



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Pengolahan sinyal EEG sebagai indikator tindak lanjut pengambilan keputusan rehabilitasi medis pasien stroke

M Y T Sulistyono^{a,*}, D Ernawati^b, K Nathania^a, L Sandra dan R S Ramadani^a

^a Program Studi Sistem Informasi, Universitas Dian Nuswantoro, Jl. Imam Bonjol 207 Semarang 50131, Indonesia

^b Program Studi Rekam Medis Dan Informatika Kesehatan, Universitas Dian Nuswantoro, Jl. Nakula I No. 5-11 Semarang 50131, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 1 Oktober 2021

Direvisi: 26 November 2021

Diterbitkan: 14 Desember 2021

Kata kunci:

Stroke

Electroencephalograph

Pengolahan

Sinyal

Statistik

ABSTRAK

Stroke merupakan jenis penyakit yang menyerang pembuluh darah dalam betuk penyumbatan darah otak (cardiovascular) yang menyebabkan cacat permanen ataupun meninggal dunia. Orang yang mengalami gejala stroke ditandai dengan naiknya tekanan darah karena fungsi motorik dan aliran darah yang berisi oksigen tersumbat tidak dapat mencapai otak. Menurut data WHO sebanyak 13,7 juta kasus baru stroke muncul dan sekitar 5,5 juta meninggal dinegara berpendapatan rendah dan menengah. Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yaitu pengambilan data pasien stroke menggunakan sinyal Electroencephalograph sebagai informasi pengambilan keputusan melakukan tindak lanjut rehabilitasi yang hasilnya masih dalam bentuk data raw, meskipun menghasilkan nilai rata-rata sebesar 96%, tetapi data tersebut belum dapat diolah menjadi informasi. Serta penelitian lain pengolahan sinyal EEG menggunakan HMM yang hasilnya aktifitas perkalian dan rileks dan penggunaan HMM, tetapi belum bisa dibutuhkan untuk rekomendasi dalam rehabilitasi. Metode yang digunakan dalam penelitian pengolahan sinyal EEG sebagai Indikator tindakan lanjut proses rehabilitasi medis menggunakan tahapan yaitu data acquisition dan preprocessing. Hasil akhir penelitian ini adalah data yang telah diakuisisi dan diproses dalam bentuk data teks dengan 46.080 data frame menghasilkan 4 sub band sebagai channel selection yaitu alpha low, alpha high, beta low dan beta high. Empat sub band tersebut jika diolah dengan menggunakan Analisis Statistik ANOVA menghasilkan hipotesa dapat diterima dan dilanjutkan proses berikutnya dengan nilai rata-rata yang sama sebesar 96%. Dengan hasil yang sama dengan penelitian sebelumnya tetapi kelebihanannya adalah data yang telah diolah sudah siap untuk menghasilkan informasi yang dibutuhkan dalam proses tindak lanjut dalam rehabilitasi medis.

1. Pendahuluan

Berdasarkan Pusat Data Dan Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2014 tercatat

bahwa di Indonesia kematian yang disebabkan penyakit kardiovaskuler adalah 45% karena jantung koroner, 51% karena stroke dan sisanya karena penyakit lain (M. Rosenstock, 1974). Hal ini mengacu pada data

* Penulis korespondensi.

E-mail: teguh.sulistyono@dsn.dinus.ac.id

penduduk Data BPS tahun 2015 sebesar 255.461.686 jiwa (Kementerian Kesehatan RI, 2015), yang diproyeksikan akan terus meningkat menurut data Perencanaan Pembangunan Nasional Tahun 2013 di tahun 2035 menjadi 305.652.400 jiwa yang tersebar diseluruh Propinsi Indonesia yang tidak merata (R. I. Potapenko, 1980). Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebab kematian karena penyakit kardiovaskuler kurang lebih sekitar 130,285,459 jiwa.

