

**RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTROMIOGRAFI
(EMG) PORTABEL BERBASIS *INTERNET OF
THINGS (IOT)* BERPROTOKOL *MESSAGE QUEUING
TELEMETRY TRANSPORT***

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan Oleh:

Bintang Ramadhani

20106020041

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2024



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1559/Un.02/DST/PP.00.9/08/2024

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Sistem Elektromiografi (EMG) Portabel Berbasis Internet of Things (IoT) Berprotokol Message Queuing Telemetry Transport

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : BINTANG RAMADHANI
Nomor Induk Mahasiswa : 20106020041
Telah diujikan pada : Rabu, 14 Agustus 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.

SIGNED

Valid ID: 66c74734b97c5



Penguji I

Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.

SIGNED

Valid ID: 66c6e63c6d1c6



Penguji II

Rochan Rifai, S.Si., M.Sc.

SIGNED

Valid ID: 66c7434370a4d



Yogyakarta, 14 Agustus 2024

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 66c856827e552

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : BINTANG RAMADHANI

NIM : 20106020041

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Elektromiografi (EMG) Portabel Berbasis *Internet Of Things (IoT)* Berprotokol *Message Queuing Telemetry Transport*” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 2 AGUSTUS 2024

Penulis



BINTANG RAMADHANI

NIM. 20106020041



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : BINTANG RAMADHANI
NIM : 20106020041
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Elektromiografi (EMG) Portabel Berbasis *Internet Of Things (Iot)* Berprotokol *Message Queuing Telemetry Transport*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 17 Mei 2023

Pembimbing II

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc
NIP. 197805102005011003

Pembimbing I

Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 198306142009012009

**RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTROMIOGRAFI (EMG)
PORTABEL BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)* BERPROTOKOL
*MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT***

Bintang Ramadhani

20106020041

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *Internet of Things (IoT)* berprotokol *message queuing telemetry transport*. Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan yang dimulai dengan perancangan, pembuatan dan pengujian sistem. Perancangan sistem dilakukan dengan membuat skema rangkaian elektronika dan desain keseluruhan sistem dengan menggunakan perangkat lunak Fritzing, Sketch Up, dan AutoCad. Tahapan pembuatan dilakukan merakit komponen perangkat keras sistem yang terdiri modul sensor EMG V3, NodeMCU ESP8266, Baterai 18650, Modul CT $\pm 12V$, dan Modul Charger TP4056, sedangkan perangkat lunak sistem dibuat menggunakan *Arduino IDE* dan aplikasi *IoT MQTT Panel*. Pengujian sistem meliputi pengujian kesesuaian fungsionalitas sistem, pengujian karakteristik sinyal EMG, dan presisi *repeatability*. Sistem telah berhasil dirancang dan dibuat. Hasil rancangan telah digunakan sebagai acuan pembuatan sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *Internet of Things (IoT)* berprotokol *message queuing telemetry transport*. Selain itu, sistem yang dibuat telah berhasil diuji kinerjanya dengan nilai persentase 100% untuk kesesuaian fungsionalitas sistem, 97,62% untuk nilai presisi *repeatability*. Karakteristik sinyal EMG yang dihasilkan sistem pada tiap subjek memiliki nilai karakteristik yang berbeda-beda. Dengan nilai karakteristik rata-rata sistem untuk variabel tegangan *peak to peak* saat otot berelaksasi sebesar 8,95mV dan saat otot berkontraksi sebesar 10,48 mV, untuk tegangan root mean square saat otot berelaksasi sebesar 1.38 mV dan saat otot berkontraksi sebesar 1.94 mV, dengan frekuensi sinyal sebesar 49,97 Hz saat otot berelaksasi dan 49,98 Hz pada saat otot berkontraksi.

Kata Kunci: Elektromiografi, Modul Sensor EMG V3, IoT MQTT, NodeMCU ESP8266

**DESIGN OF A PORTABLE ELECTROMIOGRAPHY (EMG) SYSTEM
BASED ON THE INTERNET OF THINGS (IOT) USING A MESSAGE
QUEUING TELEMETRY TRANSPORT PROTOCOL**

Bintang Ramadhani

20106020041

ABSTRACT

This research aims to design, build, and test a portable electromyography (EMG) system based on the Internet of Things (IoT) with message queuing telemetry transport protocol. This research is conducted through three stages starting with the design, manufacture and testing of the system. System design is done by making electronic circuit schematics and overall system design using Fritzing, Sketch Up, and AutoCad software. The manufacturing stage is carried out assembling system hardware components consisting of EMG V3 sensor modules, NodeMCU ESP8266, 18650 Batteries, $\pm 12V$ CT Modules, and TP4056 Charger Modules, while system software is made using Arduino IDE and IoT MQTT Panel applications. System testing includes testing the suitability of system functionality, testing EMG signal characteristics, and repeatability precision. The system has been successfully designed and made. The design results have been used as a reference for making portable electromyography (EMG) systems based on the Internet of Things (IoT) message queuing telemetry transport protocol. In addition, the system has been successfully tested with a percentage value of 100% for system functionality suitability, 97.62% for repeatability precision value. The EMG signal characteristics generated by the system in each subject have different characteristic values. With the average characteristic value of the system for peak to peak voltage variables when the muscle relaxes by 8.95mV and when the muscle contracts by 10.48 mV, for root mean square voltage when the muscle relaxes by 1.38 mV and when the muscle contracts by 1.94 mV, with a signal frequency of 49.97 Hz when the muscle relaxes and 49.98 Hz when the muscle contracts.

