

Segmentasi Data Sinyal EEG Berdasarkan Domain Waktu Sebagai Dasar dalam Pengolahan Sinyal Pengambilan Keputusan dalam Rehabilitasi Stroke

MY Teguh Sulistyono*¹, Dyah Ernawati², Stalina Anggraeny Dewi Amodia³, Davin Hernanda Putra⁴

Universitas Dian Nuswantoro

e-mail: ¹teguh.sulistyono@dsn.dinus.ac.id, ²dyah_enrawati@dsn.dinus.ac.id

³422202203536@mhs.dinus.ac.id, ⁴111202214766@mhs.dinus.ac.id

*Penulis Korespondensi

Diterima: 7 Desember 2023; Direvisi: 18 Juli 2024; Disetujui: 19 Juli 2024

Abstrak

Penyakit stroke adalah salah satu penyakit kardiovaskuler jika menyerang akan menyebabkan cacat permanen dan meninggal dunia. Proses pemeriksaan membutuhkan dokter hanya berdasarkan visual unruk mendiagnosa penyakit, jika pemeriksaan dilakukan banyak dokter maka diagnose akan berbeda-beda. Unruk menghindari hal tersebut dibutuhkan alat EEG untuk mengambil aktivitas gelombang otak yang hasil pengambilan data tersebut dalam bentuk data mentah. Data mentah agar dapat dihasilkan untuk proses analisis diperlukan pemrosesan sinyal yang terdiri dari band pass filter, cleaning data, segmentasi dan decomposisi. Permasalahan selama ini yang timbul bahwa data mentah tersebut masih dalam bentuk data yang masih banyak noise baik dari pergerakan mata ataupun aktivitas otot., sehingga data mentah yang telah diolah akan menjadi dasar dalam pemilihan feature. Penelitian ini menggunakan metode penelitian menggunakan 2 tahapan yaitu data mentah dan pre processing, dimana pre processing memiliki 3 langkah yaitu band pass filter, cleaning data dan segmentasi. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan eksperimen bahwa semakin banyak segmentasi yang dilakukan maka semakin terlihat pola sinyal EEG sebagai penilaian lanjut dalam mengidentifikasi tindakan yang akan dilakukan dalam rehabilitasi medis pasien stroke. Penelitian ini menghasilkan hasil akhir dalam bentuk Segmentasi Data Sinyal EEG Berdasarkan Domain Waktu Sebagai Dasar Dalam Pengolahan Sinyal Pengambilan Keputusan Dalam Rehabilitasi Stroke.

Kata kunci: EEG, Stroke, Segmentasi, Cleaning Data, Band Pass Filter, Feature

Abstract

One of the cardiovascular illnesses that can result in death or permanent disability is stroke. Doctors must identify diseases solely based on visuals throughout the examination process; if multiple doctors perform the examination, the results will differ in the diagnosis. To prevent this, brain wave activity must be recorded using an EEG tool, the output of which is raw data. Bandpass filtering, data cleaning, segmentation, and decomposition are the signal-processing steps that must be completed to create raw data for the analytical process. Currently, the issue is that the processed raw data will serve as the foundation for feature selection, but the raw data itself still contains a lot of noise from both muscle and eye movements. The research methodology used in this study consists of two stages, raw data, and pre-processing, divided into three steps: bandpass filter, data cleaning, and segmentation. The experiment's findings indicate that the EEG signal pattern becomes more observable when segmentation is done,

which can be used as an additional evaluation tool to determine the best course of action for stroke patients' medical rehabilitation. The ultimate output of this research is Time-domain Segmentation of EEG Signal Data as a Foundation for Signal Processing Decision Making in Stroke Rehabilitation.

Keywords: EEG, Stroke, Segmentation, Cleaning Data, Band Pass Filter, Feature

1. PENDAHULUAN

Manusia dalam aktifitas tubuh sehari-hari mengandalkan pikiran melalui otak sebagai tempat untuk mengatur dan mengontrol baik aktifitas sensorik maupun motorik. Aktivitas motorik dan sensorik dapat dilakukan jika terdapat aliran darah yang mengandung oksigen ke dalam otak melalui pompa yang dilakukan oleh jantung. Jika darah yang dipompa menuju ke otak tidak sampai, maka akan terjadi kelemahan pada otak yang disebut Stroke. Stroke yang diderita seseorang dapat mengakibatkan kematian atau cacat permanen jika tidak segera ditangani [1].