Dengan melihat data diatas penyakit stroke dapat diklasifikasikan dalam penyakit kardiovaskuler yang ditandai dengan pembuluh darah mengalami gangguan dalam betuk penyumbatan darah di otak yang menyebabkan cacad permanen ataupun meninggal dunia. Orang yang akan terkena gejala stroke ditandai dengan naiknya tekanan darah dan gejala ini orang tidak merasakan apa-apa dan langsung terjatuh karena fungsi motorik dan aliran darah yang berisi oksigen tersumbat dan alirannya tidak dapat mencapai otak (M. U. Farooq dkk., 2008; X. Lei dkk., 2017; Kemenkes RI, 2018). Untuk menghindarinya setiap orang harus menjaga setiap sendi kehidupan termasuk makanan, tidak lupa melakukan kontrol rutin ke dokter. Jika orang sudah terkena serangan stroke maka yang dapat diatasi adalah dengan melakukan proses rehabilitasi stroke agar kondisi dapat kembali seperti sedia kala. Proses rehabilitasi dilakukan selain dengan menggunakan terapi juga dilakukan pemantauan proses rehabilitasi dengan menggunakan *instrument* untuk merekam aktivitas otak dengan *Elektroensefalograf* (EEG). Selain itu agar proses rehabilitasi dapat tepat pada sasaran maka dibutuhkan identifikasi parameter yang cocok agar proses rehabiliasi dapat berjalan dengan lancar pada saat proses monitoring (H. Setiawan dkk., 2019).

Elektroensefalograf (EEG) merupakan sebuah *instrument* yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik otak, yang perekamannya dilakukan dengan menempelkan elektroda pada kulit kepala. Data yang diperoleh dari aktivitas listrik otak melalui *fluktuasi* tegangan dalam neuron otak yang ukurannya sampai *micro volt* (μV). Kategori Gelombang otak berdasarkan frekwensinya terbagi menjadi Gamma (30-100 Hz), Beta (13-30 Hz), Alpha (8-13 Hz), Theta (4-8 Hz), dan Delta (0,1-4 Hz). Cara kerja EEG adalah pasien penderita stroke akan ditempelkan elektroda diatas kulit kepala kemudian diukur aktivitas gelombang otak dengan posisi tenang dan menggunakan gerakan yang telah ditentukan serta membutuhkan waktu kurang lebih 30 menit. Hasil dari perekaman tersebut akan menghasilkan gambar gelombang otak yang akan menunjukkan gangguan pada fisiologis fungsi otak (E. Monge-Pereira dkk., 2017).

Penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya tentang pengambilan data sebagai rekomendasi pengambilan keputusan dalam melakukan tindak lanjut proses rehabilitasi. Dimana dalam

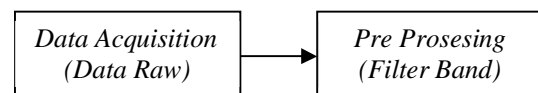
penelitian sebelumnya hanya membahas tentang pengambilan data saja dan belum diolah menjadi data yang siap untuk diolah menjadi suatu pengambilan keputusan dalam proses rehabilitasi (M. T. Sulistiyono, 2021). Serta berdasarkan penelitian lain sebelumnya yaitu pengolahan sinyal EEG menggunakan Hidden Marcov Model (HMM), hasilnya hanya membahas tentang penggunaan HMM dan mengenali aktifitas perkalian dan rileks (Jondri, 2008).

Hal ini menjadi tantangan yang paling berat karena setiap pasien yang diambil data harus dalam posisi tenang dan melakukan tiga gerakan yang sudah ditentukan dan diambil dalam waktu 60 detik dengan *sample rate* 256 Hz, dan tidak boleh ada resiko kesalahan karena akan diulang. Hasil dari pengambilan data tersebut berbentuk raw data yang bentuknya dalam format text dan harus diolah dengan *data acquisition* dan *pre-processing* dilakukan untuk menentukan *channel selection* dan *filter band* agar data yang telah diolah tersebut siap untuk diproses selanjutnya yaitu *EEG Data Cleaning, Segmentation* dan *Decomposition* sebagai salah satu tindak lanjut dalam pengambilan keputusan untuk rehabilitasi stroke.

Untuk menangani permasalahan diatas maka diperlukan suatu proses pengolahan sinyal gelombang otak melalui EEG yang akan dipergunakan sebagai data yang akan diolah menjadi suatu indikator tindak lanjut dalam pengambilan keputusan rehabilitasi stroke. Sehingga hasil dari informasi dapat dipergunakan sebagai pertanggungjawaban yang dipergunakan oleh pasien dan keluarganya, Rumah Sakit atau Klinik dan Dinas Kesehatan sebagai rekomendasi tindak lanjut pengambilan keputusan terhadap pasien yang terkena stroke.

