

**PERANCANGAN MONITORING SINYAL ELECTROMYOGRAPHY
(EMG) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN
METODE WATERFALL**

NASKAH PUBLIKASI



diajukan oleh

Falahul Fadli

17.11.1563

kepada
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2017**

NASKAH PUBLIKASI

**PERANCANGAN MONITORING SINYAL ELECTROMYOGRAPHY
(EMG) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN
METODE WATERFALL**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Falahul Fadli

17.11.1563

Dosen Pembimbing

Agit Amrullah, M.Kom.

NIK. 190302356

Tanggal, Desember 2021

**Ketua Program Studi
S1 – Informatika**

Windha Mega Pradnya D, M.Kom.

NIK. 190302185

PERANCANGAN MONITORING SINYAL ELECTROMYOGRAPHY (EMG) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN METODE WATERFALL

Falahul Fadli¹⁾, Agit Amrullah²⁾,

¹⁾ Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta

²⁾ Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta

Jl Ringroad Utara, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta Indonesia 55283

Email : falahul.fadli@students.amikom.ac.id¹⁾, agit@amikom.ac.id²⁾

Abstract - Currently, the condition of EMG equipment in hospitals still does not have a tool that can be integrated directly through a web browser or application and also cannot store digital patient data records but only performs data retrieval manually / on-site. In this study the author will design an IoT-based EMG signal monitoring system tool that can be integrated via a web browser or application.

The method used is the waterfall method or waterfall model called the classical cycle, representing a systematic, sequential approach to software development that begins with the customer specifying desired requirements and progresses through planning, modelling, construction, and deployment, culminating in ongoing support. of the finished software.

The results of this study obtained that the IoT-based EMG signal monitoring system was successfully accessed through the IoT platform, namely ubidots. This platform successfully displays a graph of the EMG signal recorded on the patient and can save the patient's digital data record

Keyword: IoT (Internet of Things), EMG (Elektromiografi), Ubidots.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini kondisi alat EMG di rumah sakit masih belum mempunyai alat yang bisa terintegrasi langsung melalui *web browser* atau aplikasi dan juga belum dapat menyimpan rekam data *digital* pasien melainkan hanya melakukan pengambilan data secara manual / *on-site*. dengan adanya alat sinyal EMG berbasis iot ini pihak rumah sakit dimudahkan dengan bisa memeriksa hasil pasien melalui andorid atau laptop serta bisa menyimpan hasil rekam data digital nya. Hal ini karena proses *monitoring* dapat dilakukan secara *online*, sehingga dokter dapat dengan mudah melihat hasil perkembangan pasien tersebut dengan mempunyai hasil rekam data *digital* pasien dari hari ke hari.

Untuk menunjang berjalannya IoT pada alat ini digunakan *board development* NodeMCU. NodeMCU merupakan mikrokontroler yang telah dibekali *System on Chip* (SoC) ESP8266, sehingga mendukung untuk akses ke WiFi. Dengan ditambah harga yang murah, serta bentuk yang kecil, nodeMCU ini akan sangat menunjang

alat IoT sinyal EMG. Sensor V3 digunakan untuk pengukuran sinyal tegangan yang dihasilkan oleh otot atau biasa disebut dengan elektromiografi (EMG) serta Ubidots yang digunakan sebagai *platform* IoT untuk alat ini. Ubidots dapat diakses melalui *web browser* baik pada android maupun laptop. Pada platform ini akan ditampilkan grafik sinyal EMG yang terekam pada pasien, sementara dokter dapat melihat hasil nya melalui laptop atau android yang sudah diinstal ubidots.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Identifikasi masalah diatas maka terdapat beberapa rumusan masalah secara garis besar adalah “Bagaimana merancang dan membangun alat sistem monitoring sinyal EMG berbasis IoT”.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini dan tujuan yang ingin dicapai agar tidak menyimpang dari pokok permasalahan dibuatlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Alat menggunakan mikrokontroler ESP-8266.
2. Sensor yang digunakan sensor *muscle* V3 untuk mengukur sinyal EMG.
3. Ubidots untuk menampilkan grafik sinyal EMG dan menyimpan rekam data digital dari pasien.
4. Penghubung internet yang digunakan untuk menampilkan grafik sinyal EMG adalah ESP-8266.
5. Elektroda digunakan untuk menangkap sinyal yang dihasilkan oleh otot yang berkontraksi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah, maka maksud dan tujuan dari penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk merancang alat sistem monitoring sinyal EMG berbasis *Internet of Things*.
2. Menerapkan metode waterfall dalam perancangan sistem monitoring sinyal EMG berbasis IoT.
3. Mengetahui kinerja alat pengukur sinyal EMG.
4. Merancang alat yang mampu menampilkan sinyal EMG di laptop secara realtime kepada *user*.

