

# Deteksi Sinyal Otot Manusia pada Android Menggunakan Sensor Elektromiografi Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO

<sup>1</sup>Tyle Yan H.H Lukar\*), <sup>1</sup>Florentinus Budi Setiawan

<sup>1</sup>Program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata

Semarang, Indonesia

[tyle.yan97@gmail.com](mailto:tyle.yan97@gmail.com)\*)

## Abstrak

Saat ini perkembangan dunia medis sudah sangat maju, diantaranya dalam bidang Biomedis. Pada bidang tersebut terdapat alat sensor Elektromiografi yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal otot pada manusia sehingga memudahkan kita dalam mengukur sinyal otot pada manusia. Sinyal Elektromiografi mempunyai amplituda yang sangat kecil maka dibutuhkan suatu komponen tambahan yaitu elektroda gel, sebagai media untuk mendeteksi sinyal otot tersebut. Pada kesempatan ini penulis membuat alat untuk mendeteksi sinyal otot tubuh manusia menggunakan hasil output sinyal Elektromiografi. Hasil sinyal tersebut dikuatkan oleh IC Op-Amp AD620 sebanyak 500 kali dan komparator dalam mode *Inverting* serta *Buffer*. Setelah itu diinputkan ke Mikrokontroler Arduino, yang terbagi menjadi dua hasil output yaitu menampilkan hasil pengukuran tersebut ke LCD dan Bluetooth HC-05 yang sudah terkoneksi dengan *smartphone* android, sehingga hasil tersebut dapat muncul pada aplikasi *smartphone* android. Aplikasi yang digunakan untuk memunculkan hasil keluaran sinyal otot pada *smartphone* yaitu Bluetooth Terminal HC-05.

**Kata Kunci:** elektroda, elektromiografi, amplifier, mikrokontroler arduino, bluetooth hc-05, smartphone android.

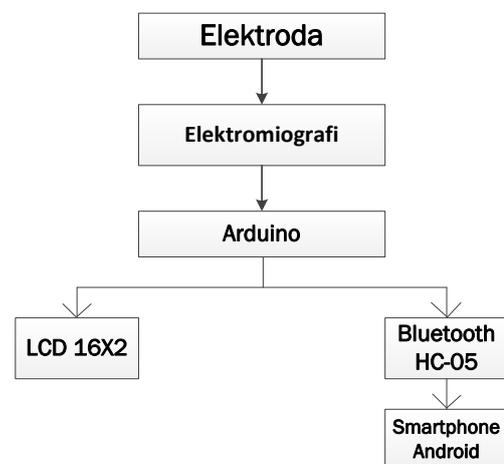
## 1 Pendahuluan

Dalam melakukan kegiatan sehari-hari seseorang menggunakan banyak otot yang ada dalam tubuh. Bila sering beraktivitas menggunakan otot yang berlebih untuk bekerja keras khususnya otot pada tangan, perut, dan leher biasanya akan mengalami kram, sakit pinggang, keseleo, terkilir, dan masih banyak lagi. Untuk mendeteksi otot-otot tersebut maka dibutuhkan sensor alat yang bernama Elektromiografi. Pada dasarnya semua titik otot pada manusia dapat mengeluarkan sinyal elektrik yang dapat difungsikan untuk mengetahui ukuran otot.

Elektromiografi digunakan untuk mengukur aktivitas listrik yang dihasilkan oleh pergerakan zat  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  didalam jaringan otot tubuh [1]. Agar terjadi sinyal tegangan pada otot manusia maka dibutuhkan elektroda. Proses terjadinya tegangan dibagi menjadi tiga yaitu Polarisation (otot