Keywords: *Electromyography, EMG V3 Sensor Module, IoT MQTT, NodeMCU ESP8266*

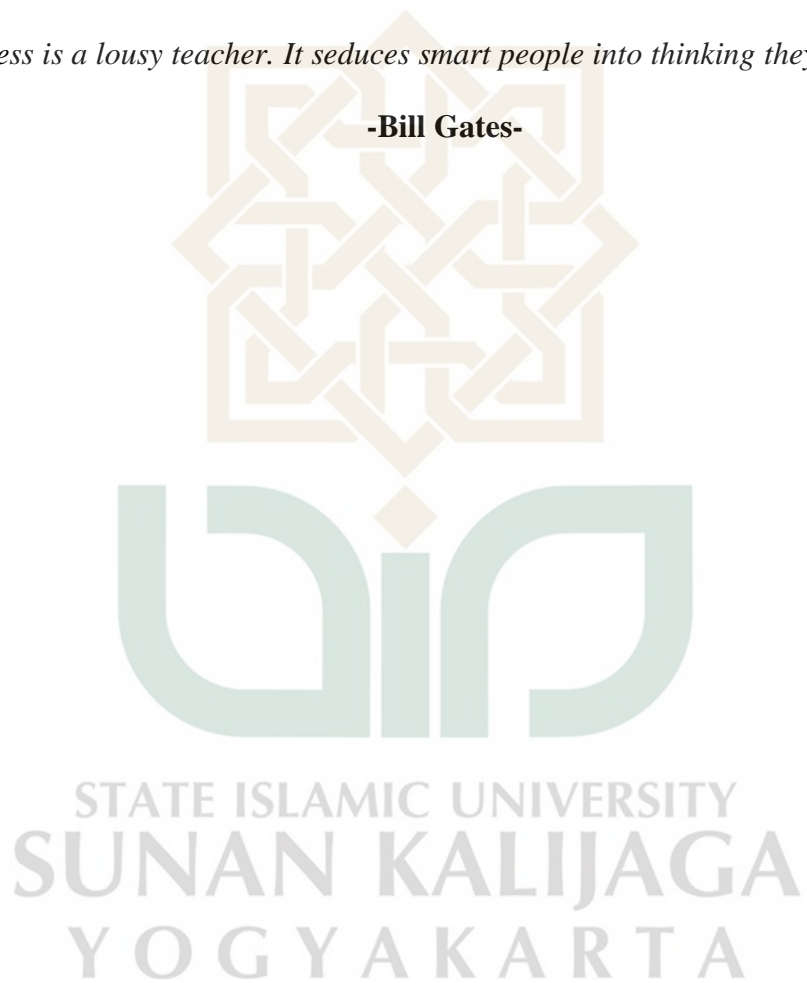
HALAMAN MOTTO

“The only person you are destined to become is the person you decide to be.”

-Ralph Waldo Emerson-

“Success is a lousy teacher. It seduces smart people into thinking they can't lose.”

-Bill Gates-



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini penulis persembahkan untuk:

Allah SWT

Kedua orang tua penulis Almarhum Bapak Sunarjo dan Ibu Juminah

Kakak Mia Permata Sari

Simbah Noto Sudarmo

Prodi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Studi Club Instrumentasi

Kawan-kawan Gravitiez Fisika 20



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahrabbi'l'amin, puji syukur atas kehadiran Allah Swt. Yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTROMIOGRAFI (EMG) PORTABEL BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)* BERPROTOKOL *MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT*” dengan baik dan lancar tanpa ada halangan yang berarti. Tidak lupa shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada beliau, baginda Rasulullah Muhammad Saw, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya di *yaumul qiyamah* kelak. Aamiin.

Penyusunan skripsi ini merupakan suatu kewajiban bagi penulis untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan serta untuk mendapatkan predikat sarjana. Penulis sangat berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Dalam penyusunan serta pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mengalami dinamika dan mendapatkan banyak bantuan secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Kepada kedua orang tua yaitu Almarhum Bapak Sunarjo dan Ibu Juminah yang memberikan doa dan dukungan semangat.
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al-Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

3. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi serta selaku Kepala Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang senantiasa memberikan arahan dan masukan dalam penelitian ini, terima kasih banyak atas waktu dan kesabaran yang diberikan dalam memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi yang tiada henti-hentinya.
5. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc. Selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan arahan dan masukan dalam penelitian.
6. Seluruh Dosen Prodi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya.
7. Ibu Heni Sumarti, M.Si selaku pembimbing dari Fisika UIN Walisongo Semarang
8. Hani Nur Endah selaku teman kerja dalam pelaksanaan penelitian di Laboratorium UIN Walisongo Semarang..
9. Teman-teman instrumentasi: Haikal, Handi, Dinan, Nika, dan Namira.
10. Teman-teman Gravitiez Fisika 2020.
11. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila dala penulisan skripsi ini masih terdapat banyak sekali kekurangan dan kesalaha baik dari

sistematika penyusunan, isi, hingga hasil yang telah dilaporkan ini Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca
Wassalammu'alaikum Wr. Wb..