5. Merancang sistem monitoring sinyal EMG yang dapat menyimpan rekam data digital pasien.

2. Landasan Teori

2.1 IoT (*Internet of Things*)

IoT (*Internet of Things*) adalah sebuah istilah yang dimaksudkan dalam penggunaan internet yang lebih besar, mengadopsi komputasi yang bersifat mobile dan konektivitas kemudian menggabungkan kedalam keseharian dalam kehidupan. Menurut metode identifikasi RFID (*Radio Frequency Identification*), istilah IoT tergolong dalam metode komunikasi, meskipun IoT juga dapat mencakup teknologi sensor lainnya, teknologi nirkabel kode QR (*Quick Response*). Koneksi internet adalah hal yang luar biasa, bisa memberi kita segala macam manfaat yang sebelumnya mungkin sulit untuk didapat. Sebagai contohnya adalah ponsel kamu sebelum menjadi *smartphone*. Kita bisa menelpon dan mengirim pesan teks dengan ponsel lama. Tapi, sekarang kamu bisa menonton film dan mendengarkan lagu lewat *smartphone* kita yang terhubung dengan internet [1].

2.2 Electromyography (EMG)

Elektromiografi adalah suatu teknik untuk mengevaluasi dan merekam sinyal aktivitas otot. Pemeriksaan Elektromiografi dilakukan menggunakan alat yang disebut *electromyograph*, lalu rekaman yang dihasilkan disebut dengan Elektromiogram. Teknik ini mendeteksi potensial aksi dari sel-sel otot saat sel-sel berkontraksi dan relaksasi dengan menggunakan elektroda yang ditempel di atas jaringan otot. EMG dilakukan ketika pasien mengalami kelemahan otot. Pemeriksaan ini dapat membantu untuk membedakan antara masalah-masalah yang berasal dari otot itu sendiri atau gangguan syaraf [2].

EMG (Elektromiografi) adalah pemeriksaan elektrodagnosis untuk memeriksa saraf perifer dan otot. Prinsip kerjanya adalah merekam gelombang potensial yang ditimbulkan baik oleh otot maupun saraf. (Poernomo, 2003 dalam Terecia, 2005).

EMG (Elektromiografi) adalah suatu alat yang digunakan untuk merekam aktivitas elektrik dari otot untuk menentukan apakah otot sedang melakukan kontraksi atau tidak, serta menampilkan pada *Cathode Ray Oscilloscope* (CRO).

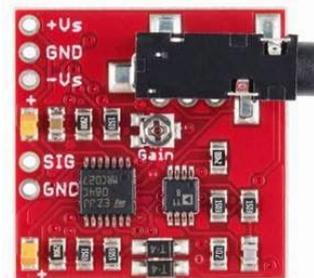
Electromiografi merekam aktivitas elektrik yang ditimbulkan pada suatu otot berkisar antara $50 \mu\text{V}$ sampai 5 mV dan durasinya 2 sampai 15 ms. Nilainya bergantung kepada posisi anatomi dan otot, ukuran dan penempatan elektroda. Pada otot yang berelaksasi normalnya tidak ada tegangan yang dihasilkan. Instrumen ini bermanfaat untuk melakukan studi beberapa aspek fungsi *neuromuscular*, kondisi *neuromuscular*, luas luka syaraf, tanggapan refleks, dll. (Rokhana, 2009).

