

## PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PENGENDALI SAKLAR PERANGKAT ELEKTRONIK DALAM SUATU RUANGAN MENGGUNAKAN ELEKTROMIOGRAFI DAN MIKROKONTROLER SECARA NIRKABEL

Rendra L : [Ralaksana@gmail.com](mailto:Ralaksana@gmail.com)<sup>1</sup>, Achmad Rizal <sup>2</sup>, M. Ary Murti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

Elektromiografi (EMG) adalah sebuah teknik yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik yang dihasilkan oleh kontraksi otot manusia. EMG didesain dan digunakan untuk kebutuhan riset medis dan diagnosa penyakit. Namun seiring berkembangnya teknologi, kini EMG sudah mulai diaplikasikan pada sistem kontrol seperti robotika. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dan implementasi pengendali saklar perangkat elektronik dalam suatu ruangan menggunakan elektromiograf dan mikrokontroler secara nirkabel. EMG digunakan untuk menghasilkan sinyal masukan berupa elektromiogram yang kemudian diolah oleh mikrokontroler. Elektromiogram tersebut dikonversi menjadi sebuah perintah yang kemudian dikirimkan ke XBee transmitter. Selanjutnya XBee transmitter mengirimkan perintah ke XBee receiver secara nirkabel. Perintah yang diterima oleh XBee receiver akan diteruskan ke mikrokontroler kedua. Mikrokontroler ini akan mengartikan perintah yang telah diterimanya sebagai perintah membuat power relay on atau off. Tugas akhir ini telah berhasil diimplementasikan dan dari pengujian berhasil didapatkan beberapa kesimpulan berikut. EMG telah berhasil diimplementasikan dengan kemampuan menguatkan sinyal masukan sebesar 2563,432 kali. EMG tersebut akan menyadap elektromiogram yang fekuensi nya berada di antara 46 Hz - 520 Hz. Jarak maksimal antara pengguna dan perangkat untuk sistem dapat bekerja 100% adalah 30 meter pada area line of sight dan 15 meter pada area dengan obstacle. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan adalah berupa tingkat akurasi pengendalian yang bernilai 84,167%. Sistem pada tugas akhir ini diimplementasikan dan bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan awal.

**Kata Kunci :** Elektromiografi, EMG, robotika, elektromiogram, mikrokontroler, nirkabel, XBee, transmitter, receiver, power relay, line of sight, obstacle, akurasi.

### Abstract

Electromyography (EMG) is a technique that is used to records electrical activity produced by human's muscle contraction. EMG was designed and used to medical research needs and diseases diagnosis. But as technology developed, this day EMG has been applied in control system such as robotics. In this final year project had been done design and implementation wireless electronic device switch control using electromyograph and microcontroller. EMG used to produce information signal formed in electromyogram which processed by microcontroller then. The electromyogram converted into commands which then sent to XBee transmitter. After that XBee transmitter sent the command to XBee receiver wirelessly. The command received by XBee receiver would forwarded to the second microcontroller. The second microcontroller will decode the command received as command to make power relay on or off. This final project has successfully implemented and from system testing has obtained some of the following conclusions. The EMG has successfully implemented with the ability of gaining input signal is 2563,432 times. EMG will tap the electromyogram which have frequency value between 46 Hz - 520 Hz. Maximal distance between user and the hardware to make the system works 100% is 30 meters at line of sight area and 15 meters at area with obstacle. The result of whole system testing is an accuration level control, which valued 84,167 %. This final project system implemented and worked well as designed

**Keywords :** Elektromiografi, EMG, robotika, elektromiogram, mikrokontroler, nirkabel, XBee, transmitter, receiver, power relay, line of sight, obstacle, akurasi.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Elektromiografi (EMG) adalah sebuah teknik yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik yang dihasilkan oleh kontraksi otot manusia. EMG didesain dan digunakan untuk kebutuhan riset medis dan diagnosa penyakit. Namun seiring berkembangnya teknologi, kini EMG sudah mulai diaplikasikan pada sistem kontrol seperti robotika dan sistem embedded lainnya.