Yogyakarta, 31 Juli 2024



Penulis





STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 `Batasan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Studi Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	15
2.2.1 Elektromiografi (EMG)	15
2.2.2 Rangkaian High Pass Filter.....	30
2.2.3 Rangkaian Low Pass Filter.....	32
2.2.4 Rangkaian Band Pass Filter	33
2.2.5 Rangkaian Op Amp Sebagai Penguat Diferensial.....	35
2.2.6 Rangkaian Pembagi Tegangan (Voltage Divider).....	37
2.2.7 Modul Sensor Elektromiografi Versi 3.....	39
2.2.8 Nodemcu ESP8266.....	42
2.2.9 Modul Step Up DC to DC CT \pm 12Volt	45

2.2.10	Baterai Li Ion 18650.....	46
2.2.11	Modul <i>Charger</i> Seri TP4056 Type C.....	48
2.2.12	<i>Internet of Things</i>	49
2.2.13	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>	51
2.2.14	Kesesuaian Fungsionalitas Sistem.....	52
2.2.15	Presisi.....	53
2.2.16	Wawasan Islam Tentang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.....	55
BAB III METODE PENELITIAN.....		53
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	53
3.1.1	Waktu Penelitian.....	53
3.1.2	Tempat Penelitian.....	53
3.2	Alat dan Bahan.....	53
3.2.1	Alat Penelitian.....	53
3.2.2	Bahan Penelitian.....	54
3.3	Prosedur Penelitian.....	55
3.3.1	Perancangan Sistem.....	56
3.3.2	Pembuatan Sistem.....	59
3.3.3	Pengujian Sistem.....	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		75
4.1	Hasil Penelitian.....	75
4.1.1	Hasil Perancangan Sistem.....	75
4.1.2	Hasil Pembuatan Sistem.....	77
4.1.3	Hasil Pengujian Sistem.....	80
4.2	Pembahasan.....	84
4.2.1	Pembahasan Hasil Perancangan Sistem dan Pembuatan Sistem.....	85
4.2.2	Pembahasan Hasil Pengujian Sistem.....	88
4.3	Integrasi-Interkoneksi.....	95
BAB V PENUTUP.....		98
5.1	Kesimpulan.....	98
5.2	Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA.....		100

LAMPIRAN	104
Lampiran 1 : Perancangan Sistem	104
Lampiran 2 : Pembuatan Sistem	105
Lampiran 3 : Pengujian Sistem.....	112



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literatur Penelitian	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi Elektrikal Sensor EMG V3.....	40
Tabel 2. 3 Spesifikasi NodeMcu ESP8266 v3 Lolin.....	44
Tabel 2. 4 Spesifikasi Baterai Lithium-Ion 18650.....	48
Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul Charger TP 4056.....	49
Tabel 3. 1 Alat Perancangan Sistem	53
Tabel 3. 2 Alat Pembuatan Sistem	54
Tabel 3. 3 Alat Pengujian Sistem.....	54
Tabel 3. 4 Bahan Pembuatan Sistem	54
Tabel 3. 5 Pengambilan data kesesuaian fungsionalitas tombol fisik dan digital.....	71
Tabel 3. 6 Pengambilan data konektivitas internet	71
Tabel 3. 7 Pengambilan data fungsionalitas broker mqtt	71
Tabel 3. 8 Pengambilan data keberhasilan penerimaan data Aplikasi	71
Tabel 3. 9 Pengujian keberhasilan sistem.....	72
Tabel 3. 10 Pengambilan data uji nilai tegangan <i>peak to peak</i> sinyal EMG	73
Tabel 3. 11 Pengambilan data uji nilai tegangan rms sinyal EMG.....	73
Tabel 3. 12 Pengambilan data uji nilai frekuensi sinyal EMG	74
Tabel 3. 13 Nilai Karakteristik Sinyal EMG dari Sistem.....	74
Tabel 3. 14 Pengambilan Data Presisi Repeatability	75
Tabel 3. 15 Presisi Repeatability Sistem	76
Tabel 4.1 Konfigurasi Pin Komponen Sistem	76
Tabel 4. 2 Hasil pengujian kesesuaian fungsionalitas sistem	82
Tabel 4. 3 Nilai Karakteristik Sinyal EMG dari Sistem.....	83
Tabel 4. 4 Nilai Karakteristik Sinyal EMG pada tiap Subjek	83
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Presisi Repeatability Sistem Pada Saat Otot Berelaksasi	84
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Presisi Repeatability Sistem Pada Saat Otot Berkontraksi	84
Tabel Lampiran 1 Keberhasilan Tombol Fisik dan Digital	112
Tabel Lampiran 2 Keberhasilan Konektivitas Internet.....	113
Tabel Lampiran 3 Fungsionalitas Broker MQTT	113
Tabel Lampiran 4 Fungsionalitas Proses Pengiriman MQTT.....	113
Tabel Lampiran 5 Pengambilan Data Karakteristik Sinyal EMG.....	114
Tabel Lampiran 6 Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 1	118
Tabel Lampiran 7 Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 2.....	118
Tabel Lampiran 8 Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 3	118
Tabel Lampiran 9 Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 4.....	119
Tabel Lampiran 10 Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 5	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin EMG Pertama Buatan Lambert dan Ervin L S.....	18
Gambar 2.2 DISA 13A67 EMG system.	18
Gambar 2.3 DISA 1500 EMG System.....	19
Gambar 2.4 Medelec MS6 EMG System.....	19
Gambar 2.5 Nicolet Viking EMG System.....	20
Gambar 2.6 Mekanisme pembangkitan gerakan otot.....	22
Gambar 2.7 Visualisasi pengaruh pembentukan unit motorik pada sinyal EMG permukaan yang disuperposisikan	22
Gambar 2.8 Bentuk Sinyal EMG Pada Saat Relaksasi	25
Gambar 2.9 Bentuk Sinyal EMG Saat Kontraksi.....	25
Gambar 2.10 Elektroda Permukaan Ag AgCl.....	26
Gambar 2.11 Elektroda Jarum EMG.....	28
Gambar 2.12 Rangkaian Dasar High Pass Filter.....	30
Gambar 2.13 Response Penggunaan Rangkaian High Pass Filter.....	31
Gambar 2.14 Rangkaian Dasar Low Pass Filter	32
Gambar 2. 15 Respon Penggunaan Rangkaian Low Pass Filter.....	32
Gambar 2.16 Rangkaian Band Pass Filter	34
Gambar 2.17 Respon Rangkaian Band Pass Filter.....	34
Gambar 2.18 Rangkaian Op Amp Sebagai Penguat Diferensial	36
Gambar 2.19 Rangkaian Pembagi Tegangan.....	38
Gambar 2.20 Modul Sensor EMG V3	39
Gambar 2.21 Konfigurasi Pin Modul Sensor EMG V3	40
Gambar 2.22 Proses Pengkondisian Sinyal Pada Sensor EMG V3.	41
Gambar 2.23 Rangkaian Skematik Sensor EMG V3	41
Gambar 2.24 NodeMcu ESP8266 V3 LOLIN.....	43
Gambar 2.25 Konfigurasi Pin Nodemcu ESP8266 V3	44
Gambar 2.26 Modul Step UP DC to DC Converter $\pm 12V$	45
Gambar 2.27 Baterai 18650.....	46
Gambar 2. 28 Modul TP 4056	49
Gambar 2.29 Skema Pengiriman Protokol MQTT	52
Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian.....	55
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	56
Gambar 3. 3 Diagram Alir Sistem EMG Portable	63
Gambar 3. 4 Pengunduhan aplikasi di playstore.....	65
Gambar 3. 5 Tampilan Awal Aplikasi.....	66
Gambar 3. 6 Pengaturan Koneksi.....	66
Gambar 3. 7 Pilihan jenis panel pada IoT MQTT Panel	67
Gambar 3. 8 Pengaturan Panel.....	68
Gambar 3. 9 Skema Peletakan Elektroda EMG.....	70