ditegangkan), Depolarisation (otot dilemaskan), dan Repolarisation (fase istirahat)[2]. Sinyal EMG terdiri oleh tegangan dari MUAP[3], sehingga saat melakukan kontraksi pada otot, maka akan mengalami perubahan masa otot sehingga menimbulkan suatu gelombang yang disebut MUAP (*Motor Unit Action Potential*). Beda potensial saat kontraksi otot ini akan diukur menggunakan sensor EMG (*Electromyograph*), dengan memasang elektroda ke bagian permukaan kulit otot yang akan diukur dilakukan penguatan sebesar 500x dengan menggunakan AD620 dan komparator dual op-amp menggunakan TL062 dengan mode *Inverting* dan *Buffer*. Agar sinyal tegangan dapat terbaca pada rangkaian *Low Pass Filter* dengan *envelope detector* untuk mendapatkan hasil rata-rata sinyal otot yang dikeluarkan menjadi tegangan DC[2]. Sinyal *output* tersebut masuk ke mikrokontroler arduino untuk mengirimkan data digital dan ditampilkan pada LCD serta Bluetooth HC-05 yang telah terhubung dengan pin RX-TX pada Arduino. Bluetooth HC-05 harus sudah terkoneksi pada Bluetooth android sehingga pada aplikasi Bluetooth Terminal HC-05 di android akan menerima data yang dikirim melalui Bluetooth HC-05.

Berikut blok diagram dari perancangan sistem alat tersebut.



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem Alat

## 2 Studi Pustaka

### 2.1 Elektroda

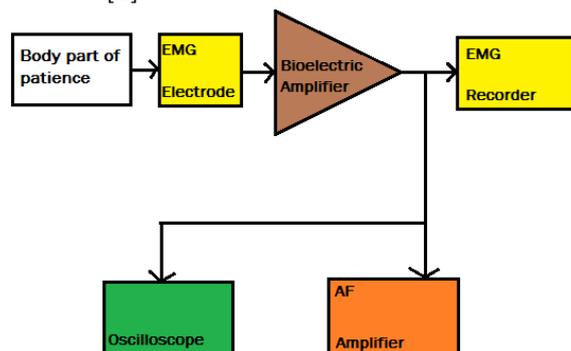
Merupakan alat sebagai penghubung yang bersifat kimiawi antara permukaan kulit dan bagian metal dari elektroda. Jenis yang digunakan dalam perancangan system ini yaitu menggunakan elektroda jenis gel. Adanya reaksi oksidatif dan reduktif pada permukaan metal dan gel tersebut yang membuat pengukuran pada sinyal otot dapat akurat karena *noise* yang masuk jauh lebih sedikit[2].



Gambar 2. Elektrode Perak Klorida dilapisi Gel

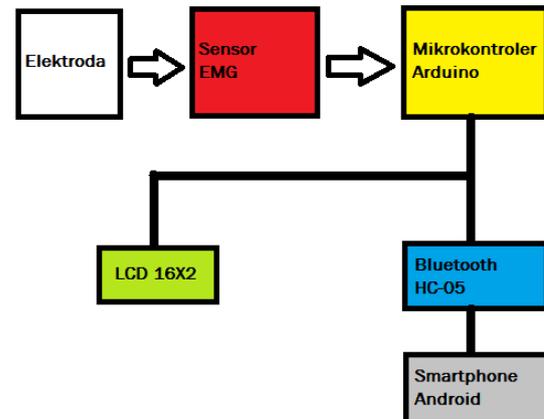
### 2.2 Elektromiografi (EMG)

Elektromiografi merupakan suatu teknik untuk mengevaluasi dan rekaman aktivitas listrik pada tegangan otot. Untuk menghasilkan suatu rekaman aktivitas listrik biasanya disebut Elektromiogram. Cara kerja EMG dengan mendeteksi potensial listrik yang dihasilkan sel-sel otot saat *neurologis* atau sel-sel elektrik diaktifkan, sehingga sinyal tersebut dapat dianalisis untuk mendeteksi kelainan medis pada gerakan manusia[2].