2. Metodologi

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini memiliki 2 (dua) tahapan yaitu terdiri dari *Data Acquisition* dan *Pre Prosesing* pada gambar 1 dibawah ini:



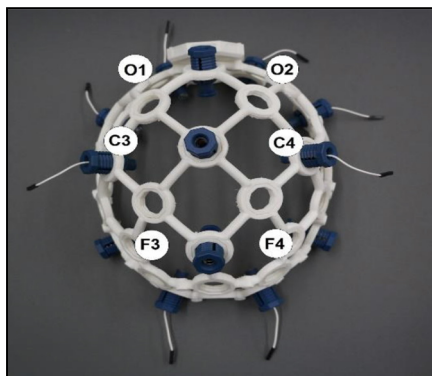
Gambar 1. *Data Acquisition* Dan *Pre Processing* Dari Sinyal EEG

2.1. *Data Acquisition*

1. Persiapan Alat

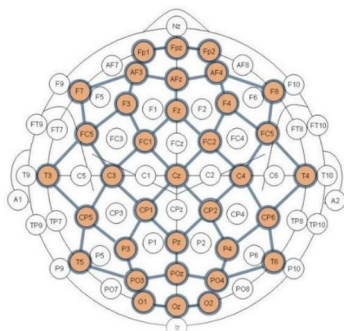
Dalam pengambilan sinyal EEG diperlukan alat untuk merekam aktivitas gelombang otak yang mampu mengakomodasi kebutuhan peneliti dalam pengambilan sinyal EEG. Alat yang dipergunakan adalah *OpenBCI* (*Open Source Brain-Computer Interface*) dengan 6

elektroda dan *channel* F3, F4, C3, C4, O1, dan O2. *Channel* F3 dan F4 terletak pada kepala bagian depan (frontal) dimana mampu mendeteksi *noise* EOG yang diakibatkan gerakan mata. *Channel* C3 dan C4 terletak pada area motor *cortex* dimana memiliki relevansi langsung dengan perintah motorik. *Channel* O1 dan O2 terletak pada kepala bagian belakang (*occipital*) dimana mampu mendeteksi *muscle artifact* yang diakibatkan gerakan otot (J. Frey, 2016).



(a)

Ultracortex Mark IV
Node Locations (35 total)



(b)

Gambar 2. Headset UltraCortex “Mark IV” dengan (a) *Electrode Placement* (b) *Channel Location*

2. Partisipan

Dalam pemilihan partisipan atau pasien stroke yang sedang melakukan rehabilitasi bekerjasama dengan Rumah Sakit Universitas Airlangga (RSUA). Supaya data terjaga harus sesuai kode etik karena berhubungan dengan manusia agar menghormati harkat dan martabat manusia, memaksimalkan manfaat dan meminimalkan resiko, keadilan bagi seluruh subjek penelitian, kejujuran, kerahasiaan, dan terakhir tidak merugikan pasien serta untuk menjaga aspek legalitas penelitian maka semua partisipan dilakukan uji kelayaknkan etik pada Komite Etik Rumah Sakit Universitas Airlangga (RSUA) Surabaya (H. Setiawan dkk., 2019).

Tabel 1. Daftar Partisipan

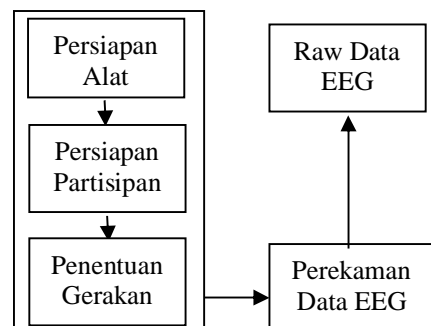
Jenis Kelamin	Sisi Terkena Stroke		Jumlah
	Kanan	Kiri	
Pria	2	4	6
Wanita	2	2	4

3. Pemilihan Gerakan

Dalam pengambilan dan perekaman data EEG kepada partisipan dilakukan dengan menggunakan gerakan yang mengacu pada *Manual Muscle Testing* (MMT) yang dimodifikasi untuk disesuaikan dengan kondisi pasien stroke. Pemilihan gerakan tersebut difokuskan pada gerakan tangan dan jari karena partisipan pada saat melakukan gerakan berada pada posisi duduk. Dalam pengambilan data diikuti dengan gerakan waktu yang dibutuhkan adalah 60 detik dengan sempel rate 256 Hz, asumsinya adalah melakukan 3 gerakan tangan atau jari dan 3 kali istirahat dengan masing-masing waktu adalah 10 detik (M. T. Sulistiyono, 2021).