Gambar 3. 10	Skema Pengujian Karakteristik Sinyal EMG.....	73
Gambar 4.1	Desain Rangkaian Elektronika Sistem	75
Gambar 4.2	Skematik Rangkaian Sistem	76
Gambar 4.3	Rancangan Keseluruhan Sistem Tampak (a) Depan (b) Belakang ..	77
Gambar 4.4	Hasil Pembuatan Perangkat Keras Sistem.....	78
Gambar 4.5	Gambar Keseluruhan Perangkat Keras Sistem	78
Gambar 4.6	Hasil Pembuatan Perangkat Lunak Sistem	79
Gambar 4. 7	Hasil Pengujian Pada Subjek 1	80
Gambar 4. 8	Hasil Pengujian Pada Subjek 2	80
Gambar 4. 9	Hasil Pengujian Pada Subjek 3	81
Gambar 4. 10	Hasil Pengujian Pada Subjek 4	81
Gambar 4. 11	Hasil Pengujian Pada Subjek 5	81
Gambar 4. 12	Bentuk Sinyal EMG Ketika Otot Berelaksasi.....	83
Gambar 4. 13	Bentuk Sinyal EMG Ketika Otot Berkontraksi	83
Gambar Lampiran 1	Proses Perancangan Skema Elektronik.....	104
Gambar Lampiran 2	Tampilan Proses Perancangan Skema Elektronik.....	104
Gambar Lampiran 3	Proses Perancangan Desain Keseluruhan Sistem.....	105
Gambar Lampiran 4	Persiapan Alat Penelitian	105
Gambar Lampiran 5	Persiapan Bahan Penelitian.....	106
Gambar Lampiran 6	Proses Perakitan Komponen Elektronik Sistem.....	106
Gambar Lampiran 7	Proses Pembuatan Casing	107
Gambar Lampiran 8	Proses Pembuatan Kode Program	107
Gambar Lampiran 9	Proses Pengambilan Data Kesesuaian Fungsionalitas Sistem	112
Gambar Lampiran 10	Proses Pengambilan Data Karakteristik Sistem	114
Gambar Lampiran 11	Proses Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 1	116
Gambar Lampiran 12	Proses Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 2	116
Gambar Lampiran 13	Proses Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 3	117
Gambar Lampiran 14	Proses Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 4	117
Gambar Lampiran 15	Proses Pengambilan Data Presisi Pada Subjek 5	117

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seperti yang kita ketahui bahwa kita selalu melakukan sebuah pergerakan yang dilakukan oleh tubuh kita baik kaki, tangan, kepala, dan lain lain. Untuk membuat bagian tubuh dapat bergerak dibutuhkan jaringan otot. Berdasarkan fungsi dan bentuknya, ada tiga jenis otot yang membangun sistem otot manusia, yaitu otot rangka, otot polos, dan otot jantung. Otot sendiri memiliki dua gerakan yang paling utama yaitu adalah gerakan relaksasi dan gerakan kontraksi. Otot dikendalikan oleh sistem saraf dan merespons rangsangan dari otak. Pada orang normal, sistem syaraf dapat mengirimkan sinyal perintah dari otak melalui sistem saraf pada tulang belakang menuju otot (Yuliansyah, 2017).

