGELANGAN KAKI (*ANKLE*)

**Ima Noviana Sulistyawati**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : imasulistyawati@mhs.unesa.ac.id

**Nur Kholis**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : nurkholis@unesa.ac.id

### Abstrak

Sejauh ini belum ada penelitian yang meneliti secara detail perihal implementasi alat EMG pada penderita cedera pergelangan kaki. Di dunia kedokteran, diagnosa cedera hanya menggunakan alat citra visual seperti MRI dan *Rontgen* tanpa adanya keterangan mengenai kinerja maksimal otot yang mengalami cedera. Diagnosa secara tepat dan akurat dapat membantu memulihkan performa olahragawan tersebut untuk kembali melakukan aktivitas olahraga. Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk membantu mempermudah tenaga medis dalam menangani penderita dengan kondisi cedera pergelangan kaki (*ankle*) secara tepat dan akurat. Dan untuk membantu penderita mengetahui kondisi otot lebih dini. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan adalah kinerja EMG berjalan berdasarkan pada pengambilan data 10 pasien dengan riwayat kondisi belum pernah mengalami cedera dan 10 pasien dengan riwayat kondisi pernah mengalami cedera. Terdapat perbedaan antara pasien dengan kondisi riwayat belum pernah cedera tidak memberikan respon melebihi tegangan yang ditentukan sebesar 1.5 Volt dan pasien dengan kondisi riwayat pernah cedera memberikan respon tegangan maksimum sampai pada tegangan sebesar 2 Volt.

**Kata Kunci:** Cedera Pergelangan Kaki (*Ankle*), Elektromiograf (EMG), AD8232

### Abstract

*So far, there are no studies that have examined in detail the implementation of EMG devices in patients with ankle injuries. In medicine, the diagnosis of injury only uses visual imagery tools such as MRI and X-rays but there are without any information about the maximum performance of the injured muscle. The diagnosis can help restore the athletes performance to return to sports activities exactly. The purpose of this study is to help making medical staff easier in dealing the patients with conditions of ankle (*ankle*) injury accurately, and also to help them to find out about their muscle conditions earlier. The results of the research that have done is the EMG performance did fluently based on data collection of 10 patients with a history of conditions that they have never been injured and they have a history of injury. There are a difference between the patients who never respond to the specified voltage at 1.5 Volt and the patients who have a maximum voltage response of up to 2 Volts.*

**Keywords:** *Ankle Injury, Electromyography (EMG), AD8232*

### PENDAHULUAN

Pada tubuh manusia, pengetahuan mengenai gaya pada otot dan sendi merupakan nilai besar dalam dunia kedokteran dan terapi fisik, dan juga merupakan studi yang sangat berguna dalam aktivitas atletik. Tidak berfungsinya otot dengan baik, dalam hal ini cedera pergelangan kaki, merupakan permasalahan signifikan pada manusia khususnya olahragawan. Mitos yang keliru dan juga masih tetap ada adalah anggapan bahwa sendi pergelangan kaki yang sudah tidak terasa nyeri dan sakit sudah bisa langsung digunakan kembali

(Nugroho & Ambardini, 2016). Cedera *ankle* dapat terjadi karena terkilir mendadak ke arah lateral atau medial yang mengakibatkan robeknya serabut ligament pada sendi pergelangan kaki (Sumartiningsih, 2012).

Kerusakan otot ini diperlukan penanganan khusus. Untuk mengetahui adanya kerusakan otot yang terjadi pada tubuh diperlukan adanya teknologi instrumentasi medis yang dapat mendiagnosa dan memonitoring aktivitas otot tubuh. Informasi diagnostik mengenai otot tubuh dapat diperoleh dari aktivitas listriknya (Justitian, 2012).

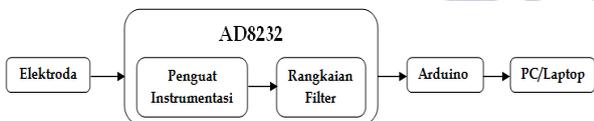
Salah satu instrumentasi medis yang berfungsi untuk menampilkan bentuk dan mengukur aktivitas otot adalah elektromiograf. Dengan elektromiograf dapat diperoleh informasi tentang kondisi otot seseorang, apakah ototnya terlalu lemas atau mengalami kerusakan-kerusakan yang cukup berat semacam stroke, lumpuh dan sebagainya.