Pada tugas akhir ini dibuat sebuah perangkat berbasis teknologi yang memanfaatkan EMG. Perangkat ini adalah pengendali saklar secara nirkabel. Perangkat ini mampu mengendalikan saklar dari jarak jauh, yaitu berkisar 1-30 meter tergantung kondisi wilayah perangkat ini digunakan.

Jika dilakukan pengembangan lebih jauh tentang EMG, selain dapat membantu menyelesaikan masalah, EMG dapat dimanfaatkan untuk kemajuan teknologi masa depan. Salah satu contohnya adalah bagaimana cara meningkatkan kualitas hidup manusia khususnya penyandang disabilitas. Disabilitas adalah istilah untuk gangguan terhadap aktivitas yang dialami oleh manusia sehingga aktivitas tersebut menjadi terbatas. Gangguan tersebut berupa masalah pada fungsi tubuh atau strukturnya. Manusia yang mengalami disabilitas biasa disebut sebagai tunadaksa.

Dengan adanya perangkat ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup para tuna daksa dan memudahkan aktivitas manusia pada umumnya. Sehingga kehadiran alat ini memberikan kebermanfaatan dan dampak positif bagi pengguna serta masyarakat luas.

### 1.2 Tujuan dan Manfaat

#### 1.2.1 Tujuan

Penelitian ini dilaksanakan untuk memenuhi beberapa tujuan yaitu:

1. Memenuhi tugas akhir sebagai syarat kelulusan pada program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.
2. Mengoptimalkan pemanfaatan EMG bagi masyarakat Indonesia.
3. Memberikan kemudahan bagi masyarakat khususnya tunadaksa dalam mengendalikan saklar.

4. Merancang dan mengimplementasikan alat pengendali saklar dengan memanfaatkan EMG secara nirkabel.
5. Mengolah elektromiogram yang dihasilkan oleh otot tangan manusia.
6. Mengaplikasikan dan mengintegrasikan EMG, mikrokontroler dan modul Xbee Pro S1 sebagai satu kesatuan sistem yang dapat bekerja sebagai pengendali saklar dari jarak jauh secara nirkabel.

### 1.2.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini adalah berupa perangkat elektronika yang akan memberikan manfaat yaitu:

1. Memahami lebih dalam tentang EMG dan pengolahan elektromiogram sehingga dapat dimanfaatkan untuk sistem embedded.
2. Memahami instrumentasi elektronika khususnya penguatan dan penyaringan (*filtering*) sinyal analog dalam hal ini adalah elektromiogram.
3. Memahami bagaimana mengintegrasikan EMG, mikrokontroler, dan modul XBee Pro S1 kemudian mengaplikasikannya menjadi satu kesatuan sistem.
4. Memberikan kemudahan bagi pengguna khususnya tunadaksa pada saat mengendalikan saklar.

### 1.3 Rumusan Masalah

Masalah yang diteliti dan dianalisa dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan perangkat EMG?
2. Bagaimana teknik perekaman elektromiogram yang baik dan benar sehingga elektroda dapat merekam elektromiogram?
3. Bagaimana mengolah elektromiogram sehingga dapat diproses oleh mikrokontroler dan dapat dimanfaatkan lebih lanjut?
4. Bagaimana mengintegrasikan EMG, mikrokontroler dan XBee menjadi satu kesatuan sistem?

### 1.4 Batasan Masalah

Masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa hal, yaitu :

1. Metode penyadapan elektromiogram yang dipakai adalah EMG permukaan (*surface EMG*).
2. Elektroda yang dipakai adalah elektroda pasif.

3. Jarak pengguna dengan perangkat elektronik yang dikendalikan adalah 1-25 meter, tergantung pada karakteristik lingkungan dimana sistem diterapkan.
4. Jika pengguna adalah seorang tunadaksa, setidaknya memiliki satu lengan dan otot lengan yang bekerja dengan baik.
5. Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis Arduino UNO.
6. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah bahasa C untuk mikrokontroler Arduino UNO.
7. Modul komunikasi nirkabel yang digunakan adalah modul XBee Pro S1 dengan standar IEEE 802.15.4.
8. Saklar yang digunakan adalah relay SPDT 5 VDC-250 VAC.
9. *Threshold* sistem diatur pada program secara manual untuk setiap pengguna yang berbeda.
10. Tingkat akurasi pengendalian  $\geq 80\%$ .

