
**PENYARINGAN NOISE MELALUI BAND PASS FILTER BERBASIS SINYAL EEG
SEBAGAI LANGKAH AWAL PENGOLAHAN DATA DALAM PENGAMBILAN
KEPUTUSAN REABILITASI MEDIS PASIEN STROKE**

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

¹ Program Studi Sistem Informasi S1, Fakultas Ilmu Komputer

^{2,3} Program Studi Rekam Medis Dan Informasi Kesehatan D3, Fakultas Ilmu Komputer

⁴ Program Teknik Informatika S1, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Imam Bonjol 207, Semarang 50131.

*Email : teguh.sulistyono@dsn.dinus.ac.id

Abstrak

Elektroensefalografi (EEG) akan menghasilkan sebuah informasi perekaman secara non-invasif dari sinyal otak yang digunakan untuk menganalisis aktivitas kinerja otak yang diperuntukkan tenaga medis ataupun klinis dalam mendiagnose, yang setelah itu dilakukan proses lanjut yaitu rehabilitasi dan monitoring terhadap pasien sebagai sarana kesembuhan penyakit stroke. Sinyal EEG yang sudah direkam merupakan sinyal asli gelombang otak yang didalamnya masih terdapat noise artefak atau kontaminasi berbagai sinyal. Noise Artefak tersebut antara lain terjadi karena pergerakan mata atau Artefak Electrooculography. Pada paper yang menjadi permasalahan utama adalah dalam menginterpretasi sinyal EEG masih terdapat noise sehingga perlu melakukan denoising artefak sinyal EOG menggunakan metode High Low Pass Filter dan FIR Filter. Melalui metode melalui eksperimen diharapkan suatu hasil yang nantinya akan memperlihatkan berkurangnya seminimal mungkin noise pada sinyal EEG.

Kata kunci: High Low Pass Filter, Sinyal EEG, FIR Filter, Artefak, Pengolahan Sinyal

1. PENDAHULUAN

Stroke adalah penyakit yang disebabkan pecahnya atau tersumbatnya pembuluh darah di otak. Penyebab stroke antara lain kurangnya olahraga, genetik, tidak menjaga pola makan, sering mengonsumsi minuman alkohol, tingginya tekanan darah, kebiasaan merokok, dan obesitas yang intinya tidak dapat menjaga pola hidup sehat. Untuk menangani penyakit stroke dilakukan pemeriksaan medis yang dilakukan oleh dokter melalui pengamatan visual dan pencatatan dengan alat ukur standart pemeriksaan stroke akan diketahui kelemahan gerak, bentuk fisik, sisi terkena stroke, diagnose dan tingkat keparahan stroke. Pengamatan secara visual oleh dokter dapat berubah-ubah jika yang menangani lebih dari satu dokter. Hal tersebut akan mengakibatkan ketidak akuratnya hasil pemeriksaan, sehingga dibutuhkan suatu cara agar data hasil pengukuran secara visual dapat tetap dan tidak berubah-ubah. Untuk mengukur akan data yang diperoleh tidak berubah-ubah diperlukan alat untuk merekam aktivitas listrik otak dengan alat EEG (U. Farooq, dkk, 2008) (MYT Sulistyono, dkk, 2022).

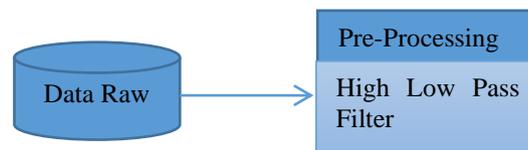
EEG adalah sebuah alat untuk merekam aktivitas listrik di otak melalui pemasangan elektroda di kulit kepala yang kemudian dihubungkan dengan sumberdaya hardware untuk merekam semua aktifitas di otak. Data yang diperoleh merupakan data aktifitas listrik melalui fluktuasi tegangan dalam neuron otak yang ukurannya *micro volt* (μV). Kategori gelombang otak berdasarkan frekuensinya adalah Gamma (30-100 Hz), Beta (13-30 Hz), Alpha (8-13 Hz), Theta (4-8 Hz), dan Delta (0,1-4 Hz). Pengambilan data aktivitas listrik otak disertai dengan stimulus untuk merangsang kerja otak, seperti sambil diambil data melakukan gerakan menggenggam, mengangkat siku dan mengangkat bahu. Pengambilan data dilakukan selama 60 detik dengan sampling rate 256 Hz. Hasil dari perekaman tersebut akan menghasilkan gambar gelombang otak yang akan menunjukkan gangguan pada fisiologis fungsi otak (E. Monge-Pereira dkk., 2017).

