

# Smart Detection Of Arm Muscle Strength For Post Stroke Patient Therapy

Aulia El Hakim  
Teknik Komputer Kontrol  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
[aim@pnm.ac.id](mailto:aim@pnm.ac.id)

Dyah Anggun S  
Teknik Komputer Kontrol  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
[dyahanggun@pnm.ac.id](mailto:dyahanggun@pnm.ac.id)

Muhsin Toriq  
Teknik Komputer Kontrol  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
[muhsintoriq@gmail.com](mailto:muhsintoriq@gmail.com)

Agustin Devita S  
Teknik Komputer Kontrol  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
[agustindevitasarid@gmail.com](mailto:agustindevitasarid@gmail.com)

Muhammad Hanif A  
Teknik Komputer Kontrol  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
[muh.hanif.az19@gmail.com](mailto:muh.hanif.az19@gmail.com)

**Abstrak** - Kelumpuhan otot merupakan fenomena yang sering terjadi di masyarakat khususnya pada pasien pasca stroke dan spinal cord injury (SCI). Kelumpuhan dapat terjadi karena adanya kerusakan atau stimulasi saraf ke otot baik yang disebabkan karena kerusakan saraf pusat maupun saraf perifer misalnya pada pasien pasca stroke dan spinal cord injury. Elektromiografi (EMG) adalah suatu teknik untuk mengevaluasi dan merekam sinyal aktivitas otot. Teknik ini mendeteksi potensial aksi dari sel-sel otot saat sel-sel berkontraksi dan relaksasi dengan menggunakan elektroda yang ditempel di atas jaringan otot. Pemeriksaan ini dapat membantu untuk membedakan antara masalah-masalah yang berasal dari otot itu sendiri atau dari gangguan syaraf. Sistem ini didesain untuk menyimpan dan menampilkan hasil monitoring nilai skala kekuatan otot pada *smartphone* android untuk *multi-channel* secara *realtime*. Sinyal dari instrumentasi elektromiograf Akan diolah pada *Raspberry Pi* melalui ADC kemudian dikirim ke *database firebase* melalui koneksi internet. Data yang telah dikirim kemudian ditampilkan pada *smartphone* android. Pada pengujian keseluruhan, sistem mampu mendeteksi nilai skala otot 0 sampai 5. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman data dari instrumentasi menuju aplikasi adalah 1 detik.

**Kata kunci**— Kekuatan Otot, Elektromiografi, *Multi-Channel*. Aplikasi.

## I. PENDAHULUAN

Kelumpuhan otot atau paralisis merupakan fenomena yang sering terjadi di masyarakat khususnya pada pasien pasca stroke dan spinal cord injury (SCI). Kelumpuhan dapat terjadi karena adanya kerusakan atau stimulasi saraf ke otot baik yang disebabkan karena kerusakan saraf pusat maupun saraf perifer misalnya pada pasien pasca stroke dan spinal cord injury. Identifikasi tingkat kekakuan di daerah persediaan anggota gerak atau fungsi motorik pada seorang pasien pasca stroke dan spinal cord injury melalui pengukuran secara mekanis dan EMG, menunjukkan tingkat kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan orang normal [1].

Elektromiografi (EMG) adalah suatu teknik untuk mengevaluasi dan merekam sinyal aktivitas otot. Pemeriksaan Elektromiografi dilakukan menggunakan alat yang disebut *Electromyograph*, lalu rekaman yang dihasilkan disebut dengan Elektrogram. 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 dari gangguan syaraf [2].

Ada beberapa penelitian terkait *surface elektromiograf*, penelitian pertama yaitu Rehabilitation Biofeedback using Electromyograph Signal Based on Android Platform [3]. Penelitian ini digunakan untuk dokter dalam proses rehabilitasi atau terapi pasien cedera otot. Terdapat aplikasi untuk dokter dan pasien. Instrumentasi Elektromiograf hanya terhubung dengan aplikasi pasien melalui *bluetooth*, dalam penelitian ini dokter hanya memonitoring saja.

Selanjutnya penelitian mengenai Deteksi Sinyal Otot Menggunakan Sensor Elektromiografi dengan Mikrokontroler Arduino Uno [4]. Dimana hasil deteksi sinyal otot akan ditampilkan pada *smartphone* android, untuk menampilkan hasil sinyal elektromiograf dari LCD ke *smartphone* android melalui *bluetooth*. Namun dalam penelitian ini hanya menampilkan sinyal otot yang baru saja dideteksi dan juga hasil sinyal yang diperoleh tidak disimpan pada *database*, sehingga tidak ada riwayat data sebelumnya yang dapat diperiksa.