Pada penelitian ini diteliti aktivitas listrik otot manusia ketika mengalami cedera. Otot tubuh manusia yang menjadi obyek penelitian ini adalah otot pergelangan kaki. Dalam penelitian ini dirancang suatu elektromiograf berbasis mikrokontroler menggunakan software Arduino yang mampu menyadap sinyal otot tubuh, dengan demikian instrumen ini dapat menghasilkan data digital untuk diproses dan ditampilkan pada komputer atau laptop.

**METODE**

Metode penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen yang berorientasi pada pengumpulan data empirik di lapangan berdasarkan pendekatan kuantitatif. Pendekatan Kuantitatif ialah pendekatan yang di dalam usulan penelitian, proses, hipotesis, turun ke lapangan, analisis data dan kesimpulan data sampai dengan penulisannya mempergunakan aspek pengukuran, perhitungan, rumus dan kepastian data numerik. (Musianto, 2002).

Pada teknik pengumpulan data penelitian ini memerlukan alat bantu untuk mempermudah proses pengumpulan data. Alat yang digunakan untuk pengumpulan data adalah Elektroda sebagai sensor biopotensial untuk menyadap aktivitas elektrik pada tubuh, IC AD8232 sebagai rangkaian pengkondisian sinyal, Arduino UNO sebagai perangkat lunak, Laptop sebagai perangkat keras. Dalam perancangan *hardware* dibuat blok diagram rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 1.

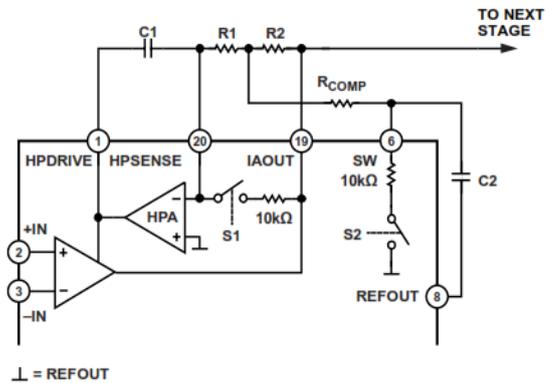


**Gambar 1.** Diagram Blok Perancangan Sistem  
**Sumber :** (Data Primer, 2017)

Penelitian EMG ini menggunakan sensor biopotensial untuk menangkap hasil sadapan yang ditempelkan pada tubuh manusia bagian bawah (kaki). Sensor biopotensial tersebut biasa disebut, Elektroda.

Pada blok rangkaian pengkondisian sinyal ini, menggunakan IC AD8232. Sinyal yang dideteksi oleh elektroda diekstrak, dikuatkan, kemudian difilterisasi untuk mengurangi noise yang dideteksi elektroda untuk kemudian diteruskan ke mikrokontroler (Bhosale &

Bhosale, 2015). Untuk mempermudah pemrosesan rangkaian filter, dibutuhkan perhitungan untuk menentukan *cutoff* pada setiap nilai komponen (Datasheet AD8232). Rangkaian *High Pass Filter* (HPF) dari AD8232 dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Skematik *High Pass Filter*  
**Sumber :** (Datasheet AD8232)

Untuk menentukan nilai komponen dapat dilihat pada persamaan 1,2, dan 3.

$$R1 = R2 \geq 100 \text{ K } \Omega \tag{1}$$

$$C1 = C2 \tag{2}$$

$$R_{COMP} = 0.14 \times R1 \tag{3}$$

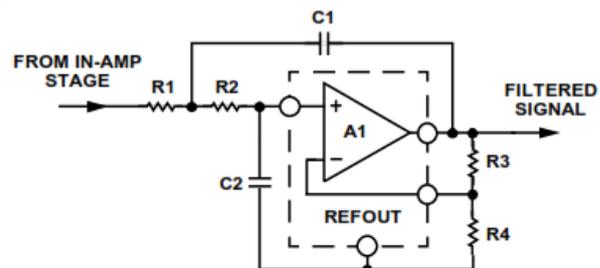
Frekuensi *cutoff* dapat dilihat pada persamaan 4.