2.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform IoT *opensource* dan pengembangan Kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu programmer dalam membuat *prototype* produk Iot atau bisa dengan memakai *sketch* dengan arduino IDE. Pengembangan Kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1-Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua dalam satu *board*. Keunikan dari NodeMcu ini sendiri yaitu boardnya yang berukuran sangat kecil yaitu panjang 4.83cm. lebar 2.54cm, dan dengan fitur wifi dan *firmware*nya yang bersifat *opensource*. Penggunaan NodeMcu lebih menguntungkan dari segi biaya maupun efisiensi tempat, karena NodeMcu yang ukurannya kecil, lebih praktis dan harganya jauh lebih murah dibandingkan arduino Uno [3].

2.4 Sensor Muscle V3

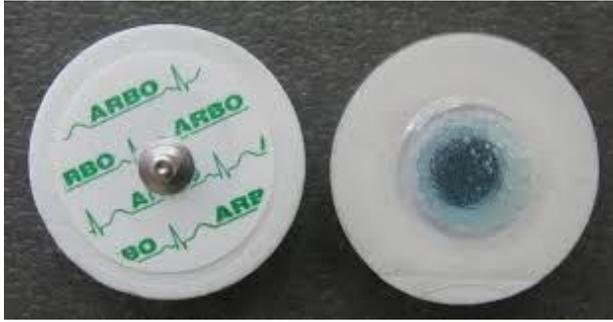
Sensor muscle V3 sebuah modul yang terdiri dari beberapa komponen yang berfungsi untuk mendukung dalam pengukuran sinyal tegangan yang dihasilkan oleh otot atau biasa disebut dengan elektromiografi (EMG). Modul ini tidak hanya digunakan untuk keperluan elektromiografi saja tetapi dapat digunakan untuk video games, robot, alat kesehatan, peralatan elektronik dan *powered exoskeleton suits* yang membutuhkan data dari sinyal tegangan otot. Sensor otot ini dirancang untuk digunakan secara langsung dengan mikrokontroler. Sensor melakukannya tidak dengan mengeluarkan langsung sinyal RAW EMG melainkan sinyal yang diperkuat, diperbaiki, dan dihaluskan yang akan bekerja dengan baik dengan analog-ke-mikrokontroler konverter (ADC) [4].



Gambar 2.1 Sensor Muscle V3

2.5 Elektroda

Elektroda digunakan sebagai alat penangkap sinyal yang dihasilkan oleh otot ketika berkontraksi. Pada dasarnya elektroda ada dua jenis yaitu elektroda gel dan elektroda jarum [5].



Gambar 2.2 Elektroda

2.6 Baterai 9V

Baterai 9V adalah sebuah sumber energi yang dapat merubah energi kimia yang disimpan nya menjadi energi listrik yang dapat digunakan seperti perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik seperti *handphone*, laptop dan mainan *remote control* menggunakan baterai [6].

2.7 Kabel Jumper

Kabel *jumper* merupakan kabel elektrik yang memiliki pin konektor disetiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Biasanya kabel *jumper* ini digunakan pada *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya agar lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian [7].

2.8 Ubidots

Ubidots adalah platform IoT yang menyediakan beragam layanan. Pertama ia mendukung beberapa perangkat seperti Arduino IDE, *Raspberry Pi*, *Particle*, *Espressif*, dan *Onion*. Selain itu ada beberapa jenis layanan yang berbeda konektivitas perangkat hingga visualisasi data. Beberapa fitur yang di miliki oleh ubidots antara lain adalah:

- SDK/API: Ubidots menyediakan SDK untuk perangkat yang berbeda – beda yang memudahkan proses integrasi perangkat dengan platform. Selain itu juga ada API yang bisa dipanggil untuk berinteraksi dengan *platform*.
- Mendukung protokol MQTT dan HTTP.
- *Synthetic* Variabel yang bisa menerapkan formula matematika pada data.
- Penyimpan data.
- Visualisasi data.

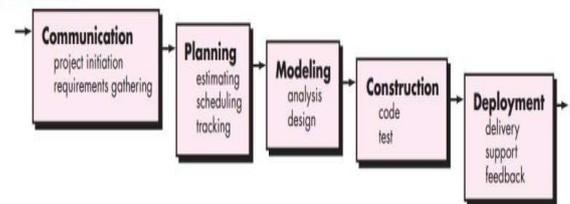
Ada dua jenis akun yang disediakan oleh Ubidots, akun industri yang berbayar (*trial* selama 30 hari) atau akun edukasi (*Ubidots for Education*) untuk keperluan pembelajaran [8].