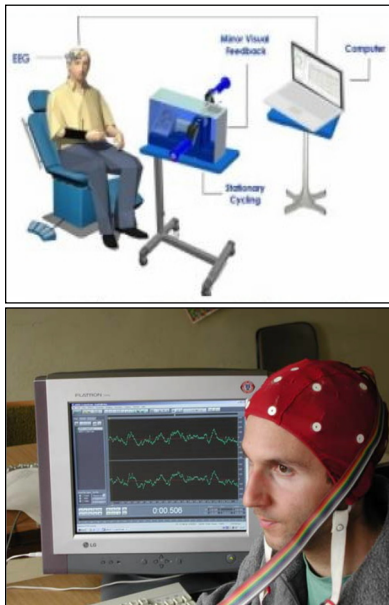
4. Pengambilan Data

Metode pengambilan data dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3. Metode Pengambilan Data

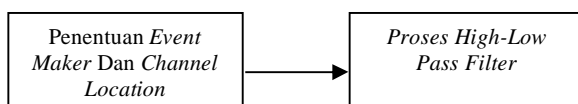
Dalam metode pengambilan data EEG dibutuhkan persiapan alat yang dipergunakan untuk merekam data EEG, kemudian partisipan atau pasien yang terkena stroke sebagai obyek yang tentunya sudah mendapat uji kelayakan etis, kemudian yang terakhir adalah gerakan sebagai media partisipan untuk melakukan gerakan pada saat perekaman data. Pada saat perekaman data dibutuhkan suasana yang tenang dan partisipan dalam keadaan rileks dan tidak tertekan (M. Teplan, 2003).



Gambar 4. Pengambilan Data EEG

2.2. Pre-Processing

Metode *Filter Band* dilakukan sebagai berikut:



Gambar 5. Pre-Processing

Dalam penelitian ini dalam *pre-processing* karena begitu luas maka pembahasan dibatasi pada masalah penentuan *Event Maker*, *Channel Location* dan *High-Low Pass Filter* dengan harapan dengan mengetahui proses tersebut maka untuk pembahasan materi *pre-processing* yang lain akan lebih mudah untuk digunakan sebagai landasan dalam penulisan.

1. Penentuan *Event Maker* dan *Channel Location*
Data yang telah direkam dalam alat EEG belum bisa langsung digunakan, harus disertakan *event maker* sebagai penanda instruksi gerakan per satuan waktu dan penentuan lokasi *channel* EEG dengan harapan proses tersebut dapat dipetakan kedalam sebuah pengolahan yang berbasis pada alat yaitu *OpenBCI* supaya data-data yang telah direkam tersebut dapat dilakukan penyaringan terhadap gangguan selama perekaman data dan pengaturan tinggi rendahnya frekwensi yang akan diolah.
2. Proses *High-Low Pass Filter*
High Low Pass Filter digunakan untuk membersihkan sinyal dari gangguan otot dan penyimpangan frekwensi rendah. Sedangkan *filter low pass* (diatur pada 40 Hz) digunakan untuk membersihkan sinyal dari gangguan gelombang RF dan menghindari *anti aliasing* selama proses pengambilan sinyal (M. T. Sulistyono, 2021).

Metode yang digunakan dalam proses *High-Low Pass Filter* adalah dengan metode *Finite Impulse Response (FIR)*. FIR memiliki kelebihan lebih stabil dan memiliki *phasa* yang lebih linier, untuk kekurangannya adalah butuh banyak memori. Sedangkan *Band Pass Filter* adalah filter frekwensi yang melewatkan sinyal frekwensi dalam rentang frekwensi tertentu (M. T. Sulistyono, 2021). Untuk persamaan fungsi *Finite FIR* adalah sebagai berikut (S. Winograd, 1980) :

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

Dimana $y[n]$ adalah output sequen sinyal, M adalah finite, dan n adalah interval.