Gambar 3. Blok Diagram Elektromiografi

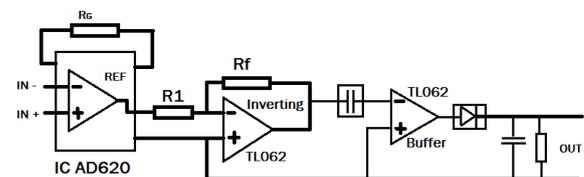
## 3. Rancangan Peralatan



Gambar 4. Rancangan Alat

### 3.1 Rangkaian Analog

Pada rangkaian EMG yang dibuat ini, sensor EMG berfungsi sebagai rangkaian analog. Rangkaian ini terdiri dari tiga komponen Op-Amp, Op-Amp pertama yang digunakan yaitu IC AD620, karena memiliki fungsi dari penguat instrumentasi sendiri dalam menguatkan sinyal otot dari EMG. Op-Amp kedua ialah dual Op-Amp yang diaplikasikan pada mode *Inverting* dan *Buffer* serta penyearah setengah gelombang. Untuk TL062 dipasang pada mode *Inverting* sehingga mempermudah pengaturan sinyal keluaran amplituda yang dihasilkan dari penguatan masukan. Op-Amp ketiga dimasukkan sinyal ke *Buffer Amplifier* yang diberi diode dan *Envelope Detector* pada keluarannya[2]. Tujuan dari proses penyearahan dan pemfilteran agar merata-rata sinyal otot yang telah dikuatkan menjadi sinyal DC sehingga dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler Arduino Uno.



Gambar 5. Rangkaian EMG

#### 3.1.1 IC AD 620

IC AD620 dipilih karena didasari dari pengaplikasian dalam *datasheet* produk tersebut serta sangat efisien karena hanya membutuhkan satu buah resistor dalam menentukan nilai penguatnya[2][4]. Berikut rumus untuk menentukan nilai resistor yang akan digunakan dan penguat yang dihasilkan sebagai berikut :

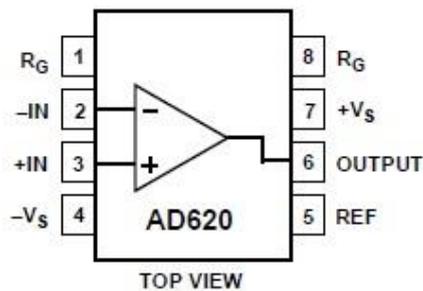
$$R_G = \frac{49.4k\Omega}{G - 1} \quad (1)[7]$$

Keterangan :

$R_G$  : Nilai resistor yang akan digunakan

$G$  : Nilai penguatan yang diinginkan

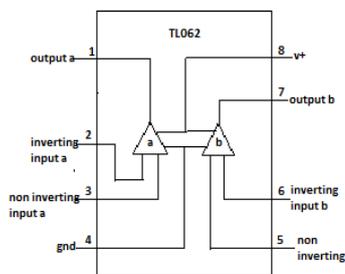
Sehingga nilai penguatan dalam tugas akhir ini adalah 500 kali, serta resistor yang digunakan adalah 100 $\Omega$ .



Gambar 6. Pinout IC AD620

### 3.1.2 Dual Op-Amp TL062

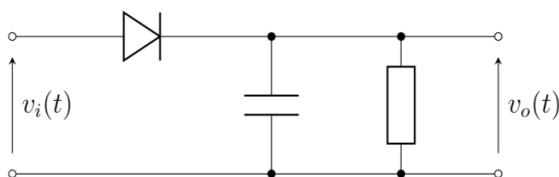
IC TL062 dipilih karena didasari atas tingginya impedansi masukan dari Op-Amp. IC ini digunakan dalam mode *Inverting* dan *Buffer*, sehingga menguatkan sinyal yang dihasilkan AD620[2].



Gambar 7. IC TL062

### 3.1.3 Envelope Detector

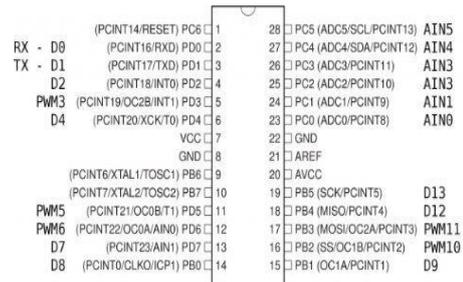
*Envelope Detector* merupakan rangkaian yang terdiri dari sebuah dioda, sebuah resistor dan sebuah kapasitor. Dioda sebagai menyearahkan setengah gelombang, lalu resistor dan kapasitor berfungsi sebagai *Low Pass Filter*[2].



