

Pendeteksian Sinyal Otot Lengan Manusia Menggunakan Sensor Otot EMG Berbasis Arduino Uno

Vincentius Ivan, Faisal Wahab
Universitas Katolik Parahyangan
Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika
Bandung, Indonesia
vincentiusivan77@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan perkembangan jaman, teknologi sensor sudah berkembang dengan cepat. Salah satu contoh sensornya adalah sensor otot EMG. Penggunaan sensor otot EMG ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kejenuhan otot manusia. Tingkat kejenuhan ini dapat diketahui dengan sinyal analog menjadi sinyal digital melalui proses ADC (*Analog to Digital Conversion*) di dalam sensor otot EMG (elektromiografi). Selanjutnya data sinyal digital ini diproses kembali di dalam Arduino agar dapat dikonversikan ke dalam besaran tegangan melalui *coding* yang sudah ada di dalam Arduino. Tujuan dari pengujian ini juga untuk mengetahui perubahan tegangan jika dilakukan gerakan pada otot tangan. Gerakan tangan yang dilakukan antara lain gerak mengepal, menekuk pada bagian pergelangan, gerak mengangkat beban, dan menekuk di bagian siku. Gerakan ini dilakukan agar tegangan yang ada di otot ketika relaksasi dan kontraksi dapat dibandingkan dan dianalisa hasil pengujianya. Hasil dari pengujian sensor untuk masing-masing gerakan baik itu dalam keadaan gerakan otot yang relaksasi ataupun kontraksi memiliki bentuk grafik sinyalnya masing-masing. Pengujian sensor otot pada lengan yang mengangkat beban 3kg dan 5kg memiliki hasil yang mirip dalam bentuk sinyal maupun nilai tegangan yang keluar, sehingga dapat disimpulkan sensor EMG hanya dapat membaca respon perubahan gerak otot saja.

Kata kunci: Sensor otot, Kejenuhan otot, Lengan, Arduino

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi, terdapat banyak sensor-sensor yang menarik untuk dipelajari agar fungsinya dapat dikembangkan lebih jauh lagi. Salah satu sensor tersebut adalah sensor otot EMG (elektromiografi) yang dimana otot ini dapat mendeteksi tegangan yang ada di dalam otot manusia [1]. Sensor otot ini dapat dikontrol oleh mikrokontroler Arduino [2,3,4] dan sensor ini sudah banyak digunakan di dalam peralatan dunia kesehatan saat ini. Beberapa contoh dari penerapan sensor ini, yaitu alat kelainan otot, alat bantu penderita stroke [5], dan alat bantu seperti prostetik untuk disabilitas seperti tunadaksa. Penerapan pada sensor tentunya dapat dikembangkan lebih lagi di berbagai bidang selain dalam kesehatan. Maka dari itu diperlukan penelitian kembali dari potensi sensor otot ini.

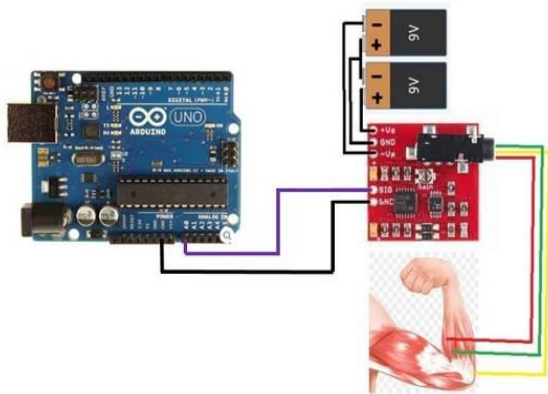
Pada penelitian sebelumnya (Hans, 2018) tentang perancangan penampil grafik sinyal ketegangan otot perut dengan menggunakan sensor EMG yang didapatkan kesimpulan bahwa besar kecilnya data yang diperoleh bias dipengaruhi oleh banyaknya lemak [6]. Kesimpulan dari Hans ini juga diperkuat oleh penelitian dari (Johanes, 2018) tentang pembacaan sinyal otot pada wajah dan sekitar kepala menggunakan EMG didapatkan kesimpulan bahwa nilai tegangan yang dihasilkan pada saat pengukuran bisa berbeda-beda dikarenakan lapisan lemak dan kekuatan pada tiap titik otot berbeda [7].