Penanganan stroke dapat dilakukan melalui instalasi medis dibawah spesialis syaraf atau neurologi, melalui penanganan dari dokter. Dokter hanya dapat melihat pengamatan secara visual dan akan diterjemahkan dalam rekam medis untuk tindak lanjut yang diperlukan dalam pemeriksaan seperti teraphi, pemeriksaan jantung, pemeriksaan otot dan lain sebagainya. Dengan adanya pengamatan secara visual, jika berganti-ganti dokter akan berbeda diagnosanya, oleh sebab itu diperlukan teknologi untuk membantu dokter dalam menganalisis diagnose [3].

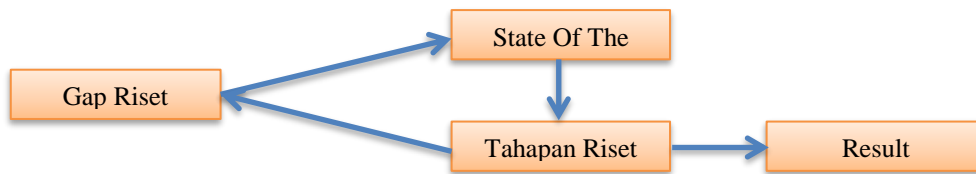
Peran teknologi yang dimaksud adalah EEG, dimana EEG berguna untuk menangkap aktifitas sinyal otak melalui kulit kepala melalui pasangan elektroda, sehingga aktivitas baik motorik ataupun sensorik dapat terekam dalam alat tersebut [4]. Alat EEG akan mendapatkan data mentah yang harus diolah, hasilnya sebagai rekomendasi dokter dalam membantu penyembuhan pasien. Peran data tersebut bukan sebagai antithesis dari dokter, tetapi sebagai pendamping hasil visual dokter yang tidak dapat dilihat oleh panca indra [2].

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu pengambilan sinyal EEG sebagai dasar pengambilan keputusan medis [3], Penyaringan dan pembersihan sinyal EEG dari gangguan Noise [4], [5]. Penelitian ini berangkat dari permasalahan terhadap data EEG yang masih terlalu luas dan besar, sehingga sulit untuk diolah karena ketidakstabilan data [6]. Penelitian ini juga merupakan kelanjutan dari proses pre processing agar data-data yang diambil dapat diolah dengan mudah dan dapat menghasilkan keputusan yang membantu dokter dalam diagnose medis pasien.

Berdasarkan permasalahan diatas yang menjadi kebaharuan dari penelitian ini adalah pembagian pengambilan data berdasarkan satuan waktu yang tadinya hanya 60 detik persatuan waktu dibagi menjadi 3 segmen persatuan waktu dalam 60 detik. Tiga segmen tersebut dari stimulus gerakan yaitu genggam, siku, dan bahu, dipotong per segmen sebesar 10 detik setiap gerakan, sisanya untuk *baseline* dan *relaks*. Dari 3 segmen yaitu 1 segmen siku, 1 segmen bahu dan 1 segmen genggam dibagi per segmen menjadi 10 segmen, sehingga menjadi 30 segmen. Semakin banyak pembagian dalam segmentasi semakin terlihat pola sinyal yang akan diteliti. Dengan semakin terlihat pola signal, semakin mudah untuk mengidentifikasi pengambilan keputusan dalam rehabilitasi media pasien stroke.

2. METODE PENELITIAN

Dalam metode penelitian ini, penulis membagi menjadi scenario-skenario yang dituangkan dalam sebuah blok diagram. Skenario yang akan digambarkan dalam blok diagram memiliki 2 skenario yaitu skenario pertama *state of the art* dan skenario kedua yaitu tahapan penelitian yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skenario Penelitian

2.1. State Of The Art

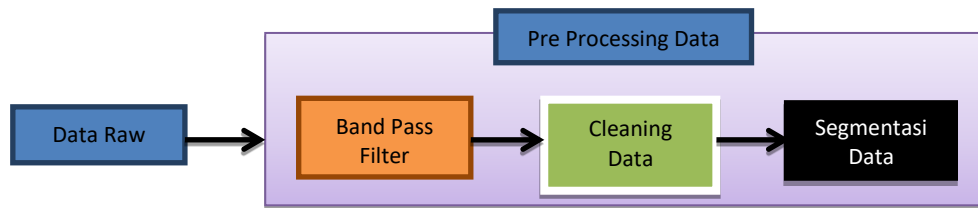
Penelitian sebelumnya berfungsi hanya untuk pengambilan data sinyal EEG, pengolahan sinyal EEG dan pembersihan sinyal EEG dari *noise* dan *artefak*. Karena ketidakstabilan sinyal pada saat direkam dan diolah, belum bisa diambil sebagai keputusan akhir dari rehabilitasi medis. Maka penelitian ini disertakan tiga jurnal nasional sebelumnya di tabel 1 yang berhubungan dengan konsep segmentasi sinyal EEG.