Penelitian ini berdasarkan penelitian lain sebelumnya tentang pengolahan sinyal EEG menggunakan Hidden Markov Model (HMM), hasilnya hanya membahas tentang penggunaan HMM dan mengenali aktifitas perkalian dan rileks (Jondri, 2008). Dengan membahas tentang HMM tidak banyak mempertimbangkan lingkungan cara pengolahan sinyal, sehingga yang menjadi adalah permasalahan dalam hasil pengambilan data aktivitas otak dalam bentuk data mentah masih terjadi banyak kendala, dimana data yang dihasilkan masih dalam bentuk text yang harus dipecah-pecah

sesuai channel masing-masing, dan juga data tersebut juga tidak stabil dari frekuensi yang terlalu tinggi dan terlalu rendah serta data yang direkam masih terdapat *noise*. Untuk menangani masalah naik turunnya frekuensi dan *noise* dibutuhkan metode penyaringan sinyal yang mampu menangani terlalu tingginya frekuensi dan terlalu rendahnya frekuensi, sehingga memenuhi batas ambang yang ideal untuk melakukan tindakan lanjut dalam pemrosesan sinyal.

2. METODOLOGI

Dalam pembahasan penyaringan *noise* melalui *band pass filter* berbasis sinyal EEG menggunakan 2 tahapan yaitu data akuisisi dan pre-processing (*high low pass filter*).



Gambar 1. Filtering Noise

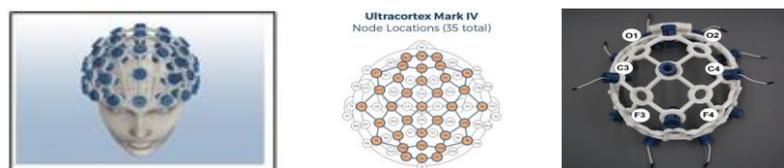
2.1. Data Akuisisi

1. Partisipan

Yang menjadi partisipan adalah semua pasien stroke bekerjasama dengan Rumah Sakit Universitas Airlangga, yang terdiri dari 10 pasien (6 pria dan 4 wanita). Pasien-pasien tersebut sudah bersedia untuk melakukan perekaman data tanpa adanya paksaan, karena setiap pemeriksaan yang melibatkan manusia harus melalui uji kelayakan yang dikeluarkan Rumah Sakit (H Setiawan dkk, 2019)

2. Alat

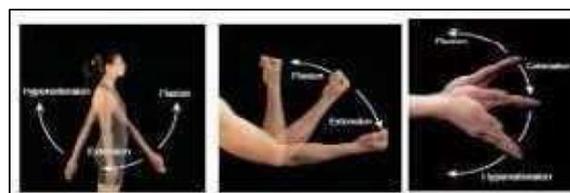
OpenBCI (*Open Source Brain-Computer Interface*) dengan 6 elektroda dan *channel* F3, F4, C3, C4, O1, dan O2. *Channel* C3 dan C4 terletak pada area motor *cortex* dimana memiliki relevansi langsung dengan perintah motorik. *Channel* O1 dan O2 terletak pada kepala bagian belakang (*occipital*) dimana mampu mendeteksi *muscle artifact* yang diakibatkan gerakan otot (J. Frey, 2016).



Gambar 2. Eksplorasi Alat

3. Stimulus

Pemilihan gerakan dalam penelitian ini menggunakan metode gerakan berdasar *Manual Muscle Testing* yang merupakan metode pengukuran kekuatan otot berdasar referensi dari fisioterapis (A. P. Patricia Potter. dkk, 2011).



Gambar 3 Stimulus Gerakan

4. Proses Perekaman Data

Perekaman data terhadap pasien yang terkena stroke yang harus dipersiapkan adalah alat EEG, perangkat sistem operasi, stimulus gerakan, dan pasien.



Gambar 4. Proses Perekaman

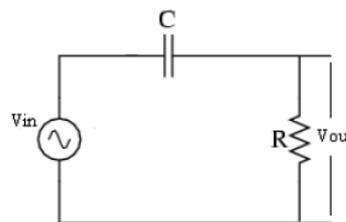
Perekaman dilakukan per satu pasien dengan durasi perekaman sebesar 60 detik dengan sampling rate 256 Hz. Proses perekaman dimulai dari detik pertama sampai 5 detik melakukan rileks, 10 detik berikut gerakan genggam, 5 detik berikutnya rileks, 10 detik berikutnya gerakan siku, 5 detik berikutnya rileks, 10 detik berikutnya gerakan bahu Untuk sampling rate yang digunakan adalah 256 Hz. Data hasil penyimpanan tersebut dalam bentuk sinyal dengan format txt yang merupakan data mentah dari pengambilan data yang dilakukan pada pasien stroke.