Selain penelitian diatas terdapat juga penelitian mengenai deteksi Skala Kekuatan Otot dengan Surface Elektromiograf [5]. Dalam penelitian ini, pengujian otot dilakukan secara khusus untuk otot fleksor dan ekstensor pada lengan. Uji coba dilakukan dengan memberikan resistensi pada lengan pasien dengan skala 0 hingga 5.

Akan tetapi pada penelitian tersebut hasil sinyal elektromiograf hanya ditampilkan pada *oscilloscope*, dan juga perangkat komputer untuk mengolah sinyal yang didapat dari elektroda. Sinyal yang terdapat pada *oscilloscope* tidak disimpan, sehingga jika penggunaanya untuk terapi maka pasien tidak dapat mengetahui kondisi kekuatan otot.

Lalu pada penelitian yang terbaru mengenai Aplikasi Rekam Medis Deteksi Kondisi Kekuatan Otot Menggunakan Surface Elektromiograf [6]. Pada penelitian ini, sistem dapat digunakan untuk mengetahui kondisi kekuatan otot selama terapi tanpa harus pergi ke dokter dengan menggunakan aplikasi pada *smartphone* android. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, alat ini didesain portabel dan efisien jika digunakan. Namun, sistem ini hanya digunakan untuk monitoring *single channel* dan menggunakan skala kekuatan otot 1 dan 5.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat dijadikan landasan untuk Penelitian dengan judul “*Smart Detection of Arm Muscle Strength for Post Stroke Patient Therapy*”. Sistem ini didesain untuk menyimpan dan menampilkan hasil monitoring nilai skala kekuatan otot pada *smartphone* android untuk *multi channel* secara *realtime*. Sinyal dari instrumentasi elektromiograf akan diolah pada *Raspberry Pi* melalui ADC kemudian dikirim ke *database firebase* melalui koneksi internet. Data yang telah dikirim kemudian ditampilkan pada *smartphone* android. Selain itu, data hasil monitoring juga akan disimpan yang dapat digunakan untuk perbandingan pada monitoring selanjutnya.

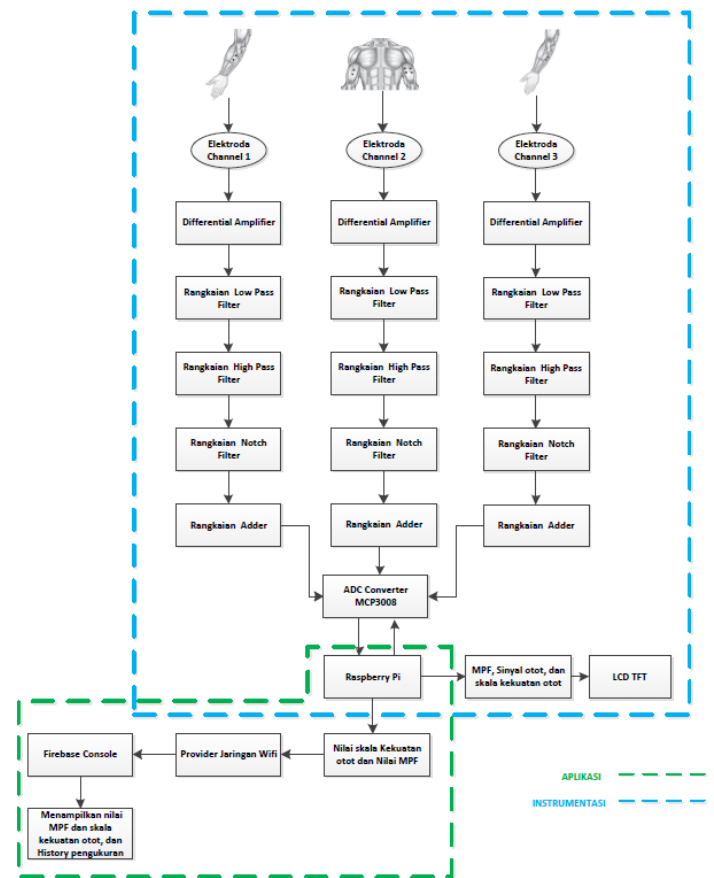
Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, sistem ini mampu menampilkan skala kekuatan otot hasil monitoring berupa level, sehingga pengguna lebih mudah untuk memahami hasil monitoring. Sistem juga menambah skala kekuatan otot menjadi skala 0 sampai 5 yang menambah tingkat keakurasian hasil monitoring. Pada sistem ini terdapat notifikasi yang akan tampil pada *smartphone* android. Notifikasi ini dimaksudkan dapat membantu apabila pengguna lupa melakukan pengecekan. Selain itu, juga terdapat ulasan mengenai treatment yang berisi tindakan/latihan otot atau persendian yang diberikan kepada pasien. *Treatment* ini dapat digunakan pengguna untuk melatih kekuatan otot selama proses penyembuhan. Melalui sistem ini, diharapkan dapat memberikan pengaruh besar pada masyarakat, terutama pada pasien yang mobilitas sendinya terbatas karena penyakit, disabilitas, atau trauma serta menambah tingkat keakurasian pada proses monitoring.

