

**KENDALI LENGAN BUATAN MENGGUNAKAN SENSOR  
ELEKTROMIOGRAFI**

***ARTIFICIAL ARM CONTROL USING AN  
ELECTROMYOGRAPHY SENSOR***

**TUGAS AKHIR**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan  
Diploma III Program Studi Teknik Elektronika Di Jurusan Teknik Elektro

Oleh

**MUHAMAD NURAHMAN PRASETYO  
171311014**



**POLITEKNIK NEGERI BANDUNG  
2020**

**KENDALI Lengan BUATAN MENGGUNAKAN SENSOR  
ELEKTROMIOGRAFI**



Oleh  
**Muhamad Nurahman Prasetyo**  
NIM : 171311014

Menyetujui  
Bandung, .....2020

Pembimbing I

Robinsar Parlindungan, S.Si, M.T.  
NIP : 198207202009121006

Pembimbing II

Drs. Suyanto, S.T., M.Eng  
NIP : 195803121986031004

Ketua Jurusan Teknik Elektro

R. W. Tri Hartono, D.U.Tech., M.T  
NIP : 196208291996011001

## PERNYATAAN PENULIS

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir dengan judul Kendali Lengan Buatan Menggunakan Sensor Elektromiografi adalah karya ilmiah yang bebas dari unsur tindakan plagiarisme dan sesuai dengan ketentuan tata tulis yang berlaku.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarisme, maka hasil penilaian dari Tugas Akhir ini dicabut dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dalam keadaan sadar sepenuhnya.

Bandung, 28 Agustus 2020

Yang menyatakan,



Muhamad Nurahman Prasetyo

NIM: 171311014

# POLBAN

# SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Politeknik Negeri Bandung, yang bertandatangan di bawah ini saya:

Nama Penulis 1 / 2 / 3 : ..Muhamad Nurahman Prasetyo.....  
NIM Penulis 1 / 2 / 3 : ..171 311 014.....  
Jurusan / Program Studi : ..Jurusan Teknik Elektro / D3 Teknik Elektronika.....

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bandung, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir/skripsi/tesis saya yang berjudul (dalam Bahasa Indonesia saja kecuali Jurusan Bahasa Inggris):


.....KENDALI LENGAN BUATAN MENGGUNAKAN SENSOR ELEKTROMIOGRAFI.....  
.....  
.....  
.....

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Negeri Bandung berhak menyimpan, mengalih media/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan, dan menampilkan/mempublikasikan tugas akhir saya di internet/media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Bandung, segala bentuk tuntutan hukum yang diambil atas pelanggaran hak dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di\* : ..Bandung.....  
Pada tanggal : ..14 October 2020.....  
Yang menyatakan (Penulis 1 / 2 / 3)\*\*

  
(..MUHAMAD NURAHMAN PRASETYO.....)  
NIM. 171 311 014

Catatan / Keterangan:

\*Nama Kota

\*\*Lingkari salah satu

CD Karya Tulis menjadi milik dan koleksi UPT Perpustakaan, tidak dipinjamkan ataupun diperjualbelikan, apabila ada yang memerlukan, maka harus menghubungi penulis karya tulis yang bersangkutan.

## ABSTRAKSI

Penelitian ini dilatar belakangi keadaan dimana terdapat banyak manusia yang mengalami cacat fisik, baik akibat kecelakaan maupun bawaan lahir. Kondisi cacat ini mengakibatkan terbatasnya aktivitas yang dapat dilakukan dibandingkan manusia normal. Salah satu kondisi cacat yang paling membebani aktivitas fisik adalah hilangnya organ tangan. Setiap organ tubuh manusia memiliki tugas dan fungsinya masing-masing. Dalam kehidupan sehari-hari, tangan digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitasnya. Sehingga manusia akan kesulitan dalam melakukan aktivitasnya apabila memiliki keterbatasan atau disabilitas di bagian tangan. Kendali lengan buatan menggunakan sensor Elektromiografi (EMG) merupakan sebuah alat yang diharapkan dapat membantu mereka yang mengalami disabilitas di bagian tangan dalam melakukan aktivitasnya. Sinyal EMG yang dihasilkan oleh otot disekitar lengan dan terbaca oleh sensor, akan diolah menggunakan metode statistik untuk mengklasifikasikan model gestur gerak tangan yang harus dilakukan oleh tangan buatan. Pengembangan yang coba dilakukan pada alat ini berdasarkan kajian pustaka yang telah dikaji adalah jumlah gestur yang ditambahkan menjadi 4 gestur tangan. Dilakukan pengujian akurasi kesesuaian gerak sebanyak 20 kali. Dari pengujian tersebut, masing-masing gestur memiliki nilai akurasi yang berbeda-beda, gestur *spread* atau tangan terbuka memiliki akurasi 90%, gestur *index* atau mengacungkan jari telunjuk memiliki akurasi 65%, gestur *one* atau mengacungkan jari jempol memiliki akurasi 60%, serta gestur *fist* atau menggenggam memiliki akurasi 65%.