Dalam melaksanakan kegiatan sehari-hari seseorang menggunakan banyak otot yang ada di dalam tubuh. Akan tetapi kadang saat melakukan pekerjaannya orang cenderung tidak memperhatikan keadaan dan tingkat kejenuhan ototnya, orang-orang cenderung memaksakan ototnya untuk bekerja berlebihan dengan tujuan agar cepat selesai. Hal ini dapat berdampak dibebani terlalu intens akan menimbulkan gangguan-gangguan yang dapat mengganggu atau menghambat kinerja otot itu sendiri (Lukar dan Setiawan, 2018).

Dalam dunia medis sinyal dari gerakan atau aktivitas otot dapat dilakukan analisis oleh para ahli, sehingga kita dapat mengetahui kondisi kesehatan dari sebuah otot yang berada di dalam tubuh manusia. Menurut Cameron dkk, (2006) Informasi diagnostik mengenai aktifitas otot dapat diperoleh dari aktifitas listriknya. Salah satu metode untuk menganalisis sinyal dari otot adalah analisis sinyal EMG atau elektromiografi. *Electromyography* (EMG) merupakan teknik untuk mengevaluasi aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot selama kontraksi atau relaksasi (Reaz dkk, 2006).

Sebuah elektromiograf mendeteksi potensial listrik yang dihasilkan oleh sel-sel otot ketika sel-sel ini elektrik atau neurologis diaktifkan. Rekaman sinyal elektromiograf dapat digunakan untuk mendiagnosis beberapa penyebab kelemahan otot atau kelumpuhan, masalah otot atau motorik seperti tremor atau berkedut, kerusakan saraf motorik dari cedera atau osteoarthritis, dan patologi yang mempengaruhi motor end plates (Northrop, 2003). Otot mempunyai peranan yang penting dalam membantu pergerakan anggota tubuh. Gangguan yang terjadi pada bagian otot, menyebabkan otot tidak dapat berfungsi maksimal dan mengganggu aktivitas sehari-hari. Pasien yang terdeteksi adanya gangguan kesehatan otot biasanya menyadari kondisi tubuh mereka ketika setelah kondisinya cukup parah, hal tersebut mereka tidak mengetahui bagaimana gejala dini dari gangguan kesehatan otot.

Pemeriksaan sinyal EMG yang dihasilkan oleh tubuh merupakan kegiatan yang perlu dilakukan dan sangat penting untuk menghindarkan diri dari

gangguan kesehatan pada otot. Hal tersebut sesuai dengan sabda rasulullah dalam Hadist Riwayat Abu Dawud yang mana berbunyi:

إن الله تعالى أنزل الداءَ والدواءَ وجعل لكلِّ داءٍ دواءً فتداؤوا ولا تداؤوا بالحرام

Artinya: “*Sesungguhnya Alloh menurunkan penyakit beserta obatnya, dan Dia jadikan setiap penyakit ada obatnya, maka berobatlah kalian, tetapi jangan berobat dengan yang haram.*” (HR.Abu Dawud).

Pada hadist tersebut menunjukkan bahwa kita tidak boleh berputus asa pada saat mengidap penyakit dan setiap ada kesulitan yang diberikan oleh Allah, karena semua itu akan ada obatnya atau jalan terangnya (Badrudin, 2020).

Pemeriksaan menggunakan EMG ini telah banyak tersedia di rumah sakit besar yang tersebar di Indonesia. Biaya yang dibutuhkan seseorang untuk melakukan pemeriksaan EMG di rumah sakit relatif mahal. Dilansir pada laman www.alodokter.com dan www.harga.web.id biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pemeriksaan EMG pada rumah sakit umum di Indonesia adalah sekitar lima ratus ribu rupiah hingga satu juta lima ratus ribu rupiah. Hal tersebut membuat masyarakat enggan untuk melakukan pemeriksaan EMG. Masyarakat awam juga tidak tahu bagaimana gangguan awal dari penyakit saraf dan otot ini pada awal mengidapnya. Alat EMG yang biasanya digunakan di rumah sakit umum ini juga masih menggunakan jaringan kabel dan memiliki ukuran yang besar. Sinyal EMG yang dihasilkan oleh alat EMG yang berada pada rumah sakit masih belum melalui proses pengolahan seperti penyearahan dan filterasi sehingga sinyal yang dihasilkan masih bersifat