Gambar 8. Rangkaian *Envelope Detector*

## 3.2 Rangkaian Digital

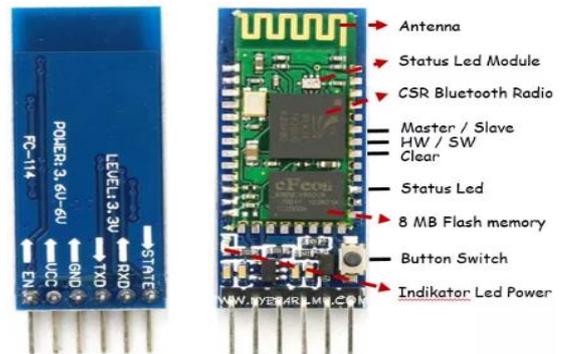
Rangkaian digital ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang terdapat ATmega328. Pada konfigurasiya memiliki 14 pin *input/output* dimana 6 pin digunakan sebagai *output PWM*, 6 *input analog*, 16 MHz crystal osilator, koneksi USB, *jack power*, ICSP header dan tombol reset. *Board* Arduino menyupport dua sumber masukan yaitu kabel USB dan adaptor AC ke DC 7-12volt[6].



Gambar 9. Konfigurasi Pinout Arduino Uno

### 3.3 Bluetooth HC-05

Merupakan alat komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz agar dapat mempermudah koneksi dengan laptop dan *handphone*. Modul *Bluetooth* HC-05 terdapat 6 pin konektor, setiap pin konektor mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Modul *Bluetooth* HC-05 di *supply* tegangan sebesar 3.6V - 6V[8].



Gambar 10. Modul *Bluetooth* HC-05

### 3.4 Smartphone Android

*Smartphone* android merupakan sistem operasi perangkat lunak, bertugas untuk melakukan kontrol dan manajemen perangkat keras serta beroperasi pada dasar sistem termasuk menjalankan *software* aplikasi pada *smartphone*. Pada pengujian alat ini *smartphone* digunakan untuk menjadi salah satu *output* dari keluaran alat ini. Agar dapat mengirimkan hasil data keluaran tersebut maka *Bluetooth* pada

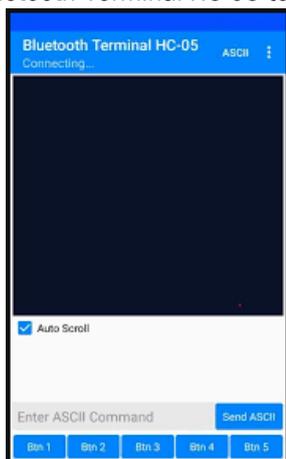
smartphone harus terhubung dengan *Bluetooth* hc-05.



Gambar 11. Contoh Smartphone

### 3.5 Aplikasi *Bluetooth* Terminal HC-05

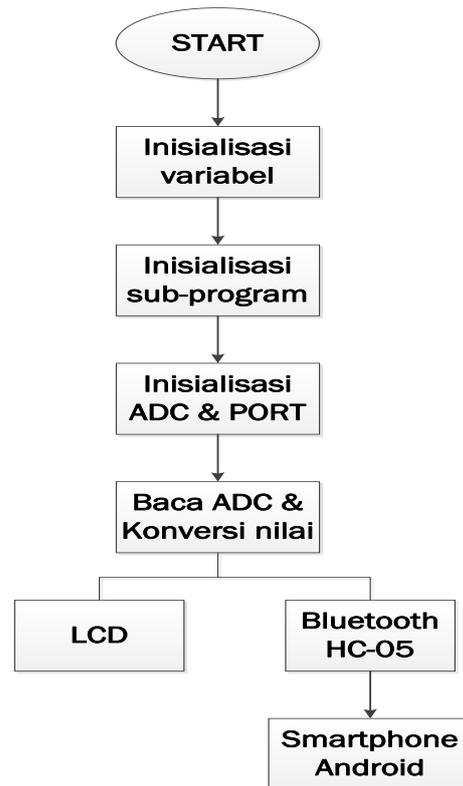
Ini adalah aplikasi terakhir yang digunakan pada android untuk menerima data dari *Bluetooth* HC-05. Aplikasi *Bluetooth* Terminal HC-05 adalah salah satu aplikasi yang dapat menghubungkan android dengan alat mikrokontroler sinyal otot yang sudah menggunakan komunikasi *Bluetooth* secara serial. Sehingga data yang diterima dapat dimunculkan dalam aplikasi android yang bernama *Bluetooth* Terminal HC-05 tersebut.