**Kata Kunci :** Elektromiografi (EMG), Elektroda, Prostesis, otot, gestur

# POLBAN

## **ABSTRACT**

*This research is motivated by a situation where there are many people who experience physical disabilities, either due to accidents or inborn. This defect condition results in limited activities that can be carried out compared to normal humans. One of the defective conditions that burden the physical activity the most is the loss of the hand organ. Every organ of the human body has its own duties and functions. In everyday life, hands are used to make it easier for humans to carry out their activities. So that humans will find it difficult to carry out their activities if they have limitations or disabilities on the part of their hands. An artificial arm control using an electromyography (EMG) sensor is a tool that is expected to help those with disabilities in their hands carry out their activities. The EMG signal generated by the muscles around the arm read by sensors is then processed using statistical methods to classify the hand gesture model that must be performed by an artificial hand. The development that is being tried on this tool is based on the literature review that has been studied is the number of gestures added to 4 hand gestures. From the suitability of the motion accuracy test, each gesture has a different accuracy value. The spread or open hand gesture has 90% accuracy, the index gesture or pointing the index finger has 60% accuracy, one gesture or thumbs up has 65% accuracy, and gestures fist or grip has an accuracy of 65%. The accuracy of the suitability of the motion was tested 20 times.*

**Keywords:** *Electromyography (EMG), electrode, prosthesis, muscle, gesture*

# POLBAN

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah tuhan semesta alam karena berkat limpahan ramhat dan karunianya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan alat serta laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Dalam laporan ini penulis membahas Tugas Akhir dengan judul “Kendali Lengan Buatan Menggunakan Sensor Elektromiografi”. Penulisan laporan ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan DIPLOMA III Teknik Elektronika di Jurusan Teknik Elektro.

Dalam penulisan laporan ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak R. W. Tri Hartono, D.U.Tech., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung.
2. Bapak Dadan Nurdin Bagenda, ST., M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Elektronika.
3. Koordinator dan Panitia Tugas Akhir
4. Bapak Robinsar Parlindungan, S.Si, M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, saran dan masukan dalam pembuatan serta penyusunan alat dan laporan.
5. Bapak Drs. Suyanto, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, saran dan masukan dalam pembuatan serta penyusunan alat dan laporan.

Semoga semua kebaikan bapak, ibu dan rekan-rekan sekalian yang telah memberikan bantuan, dorongan dan inspirasi kepada penulis dalam penulisan laporan tugas akhir ini mendapat balasan yang lebih dari Allah SWT. Dan juga, semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi semua pihak. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan pada tugas akhir ini.

Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca guna perbaikan selanjutnya.

Bandung, Agustus 2020

**POLBAN**  
Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAKSI .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	4
I.3 Batasan Masalah.....	4
I.4 Tujuan.....	5
I.5 Luaran yang Diharapkan .....	5
I.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
II.1 Tinjauan Pustaka .....	7
II.2 Landasan Teori .....	10
II.2.1 Mikrokontroler .....	10
II.2.2 Driver .....	12
II.2.3 Motor Servo .....	13
II.2.4 Pengkondisi Sinyal.....	15
II.2.5 Penyearah Gelombang Penuh .....	16
II.2.6 Analog to Digital Converters (ADC).....	17
II.2.7 Sensor.....	21
II.2.8 Anatomi Gerak Atas .....	21
II.2.9 Otot .....	29
II.2.10 Sinyal Biomedis .....	34
II.2.11 Elektromiografi .....	40
II.2.12 Statistika.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	48
III.1 Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir .....	48
III.2 Spesifikasi dan Fungsi Sistem.....	49
III.3 Deskripsi Sistem.....	50
III.4 Prasyarat Sistem .....	52
III.5 Perancangan Sistem.....	53
III.5.1 Perancangan Sistem Mekanik .....	53
III.5.2 Perancangan Sistem Elektronik .....	56
III.5.3 Perancangan Sistem Program.....	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	71
IV.1 Realisasi dan Pengujian Sistem.....	71
IV.1.1 Realisasi dan Pengujian Sistem Mekanik .....	71
IV.1.2 Realisasi dan Pengujian Sistem Elektronik.....	74
IV.1.3 Realisasi dan Pengujian Sistem Program.....	81
IV.2 Hasil Pengujian .....	89
IV.3.1 Persiapan Pengujian Alat .....	89