mentah dan memiliki *noise* atau gangguan. Alat EMG yang berada di rumah sakit juga masih menggunakan komputer dan masih belum sehingga tidak dapat dipindahkan dan digunakan secara mudah. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka perlu dikembangkan sistem EMG yang lebih handal dan lebih portabel sehingga dapat mengatasi permasalahan tersebut. Dalam penelitian ini sistem yang akan dibuat akan memiliki ukuran yang portabel sehingga dapat dibawa dan digunakan dimana saja dan alat ini juga hanya akan dibuat dengan biaya pembuatannya yang lebih rendah jika dibandingkan dengan alat yang sudah ada. Sistem EMG yang akan dibuat ini nantinya akan dibuat dengan sistem yang dapat mengolah sinyal EMG sehingga dapat memberikan sinyal yang lebih baik. Sistem ini juga akan dikombinasikan dengan prinsip *Internet of Things (IoT)*. IoT ini merupakan salah satu produk atau konsep unggulan dari teknologi internet. IoT memungkinkan pengguna dapat mengakses data kapanpun dan di manapun karena IoT bekerja dengan komunikasi nirkabel. Selain mengakses data, IoT juga dapat mengumpulkan data dengan jumlah besar dan menganalisisnya (Wilianto dan Kurniawan, 2018). Untuk dapat terhubung, mengirim, dan menerima data dengan berbagai perangkat elektronik, IoT membutuhkan suatu protokol. Salah satu protokol IoT yaitu protokol *message queuing telemetry transport (MQTT)*.

MQTT adalah protokol yang menggunakan komunikasi antar perangkat dengan komunikasi publish-subscribe. Penggunaan MQTT ini karena ia

merupakan protokol pesan yang sederhana dan ringan serta tetap mampu menangani ribuan client jarak jauh hanya dengan menggunakan satu server. Protokol MQTT memiliki keunggulan dibandingkan protokol lainnya, MQTT mampu mentransfer data lebih cepat dibandingkan protokol HTTP (Atmoko, 2019).

Dengan penambahan fitur berbasis IoT, akan membuat pemeriksaan EMG lebih mudah digunakan dimana saja dan kapan saja. Alat ini juga memungkinkan agar alat dan para ahli saraf tidak langsung bertatap muka akan tetapi data EMG dapat diterima secara langsung dan realtime oleh para ahli atau dokter saraf. Alat ini juga dapat diimplementasikan pada tempat-tempat pelatihan otot seperti *fitnes center*, tempat olahraga dan semacamnya yang telah berkerja sama dengan dokter ahli, sehingga kegiatan pemeriksaan kondisi otot maupun saraf dapat dilakukan secara langsung oleh dokter ahli.

Sebelum sistem EMG portabel ini dibuat, sistem perlu dirancang. Perancangan diperlukan untuk membuat panduan agar pembuatan sistem menjadi lebih terstruktur. Setelah sistem dirancang, maka sistem dapat dibuat berdasarkan desain yang telah dirancang. Setelah sistem EMG portabel telah berhasil dibuat, sistem perlu dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat. Jika kinerja sistem telah diketahui, maka didapatkan informasi yang menyatakan sistem EMG portabel tersebut sudah layak digunakan ataukah perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dibuat rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *internet of things* (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport*
2. Bagaimana cara pembuatan sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *internet of things* (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport*?
3. Bagaimana cara menguji sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *internet of things* (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport* yang telah dibuat?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *internet of things* (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport*.
2. Membuat sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *internet of things* (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport*.
3. Menguji sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *internet of things* (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport* yang telah dibuat.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian sistem EMG hanya dilakukan dengan subjek pria dengan usia kisaran 20 tahun hingga 30 tahun dengan kondisi tubuh yang sehat.
2. Pengujian sistem dilakukan dengan melakukan verifikasi nilai sinyal EMG dengan teori karakteristik sinyal EMG.
3. Pengujian tingkat presisi sistem EMG yang telah dibuat hanya sampai pengujian presisi *repeatability*.
4. Letak elektroda yang akan digunakan hanya berada pada satu titik pengujian yaitu pada otot biceps brachii.
5. Pengujian sistem dilakukan hanya dengan melakukan gerakan relaksasi dan kontraksi selama 5 detik pada tiap kondisi otot.

1.5 Manfaat Penelitian

Jika sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis *internet of things* (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport* berhasil dibuat, maka penelitian ini diharapkan dapat diperoleh manfaat, antara lain:

1. Memperoleh sistem EMG yang lebih handal dan portabel dengan biaya pembuatan yang relatif murah.
2. Memperoleh sistem EMG dengan kualitas sinyal EMG yang lebih baik.
3. Jika sistem digunakan pada pasien yang sulit bepergian ke rumah sakit, maka dapat membantu proses pemeriksaan EMG.

Dengan terwujudnya manfaat dari penelitian ini, maka diharapkan dapat menjadi inspirasi bagi peneliti selanjutnya. Dengan demikian manfaat penelitian ini dapat berdampak lebih luas.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian beserta pembahasannya, maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis internet of things (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport* telah berhasil dirancang. Hasil rancangan sistem berupa desain rangkaian elektronika sistem, dan desain keseluruhan sistem.
2. Sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis internet of things (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport* telah berhasil dibuat. Hasil pembuatan sistem berupa perangkat keras sistem dan perangkat lunak sistem.
3. Sistem elektromiografi (EMG) portabel berbasis internet of things (IoT) berprotokol *message queuing telemetry transport* telah berhasil diuji. Hasil pengujian menunjukkan sistem yang telah dibuat memiliki tingkat kesesuaian fungsionalitas sistem yang sangat baik dengan nilai keberhasilan 100%, karakteristik sinyal EMG sistem telah memiliki karakteristik sinyal yang sesuai dengan teori, dan presisi *repeatability* memiliki tingkat kepresisian sistem pada saat otot berelaksasi sebesar 97,76% dan 97,83% pada saat berkontraksi yang mana nilai tersebut

telah mendekati nilai standar ISO 17025 tahun 2017 yakni minimum kepresiaian yang baik sebesar 98% .