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R1.C1.R2.C2}} \tag{4}$$

Keterangan :

- $f_c$  = Frekuensi *cutoff*, Hertz (Hz)
- R = Resistor, Ohm ( $\Omega$ )
- C = Kapasitor, Farad (F)
- $\Pi$  = Pi,  $\frac{22}{7}$  atau 3.14

Rangkaian *Low Pass Filter* (LPF) dari AD8232 dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Skematik *Low Pass Filter*  
**Sumber :** (Datasheet AD8232)

Untuk menentukan nilai komponen frekuensi *cutoff low pass filter* beserta gain (Datasheet AD8232), ditunjukkan pada persamaan 4 dan 5.

$$\text{Gain} = 1 + \frac{R3}{R4} \quad (5)$$

Arduino adalah pengendali mikro *single board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang (Kesuma, Dkk, 2016). Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai ADC (*Analog to Digital Converter*), merubah nilai analog menjadi nilai digital untuk kemudian akan ditampilkan pada PC atau Laptop. Bentuk dan rupa Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 4.

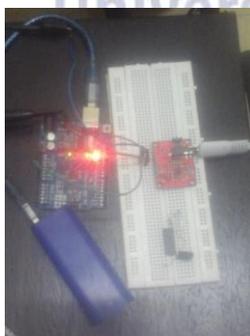


**Gambar 4.** Tampilan dan Bentuk Arduino Uno  
**Sumber :** (BDTronics.com)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Elektromiograf Untuk Mendeteksi Cedera Pergelangan Kaki (*Ankle*)

Terdapat beberapa pengujian yang dilakukan meliputi, pengujian alat sebelum di lapangan dan pengujian alat di lapangan. Rangkaian alat sebelum di lapangan (laboratorium) dapat dilihat pada Gambar 5.



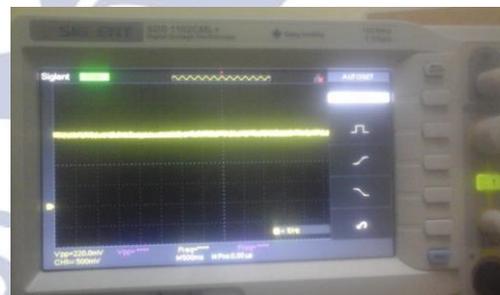
**Gambar 5.** Rangkaian Alat pada *Bread Board*  
**Sumber :** (Data Primer, 2019)

Gambar 5 merupakan gambar rangkaian alat pada *bread board* sebelum dilakukannya uji coba alat di lapangan atau di laboratorium dengan sumber *power bank*.



**Gambar 6.** Peletakkan Elektroda pada Kaki  
**Sumber :** (Data Primer, 2019)

Pemasangan atau peletakkan elektroda pada otot kaki nantinya akan berpengaruh pada pembacaan hasil sinyal yang diinginkan. Ditambahkannya elektrode dengan jarak letak lokasi yang berbeda dengan elektrode lainnya bertujuan sebagai titik beda potensial atau grounding. Pemasangan serta peletakkan elektroda ini nantinya akan menjadi titik referensi sinyal sebelum akan ditampilkan pada osiloskop. Tampilan sinyal yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor biopotensial (elektroda) akan ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.



**Gambar 7.** Tampilan Sinyal pada Osiloskop dengan Kondisi Tanpa Gerakan  
**Sumber :** (Data Primer, 2019)



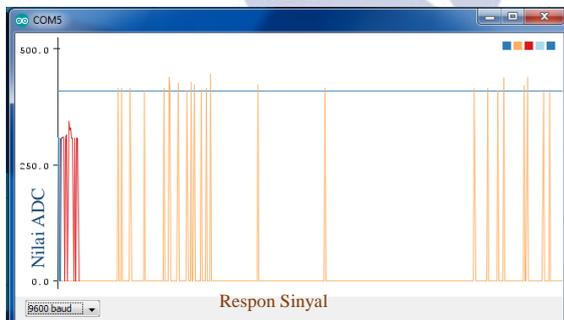
**Gambar 8.** Tampilan Sinyal pada Osiloskop dengan Kondisi Adanya Gerakan  
**Sumber :** (Data Primer, 2019)

Gambar 7 merupakan tampilan salah satu bentuk sinyal dengan kondisi tanpa adanya gerakan otot kaki atau kondisi kaki *relax* dan Gambar 8 adalah salah satu bentuk sinyal dengan kondisi adanya gerakan otot kaki (*flexy* atau *extency*).

Setelah dilakukannya pengujian alat di Laboratorium, peneliti mengambil data pasien di GOR (Gedung Olahraga) Bima Universitas Negeri Surabaya dan di tempat tinggal pasien. Selama di lapangan peneliti mendapatkan beberapa hasil data yang berbeda-beda berdasarkan dengan riwayat cedera masing-masing pasien. Tampilan perbedaan hasil data dilihat pada Gambar 9 dan 10.