Tabel 1. *State Of The Art*

No.	Judul Jurnal	Tahun dan Penelitian	Metode	Obyek	Perbandingan
1	Identifying Parameters to Monitor Stroke Rehabilitation using Individual Analysis [7]	2019 Surabaya	Kuantitatif	Pasien Stroke RS	Perbandingan penelitian ini terdapat pada hasil yaitu penelitian ini menghasilkan parameter pengukuran rehabilitasi medis sedangkan topik penelitian yang berjalan ini adalah sebelum menilai parameter yang tepat harus diketahui terlebih dahulu pola sinyal dalam menentukan parameter.
2	Pengambilan Data Pasien Stroke Menggunakan Sinyal EEG Sebagai Informasi Pengambilan Keputusan Melakukan Tindak Lanjut Rehabilitasi [3]	2021 Surabaya	Kuantitatif	Pasien Stroke RS	Perbandingan pada hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah data mentah sedangkan penelitian yang sedang dikerjakan adalah kelanjutan dari penelitian ini yaitu data yang telah diolah dan dibersihkan untuk dilakukan segmentasi
3	Pengolahan sinyal EEG sebagai indikator tindak lanjut pengambilan keputusan rehabilitasi medis pasien stroke [6]	2021 Surabaya	Kuantitatif	Pasien Stroke RS	Perbandingan pada hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah pengolahan data mentah sedangkan penelitian yang sedang dikerjakan adalah dari penelitian ini yaitu data yang telah diolah dan dibersihkan untuk dilakukan segmentasi

2.2. Tahapan Penelitian

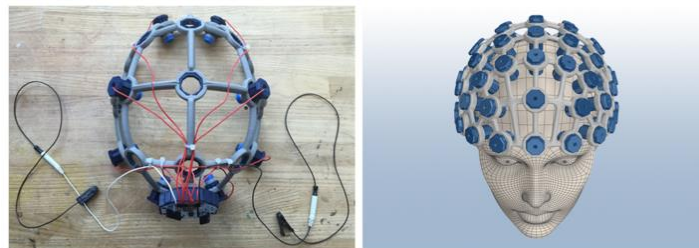
Dalam penelitian ini memiliki 2 tahapan yaitu data raw dan pre processing yang didalamnya berisi *scenario band pass filter*, *cleaning data* dan *segmentasi data* EEG. Tahapan tersebut diilustrasikan pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Metodologi Penelitian

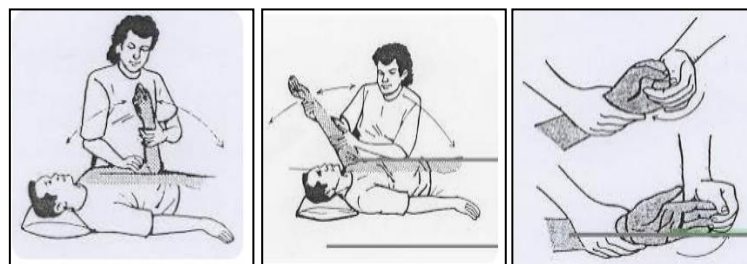
2.3. Data Raw

Data Raw atau data mentah, diambil dari data pasien penderita stroke yang bekerjasama dengan Rumah Sakit Universitas Airlangga, dengan jumlah pasien sebanyak 10 pasien. Pengambilan data pasien sudah memenuhi etik medis dengan telah dikeluarkan surat dari komite Etik Rumah Sakit Universitas Airlangga. Pengambilan data menggunakan alat EEG UltraCortex Mark IV EEG Headset yang ditampilkan pada gambar 3 dengan merekam aktivitas gelombang otak melalui motor cortex dengan elektroda dan channel yaitu F3, F4, C3, C4, O1 dan O2 [1].