2.9 Metode Waterfall

Menurut Pressman (2015:42), model air terjun terkadang disebut siklus klasik, menunjukkan pendekatan, sistematis sekuensial untuk pengembangan perangkat

lunak yang dimulai dengan pelanggan menspesifikasi persyaratan yang diinginkan dan berlangsung melalui perencanaan, permodelan, kontruksi, dan penyebaran, yang berpuncak pada dukungan yang berkelanjutan dari perangkat lunak yang telah selesai.

FIGURE 2.3 The waterfall model



Gambar 2.3 Metode Waterfall

3. Metodologi Penelitian

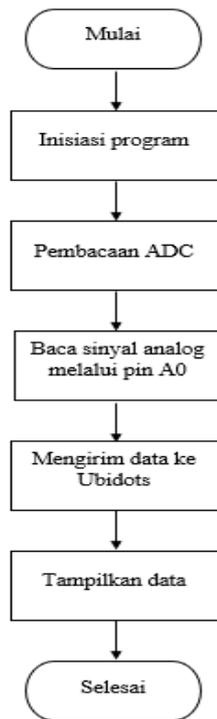
3.1 Analisa Kebutuhan

Adapaun kebutuhan fungsional dari sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

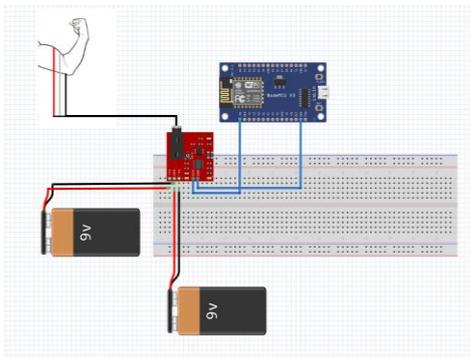
- Sistem ini dapat menampilkan grafik sinyal EMG pada laptop secara *realtime*.
- Sistem ini dapat mengukur tegangan otot lengan menggunakan sensor *muscle V3*.
- Menampilkan grafik sinyal emg melalui *platform* ubidots kepada *user*.
- Sistem ini dapat menyimpan rekam data digital hasil dari pemeriksaan pasien.

3.2 Desain

Alur kerja sistem adalah diagram alur untuk menentukan cara kerja alat yang dibuat. Untuk mengirim sinyal tegangan yang ditangkap sensor V3 melalui elektroda ke NodeMCU menggunakan pin A0. Pin ini dihubungkan ke pin SIG pada sensor V3. Setelah rangkaian terkoneksi selanjutnya menjalankan program menggunakan Arduino IDE jika program tidak terjadi *error* maka program mikrokontroler sudah bisa dijalankan. Untuk proses pengujian dilakukan dengan menempelkan elektroda ke lengan pasien. Keluaran dari mikrokontroler tersebut akan ditampilkan di *platform* ubidots yang mana sebelumnya data tersebut dikirim menggunakan nodemcu yang terintegrasi dengan jaringan WiFi. Hasil dari pengujian berupa sinyal dengan range tegangan 0-5 V.



Gambar 3.1 Flowchart Sistem



Gambar 3.2 Desain Sistem

Dalam perancangannya mikrokontroler yang digunakan NodeMCU, yang sudah di dukung oleh mikrokontroler ESP8266 yang sudah *include* dengan module WiFi. Sensor yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan sensor *Muscle* V3 yang terhubung dengan elektroda, sensor ini digunakan karena sensor *Muscle* V3 ini memiliki kemampuan untuk membaca sinyal yang lebih kecil, didalam sensor *Muscle* V3 telah *include* rangkaian penguat untuk membaca sinyal yang lebih kecil. Sehingga, sinyal yang kecil akan dikuatkan dan dapat dibaca oleh *user*. Alat ini menggunakan 3 buah elektroda setiap kali pengukuran. Ketiga elektroda ini adalah *mid*, *end*, dan *reference* elektroda. *Mid* diletakkan pada tengah tubuh otot yang akan di ukur. *End* diletakkan dekat dengan *Mid* ke arah ujung tubuh otot sementara *reference* diletakkan terpisah dari keduanya.