IV.3.2	Langkah Pengujian.....	89
IV.3.3	Dokumentasi Hasil Pengujian.....	90
IV.3	Analisis.....	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		99
V.1	Kesimpulan.....	99
V.2	Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA .....		xi
LAMPIRAN A GAMBAR MEKANIK DAN SKEMATIK RANGKAIAN.....		L-1
LAMPIRAN B FLOWCHART/GAMBAR TEKNIK LAINNYA .....		L-4
LAMPIRAN C LISTING PROGRAM CONTROLLER .....		L-7
LAMPIRAN D DATASHEET .....		L-8
LAMPIRAN E CURRICULUM VITAE.....		L-15



# POLBAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Persentase disabilitas pada semua jenis disabilitas.....	2
Gambar I.2 Presentase penduduk umur 10 tahun ke atas yang mengalami disabilitas menurut provinsi di Indonesia tahun 2015.....	3
Gambar II.1 Komponen penyusun mikrokontroler [6].....	11
Gambar II.2 Hubungan antara lebar pulsa dengan posisi poros motor Servo [8] 14	
Gambar II.3 Rangkaian pengendali posisi motor Servo menggunakan IC 555 [8].....	14
Gambar II.4 Contoh rangkaian penyearah gelombang penuh.....	16
Gambar II.5 Ilustrasi skenario sampling sinyal.....	18
Gambar II.6 Ilustrasi skenario kuantisasi sinyal.....	18
Gambar II.7 Ilustrasi skenario pengodean sinyal.....	19
Gambar II.8 Lengan kanan dalam kedudukan anatomi.....	22
Gambar II.9 Anggota gerak atas kanan, pandangan lateral, dengan lengan bawah terputar ke dalam memperlihatkan kedudukan otot-otot utama dari lengan atas. 23	
Gambar II.10 Pandangan palmaris tangan kiri menunjukkan kedudukan sendi metacarpal-falang.....	23
Gambar II.11 Ulna kiri memperlihatkan pandangan anterior dan lateral dengan sisi-sisi yang menjulang.....	24
Gambar II.12 Radius kiri memperlihatkan pandangan anterior dan posterior, dan memperlihatkan ujung-ujung menonjol.....	25
Gambar II.13 Pandangan anterior tulang pergelangan dan tangan kanan.....	26
Gambar II.14 Otot tangan dan otot tepi di atas sisi anterior lengan bawah (kanan).....	27
Gambar II.15 Otot di sisi posterior lengan dan lengan bawah (kanan).....	28
Gambar II.16 Otot pergelangan tangan dan tangan dilihat dari sebelah anterior bagian sebelah superficial, intermediate, dan deep [15].....	30
Gambar II.17 Proses kontraksi otot [16].....	33
Gambar II.18 Sumber sinyal Biomedis [17].....	34
Gambar II.19 Aktivitas listrik yang berhubungan dengan satu kontraksi otot [17].....	37
Gambar II.20 Contoh bentuk gelombang (a) EKG, (b) EEG, (c) EMG, (d) EOG, [18].....	38
Gambar II.21 Posisi pemasangan elektroda EMG [18].....	41
Gambar II.22 Batas kelas atas dan bawah dengan garis bilangan.....	43
Gambar III.1 Diagram alir alur pelaksanaan tugas akhir.....	48
Gambar III.2 Diagram blok kendali lengan buatan.....	50
Gambar III.3 Ilustrasi cara kerja kendali lengan buatan menggunakan sensor Elektromiografi.....	52
Gambar III.4 Perancangan sistem.....	53
Gambar III.5 Model perancangan mekanik tangan secara keseluruhan [22].....	54
Gambar III.6 Bentuk fisik Arduino Nano.....	57
Gambar III.7 Pin – pin Arduino Nano [23].....	57
Gambar III.8 Bentuk fisik modul sensor Muscle V3.....	61
Gambar III.9 Pin – pin pada modul sensor Muscle V3 [24].....	61