Pada paper ini akan dibahas metode penelitian pada Bab 2, hasil dan pembahasan pada Bab 3 yang berisi pengujian dari aplikasi, dan kesimpulan pada Bab 4.

## II. METODOLOGI

Pada bab ini akan menjelaskan tentang diagram sistem dan *flowchart* dari “*Smart Detection of Arm Muscle Strength for Post Stroke Patient Therapy*”.

### A. Diagram Sistem

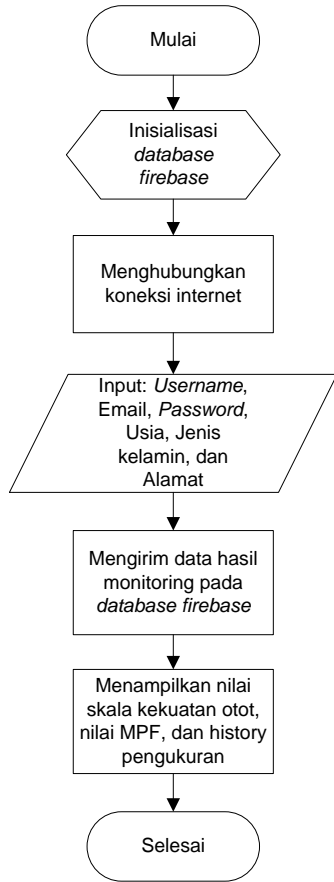


Gambar 1. Diagram Sistem

Gambar 1 menjelaskan Diagram Sistem dari “*Smart Detection of Arm Muscle Strength for Post Stroke Patient Therapy*”. Pada perancangan sistem ini, aplikasi *smartphone* terhubung dengan instrumentasi elektromiograf melalui koneksi internet. Data hasil monitoring diambil dari data yang telah diolah oleh *Raspberry Pi* kemudian dikirim ke *database firebase*. Data tersebut berupa nilai skala kekuatan otot dan nilai mpf. Ketika sistem terhubung dengan koneksi internet, maka data hasil monitoring tersebut akan dikirim dan diambil dari *firebase console* sesuai *username* masing-masing pengguna. Data yang telah dikirim, selanjutnya akan ditampilkan pada aplikasi android berupa nilai skala kekuatan otot, nilai mpf, dan *history* pengukuran.

B. Flowchart Sistem

Berikut merupakan *flowchart* mengenai “*Smart Detection of Arm Muscle Strength for Post Stroke Patient Therapy*” ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart system

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap “*Smart Detection of Arm Muscle Strength for Post Stroke Patient Therapy*”. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui hasil kinerja sistem. Beberapa bagian yang diperlukan untuk pengujian antara lain sebagai berikut:

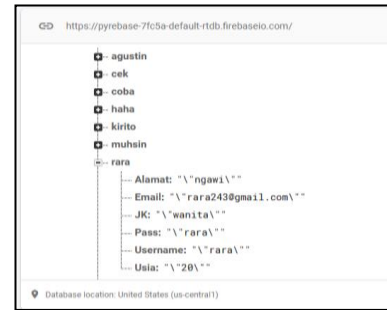
A. Pengujian Pengiriman Data Teks Identitas Dari Aplikasi Smartphone Menuju Database Firebase

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa *firebase realtime* dapat menyimpan data teks yang dikirim melalui *smartphone* dan sebagai media penyimpanan pada aplikasi ini. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan data diri pengguna pada menu registrasi. Proses *input* data pada menu registrasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Menu Registrasi

Data yang dimasukkan pada menu registrasi akan tersimpan pada *database firebase realtime database* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan database firebase realtime database

Pada Tabel 1 ditunjukkan hasil perbandingan antara data dari *smartphone* dan data yang tersimpan dalam *database firebase*.