**Gambar 9.** Salah Satu Tampilan Respon Sinyal Pasien dengan Riwayat Belum Pernah Mengalami Cedera pada *Serial Plotter* Arduino Uno dengan tegangan 2 Volt.  
**Sumber :** (Data Primer, 2019)



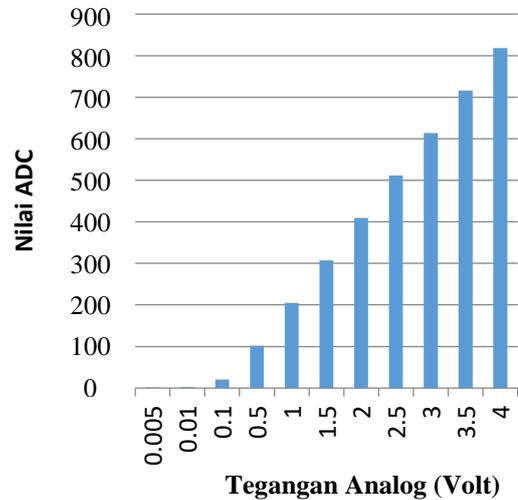
**Gambar 10.** Salah Satu Tampilan Respon Sinyal Pasien dengan Riwayat Pernah Mengalami Cedera pada *Serial Plotter* Arduino Uno dengan tegangan 2 Volt.  
**Sumber :** (Data Primer, 2019)

Penelitian ini membutuhkan tolok ukur untuk menentukan klasifikasi kondisi pasien. Klasifikasi kondisi pasien diperoleh dari perubahan nilai tegangan. Nilai ADC berasal dari sensor saat mendeteksi tegangan 0V-5V, kemudian diproses menjadi nilai digital yang sesuai resolusi data pengolahnya yaitu 10 bit (Arjitya, 2017). Perubahan nilai tegangan tersebut diperoleh dari persamaan 6.

$$\frac{\text{Resolution of the ADC}}{\text{System Voltage}} = \frac{\text{ADC Reading}}{\text{Analog Voltage}} \quad (6)$$

Keterangan :

- Resolution of the ADC* = Nilai desimal 10 bit, 1023
- System Voltage* = Tegangan input, 5V
- ADC Reading* = Pembacaan nilai ADC
- Analog Voltage* = Tegangan analog



**Gambar 11.** Hasil Konversi Nilai ADC  
**Sumber :** (Data Primer, 2019)

Dari hasil perhitungan konversi nilai ADC pada Gambar 11, data hasil perhitungan tersebut akan dijadikan tolok ukur pengujian alat untuk melihat perbedaan antara pasien dengan riwayat belum pernah mengalami cedera dan pasien dengan riwayat pernah mengalami cedera. Terdapat perbedaan hasil data pengujian alat di lapangan yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Hasil Data Pengujian Alat di Lapangan

Achmad Ibtihal Madarik Al-Fikry 25 Tahun			
A	Jenis Kelamin : Laki-laki	Status : Pelajar	Riwayat : Belum Pernah Cedera
No.	Tegangan (V)	Respon	Keterangan
1.	5m	√	Ada respon
2.	10m	√	Ada respon
3.	100m	√	Ada respon
4.	500m	√	Ada respon
5.	1	√	Ada respon
6.	1.5	-	Tidak ada respon
7.	2	-	Tidak ada respon
8.	2.5	-	Tidak ada respon
9.	3	-	Tidak ada respon
10.	3.5	-	Tidak ada respon
11.	4	-	Tidak ada respon

**Sumber :** (Data Primer, 2019)

Pada Tabel 1 dijelaskan bahwa data pasien atas nama saudara Achmad Ibtihal Madarik Al-Fikry yang berusia 25 tahun, jenis kelamin laki-laki dengan status pelajar dan riwayat belum pernah mengalami cedera memberikan respon sinyal tidak melebihi tegangan sebesar 1 Volt.