3.3 Implementasi

Modul Sensor *Muscle* digunakan untuk membaca sinyal EMG. *Output* yang dihasilkan dari sensor ini berupa sinyal analog sehingga pin yang dihubungkan ke NodeMCU adalah pin Analog. Langkah selanjutnya adalah membuat program dalam implementasi Sensor V3 yang disesuaikan dengan *flowchart* yang sudah dibuat. Dimana sensor V3 akan mengirim pembacaan ADC ke NodeMCU melalui pin A0. NodeMCU digunakan untuk menghubungkan sistem dengan internet menggunakan *WiFi*. Dan sebagai pusat kontrol dari keseluruhan rangkaian.

Api *ubidots* untuk menghubungkan *ubidots* dengan NodeMCU atau sebagai penghubung antara pengguna dengan mikrokontroler. *Ubidots* dapat terhubung dengan NodeMCU menggunakan *token*.

```
#define TOKEN "BBFF-p8frx7oBZFLv8huONoV2MHJwL73Fik"
```

Gambar 3.3 Token pada NodeMCU

| NAME | TOKENS | RATE LIMIT | ACTIONS |
|---------------|-------------------------|------------|---------|
| Default token | BBFF-p8frx7oBZFLv8hu... | 5 req/s | |

Gambar 3.4 Token pada Ubidots

4. Pembahasan

4.1 Monitoring Sensor V3

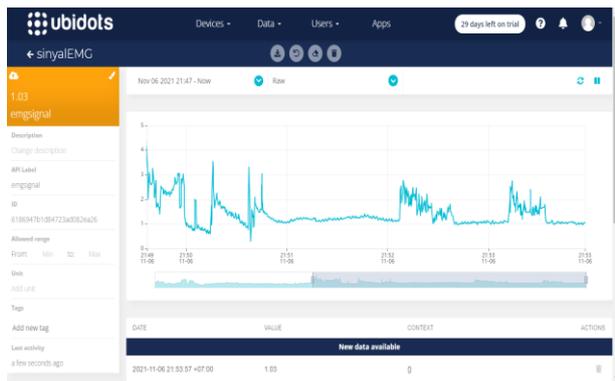
Monitoring dilakukan untuk melihat kinerja dari sensor V3. Pada skenario yang dilakukan adalah melihat aktivitas sinyal EMG dalam keadaan kontraksi dan relaksasi, ketika dalam keadaan kontraksi tegangan sinyal akan bergerak semakin tinggi dan dalam keadaan relaksasi tegangan sinyal cenderung stabil. Hasil *Monitoring* sinyal dapat dilihat pada gambar 4.1.



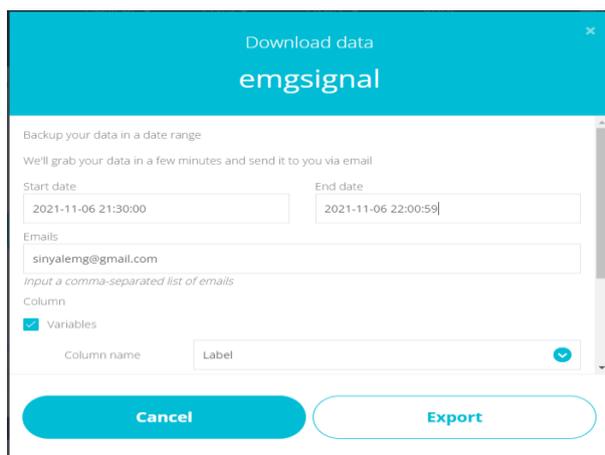
Gambar 4.1 Hasil Monitoring Sinyal EMG

4.2 Monitoring Ubidots

Ubidots digunakan sebagai *platform* untuk menampilkan grafik pada sinyal EMG dan menyimpan rekam data digital. *Ubidots* dapat diakses melalui web browser baik dengan android maupun laptop. NodeMCU akan mengirimkan sinyal kepada *Ubidots* melalui *token* yang telah dibuat. Sinyal yang ditampilkan *ubidots* dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3.