Penelitian pada jurnal ini akan lebih difokuskan pada pengujian respon sensor EMG pada otot bagian lengan manusia [8,9,10]. Kondisi respon yang diuji adalah kondisi dimana tangan diberikan beban yang berbeda-beda beratnya dan kondisi otot lengan saat kontraksi atau relaksasi [11].

II. METODE PENELITIAN

Pada bagian metodologi ini dijelaskan bagaimana penelitian ini dilakukan, sehingga bisa mendapatkan hasil dari beda potensial pada setiap gerakan lengan yang menjadi fokus percobaan. Metodologi terdiri dari 3 tahap, berikut penjelasan pada setiap tahapnya :

- Tahap 1
Pada tahap pertama semua komponen disambungkan sehingga terbentuk seperti pada gambar 1. Komponen elektrik tersebut terdiri dari papan Arduino Uno, *breadboard*, sensor EMG V.3, pad elektroda, jumper dan 2 baterai 9 volt.



Gambar 1. Rangkaian alat pengujian beda potensial pada otot lengan.

- Tahap 2
Setelah semua komponen sudah terhubung, kabel USB Arduino dihubungkan ke laptop. Program dimasukkan ke dalam Arduino Board dan dilanjutkan dengan penempelan pad elektroda pada bagian permukaan kulit yang ototnya ingin diteliti keluaran tegangannya.
- Tahap 3
Ketika pad elektroda sudah terpasang, tahap ini dilakukan dengan membuka *serial plot* pada *software* Arduino dan dilihat hasil keluaran grafik seberapa nilai tegangan yang terlihat. Pada tahap ini dilakukan dengan 2 kondisi otot, yaitu ketika keadaan otot relaksasi dan keadaan otot kontraksi. Keadaan itu dapat dilihat ketika tangan digerakan dan dapat dilihat perubahan nilai tegangan di grafik *serial plot*.



Gambar 2. Alur kerja system.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pendeteksian sinyal otot lengan manusia menggunakan sensor otot EMG ditemukan beberapa hasil percobaan dengan 5 kondisi yang berbeda. Berikut hasil dari percobaan sensor otot EMG pada lengan manusia:

- Hasil percobaan 1
Kondisi 1 merupakan kondisi dimana penelitian tegangan pada otot flexor carpi radialis diberikan 3 macam beban, yaitu 0 kg (tanpa beban), 3 kg dan 5 kg. Benda yang digunakan sebagai beban adalah barbel tangan. Pada penelitian ini didapatkan hasil tegangan, yaitu di bawah 3 volt semua. Namun bentuk grafik pada tanpa beban berbeda dengan bentuk grafik pada beban 3 kg dan 5 kg. Beban 3 kg dan 5 kg memiliki bentuk grafik yang serupa, seperti yang terlihat pada Gambar 3.

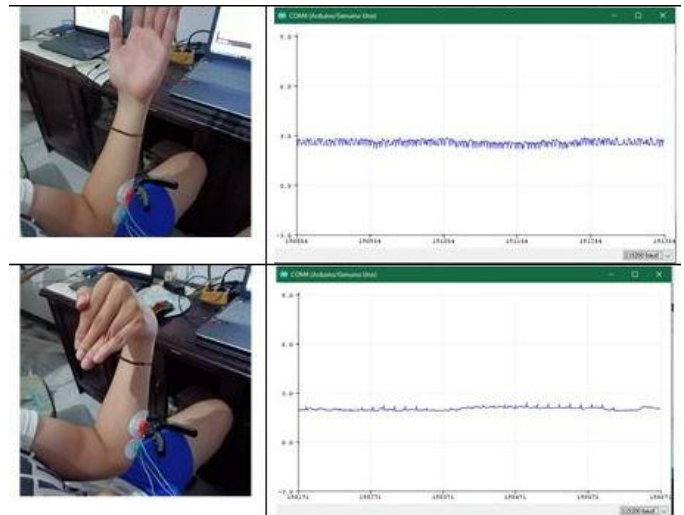


Gambar 3. Kondisi 1 : Tangan mengangkat beban benda sebesar 0kg, 3kg dan 5kg.