2.2. Pre-Processing

Untuk penelitian ini proses *pre-processing* menggunakan 2 teknik pemfilteran yaitu *High Pass Filter* dan *Low Pass Filter*. Dimana Sinyal dengan frekuensi lebih tinggi dari frekuensi *cut off* memiliki reaktansi rendah, sedangkan sinyal dengan frekuensi lebih rendah dari frekuensi *cut off* memiliki reaktansi tinggi.

1. High Pass Filter

High pass filter meredam frekuensi rendah, membiarkan frekuensi tinggi untuk lewat sedangkan frekuensi rendah diblokir. Hanya sinyal frekuensi tinggi yang melewati *high pass filter*, yang mana meredam sinyal frekuensi tinggi. Meskipun sinyal frekuensi tinggi juga ikut diredam, tapi nilainya sangat rendah sehingga dapat diabaikan.



Gambar 5. Rangkaian High Pass Filter

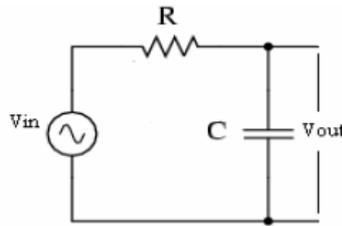
Peran reaktansi kapasitif dan resistansi, yang mana berkontribusi pada impedansi total, menentukan karakteristik highpass filter. Kontribusi resistor terhadap impedansi (contohnya resistansi) tidak dipengaruhi frekuensi, tetapi reaktansi kapasitif berbanding terbalik terhadap frekuensi (Wira Electrical, 2019). Reaktansi kapasitif tinggi pada frekuensi rendah dan bernilai rendah pada frekuensi tinggi, dan nilai ini dapat dinyatakan dengan persamaan di bawah,

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (1)$$

Reaktansi berbanding terbalik dengan frekuensi *cut off*, seperti yang ditunjukkan oleh persamaan di bawah. Ketika frekuensi sinyal input tinggi, reaktansi akan berkurang, jika frekuensi sinyal rendah, reaktansi akan tinggi.

2. Low Pass Filter

Pada *low pass filter*, posisi kapasitor dan resistor ditukar untuk memperoleh output yang diinginkan. Ketika sinyal input diberikan ke rangkaian *low pass filter*, resistansi bekerja sebagai penutup konstan, tetapi sinyal output dipengaruhi oleh posisi kapasitor.



Gambar 6. Rangkaian Low Pass Filter

Sifat low pass filter ditentukan oleh interaksi reaktansi kapasitif dan resistansi, keduanya yang berkontribusi dalam memberikan impedansi total. Kontribusi resistor terhadap impedansi tidak dipengaruhi oleh frekuensi, tetapi reaktansi kapasitif berbanding terbalik terhadap frekuensi (Wira Electrical, 2019). Reaktansi kapasitif bernilai tinggi saat frekuensi rendah dan bernilai rendah saat frekuensi tinggi, nilai ini dapat dinyatakan dengan persamaan di bawah,

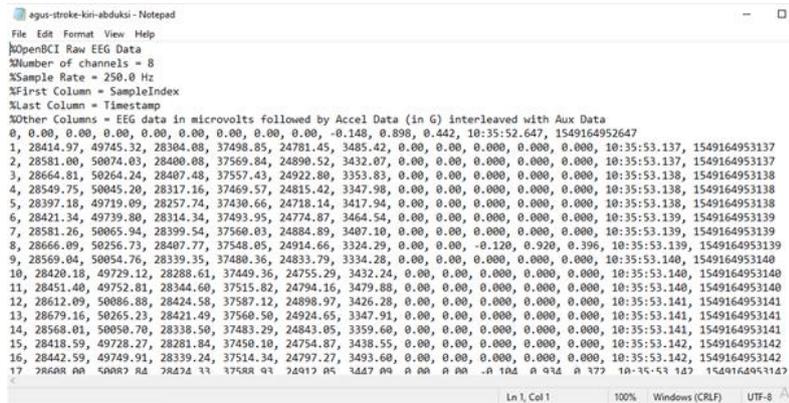
$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} \tag{2}$$