3. Pengujian Statistik

Uji statistik yang dipergunakan dalam penelitian adalah menggunakan *Analysis of Variance* yang dipergunakan untuk menguji hipotesis penelitian perbedaan rerata antara kelompok (I. Ismawati dkk., 2017). Dengan persamaan dari Uji *Analysis Of Variance* adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{Sb^2}{Sw^2} \quad (2)$$

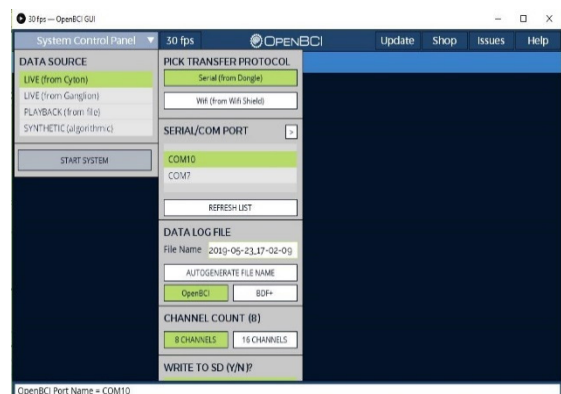
Dimana F adalah hasil uji *Analysis of Variance*, Sb adalah varian antar pengulangan, dan Sw adalah varian antar replikasi.

3. Hasil dan pembahasan

Hasil dari penelitian pengolahan sinyal EEG sebagai indikator tindak lanjut pengambilan keputusan rehabilitasi medis pasien stroke adalah sebagai berikut:

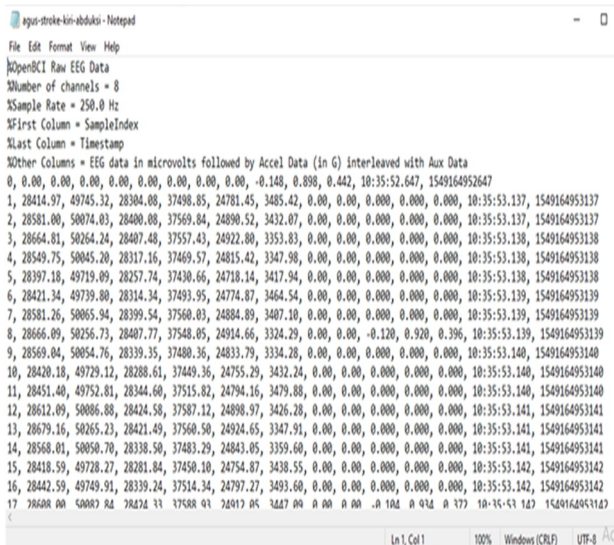
3.1. Hasil Perekaman Data

Dalam perekaman data menggunakan *tool OpenBCI* akan didapatkan hasil data dalam bentuk raw data, yang dapat dilihat pada sampel dibawah ini:



Gambar 6. Tool OpenBCI

Pada gambar 6 dapat dilihat dengan menggunakan *tool OpenBCI* maka data-data dari gelombang otak yang direkam dari partisipan yang melakukan gerakan akan menghasilkan data-data EEG raw dibawah ini:

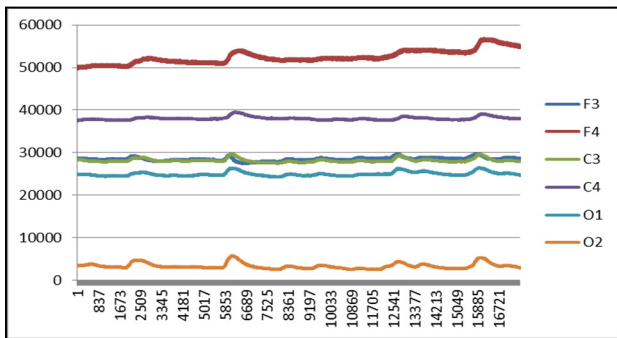


Gambar 7. Raw Data

3.2. Pengolahan Sinyal EEG

1. Penyaringan Dan Pembersihan Data

Data yang sudah diambil dilakukan proses penyaringan dan pembersihan yang telah ditentukan yaitu dari 0 sampai 60 detik, dengan hasil sebagai berikut:



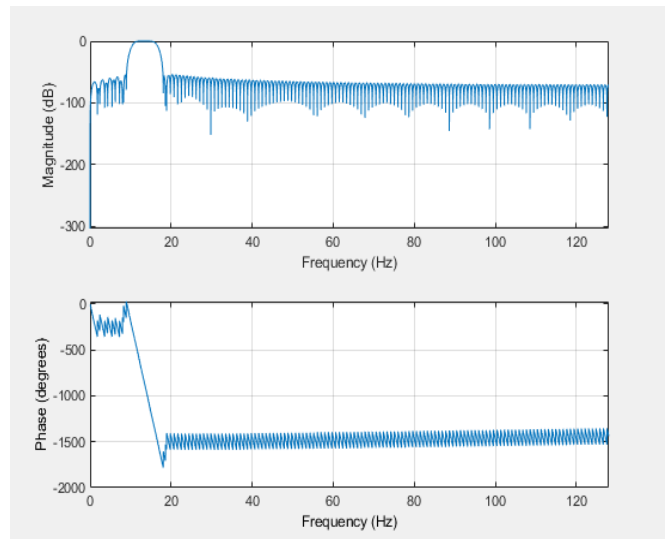
Gambar 8. Sinyal Sebelum Difilter

Dari keterangan gambar 8 bahwa semakin banyak frekwensi yang digunakan akan membuat tidak stabil, karena yang dibutuhkan hanya 256 data serta yang dibutuhkan frekwensi hanya 13 Hz sampai 30 Hz dan kanal C3 serta C4 yang berhubungan dengan motorik pasien stroke.

2. Filtering Sinyal EEG

Sinyal sebelum diproses ketahap *segmentasi*, *decomposisi* dan penentuan *feature* harus dilakukan proses pembersihan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan data-data yang tercampur dalam *artefak* pada saat pengambilan data.

Penyaringan dan pembersihan data tersebut menggunakan metode FIR dengan harapan pada saat penyaringan dan pembersihan data tidak akan menghilangkan informasi yang penting dalam data tersebut.

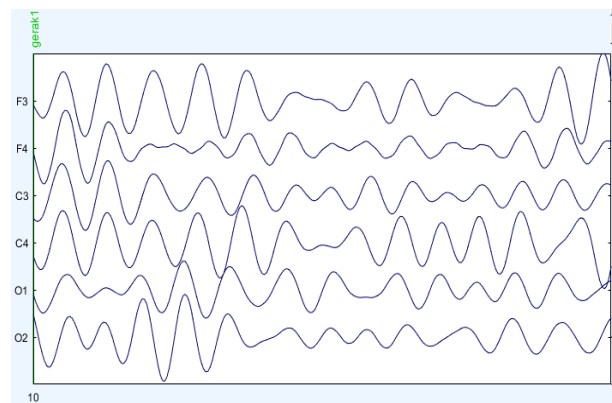


Gambar 9. Hasil Dari Penyaringan Dan Pembersihan Data Dengan FIR

Pada gambar 9 hasil dari penyaringan dan pembersihan data dengan FIR terlihat bahwa *spektrum* sinyal masih belum dipotong-potong berdasarkan satuan waktu dan sinyal belum terbagi-bagi menjadi *sub band-sub band* serta belum ditentukan *event maker* dan *channel location*.

3. Band Pass Filter

Tujuan dari *Band Pass Filter* adalah untuk membersihkan sinyal EEG dari gangguan *Radio Frequency* yang membuat sinyal EEG menjadi tidak beraturan. Cara untuk membersihkan dengan cara memotong sinyal dan menentukan *event maker* serta *channel location* agar sinyal dapat ditentukan berdasarkan *sub band* untuk dilakukan tindakan selanjutnya dalam penentuan *feature*.