Gambar 12. Tampilan Aplikasi *Bluetooth* Terminal HC-05

### 3.6 Algoritma program

Pada bagian ini dijelaskan secara singkat mengenai algoritma yang dipakai dalam pembuatan program yang dipakai untuk menampilkan hasil keluaran sinyal otot dari alat EMG ke *Bluetooth* HC-05.

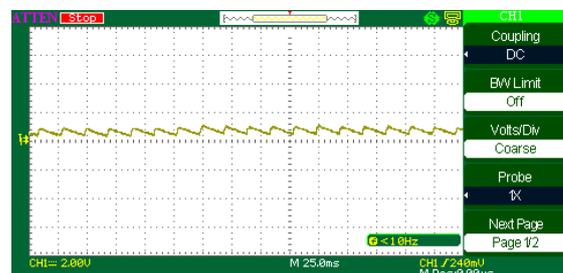


Gambar 13. Diagram Algoritma Program

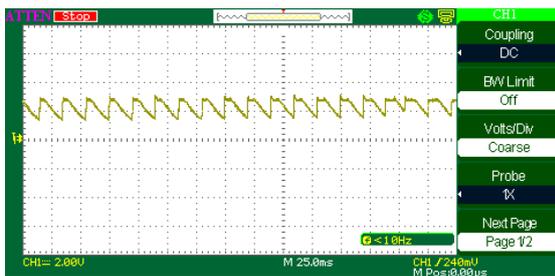
## 4 Hasil Pengujian

Pada dibawah ini adalah hasil pengujian alat, dimana terdapat hasil sinyal dari tiga titik otot tersebut pada sinyal osiloskop dan hasil tegangan keluaran otot pada android.

Hasil pengujian terhadap tiga titik otot orang pertama atau dikategorikan mempunyai badan yang kurus.



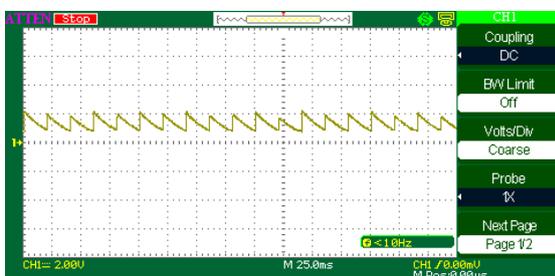
Gambar 14. Hasil Sinyal Otot *Platysma* saat Relaksasi



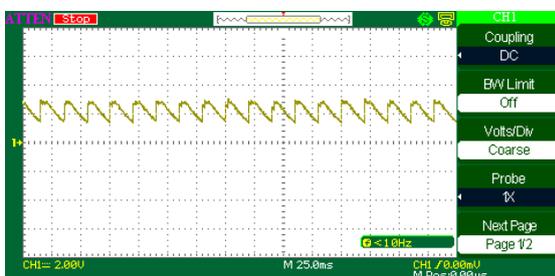
Gambar 15. Hasil Sinyal Otot *Platysma* saat Kontraksi



Gambar 16. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot *Platysma* Kontraksi