Tabel 1. Perbandingan data dari *smartphone* dan data tersimpan pada *database firebase*

Data registrasi dari aplikasi <i>smartphone</i>	Data hasil registrasi pada <i>database firebase</i>	Ket
Username: rara	Username: rara	
Email: rara234@gmail.com	Email: rara234@gmail.com	
Password: rara	Password: rara	Sesuai
Usia: 20	Usia: 20	
Jenis kelamin: wanita	Jenis kelamin: wanita	
Alamat: ngawi	Alamat: ngawi	

B. Pengujian Pemanggilan Data Teks Identitas Dari Database Firebase Menuju Aplikasi Smartphone Pada Menu Login

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah dapat menggunakan aplikasi dengan memasukkan *username* dan *password*. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan *username* dan *password* pada menu *login*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Login berhasil

Tabel 3 Data hasil pengujian pengambilan data dari database firebase menuju smartphone android.

No.	Data pada	Tampilan	Ket
1.	Database firebase		
	Smartphone android		Sesuai

C. Pengujian Pengiriman Data Hasil Pengukuran Dari Instrumentasi Elektromiograf Menuju Database Firebase

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah database dapat menerima data berupa nilai skala kekuatan otot dan nilai mpf dari instrumentasi elektromiograf. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan login dengan akun yang sudah terdaftar lalu memilih menu monitoring. Pada Tabel 2 ditunjukkan hasil pengujian kirim data dari instrumentasi elektromiograf menuju database firebase.

Tabel 2. Data hasil pengujian kirim data dari instrumentasi elektromiograf menuju database firebase

No.	Data pada	Tampilan	Ket
1.	Instrumentasi elektromiograf		Data terkirim
	Database firebase		

E. Pengujian Pengiriman Data Skala Kekuatan Otot Dari Aplikasi Smartphone Menuju Web Thingspeak

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa web Thingspeak dapat menyimpan data hasil monitoring berupa skala kekuatan otot yang dikirim melalui aplikasi smartphone. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan login dengan akun yang sudah terdaftar lalu memilih menu monitoring dan menekan tombol simpan pada menu monitoring. Data skala kekuatan otot dari smartphone yang telah berhasil tersimpan pada web Thingspeak ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan web Thingspeak

F. Pengujian Pengambilan Data Skala Kekuatan Otot Dari Aplikasi Smartphone Dan Ditampilkan Pada Web Thingspeak Dalam Bentuk Grafik

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa web Thingspeak dapat menampilkan seluruh data hasil monitoring berupa skala kekuatan otot dalam bentuk grafik. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan login dengan akun yang sudah terdaftar lalu memilih menu monitoring dan menekan tombol simpan pada menu monitoring. Kemudian buka alamat url web Thingspeak untuk menampilkan data hasil pengecekan skala kekuatan otot dalam bentuk grafik. Setelah data hasil monitoring berhasil disimpan, maka akan muncul notifikasi "Hasil pengecekan berhasil disimpan" seperti pada Gambar 7.

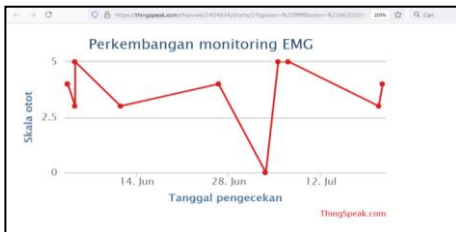
D. Pengujian Pengambilan Data Hasil Monitoring Dari Database Firebase Menuju Smartphone Android Pada Menu Monitoring

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat menerima data berupa skala kekuatan otot dan nilai mpf dari database firebase. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan login dengan akun yang sudah terdaftar lalu memilih menu monitoring. Pada Tabel 3 ditunjukkan hasil pengujian pengambilan data dari database firebase menuju smartphone android.