Gambar 10. Hasil Dari Penyaringan Berdasarkan Satuan Waktu

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa hasil penyaringan berdasarkan satuan waktu yang nantinya akan dilakukan penentuan *feature* untuk dilakukan *ekstraksi* agar sinyal EEG dapat diolah menjadi informasi yang siap disajikan kepada pihak yang terkait untuk proses tindak lanjut.

3.3. Analisis Statistik

Hasil dari Proses *Analisis of Variance* menghasilkan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji Analisis Of Variance

Sub Band	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Alpha Low	.897	.449	5.028	.044
Alpha High	.586	.293	2.351	.166
Beta Low	.052	.026	.092	.913
Beta High	.048	.024	.142	.870

Pada Tabel 2 dapat dilihat masing-masing kelompok *sub band* memiliki nilai rata-rata untuk nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 2 dengan signifikansi p -nilai < 0.05 sebesar 96%, sehingga untuk uji hipotesa diterima dan dilanjutkan pada tahap berikutnya, ekstraksi fitur, segmentasi dan dekomposisi sinyal EEG.

4. Kesimpulan

Penelitian pengolahan sinyal EEG sebagai indikator tindak lanjut pengambilan keputusan rehabilitasi medis pasien stroke dalam perekaman aktivitas gelombang otak melalui sinyal EEG yang diambil selama 60 detik menghasilkan raw data dengan sampel rate 256 Hz kemudian data diolah melalui penyaringan, pembersihan dan pemotongan sinyal karena frekwensinya terlalu besar, sehingga hanya diambil 256 data pada frekwensi 13 Hz sampai 30 Hz pada *channel location* C3 dan C4 yang berhubungan dengan motorik pasien stroke.

Daftar Pustaka

Monge-Pereira *et al.*, (2017), "Electroencefalografía como método de evaluación tras un ictus. Una revisión actualizada," *Neurologia*, vol. 32, no. 1, pp. 1-11.

Setiawan, W. R. Islamiyah, A. D. Wibawa, and M. H. Purnomo, (2019), "Identifying EEG Parameters to

Monitor Stroke Rehabilitation using Individual Analysis," *Proc. - 2019 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2019*, pp. 337-342.

Ismawati, F. Oenzil, Y. Yanwirasti, and E. Yerizel, (2017), "Analisis Konsentrasi Low Density Lipoprotein Teroksidasi Serum pada Tahapan Aterosklerosis," *J. Kedokt. Brawijaya*, vol. 29, no. 4, pp. 348-352.

Frey, (2016), "Comparison of an open-hardware electroencephalography amplifier with medical grade device in brain-computer interface applications," *PhyCS 2016 - Proc. 3rd Int. Conf. Physiol. Comput. Syst.*, no. August, pp. 105-114.

Jondri, Achmad Rial, (2008), "Pengolahan *Elektroensefalograf* (EEG) Menggunakan Hidden Markov Model", Volume 7 Edisi Khusus Desember 2008, 341-346.

Kemendes RI, (2018), "Stroke Dont Be The One." Pusat Data Informasi Kementerian Kesehatan RI, Jakarta Indonesia, p. 10.

Rosenstock, (1974), *Historical Origins of the Health Belief Model*, vol. 2, no. 4.

Teplan, (2003), "EEG basics 3," vol. 2, pp. 1-11.

T. Sulistyono, E. S. Pane, A. D. Wibawa and M. H. Purnomo, (2021), "Analysis of EEG-Based Stroke Severity Groups Clustering using K-Means," 2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), 2021, pp. 67-74, doi: 10.1109/ISITIA52817.2021.9502250.

T. Sulistyono, (2021), "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.

U. Farooq, A. H. Chaudhry, K. Amin, and A. Majid, (2008), "The WHO STEPwise approach to stroke surveillance," *J. Coll. Physicians Surg. Pakistan*, vol. 18, no. 10, p. 665.

I. Potapenko, (1980), *Effect of acetylcholine on Na, K-ATPase of brain microsomes from rats of different ages*, vol. 90, no. 6.

Winograd, (1980), "5. FIR Filters," *Arith. Complex. Comput.*, pp. 39-56.

Lei *et al.*, (2017), "Identification of EEG features in stroke patients based on common spatial pattern and sparse representation classification," *Int. IEEE/EMBS Conf. Neural Eng. NER*, pp. 114-117.