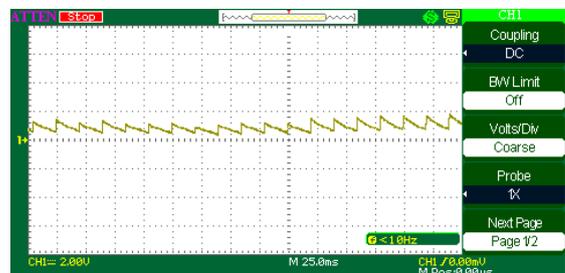
Gambar 17. Hasil Sinyal Otot Tangan Bisep saat Relaksasi



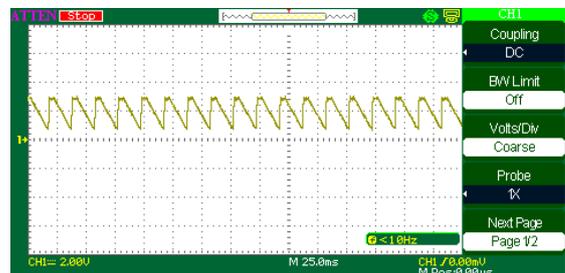
Gambar 18. Hasil Sinyal Otot Tangan Bisep saat Kontraksi



Gambar 19. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot Tangan Bisep Kontraksi



Gambar 20. Hasil Sinyal Otot Perut saat Relaksasi

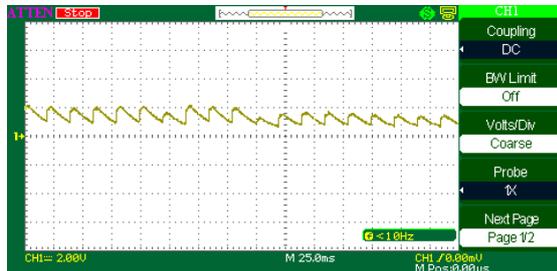


Gambar 21. Hasil Sinyal Otot Perut saat Kontraksi

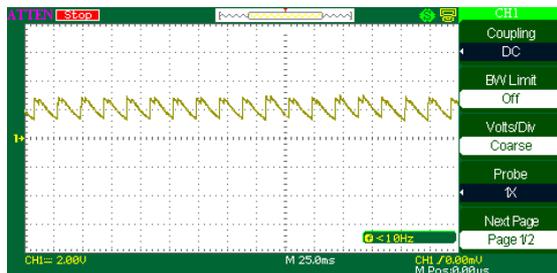


Gambar 22. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot Perut Kontraksi

Hasil pengujian terhadap tiga titik otot orang kedua atau dikategorikan mempunyai berat badan yang normal.



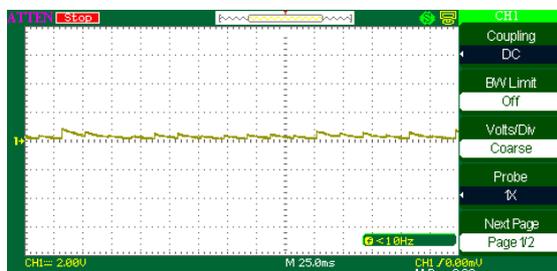
Gambar 23. Hasil Sinyal Otot *Platysma* saat Relaksasi



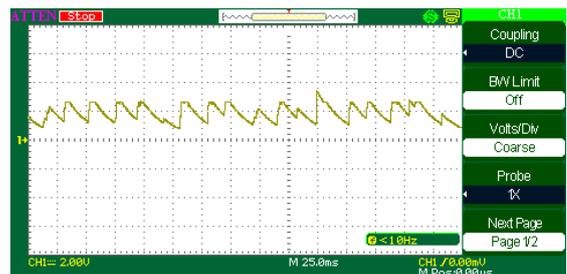
Gambar 24. Hasil Sinyal Otot *Platysma* saat Kontraksi



Gambar 25. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot *Platysma* Kontraksi



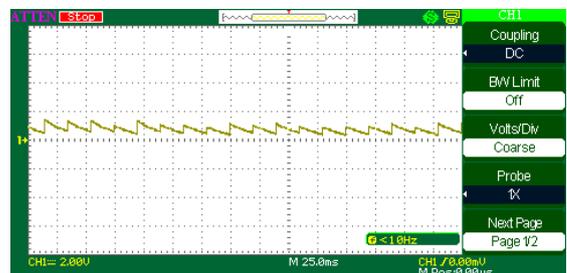
Gambar 26. Hasil Sinyal Otot Tangan Bicip saat Relaksasi