Gambar 7. Notifikasi pada Menu Monitoring

Data tersebut selanjutnya akan disimpan pada *web thingspeak* dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan grafik pada *web Thingspeak*

G. Pengujian Pengambilan Data Hasil Monitoring Dari Web Thingspeak Dan Ditampilkan Pada Aplikasi Smartphone Dalam Bentuk Grafik

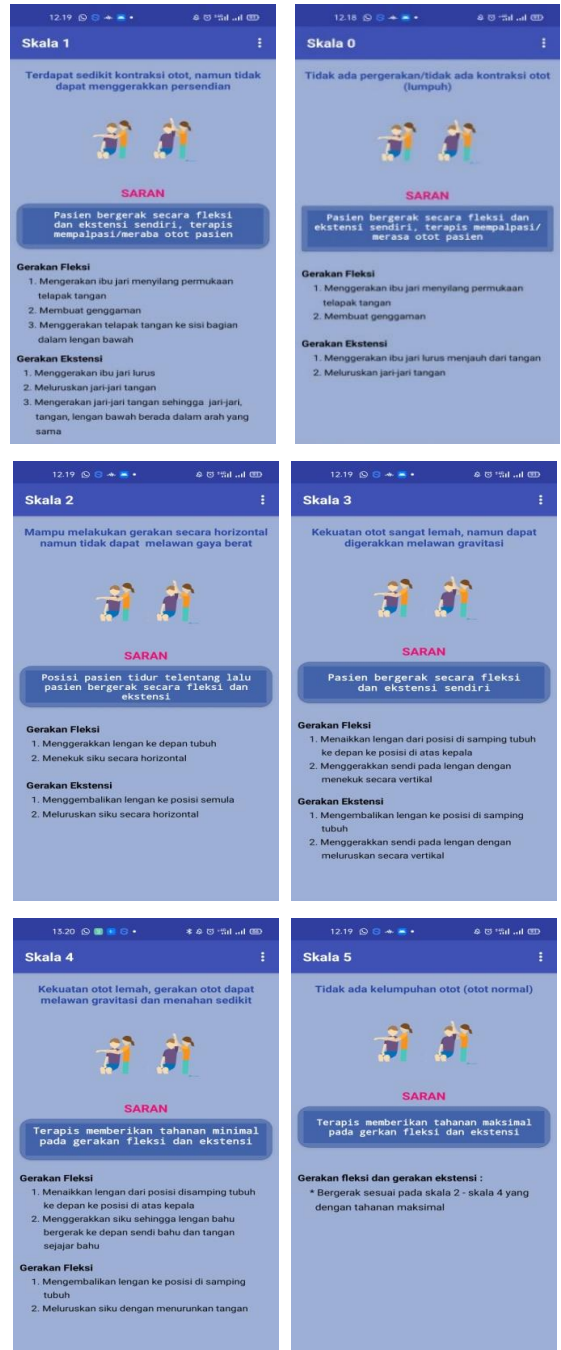
Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa dengan memasukkan *username* dan *password* ketika melakukan *login* dapat menampilkan seluruh data hasil pengecekan skala kekuatan otot dalam bentuk grafik. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan *login* dengan akun yang sudah terdaftar lalu memilih menu grafik perkembangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan menu grafik perkembangan pada aplikasi

H. Pengujian Menu Treatment

Pengujian ini bertujuan untuk melihat tindakan/latihan otot atau persendian yang diberikan kepada pengguna dengan tujuan untuk mengurangi kekakuan pada sendi dan kelemahan pada otot yang dapat dilakukan secara aktif. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan *login* dengan akun yang sudah terdaftar lalu memilih menu *treatment*. Kemudian memilih saran tindakan sesuai kekuatan otot dan mengklik tombol buka. Pada Gambar 10 ditunjukkan hasil pengujian menu *treatment* sesuai skala otot.