Gambar 4.2 Tampilan Sinyal EMG pada Ubidots



Gambar 4.3 Tampilan Rekam Data Digital dari Ubidots

4.3 Maintenance

Maintenance yang dilakukan pada sistem ini adalah dengan melakukan pengecekan secara teratur terhadap sensor dan mikrokontroler yang digunakan. *Maintenance* bertujuan untuk mendeteksi atau menjaga alat agar terhindar dari kerusakan dalam skala yang lebih besar dan memastikan alat agar dapat berjalan dengan *optimal*.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berhasil merancang sistem monitoring sinyal EMG yang dikontrol melalui NodMCU dan ditampilkan melalui platform ubidots.
2. Sensor V3 mampu membaca tegangan sinyal yang dikirimkan melalui NodeMCU dengan baik.
3. Alat berhasil mengetahui waktu terlelah pada otot lengan. hasil dari perekaman sinyal EMG selama 5 menit didapatkan perbedaan dan kesamaan waktu terlelah pada orang yang tidak mempunyai riwayat cedera dan dengan orang yang mempunyai riwayat cedera.
4. Alat berhasil mengukur sinyal tegangan pada otot lengan. Terdapat perbedaan antara orang

yang mempunyai riwayat cedera dengan orang yang tidak mempunyai riwayat cedera.

5. Alat berhasil menyimpan rekam data digital pasien yang akan dikirim melalui email user.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih terdapat beberapa hal yang perlu disempurnakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya. Memperbanyak pengujian pada orang dan bekerja sama dengan tenaga ahli biomedis untuk mendapatkan hasil yang lebih detail dan akurat.

Daftar Pustaka

- [1] Lukar, T. Y. H. ., & Setiawan, F. B. *Deteksi Sinyal Otot Manusia Pada Android Menggunakan Sensor Elektromiografi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. 99–106. (2019). <https://doi.org/10.5614/sniko.2018.15>
- [2] Ivan, V., & Wahab, F. *Pendeteksian Sinyal Otot Lengan Manusia Menggunakan Sensor Otot EMG Berbasis Arduino Uno*. 76–80. (2020).
- [3] Sulistyawati, I. N., & Kholis, N. RANCANG BANGUN ELEKTROMIOGRAF (EMG) BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MENDETEKSI CEDERA OTOT PADA PERGELANGAN KAKI (ANKLE) Ima Noviana Sulistyawati. *Jurnal Teknik Elektro*, VIII, 557–562, (2018).
- [4] Raharjo, A. B., Fatukhurrozi, B., & Nawawi, I. Analisis sinyal electromyography (emg) pada otot biceps brachii untuk mendeteksi kelelahan otot dengan metode median frekuensi. *Journal of Electrical Engineering, Computer and Information Technology*, 1(1), 1–5, (2020). <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/thetaomega/article/view/3046/1409%0Ahttps://jurnal.untidar.ac.id/index.php/thetaomega/article/view/3046>
- [5] F., Rofii, F., & Setiawidayat, S. Rancang Bangun Alat Terapi Lengan Continuous Passive Motion (CPM) dengan Control Electromyograph (EMG) Untuk Pasien Pasca Operasi dan Stroke. *Teknik*, 40(3), 176, (2019).

<https://doi.org/10.14710/teknik.v40i3.25119>

- [6] Ubaidillah, M. J., Munadhif, I., & Rinanto, N. Klasifikasi Gelombang Otot Lengan Pada Robot Manipulator Menggunakan Support Vector Machine. *Rekayasa*, 12(2), 91–97, (2019) <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v12i2.5406>
- [7] Gunawan, H. Y., & Setiawan, F. B. *Perancangan Penampil Grafik Sinyal Ketegangan Otot Perut Dengan Menggunakan Sensor Elektromiografi*, 10–11, (2019). <https://doi.org/10.5614/sniko.2018.14>

Biodata Penulis

Falahul Fadli, Memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Program Studi S1 Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta, lulus tahun 2021.

Agit Amrullah, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta, lulus tahun 2014. Memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Magister Informatika Universitas Amikom Yogyakarta, lulus 2017. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Amikom Yogyakarta, pada Program Studi S1-Informatika.