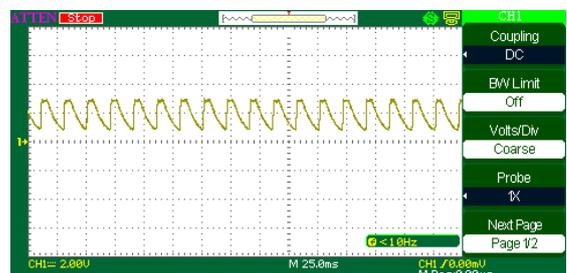
Gambar 27. Hasil Sinyal Otot Tangan Bicip saat Kontraksi



Gambar 28. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot Tangan Bicip Kontraksi



Gambar 29. Hasil Sinyal Otot Perut saat Relaksasi

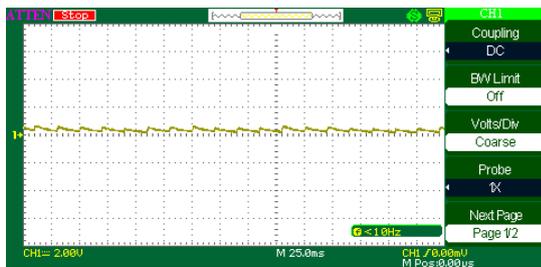


Gambar 30. Hasil Sinyal Otot Perut saat Kontraksi

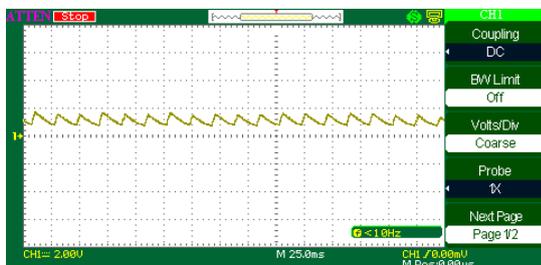


Gambar 31. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot Perut Kontraksi

Hasil pengujian terhadap tiga titik otot orang ketiga atau dikategorikan mempunyai berat badan yang lebih.



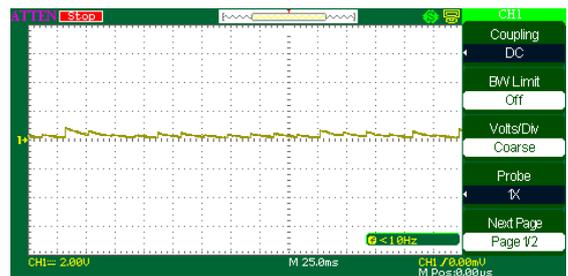
Gambar 32. Hasil Sinyal Otot Platysma saat Relaksasi



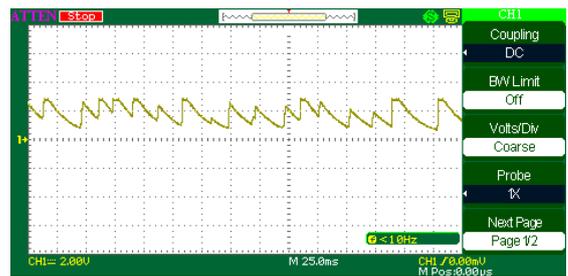
Gambar 33. Hasil Sinyal Otot Platysma saat Kontraksi



Gambar 34. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot Platysma Kontraksi



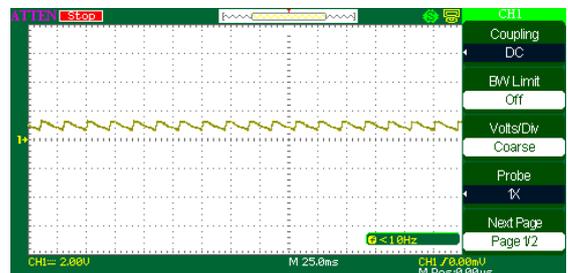
Gambar 35. Hasil Sinyal Otot Tangan Bisep saat Relaksasi