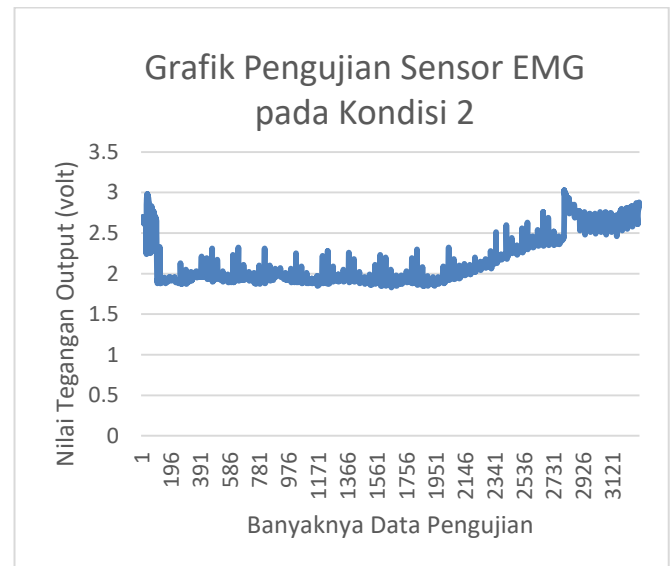
Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Otot EMG V.3 untuk Kondisi 1.

Tabel Hasil Pengujian Sensor Otot EMG V.3 Terhadap Beban yang Diangkat Oleh Tangan (Nilai Tegangan Rata-Rata)			
Kondisi	0 kg	3 kg	5 kg
1	< 3volt	< 3volt	< 3volt

- Hasil percobaan 2
Kondisi 2 merupakan kondisi dimana pergerakan pada bagian pergelangan tangan yang menekuk, lalu dicari nilai tegangan yang dapat dibaca oleh sensor otot. Langkah pertama dicari dahulu nilai tegangan dengan tangan yang tidak menekuk dalam kondisi ini otot berelaksasi, lalu dicari kembali nilai tegangan dengan kondisi tangan yang menekuk yang dimana kondisi otot berkontraksi. Hasil grafik nilai tegangan pada setiap 100 milisekon pada kondisi 2 dapat dilihat pada Gambar 4. Pada kondisi otot berelaksasi menghasilkan nilai tegangan rata-rata 1.93 volt. Nilai tegangan rata-rata ketika otot berkontraksi yang didapatkan adalah 2.6 volt.

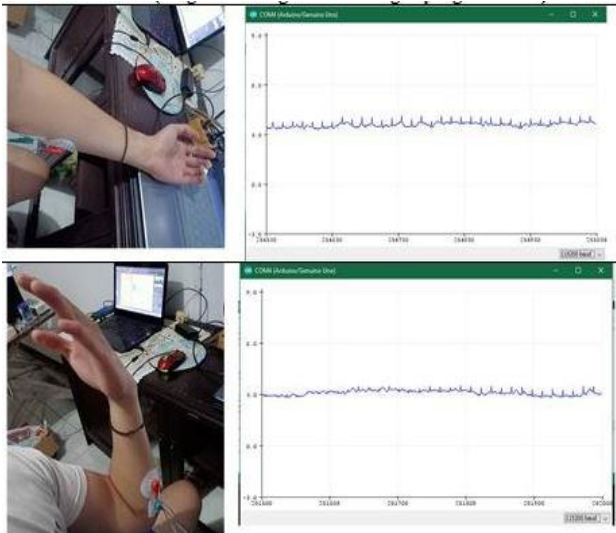


Gambar 4. Kondisi 2 : Pergerakan pergelangan tangan yang menekuk.