Gambar 10 Tampilan Menu Treatment

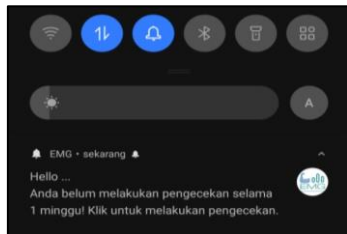
I. Pengujian Menampilkan Notifikasi Pada Aplikasi Smartphone

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat digunakan untuk memberi peringatan kepada pengguna yang belum melakukan pengecekan berupa notifikasi. Tanggal terakhir pengecekan dapat dilihat pada menu grafik perkembangan yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Tanggal terakhir pengecekan

Notifikasi akan muncul setelah satu minggu tidak melakukan pengecekan ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan notifikasi

J. Pengujian Waktu Proses Pengiriman Data String

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui lama waktu pada proses pengiriman data nilai skala kekuatan otot dan nilai mpf pada *smartphone* android. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan proses pengiriman data *string* dari instrumentasi elektromiograf menuju aplikasi *smartphone* dengan 5 sampel lalu melakukan perhitungan waktu dengan alat ukur *stopwatch*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian perhitungan waktu pengiriman data string

No.	Data	Waktu
1.	Pengujian ke 1	00:00:01.968
2.	Pengujian ke 2	00:00:01.343
3.	Pengujian ke 3	00:00:01.150
4.	Pengujian ke 4	00:00:01.089
5.	Pengujian ke 5	00:00:01.026
<b>Rata-rata</b>		1 detik

K. Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh sistem dalam “*Smart Detection of Arm Muscle Strength for Post Stroke Patient Therapy*” berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan

registrasi akun lalu *login* dengan akun yang sudah terdaftar. Kemudian memasang sensor elektroda tempel pada bagian lengan dan melakukan monitoring kekuatan otot pada skala 0-5 seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Pemasangan elektroda

Pengujian dilakukan secara simulasi pada 2 orang yang berbeda dan dengan melakukan 6 gerakan yang berbeda-beda sesuai kondisi pada setiap level yang diinginkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian keseluruhan

Username	Hasil monitoring	Keterangan
agustin		Gerakan: Tidak ada Pergerakan / tidak ada kontraksi otot (lumpuh)  Mpff Channel1: 194.68Hz Mpff Channel1: 208.12 Hz Mpff Channel1: 209.93 Hz  Level pada <i>Bar Graph</i> : 0
muhsin		Gerakan: Terdapat sedikit kontraksi otot, namun tidak dapat menggerakkan persendian  Mpff Channel1: 157.87 Hz Mpff Channel1: 205.61 Hz Mpff Channel1: 196.9 Hz  Level pada <i>Bar Graph</i> : 1
muhsin		Gerakan: Mampu melakukan gerakan secara horizontal, namun tidak dapat melawan gaya berat  Mpff Channel1: 185.14 Hz Mpff Channel1: 203.6 Hz Mpff Channel1: 207.51 Hz  Level pada <i>Bar Graph</i> : 2

muhsin



Gerakan: Kekuatan otot sangat lemah, namun dapat digerakkan melawan gravitasi

Mpf Channel1: 129.2 Hz  
Mpf Channel1: 198.24 Hz  
Mpf Channel1: 171.46 Hz

Level pada Bar Graph : 3

muhsin



Gerakan: Kekuatan otot lemah, gerakan otot dapat melawan gravitasi dan menahan sedikit tahanan ringan

Mpf Channel1: 193.35 Hz  
Mpf Channel1: 198.67 Hz  
Mpf Channel1: 129.3 Hz

Level pada Bar Graph : 4

agustin



Gerakan: Tidak ada kelumpuhan otot ( otot Norma)

Mpf Channel1: 141.74 Hz  
Mpf Channel1: 201.18 Hz  
Mpf Channel1: 116.34 Hz

Level pada Bar Graph : 5

Dalam pengujian yang dilakukan, dapat menampilkan kekuatan otot skala 0 sampai 5 serta diperoleh nilai mpf yang berbeda-beda tiap *channel* dari skala 0 sampai skala 5. Dimana skala 0 berarti tidak ada pergerakan/tidak ada kontraksi otot (lumpuh), skala 1 berarti terdapat sedikit kontraksi otot namun tidak dapat menggerakkan persendian, skala 2 berarti mampu melakukan gerakan secara horizontal namun tidak dapat melawan gaya berat, skala 3 berarti kekuatan otot sangat lemah namun dapat digerakkan melawan gravitasi, skala 4 berarti kekuatan otot lemah gerakan otot dapat melawan gravitasi dan menahan sedikit tahanan ringan, dan skala 5 berarti tidak ada kelumpuhan otot (otot normal).