Gambar III.10 Kabel penghubung elektroda ECG dengan modul sensor Muscle V3 .....	61
Gambar III.11 Elektroda ECG .....	63
Gambar III.12 Motor servo seri SG-90.....	64
Gambar III.13 Pin – pin pada motor ServoMotor Servo 1 [25].....	64
Gambar III.14 Sistem pengkabelan kendali lengan buatan menggunakan sensor Elektromiografi .....	65
Gambar III.15 Desain diagram alir kendali lengan buatan menggunakan sensor Elektromiografi .....	69
Gambar IV.1 Pengujian mekanik tangan gesture relaks (A) dan menggenggam (B) .....	71
Gambar IV.2 Pengujian mekanik jari kelingking ketika ditarik (A) dan diregangkan (B) .....	72
Gambar IV.3 Pengujian mekanik jari manis ketika ditarik (A) dan diregangkan (B) .....	72
Gambar IV.4 Pengujian mekanik jari tengah ketika ditarik (A) dan diregangkan (B) .....	72
Gambar IV.5 Pengujian mekanik jari telunjuk ketika ditarik (A) dan diregangkan (B) .....	72
Gambar IV.6 Pengujian mekanik jari jempol ketika ditarik (A) dan diregangkan (B) .....	73
Gambar IV.7 Uji mekanik gesture <i>spread</i> .....	73
Gambar IV.8 Uji mekanik gesture <i>index</i> .....	73
Gambar IV.9 Uji mekanik gesture <i>one</i> .....	73
Gambar IV.10 Uji mekanik gesture <i>fist</i> .....	73
Gambar IV.11 Hasil <i>compile</i> program pembacaan masukan sensor menggunakan Arduino IDE.....	82
Gambar IV.12 Hasil <i>compile</i> program sudut gerak dari lima buah motor Servo menggunakan Arduino IDE .....	84
Gambar IV.13 Hasil <i>compile</i> program utama menggunakan Arduino IDE.....	87
Gambar IV.14 Hasil <i>compile</i> program gerakan gesture tangan buatan menggunakan Arduino IDE.....	88
Gambar IV.15 Sinyal EMG yang terekam ketika lengan dalam kondisi relaks ...	90
Gambar IV.16 Sinyal EMG yang terekam ketika lengan dalam kondisi mengacungkan jari Telunjuk.....	91
Gambar IV.17 Sinyal EMG yang terekam ketika lengan dalam kondisi mengacungkan jari Jempol .....	91
Gambar IV.18 Sinyal EMG yang terekam ketika lengan dalam kondisi menggenggam .....	92
Gambar IV.19 Pengujian lengan buatan dalam kondisi relaks .....	92
Gambar IV.20 Pengujian lengan buatan dalam kondisi mengacungkan jari Telunjuk .....	93
Gambar IV.21 Pengujian lengan buatan dalam kondisi mengacungkan jari Jempol .....	93
Gambar IV.22 Pengujian lengan buatan dalam kondisi tangan menggenggam ...	93

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Tinjauan pustaka .....	8
Tabel II.2 Jenis sensor dan masukan pengkondisi sinyal yang sesuai [10] .....	15
Tabel II.3 Tabel ADC dengan resolusi 8 bit dan 10 bit .....	21
Tabel II.4 Biopotensial, spesifikasi, dan aplikasi [18].....	39
Tabel II.5 Distribusi berat badan 64 mahasiswa Psikologi Gunadarma 2003 – dengan titik tengah .....	43
Tabel II.6 Jenis Variabel [20] .....	44
Tabel II.7 Jenis tampilan dan pengolahan data [20] .....	47
Tabel II.8 Pilihan jenis data dan sifat analisis [20].....	47
Tabel III.1 Perancangan dimensi dan model mekanik lengan buatan [22].....	55
Tabel III.2 Tabel perbandingan mikrokontroler [23].....	56
Tabel III.3 Fungsi pin Arduino Nano.....	58
Tabel III.4 Spesifikasi Arduino Nano [23] .....	59
Tabel III.5 Pin Arduino Nano yang digunakan motor Servo.....	59
Tabel III.6 Spesifikasi elektronik modul sensor Muscle V3 [24].....	62
Tabel III.7 Model pengolahan data sinyal EMG.....	68
Tabel IV.1 Pengukuran pin digital Arduino Nano sebagai masukan.....	74
Tabel IV.2 Pengukuran pin analog Arduino Nano sebagai masukan .....	75
Tabel IV.3 Pengukuran pin digital Arduino Nano sebagai keluaran .....	76
Tabel IV.4 Pengukuran pin PWM Arduino Nano .....	77
Tabel IV.5 Pengukuran sudut motor Servo.....	78
Tabel IV.6 Pengujian pembacaan sensor EMG .....	79
Tabel IV.7 Analisis matematis nilai masukan sinyal EMG pada kondisi tangan terbuka atau relaks dan kondisi mengacungkan jari telunjuk .....	80
Tabel IV.8 Analisis matematis nilai masukan sinyal EMG pada kondisi tangan mengacungkan jari sempol dan kondisi menggenggam .....	81
Tabel IV.9 Hasil pengujian akurasi dari gesture relaks sebanyak 20 kali .....	94
Tabel IV.10 Hasil pengujian akurasi dari gesture mengacungkan jari Telunjuk sebanyak 20 kali.....	95
Tabel IV.11 Hasil pengujian akurasi dari gesture mengacungkan jari Jempol sebanyak 20 kali.....	96
Tabel IV.12 Hasil pengujian akurasi dari gesture genggam sebanyak 20 kali .....	97