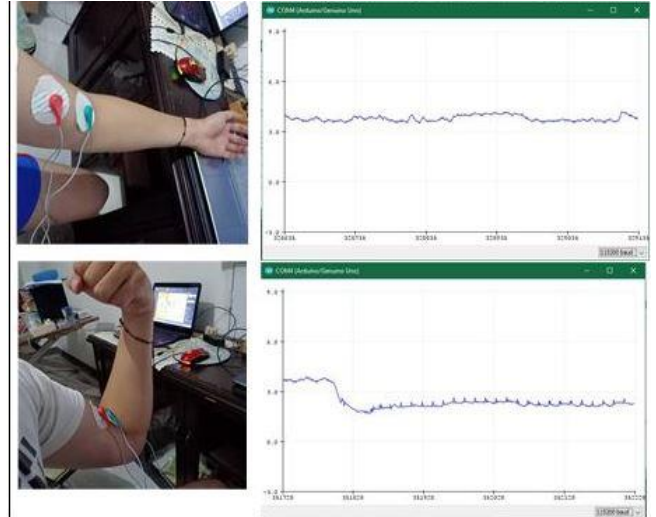


Gambar 5. Grafik pengujian sensor EMG (kondisi 2) dari kondisi otot relaksasi menjadi kondisi otot kontraksi.

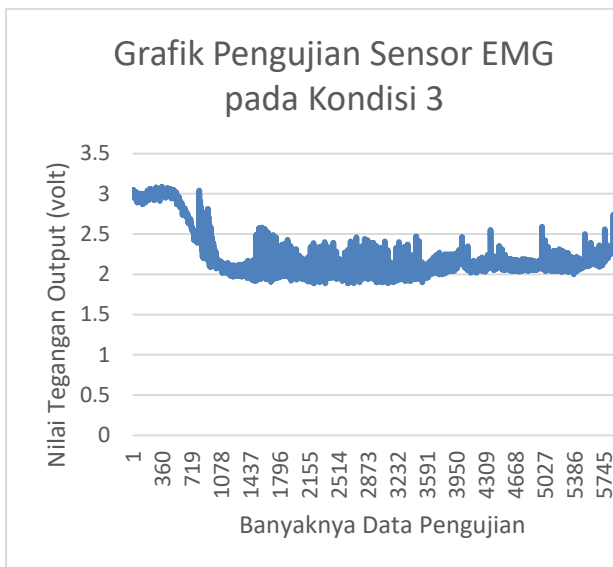
- Hasil percobaan 3
Kondisi 3 merupakan kondisi dimana pergerakan pada bagian siku tangan yang menekuk dengan letak elektroda masih sama dengan kondisi 2, yaitu pada bagian otot *flexor carpi radialis*. Hasil tegangan rata-rata yang terdeteksi oleh sensor ketika kondisi otot relaksasi adalah 2.99 volt, seperti yang terlihat pada Gambar 6. Hasil tegangan rata-rata berbeda ketika otot berkontraksi, tegangan rata-rata tersebut bernilai 2 volt.



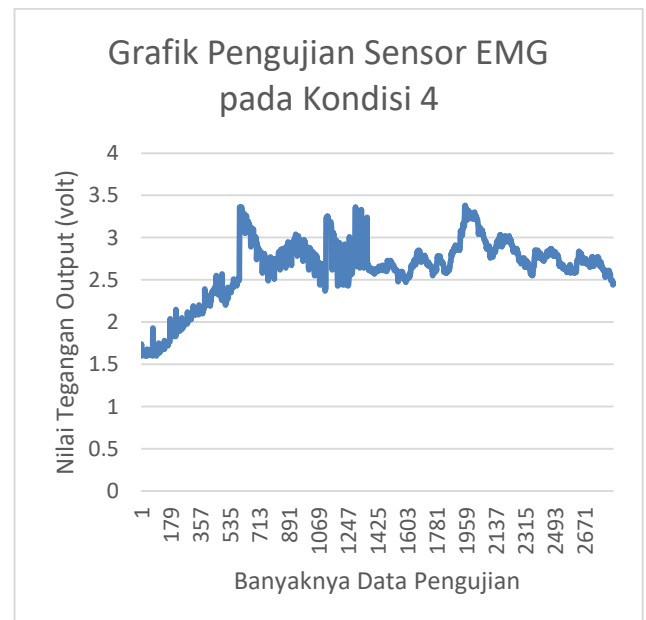
Gambar 6. Kondisi 3 : Pergerakan bagian siku tangan yang menekuk dengan letak elektroda pada otot *Flexor Carpi Radialis*.