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan pada sistem maupun dalam proses pembuatannya. Oleh karena itu, disarankan melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian dengan menggunakan subjek yang sedang mengalami gangguan otot maupun saraf. Hal ini disarankan karena agar dapat mengetahui perbedaan sinyal EMG subjek yang sehat dengan sinyal EMG subjek yang mengalami gangguan.
2. Melakukan pengujian dengan alat EMG standar yang berada di rumah sakit. Hal ini dikarenakan alat ini belum dilakukan pengujian akurasi menggunakan alat EMG yang standar. Jika saran ini dilakukan, maka dapat diketahui perbedaan maupun kesamaan hasil sinyal EMG dari alat yang telah dibuat dengan hasil sinyal EMG yang standar dirumah sakit.
3. Melakukan peningkatan sistem pengiriman data pada MQTT. Hal ini dikarenakan pada sistem mengalami delay sepersekian detik pada proses pengiriman sehingga akan mengalami kehilangan data dalam waktu singkat sehingga dalam pemeriksaan dapat mengalami gangguan. Jika saran ini dilakukan, sistem akan bekerja lebih baik karena data tidak akan hilang ketika melakukan pemeriksaan.
4. Melakukan pengukuran tekanan darah dan suhu badan sebelum dilakukan pengujian EMG.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Havis, A., & Fitria, L. 2018. Filtering Sinyal Menggunakan Band Pass Filter. *Jurnal SIFO Mikroskil*, 19(2), 37–48.
- Amrinsani, F., Arief, Z., & Gunawan, A. I. 2019. Identifikasi Sinyal Elektromiografi Otot Vastus Medialis dan Erector Spinae dalam Transisi Gerakan untuk Kontrol Robot Kaki. *Inovtek Polbeng*, 9(2), 219.
- Atmoko, R. A. 2019. Dasar Implementasi *Protokol MQTT* Menggunakan Python dan NodeMCU. Mokosoft Media.
- Atsal, H., Ramadhan, I., Hastuti, P. T., & Fatmawati, S. R. 2023. Rangkaian Lampu Emergency Untuk Miniature Rumah Adat Betawi Dengan Transistor Dan Modul Tp4056. *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, 5(1), 8–15.
- Badrudin, M. 2020. Hukum Berobat dalam Pandangan Islam. *Al Qalam*, 8(2).
- Basri, S., Wardana, P. S., & Rokhana, R. 2010. Pengolahan Signal Elektromiografi Pada Lengan Untuk Menggerakkan Lengan Robot Dengan 3 Dof. *Eepis Final Project*.
- Bawa, A., & Banitsas, K. 2022. *Design validation of a low-cost EMG sensor compared to a commercial-based system for measuring muscle activity and fatigue*. *Sensors*, 22(15), 5799.
- Budianto, Kurnia, & Galih. 2021. Perspektif Islam Terhadap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. *Islamika: Jurnal Ilmu-Ilmu Keislaman*, 21(01), 55–61.
- Cameron, J. R., Skofronick, & Grant, R. M. 2006. Fisika tubuh manusia. Penerbit EGC, Jakarta.
- Criswell, E. 2010. *Cram's introduction to surface electromyography*. Jones & Bartlett Publishers.
- De Luca, C. J., Adam, A., Wotiz, R., Gilmore, L. D., & Nawab, S. H. 2006. Decomposition of surface EMG signals. *Journal of Neurophysiology*, 96(3), 1646–1657.
- el Hakim, A., Kusbandono, H., Jihaadi,., & Fata, R. W. 2021. Rancang Bangun Elektromiografi Permukaan Portabel Design And Development Of Portable Surface Electromyography. Telkom University
- Fraden, J. 2016. *Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications*. In *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*. Springer.
- Fuada, S., Yasmin, M., Yustina, M. C., Amalia, A., Pratiwi, D. A., Annisa, A., Kubro, N. Z., Sutia, D. D., Parulian, S., & Darussalam, M. G. B. 2022. Analisis rangkaian pembagi tegangan dan perbandingan hasil simulasinya