# POLBAN

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. M. Nainggolan, A. Rusdinar and U. Sunarya, "Perancangan dan implementasi tangan robot buatan dengan menggunakan elektromiogram," *e-Proceeding of engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 2150 - 2157, 2015.
- [2] M. A. Norizan, F. M. A. Teng, F. Ali, N. Abas, H. Jamaluddin, M. A. Borhan and M. F. Johari, "RH-2000 Robotic hand control based on linear enveloped electromyography signal from forearm muscle," *ARPN Journal of engineering and applied sciences*, vol. 11, no. 5, pp. 3336 - 3340, 2016.
- [3] A. D. M. Surachman, M. Ramdhani and R. Nugraha, "Desain dan implementasi lengan robot berbasis electromyogram untuk orang berkebutuhan khusus," *e-Proceeding of engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 1572 - 1579, 2017.
- [4] E. Prasetyo, "Kendali tangan robot menggunakan sinyal electromyography," Politeknik Negeri Batam, Batam, 2018.
- [5] M. J. Ubaidillah, L. Munadhif and N. Rinanto, "Klasifikasi gelombang otot lengan pada robot manipulator menggunakan support vector machine," *Rekayasa*, vol. 12, no. 2, pp. 91 - 97, 2019.
- [6] M. I. Malik, Belajar mikrokontroler PIC16F84, Yogyakarta: Gava Media, 2003.
- [7] O. Bishop, Electronics circuits and systems, Elsevier, 2011.
- [8] A. N. Adi, Mekatronika, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [9] S. Soloman, Sensor handbook, McGraw-Hill, 2010.
- [10] J. Fraden, Handbook of modern sensors physics, designs, and applications, San Diego: Springer, 2015.
- [11] G. Clayton and S. Winder, Operational Amplifier, Jakarta: Erlangga, 2015.
- [12] Syahrul, Pemrograman Mikrokontroler AVR Bahasa Assembly dan C, Bandung: Informatika Bandung, 2014.
- [13] R. H. Bishop, The Mechatronics Handbook, Texas: CRC PRESS, 2002.
- [14] E. C. Pearce, Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2009.
- [15] E. Purnomo, Anatomi Fungsional, Yogyakarta: Lintang Pustaka Utama Yogyakarta, 2019.
- [16] J. Tangkudung, Anatomy Movement, Jakarta, 2016.

- [17] R. S. Khandpur, Handbook Of Medical Instrumentation Second Edition, Chandigarh: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2003.
- [18] J. G. Webster and H. Eren, Measurement, instrumentation and sensors handbook, Boca Raton: CRC Press, 2014.
- [19] T. Togawa, T. Tamura and P. A. Oberg, Biomedical Sensors and Instruments, Boca Raton: CRC Press, 2011.
- [20] W. David and A. R. A. Djamaris, Metode Statistik Untuk Ilmu dan Teknologi Pangan, Jakarta: Penerbitan Universitas Bakrie, 2018.
- [21] J. Harlan, Metode Statistika 1, Depok: Gunadarma, 2004.
- [22] G. Langevin, "InMoov Open source 3d printed life-size robot," InMoov, 25 Juni 2013. [Online]. Available: <http://inmoov.fr/>. [Accessed 2 April 2020].
- [23] Junaidi and Y. D. Prabowo, Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino, Bandar Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja, 2018.
- [24] Advancer technologies, "Pololu Robotics & Electronics," Advancer technologies, 4 Februari 2013. [Online]. Available: [https://www.pololu.com/file/download/Muscle\\_Sensor\\_v3\\_users\\_manual.pdf?file\\_id=0J745](https://www.pololu.com/file/download/Muscle_Sensor_v3_users_manual.pdf?file_id=0J745). [Accessed 3 Februari 2020].
- [25] Imperial College London, "Imperial College London," Imperial College London, 07 November 2003. [Online]. Available: [http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1\\_EE/stores/sg90\\_datasheet.pdf](http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf). [Accessed 5 Februari 2020].



# POLBAN