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan, sistem dapat mendeteksi dan menampilkan data berupa nilai skala kekuatan otot dan nilai MPF pada smartphone android. Sistem juga mampu memberikan saran *treatment* sesuai dengan skala otot hasil pengukuran. Penyimpan data hasil pengukuran dilakukan secara *realtime* pada web *Thingspeak*

dan *firebase*. Sistem dapat mendeteksi skala kekuatan otot 0 yang diukur dari aktivitas relaksasi pada seluruh otot tangan, sampai skala 5 yang diukur dari aktivitas fleksi kekuatan penuh pada otot tangan dengan beban tahanan barbel 6 Kg. Nilai skala kekuatan otot dapat ditampilkan berupa level pada smartphone android dengan menggunakan tampilan *bar graph*. Pada uji coba diketahui Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman data dari instrumentasi pengukuran pada pasien menuju aplikasi adalah 1 detik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. el Hakim. (2021, Agustus 05). Design and development of portable surface electromyography. URL <https://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/view/3844>.
- [2] A. el Hakim, S.B.Setyawan, D.A. Sartika, 2019. Detection Of Muscle Strength Scale with Surface Electromyography using Multiple Channels Points Measurement Method, The 2nd International Conference on Vocational Innovation and Applied Sciences, ICVIAS22019048.
- [3] A. el hakim, S. Sukamto (2018, Januari 18). Deteksi Dini Aritmia Jantung Melalui Denyut Nadi Menggunakan Algoritma Grammatical Evolution. URL <https://senter.ee.uinsgd.ac.id/respositori/index.php/prosiding/article/view/senter2017p32>.
- [4] Based Medical Systems (CBMS). Presented at the 2017 IEEE 30th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), IEEE, Thessaloniki, pp. 475–480. <https://doi.org/10.1109/CBMS.2017.101>
- [5] Eleanor Criswell, E. (2011). Cram's introduction to Surface Electromyography. Sudbury, Massachusetts:Jones and Bartlett.
- [6] A. el Hakim. 2017. "Rancang Bangun Kendali Perangkat Elektronika Menggunakan Komunikasi Bluetooth Berbasis Arduino Dengan Interface Android". Madiun : Politeknik Negeri Madiun.
- [7] Lukar, T. Y., & Setiawan, F. B. (2018). Deteksi Sinyal Otot Manusia pada Android Menggunakan Sensor. Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO).
- [8] Maulana, R., Putri, R.R.M., 2018. Pengkondisian Sinyal Electromyography sebagai Identitas Jenis Gerakan Lengan Manusi. J.Tekno. Inf. Dan ilmu Komput. 5, 297.
- [9] Roberto Merletti: Dario Farina, "Surface EMG Decomposition," in Surface Electromyography: Physiology, Engineering, and Applications, IEE, 2016, pp.180-209, doi:10.1002/9781119082934.ch07.
- [10] R. Multajam, M. Sanjaya, A. Sambas, N. Subkhi, and I. Muttaqie, "Desain Dan Analisis Electromyography 9Emg) Serta Aplikasinya Dalam Mendeteksi Sinyal Otot," Alhazen J. Phys., vol. 2, Art. No.2, 2015.
- [11] S. Setiowati, "Denoising Sinyal Electrocardiogram (Ecg) Menggunakan Metode Fast Fourier Transform Pada Sistem Deteksi Kantuk," J. Elektro Dan Telekomun. Terap, vol. 7, no 1, pp. 789-796, Dec. 2020, doi: 10.25124/jet.v7i1.3309.
- [12] Wahyuningsih, D. (2016). Pemberian latihan rom untuk meningkatkan kekuatan otot pada pasien stroke di rsud dr. Soedirman kebumen
- [13] Widiyaningsih, R. (2020). Aplikasi Rekam Medis Deteksi Kondisi Kekuatan Otot Menggunakan Surface Elektromiograf.
- [14] Yassin, M., Hussein Abdallah, Amr Anwer, Abubakar Mustafa, Ashraf Mahroos. (2017). Rehabilitation Biofeedback Using EMG Signal Based on Android Platform, in: 2017 IEEE 30th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), IEEE, Thessaloniki, pp. 475–480. <https://doi.org/10.1109/CBMS.2017.101>
- [15] Yuliansyah, D. (2017, Januari). Deteksi kelelahan otot menggunakan sinyal emg dan detektor gaya pada gerak dasarekstensi dan fleksi knee-joint untuk evaluasi penggunaan functional electrical stimulation pada sistem rehabilitasi lower limb.

***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***