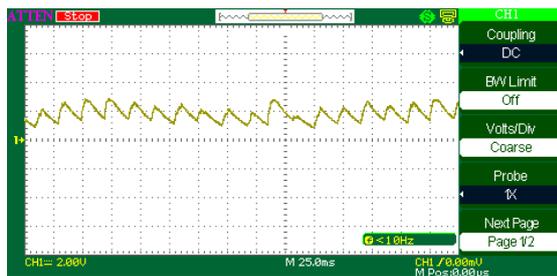
Gambar 36. Hasil Sinyal Otot Tangan Bisep saat Kontraksi



Gambar 37. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot Tangan Bisep Kontraksi



Gambar 38. Hasil Sinyal Otot Perut saat Relaksasi



Gambar 39. Hasil Sinyal Otot Perut saat Kontraksi



Gambar 40. Hasil Pengukuran dari Smartphone saat Otot Perut Kontraksi

## 5. Kesimpulan

Pada pengujian alat ini, penulis melakukan pengukuran pada tiga titik otot berbeda dengan kriteria orang yang berbeda. Ketiga titik otot tersebut terdiri dari otot *platysma*, otot tangan bisep dan otot perut di setiap orangnya, dimana hasil pengukuran tegangan sinyal otot akan berbeda-beda. Dari hasil pengukuran otot *platysma* paling kecil sebesar 1420mV dan paling besar 2170mV. Hasil pengukuran otot tangan bisep paling kecil yaitu 2330mV dan paling besar yaitu 2390mV. Hasil pengukuran otot perut paling kecil yaitu 2040mV dan paling besar yaitu 2710mV.

## Daftar Pustaka

- [1] Kevin Eka Pramudita, F Budi Setiawan, Siswanto, "Interface and display of Electromyography signal wireless

measurements", International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), 2014.

- [2] Ricky Fajar Adiputra, Florentinus Budi Setiawan, "ROBOT ARM CONTROLLED BY MUSCLE TENSION BASED ON ELECTROMYOGRAPHY AND PIC18F4550", Int. Conf. on Information Tech., Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), Oct 19-21<sup>st</sup>, 2016.
- [3] Florentinus Budi Setiawan, Siswanto, "Electromyography (EMG) Signal Compression using Sinusoidal Segmental Model", International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), 2015.
- [4] Nasiqin, Imam, Arif Surtono dan Gurum Ahmad Pauzi, "Rancang Bangun Penguat Biopotensial Elektrokardiografi(EKG) Berbasis AD620", JURNAL Teori dan Aplikasi Fisika, 2015.
- [5] Konrad, Peter. The ABC of EMG : A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography. April 2005.
- [6] Arduino datasheet, octopart, 2014.
- [7] AD620 datasheet, Analog Device, 2010.
- [8] HC-05 datasheet, ITEad Studio, 2010.
- [9] J. Gotuzzo, S. Vu, S. Dee and K. George, "Electromyography Based Orthotic Arm and Finger Rehabilitation System," 2018 *IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI)*, New York City, NY, USA, 2018, pp. 338-339.
- [10] Yohanes Oxa Wijaya, Florentinus Budi Setiawan, Siswanto, "Desain dan Implementasi Alat Pengukur Ketegangan Otot", Industrial Research Workshop and National Seminar, 2014.
- [11] Florentinus Budi Setiawan, Siswanto, "Multi Channel Electromyography (EMG) Signal Acquisition using Microcontroller with Rectifier", Int. Conf. on Information Tech., Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), Oct 19-21<sup>st</sup>, 2016.
- [12] Rizki Multajam dan Mada Sanjaya, "DESAIN DAN ANALISIS ELECTROMYOGRAPHY (EMG) SERTA APLIKASINYA DALAM MENDETEKSI SINYAL OTOT", ALHAZEN Journal of Physics, Vol. 2, No. 2, 2016.