Gambar 3. UltraCortex Mark IV [4]

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan gerakan yang bertujuan untuk mengetahui seberapa parah penyakit *stroke* yang diderita pasien dan sebagai tindakan juga untuk pemulihan medis pada tingkat fungsional secara maksimal. Pemilihan gerakan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tiga gerakan yaitu siku, bahu dan genggam yang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Gerakan Pengambilan Data
Sumber : ebrsr.com

2.4. Pre Processing

Dalam penelitian ini *pre processing* menggunakan 3 skenario yaitu sebagai berikut :

1) Band Pass Filter

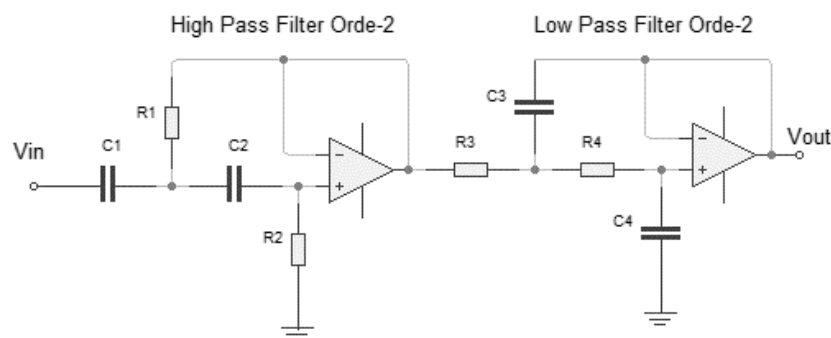
Band pass filter dapat disebut juga proses *High pass* dan *Low pass filter* terhadap data raw EEG menggunakan metode *Finite Impulse Response (FIR)* dengan *Hamming window*. *Filter highpass* (diatur pada 1 Hz) digunakan untuk membersihkan sinyal dari gangguan otot

dan penyimpangan frekwensi rendah. Sedangkan *filter lowpass* (diatur pada 40 Hz) digunakan untuk membersihkan sinyal dari gangguan gelombang RF dan menghindari *anti aliensing* selama proses pengambilan sinyal.

FIR Filtering merupakan tipe dari *digital filter* yang digunakan pada aplikasi *Digital Signal Processing* (DSP). *FIR Filtering* mempunyai *impulse respon* terbatas, karena *tidak ada feedback* didalam filter. Jika memasukkan sebuah *impulse* artinya memasukkan sebuah sinyal '1' diikuti dengan banyak sinyal '0'. Sinyal '0' akan keluar setelah sinyal '1' melewati semua *delay line* bersama koefisiennya. *FIR Filtering* memiliki kelebihan dan kekurangan yaitu untuk kelebihannya adalah stabil dan memiliki *phasa* yang linier, untuk kekurangannya adalah terkadang membutuhkan lebih banyak memori dalam perhitungan untuk mencapai karakteristik respon filter yang diberikan, serta dalam pelaksanaan implementasinya respon tertentu tidak mudah dilaksanakan. Pada persamaan 1 dibawah ini merupakan persamaan fungsi dari *Finite Impulse Response (FIR) Filtering* [8] :

$$y[n] = \sum_{k=0}^M b_x x[n - k] \quad (1)$$

Band Pass Filter adalah filter frekuensi yang melewatkan sinyal frekuensi dalam rentang frekuensi tertentu dengan melewatkan sinyal yang berada diantara frekuensi batas bawah hingga frekuensi batas atas. *Band Pass Filter* terdiri dari dua filter yaitu *Low Pass Filter* dan *High Pass Filter*. Gambar 6 dibawah ini dapat dilihat rangkaian dasar dari sebuah *Band Pass Filter* [9].



Gambar 5. Rangkaian *Band Pass Filter* [9]

Berikut pada persamaan 2 yang digunakan untuk menghitung frekuensi *cut off* :

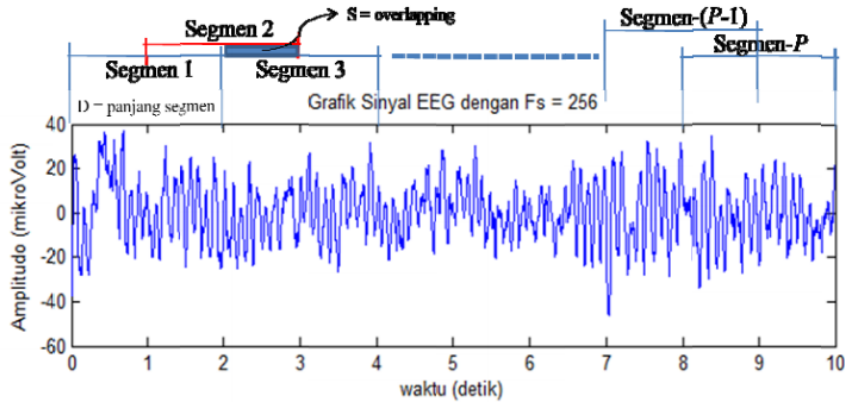
$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (2)$$