### 1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

#### 1. Konsultasi kepada dosen pembimbing

Melakukan konsultasi kepada dosen pembimbing mengenai sistem yang dirancang. Meminta rekomendasi terhadap desain dan spesifikasi perangkat yang dirancang pada tugas akhir ini.

#### 2. Studi literatur

Mencari dan mengumpulkan data literatur yang berkaitan langsung dengan masalah-masalah yang ada pada tugas akhir ini. Studi yang dilakukan dapat bersumber pada buku, jurnal, ataupun informasi yang tersedia di internet. Literatur yang dipelajari untuk dapat merealisasikan tugas akhir ini antara lain :

- a. Merancang dan mengimplementasikan instrumen biomedis khususnya elektromiograf.
- b. Deteksi dan pengolahan elektromiogram.
- c. Rangkaian penguat dan filter untuk sinyal frekuensi rendah (0-500 Hz).
- d. Komunikasi serial Arduino Uno dan Xbee Pro S1.
- e. Datasheet setiap komponen elektronika yang digunakan pada tugas akhir ini.

### 3. Perancangan dan implementasi sistem

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam mendesain dan merancang sistem pada tugas akhir ini.

- a. Tahap perancangan dimulai dengan mendesain sistem secara keseluruhan.
- b. Tahap selanjutnya adalah menentukan spesifikasi sistem.
- c. Tahap selanjutnya, menentukan komponen yang digunakan untuk membangun sistem sesuai dengan desain dan spesifikasi sistem yang telah ditentukan.
- d. Tahap pengumpulan informasi yang berkaitan dengan perancangan sistem yang telah dibuat.
- e. Merancang dan mengimplementasikan perangkat elektromiograf sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.
- f. Merancang dan mengimplementasikan *adapter XBee*.
- g. Tahap pemrograman mikrokontroler dengan bahasa C untuk algoritma sistem yang dibangun.
- h. Membangun komunikasi antara *XBee transmitter* dengan *XBee receiver* dengan bahasa pemrograman yang sesuai.
- i. Tahap realisasi dan implementasi perangkat keras secara keseluruhan.

### 4. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan kesatuan perangkat yang telah dirancang sesuai dengan fungsinya. Dilakukan dalam kurun waktu tertentu untuk mengetahui kinerja dan ketahanan sistem yang telah dirancang dengan memperhatikan berbagai macam faktor yang mempengaruhi kinerja sistem.

### 5. Analisa Masalah

Setelah dilakukan pengujian, maka dapat dilakukan analisa terhadap hasil pengujian tersebut. Kemudian hasil analisa tersebut dapat dimanfaatkan untuk dasar pengambilan kesimpulan penelitian dan revisi sistem jika diperlukan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini mengacu kepada aturan sistematika penulisan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia dan format tugas akhir yang berlaku di Universitas Telkom. Adapun sistematika penulisan yang digunakan di dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

## BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang permasalahan yang akan dibahas secara umum dengan memperhatikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, pembatasan masalah, penyelesaian masalah serta sistematika pembahasan.

## BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini dijelaskan tentang semua dasar teori yang digunakan untuk merancang dan merealisasikan sistem. Setiap teorema yang bermanfaat demi terealisasinya sistem, akan dicantumkan di bab ini.

## BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM

Bab ini membahas tentang perancangan dan realisasi sistem yang terdiri dari blok diagram, cara dan alur kerja sistem serta penjelasannya. Di dalam bab ini juga akan dijelaskan secara rinci bagaimana proses perangkat dibangun sejak awal hingga terealisasi menjadi satu kesatuan sistem yang bekerja dengan baik. Selain itu, komponen penyusun serta setiap hal yang dimanfaatkan pada tugas akhir ini juga dibahas dalam bab ini.

## BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini membahas proses pengujian dan analisa sistem. Proses pengujian dan pengambilan data sistem dijelaskan secara detail dan dilaporkan sesuai dengan data dan fakta hasil dari pengujian. Dari data hasil pengujian yang didapat, kemudian dilakukan analisa terhadapnya. Analisa ini yang akan menentukan kesimpulan hasil pengerjaan tugas akhir ini. Selain kesimpulan, analisa ini akan menghasilkan saran sebagai rekomendasi agar jika dilakukan penelitian lebih lanjut, hasil penelitian tersebut akan lebih baik dari penelitian yang telah dilakukan pada tugas akhir ini.

## BAB V PENUTUP

Bab ini berisi berbagai macam kesimpulan terhadap hasil pengujian dan analisa yang dilakukan pada sistem. Bab ini juga berisi beberapa saran sebagai rekomendasi jika dilakukan penelitian lebih lanjut pada tugas akhir ini.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada perancangan kendali relay secara nirkabel menggunakan EMG dan mikrokontroler, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Total penguatan perangkat EMG yang direalisasikan adalah 2563,432 kali dengan penguatan pertama sebesar 23,6 kali, penguatan kedua 10,862 kali dan filter ketiga 10 kali.
2. Dengan penguatan 2563,432 kali, elektromiogram yang didapat cukup untuk diolah pada Arduino uno sesuai dengan kebutuhan pada tugas akhir ini.
3. Perangkat EMG merupakan perangkat yang sangat sensitif sehingga sangat mudah terganggu oleh derau.
4. Perangkat yang telah dirancang belum dapat menerapkan *auto threshold*.
5. XBee dapat bekerja 100% sesuai dengan fungsinya.
6. Dari pengujian keseluruhan sistem, didapatkan tingkat akurasi pengendalian adalah 84,167%. Angka tersebut sudah mencapai bahkan melebihi target semula.
7. Jarak maksimal yang bisa dijangkau oleh Xbee adalah 30 meter untuk area *Line of Sight*, dan 15 meter untuk di ruangan (area dengan *obstacle*).

#### 5.2 Saran

Ada beberapa hal untuk penyempurnaan dan pengembangan alat ini, antara lain :

1. Memanfaatkan elektromiogram untuk membuat perangkat lain lebih bermanfaat dari tugas akhir ini.
2. Menggunakan IC khusus filter untuk respon yang lebih akurat.
3. Dapat menggunakan XBee tipe lain untuk jangkauan area yang lebih jauh.
4. Untuk penelitian lebih lanjut akan lebih baik jika diterapkan *auto threshold* pada perangkat ini, sehingga penggunaannya akan lebih mudah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. De Luca, Carlo J. (2002). *Surface Electromyography : Detection and Recording*. DelSys Incorporated.
- [2]. Khandpur, R S. (1997). *Handbook of BIOMEDICAL INSTRUMENTATION*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- [3]. Rash, Gregory S., EdD. *Electromyography Fundamentals*.
- [4]. Chowdury, Rubana H., Reaz, Mamun B L., Ali, Mohd Alaudin Bin Mohd., Bakar, Ashrif A.A., Chellapan, Kalaivani., & Chang, Tae G. (2013). *Surface Electromyography Signal Processing and Classification Techniques*. MDPI, Basel, Switzerland. Pp 12431-12466.
- [5]. Ramdhani, Mohammad. *Diktat Elektronika I*. Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- [6]. Florimond, V. (2009). *Basics of Surface Electromyography Applied to Physical Rehabilitation and Biomechanics*. Thought Technology Ltd, Canada.
- [7]. Genoud, K., Khan, Hassaan., Sun, Kyla. *Electromyography Controlled Car. Mechatronics Learning Studio*. Diperoleh 17 Maret 2014 dari <http://www.g9toengineering.com/MechatronicsStudio/Electromyography.htm>
- [8]. Kawal (2011, 4 Desember). *How to use XBees with Arduino*. Diperoleh 20 Februari 2014 dari <http://communityofrobots.com/tutorial/kawal/xbee-and-arduino>
- [9]. Team, Frequency Devices<sup>TM</sup>, Inc. (2012). *Introduction to Active Filters*. Frequency Devices<sup>TM</sup> Inc 1784 Chessie Lane, Ottawa.
- [10]. Elektronika Dasar. (2012, 19 Juni). *Filter Aktif*. Diperoleh 27 November dari <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/>