Gambar 8. Kondisi 4 : Pergerakan bagian siku tangan yang menekuk dengan letak elektroda pada otot *Biceps Brachii*.



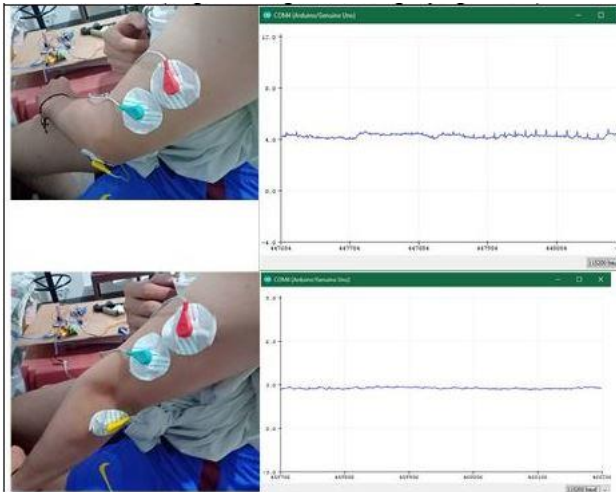
Gambar 7. Grafik pengujian sensor EMG (kondisi 3) dari kondisi otot relaksasi menjadi kondisi otot kontraksi.



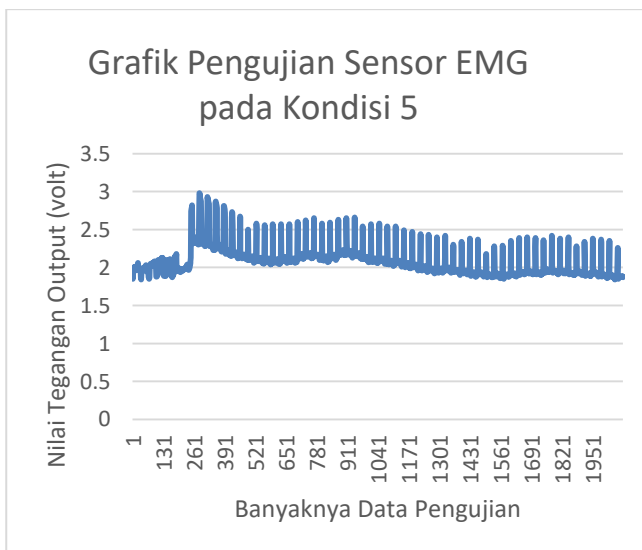
Gambar 9. Grafik pengujian sensor EMG (kondisi 4) dari kondisi otot relaksasi menjadi kondisi otot kontraksi.

- Hasil percobaan 4
Kondisi 4 merupakan kondisi dimana pergerakan pada bagian siku tangan yang menekuk dengan letak elektroda yang berbeda dengan kondisi 2 dan 3, yaitu pada bagian otot *biceps brachii*. Hasil tegangan rata-rata yang terdeteksi oleh sensor ketika kondisi otot relaksasi adalah 1.75 volt, namun berbeda dengan hasil tegangan yang terdeteksi pada kondisi ketika otot berkontraksi. Hasil tegangan rata-rata tersebut bernilai 2.65 volt. Grafik dan kondisi otot tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.