2) Cleaning Data

Langkah selanjutnya adalah pembersihan data menggunakan metode *Automatic Subspace Reconstruction* (ASR). ASR merupakan salah satu metode pembersihan secara otomatis yang mampu menghilangkan noise artifak dalam jumlah besar. ASR mampu membersihkan *flat-line channel*, *low frequency drift*, *noisy channels*, *sort-time burst artifact* dan segmen yang tidak sepenuhnya dikoreksi dari data EEG. Algoritma ASR akan secara otomatis mengidentifikasi dan menerapkan segmen data bersih untuk menentukan ambang batas dalam menolak *noise artifact* kemudian menggunakan komponen yang tersisa untuk merekonstruksi data channel.

3) Segmentasi Data

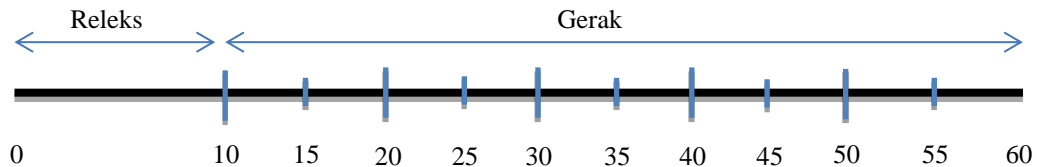
Proses ini disebut *ekstrak epoch*. Pada proses ini data EEG yang akan diolah hanya channel C3 dan C4 karena channel ini memiliki relevansi langsung dengan perintah motorik. Tahap segmentasi data akan memotong data menurut even yang sudah ditentukan, sehingga data yang tersisa hanya data yang mengandung *even* (perintah gerakan) yang di kehendaki.



Gambar 6. Proses segmentasi pada metode *periodegram welch*

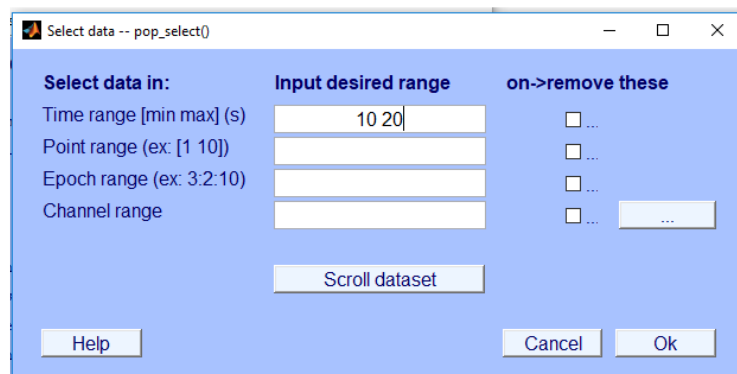
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses segmentasi ini dapat disebut juga ekstra *epoch*, dimana data yang sudah direkam dan dibersihkan dari noise dipotong-potong berdasarkan even yang sudah ditentukan, sehingga yang tersisa hanya *even* yang dikehendaki. Pemotongan ini sesuai dengan keinginan dari peneliti sesuai even untuk mengetahui pengaruh masing-masing potongan data terhadap hasil yang kemudian dilakukan analisis untuk mencari hasil. Dalam penelitian ini yang diambil hanya channel C3 dan C4 yang berpengaruh terhadap perintah langsung pada motorik pasien untuk proses rehabilitasi.



Gambar 7. Proses Segmentasi Data

Sesuai dengan alur perekaman data, data EEG dipotong pada setiap partisipan pada detik ke 10 – 20 (untuk gerakan jari), 30 – 40 (untuk gerakan menggenggam), dan 50 – 60 (untuk gerakan siku-fleksi).