**Tabel 2.** Hasil Data Pengujian Alat di Lapangan

Fadhliyah Ollong, 21 Tahun			
B	Jenis Kelamin : Perempuan	Status : Pelajar Riwayat : Pernah Cedera	
No.	Tegangan (V)	Respon	Keterangan
1.	5m	√	Ada respon
2.	10m	√	Ada respon
3.	100m	√	Ada respon
4.	500m	√	Ada respon
5.	1	√	Ada respon
6.	1.5	√	Ada respon
7.	2	√	Ada respon
8.	2.5	-	Tidak ada respon
9.	3	-	Tidak ada respon
10.	3.5	-	Tidak ada respon
11.	4	-	Tidak ada respon

Sumber : (Data Primer, 2019)

Pada Tabel 2 dijelaskan bahwa data pasien atas nama saudari Fadhliyah Ollong yang berusia 21 tahun, jenis kelamin perempuan dengan status pelajar atlet dan riwayat pernah mengalami cedera memberikan respon sinyal tidak melebihi tegangan sebesar 2 Volt.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan, pada Rancang Bangun Elektromiograf (EMG) Berbasis Mikrokontroler untuk Mendeteksi Cedera Otot pada Pergelangan Kaki (*Ankle*) telah berhasil dibuat dengan menggunakan komponen-komponen yang terdiri dari tiga buah elektroda, AD8232, Arduino Uno, dan Laptop atau PC.

Data yang didapatkan selama pengujian di lapangan berdasarkan pada pengambilan data 10 pasien dengan riwayat kondisi belum pernah mengalami cedera dan 10 pasien dengan riwayat kondisi pernah mengalami cedera (Kondradsen, Dkk, 1997). Dari pengujian yang telah dilakukan di lapangan, terdapat perbedaan hasil data antara pasien dengan kondisi riwayat belum pernah mengalami cedera tidak memberikan respon melebihi tegangan yang ditentukan sebesar 1.5 Volt dan pasien dengan kondisi riwayat pernah mengalami cedera

memberikan respon tegangan maksimum sampai pada tegangan sebesar 2 Volt.

### Saran

Pada penelitian ini masih terdapat beberapa hal yang perlu disempurnakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya. Membuat desain alat yang lebih menarik. Memperbanyak data pengujian pasien dan bekerjasama dengan tenaga ahli medis untuk mendapatkan hasil yang lebih detail dan akurat. Dibutuhkan tampilan user interface yang lebih menarik untuk menampilkan sinyal EMG.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Dipetik April 12, 2019, dari BDTronics.com: <https://bdtronics.com/index.php/product/arduino-uno-r3-2/>
- Arjitya, F. M. 2017. Perancangan Prototipe Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560. 13. Dipetik Juni 17, 2019
- Bhosale, P. V., & Bhosale, P. K. 2015. Healthcare Based on IoT using Arduino and AD8232 Heart Rate Monitoring Chip. *Asian Journal of Convergence in Technology, II(III)*.
- Datasheet AD8232. Diambil kembali dari [www.analog.com/AD8232](http://www.analog.com/AD8232)
- Justitian, R. 2012. *Rancang Bangun Elektromiograf Berbasis Personal Computer*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Kesuma, I. B., Sudarma, M., & Swamardika, I. B. Desember 2016. Rancang Bangun Sistem Pengaman Berbasis Arduino Uno. *E-Journal Spektrum, 3(2)*. Dipetik Juni 18, 2019, dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/view/25377>
- Kondradsen, M. L., Voigt, M. P., & Hojsgaard, M. C. 1997. Ankle Inversion Injuries; The Role of the Dynamic Defense Mechanism. *The American Journal of Sports Medicine, 25(1)*, Materials and Methods; 54.
- Musianto, L. S. 2002. Perbedaan Pendekatan Kuantitatif dengan Pendekatan Kualitatif dalam Metode Penelitian. *Jurusan Manajemen & Kewirausahaan Vol. 4, No. 2*. Dipetik Juni 17, 2019, dari <http://jurnalmanajemen.petra.ac.id/index.php/man/article/view/15628/15620>
- Nugroho, B. S., & Ambardini, R. L. 2016, April. Tingkat Pengetahuan Atlet Tentang Cedera Ankle Dan Terapi Latihan Di Persatuan Sepakbola Telaga Utama. *Medikora Jurnal Ilmiah Kesehatan Olahraga, XV(1)*, 37. Dipetik Juni 17, 2019, dari <https://journal.uny.ac.id/index.php/medikora/article/view/10070>

Sumartiningsih, S. 2012, Juli. Cedera Keseleo pada Pergelangan Kaki (Ankle Sprains). *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia Volume 2. Edisi 1*. Diambil kembali dari <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/miki/article/view/2556>



**UNESA**

Universitas Negeri Surabaya