- Hasil percobaan 5
Kondisi 5 merupakan kondisi dimana pergerakan pada bagian siku tangan yang melurus dengan letak elektroda di bagian otot *brachialis*. Hasil tegangan rata-rata yang terdeteksi oleh sensor ketika kondisi otot relaksasi adalah sekitar 1.99 volt. Berbeda dengan tegangan yang terdeteksi oleh sensor ketika kondisi otot berkontraksi, hasil tegangan rata-rata tersebut bernilai sekitar 2.3 volt. Grafik dan kondisi otot tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Kondisi 5 : Pergerakan bagian siku tangan yang melurus dengan letak elektroda pada otot Brachialis.



Gambar 11. Grafik pengujian sensor EMG (kondisi 5) dari kondisi otot relaksasi menjadi kondisi otot kontraksi.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Otot EMG V.3 untuk Kondisi 2,3,4,5.

Tabel Hasil Pengujian Sensor Otot EMG V.3		
Kondisi	Keadaan Otot Relaksasi (Nilai Tegangan Rata-Rata)	Keadaan Otot Kontraksi (Nilai Tegangan Rata-Rata)
2	1.93 volt	2.6 volt
3	2.99 volt	2 volt
4	1.75 volt	2.65 volt
5	1.99 volt	2.3 volt

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sensor EMG hanya

merespon tegangan yang dihasilkan dari pergerakan otot lengan, bukan pada kondisi otot lengan mengangkat beban benda yang berbeda. Hasil pengujian tegangan sinyal yang didapatkan dari lengan mengangkat beban benda tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hasil tegangannya yaitu di bawah 3 volt.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah pengujian sensor EMG untuk pemicu geraknya aktuator seperti motor servo yang dapat diaplikasikan pada alat otomatis lainnya.

REFERENSI

- [1] (2013) *Three-lead Differential Muscle / Electromyography Sensor for Microcontroller Applications*. [Online]. Available: https://www.pololu.com/file/download/Muscle_Sensor_v3_users_manual.pdf?file_id=0J745
- [2] Kadir. A, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2013.
- [3] (2018) *Getting Started with Arduino Uno*. [Online]. Available: <https://www.Arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>
- [4] Firdhan. T. A, "Deteksi Kejenuhan Seluruh Otot Manusia Menggunakan Sensor EMG Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno", *Seminal Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomatis (SNIKO)*, 2018.
- [5] Iqbal. G W, "Rancang Bangun Prototype Robot Tangan Untuk Terapi Penyandang Disabilitas Pasca Stroke Berbasis EMG Menggunakan Algoritma Extreme Learning Machine" Skripsi Sarjana S1, Universitas Jember, 2018.
- [6] Hans.Y.G, "Perancangan Penampil Grafik Sinyal Ketegangan Otot Perut Dengan Menggunakan Sensor Elektromiografi", *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomatis (SNIKO)*, 2018.
- [7] Johannes. C. A. P, "Pembacaan Sinyal Otot pada Wajah dan Sekitar Kepala Menggunakan Sensor Elektromiografi", *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO)*, 2018.
- [8] Muhammad.J .U, "Klasifikasi Gelombang Otot Lengan pada Robot Manipulator Menggunakan Support Vector Machine", *Rekayasa (Journal of Science and Technology)*, 2019.
- [9] (2020) *Naming Skeletal Muscles*. [Online]. Available: <https://courses.lumenlearning.com/suny-mcc-ap1/chapter/naming-skeletal-muscles/>
- [10] Indah. P, "Electromyography in Ergonomics", *Jurnal Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)2*, ISSN:2339-028X, 2014.
- [11] Dhityo. Y, "Deteksi Kelelahan Otot Menggunakan Sinyal EMG dan Detektor Gaya pada Gerak Dasar Ekstensi dan Fleksi Knee-Joint untuk Evaluasi Penggunaan Functional Electrical Stimulation pada Sistem Rehabilitasi Lower Limb", Tugas Akhir Sarjana S1, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.