Gambar 8. Memotong data EEG berdasarkan waktu menggunakan EEGLAB

Hasil Segmentasi Data adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Segmentasi Data

Bahu	Genggam	Siku
8,323434482	0,052976208	6,507557928
19,25869227	19,25869227	13,52090779
15,52647302	15,52647302	2,376394723
38,42847779	38,42847779	3,745557839
8,441092805	-0,000744434	2,260274311
19,62417822	19,62417822	2,697034858
15,52971526	15,52971526	9,808631444
38,11597388	38,11597388	10,4485403
4,247253948	-0,03303821	2,686250998
7,727056719	7,727056719	4,336864445
-----	-----	-----
-----	-----	-----
7,673705212	0,242897593	13,00250644
17,64187351	17,64187351	18,77193093
4,106529076	4,106529076	4,292495147
7,295035276	7,295035276	5,158171406

4. KESIMPULAN

Pengolahan segmentasi data sinyal EEG berupa potongan signal berdasarkan waktu pada masing-masing gerakan yang telah direncanakan, maka hasilnya berupa tabel segmentasi data sinyal EEG yang akan dipergunakan pada proses decomposisi signal EEG. Segmentasi yang dihasilkan bertujuan untuk megelompokkan signal berdasarkan waktu agar pengolahan signal tidak terlalu panjang sehingga proses pengolahannya cepat. Setelah proses segmentasi akan dilakukan proses decomposisi yang membagi segmen tersebut ke dalam sub band yang akan dipergunakan untuk ekstraksi feature.

Penelitian segmentasi data sinyal EEG akan dilanjutkan pada penelitian selanjutnya dengan topik decomposisi sinyal EEG, dimana sinyal EEG yang akan di docomposisikan dibagi menjadi beberapa Band. Band berfungsi mengkasifikasikan gelombang signal sesuai dengan kebutuhan dari pasien stroke dalam pemeriksaan medis.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Universitas Dian Nuswantoro, LP2M Universitas Dian Nuswantoro, Fakultas Ilmu Komputer terhadap semua sarana, prasarana, moril, materiil dan pendanaan melalui Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Internal Dosen Universitas Dian Nuswantoro Semester Genap 2022/2023 dengan nomor kontrak 049/A.38-04/UDN-09/V/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. W. and M. H. P. M. T. Sulistyono, E. S. Pane, "Analysis of EEG-Based Stroke Severity Groups Clustering using K-Means."
- [2] N. K. Al-Qazzaz, A. A. Aldoori, S. H. B. M. Ali, S. A. Ahmad, A. K. Mohammed, and

- M. I. Mohyee, "EEG Signal Complexity Measurements to Enhance BCI-Based Stroke Patients' Rehabilitation," *Sensors*, vol. 23, no. 8, 2023.
- [3] M. T. Sulistyono, "Pengambilan Data Pasien Stroke Menggunakan Sinyal EEG Sebagai Informasi Pengambilan Keputusan Melakukan Tindak Lanjut Rehabilitasi," *JOINS (Journal Inf. Syst.*, vol. 6, no. 1, pp. 83–93, 2021.
- [4] M. Y. T. Sulistyono, D. Ernawati, W. S. Sari, and S. Hadiati Nugraini, "Artifact-EOG Denoising Using FIR-Filtering in EEG Channel Selection for Monitoring and Rehabilitation of Stroke Patients," *2022 Int. Semin. Appl. Technol. Inf. Commun. Technol. 4.0 Smart Ecosyst. A New W. Doing Digit. Business, iSemantic 2022*, pp. 82–88, 2022.
- [5] D. H. P. MY Teguh Sulistyono, Dyah Ernawati, Stalina Anggraeny Dewi Amodia, "Penyaringan Noise Melalui Band Pass Filter Berbasis Sinyal EEG Sebagai Langkah Awal Pengolahan Data Dalam Pengambilan Keputusan Reabilitasi Medis Pasien Stroke," pp. 179–184, 2023.
- [6] M. Y. T. Sulistyono, D. Ernawati, K. Nathania, and ..., "Pengolahan sinyal EEG sebagai indikator tindak lanjut pengambilan keputusan rehabilitasi medis pasien stroke," ... *Nas. Ilmu Tek. ...*, vol. 4, 2021.
- [7] H. Setiawan, W. R. Islamiyah, A. D. Wibawa, and M. H. Purnomo, "Identifying EEG Parameters to Monitor Stroke Rehabilitation using Individual Analysis," *Proc. - 2019 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2019*, pp. 337–342, 2019.
- [8] D. Meutia, J. Teknik, F. Teknik, and U. S. Kuala, "Analisis Filter Finite Impulse Response (FIR) pada Sinyal Electroencephalogram (EEG)," 2019.
- [9] D. Datta and H. S. Dutta, "High performance IIR filter implementation on FPGA," *J. Electr. Syst. Inf. Technol.*, vol. 8, no. 1, 2021.
-