- menggunakan simulator offline. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 28–46.
- Fukuyama, M. 2018. Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. *Japan Spotlight*, 27(5), 47–50.
- Gani, I. D., Jamil, M., & Sardju, A. P. 2019. Sistem monitoring tinggi permukaan air panci penguapan berbasis node MCU dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). *Jurnal PROtek Volume*, 6(2).
- Khushaba, , Al-Ani, A., & Al-Jumaily, A. 2010. Orthogonal fuzzy neighborhood discriminant analysis for multifunction myoelectric hand control. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 57(6), 1410–1419.
- Konrad, P. 2005. *A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*, 1(2005), 30–35.
- Ladegaard, J. (2002). *Story of electromyography equipment. Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 25(S11), S128–S133.
- Lai, C.-M., Pan, & Cheng, M.-C. 2011. High-efficiency modular high step-up interleaved boost converter for DC-microgrid applications. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 48(1), 161–171.
- Lesmana, M. A. 2022. Monitoring Charging–Discharging Baterai Li-Ion Cd 18650 3, 7v Menggunakan Nodemcu Berbasis *Internet Of Things (Iot)*. Universitas Siliwangi.
- Lukar, & Setiawan, F. B. 2018. Deteksi sinyal otot manusia pada android menggunakan sensor elektromiografi berbasis mikrokontroler arduino uno. *Prosiding Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol Dan Otomasi*, 99–106.
- Luttmann, A. 2017. *Physiological basis and concepts of electromyography. In Electromyography in ergonomics* (pp. 51–96). Routledge.
- Luttmann, A., Jäger, M., Sökeland, J., & Laurig, W. 1996. *Electromyographical study on surgeons in urology. II. Determination of muscular fatigue. Ergonomics*, 39(2), 298–313.
- Mekid, S. 2008. *Introduction to precision machine design and error assessment*. CRC Press.
- Moritani, T., Stegeman, D., & Merletti, R. 2004. *Basic physiology and biophysics of EMG signal generation. Electromyography: Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications*, 1–25.
- Northrop, R. B. 2003. *Analysis and application of analog electronic circuits to biomedical instrumentation*. CRC press.
- Nuryanto, L. E. 2017. Penerapan Dari Op-Amp (Operational Amplifier). *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, 13(1).

- Parihar, Y. S. 2019. Internet of things and nodemcu. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6(6), 1085.
- Periyaldi, P., Bramanto, A., & Wajiansyah, A. 2018. Implementasi Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Satnetcom Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queue Telemetry Transport (Mqtt). *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(1), 23–29.
- Pratiwi, I., Dharmastiti, R., & Setyowati, L. 2014. *Letak Elektroda Elektromiografi pada Upper Extremity Muscle*.
- Prayogo, H., & Wibowo, A. 2017. Prototipe Charger Baterai Menggunakan Sumber Energi Matahari, Listrik, dan Mekanik. *Widya Teknik*, 9(1), 33–44.
- Purnama, J. C. A., & Setiawan, F. B. 2018. Pembacaan Sinyal Otot pada Wajah dan Sekitar Kepala Menggunakan Sensor Elektromiografi. Prosiding Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol Dan Otomasi, 46–52.
- Rahmawati, V., & Efendi, A. T. 2017. Sistem Pengendali Pintu Berbasis Web menggunakan NodeMCU 8266. STMIK AKAKOM Yogyakarta.
- Reaz, M. B. I., Hussain, M. S., & Mohd-Yasin, F. 2006. *Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications*. *Biological Procedures Online*, 8, 11–35.
- Riyanto, P. D. 2014. Validasi & Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi. DEEPUBLISH.
- Robertson, D. G. E., Caldwell, G. E., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, S. 2013. *Research methods in biomechanics*. Human kinetics.
- Sa'diyah, C. 2008. Analisis Profil Elektromiogram Terhadap Aktifitas Cengkeraman. *Skripsi Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya*.
- Santoso, N. H., & Setiawan, F. B. 2018. Pembacaan Sinyal Otot Pada Bagian Kepala Menggunakan Sensor Elektromiografi (Emg) Dan Scilab. Prosiding Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol Dan Otomasi, 107–114.
- Saputra, R., & Yulianti, B. 2021. Alat Pendeteksi Originalitas Baterai Tipe 18650 Berbasis Arduino Nano. *Jurnal Teknologi Industri*, 10(1).
- Sasmoko, D., & Mahendra, A. 2017. Rancang bangun sistem pendeteksi kebakaran berbasis iot dan sms gateway menggunakan arduino. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 8(2), 469–476.
- Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, A. H., & Hidayat, S. 2016. Pengujian pengaruh luas elektroda terhadap karakteristik baterai LiFePO4. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 6(02), 43–48.
- Setioningsih, E. D. 2021. *The Impact of Using Digital Filter and Analog Filter on Surface Electromyography Signal*. *International Journal of Advanced Health*

Science and Technology, 1(2), 68–73.

- Sudirham, S. 2002. Analisis Rangkaian Listrik. Penerbit ITB, Bandung.
- Surjono, H. D. 2011. Elektronika Lanjut. Cerdas Ulet Kreatif Punlisher.
- Wilianto, W., & Kurniawan, A. 2018. Sejarah, cara kerja dan manfaat internet of things. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 8(2), 36–41.
- Wulandari, I., & CERDAS, 2020. Pengaruh Alas Kaki Dengan Kelenturan Sol Berbeda Terhadap Aktivitas Sinyal EMG Otot Tungkai Bawah Dan Ground Reaction Force Saat Berjalan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yulhanapis, A. 2021. Rancang bangun dan analisis elektromiografi dengan menggunakan elektroda Ag| AgCl. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Yuliansyah, D. 2017. 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. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yulistia, A., Aulia, G., Al Rasyid, H., Ramadhani, M. M., & Zahrani, N. I. 2024. Evaluasi Kinerja Filter High-Pass Dan Low-Pass Pada Citra Beresolusi Tinggi Menggunakan Matlab. *Journal Of Informatics And Busisnes*, 2(2), 190–196.