Dimana X_c adalah reaktansi rangkaian, f adalah frekuensi cut off, dan C adalah kapasitansi kapasitor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

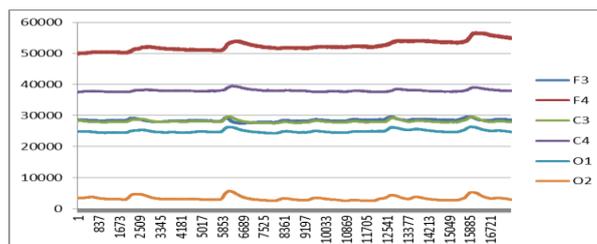
3.1 Hasil Pengambilan Data

Data yang diambil dari pasien stroke berupa sinyal asli EEG yang diolah menggunakan alat *Headset UltraCortex "Mark IV"* dalam format text. Dalam kasus ini kita mengambil salah satu data pasien stroke dengan kasus mengalami kelumpuhan ditangan kiri. Hasil data yang didapat hasilnya adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Data Sinyal EEG Pasien

Dari gambar 7 Sinyal asli EEG yang diambil dari pasien stroke sebelum adanya proses penyaringan dan pembersihan dalam kurun waktu 0 sampai 60 detik adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Sinyal EEG sebelum Proses Filtering

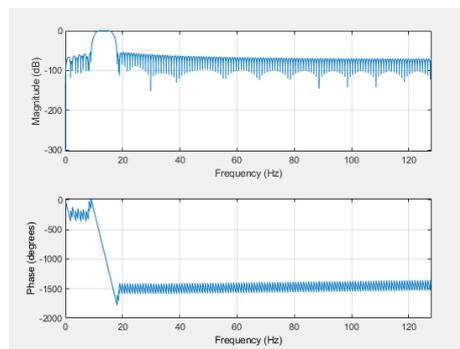
Semakin banyak frekwensi yang digunakan menyebabkan tidak stabil karena yang dibutuhkan maksimal 256 data dan frekwensi yang digunakan untuk motorik hanya membutuhkan frekwensi antara 13 Hz sampai 30 Hz makanya data tersebut diatas dibutuhkan penyaringan atau filter.

3.2 Hasil Pre-Processing

1. Pre-Processing

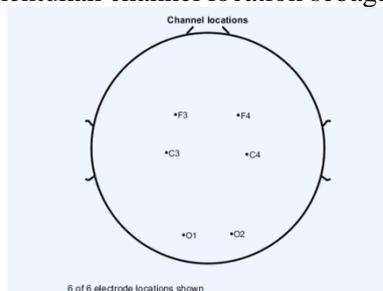
Pra-proses merupakan bagian dari tahap pengolahan data EEG. Pada tahap ini, data EEG yang masih tercampur dengan artefak dihilangkan dengan metode *bandpass filter*. Metode *filtering data* yang digunakan adalah Filter FIR. Metode ini digunakan karena simple dan stabil, dan diyakini bisa membersihkan data tanpa menghilangkan informasi penting dari sinyal EEG. Setiap percobaan difilter di range gelombang beta low yaitu pada frekuensi 12 – 15 Hz. *Bandpass filter* dilakukan pada semua dataset baik data EEG baseline maupun data EEG gerakan.

Hasil Pengolahan FIR Filter adalah sebagai sebagai berikut :



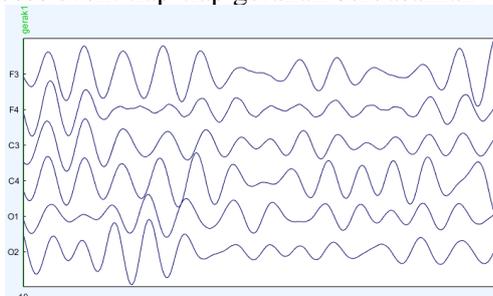
Gambar 9. Sinyal EEG sebelum Proses Filtering

Setelah Filter FIR dilakukan dan dilakukan pembersihan dengan menggunakan metode *bandpass filter* kemudian menentukan channel location sebagai berikut :



Gambar 10. Channel Location

Selanjutnya dilakukan proses event tiap-tiap gerakan berdasarkan waktu.



Gambar 11. Even Gerakan Berdasarkan Waktu

2. Hasil Filter Dan *Cleaning Noise*

Hasil dari filtering data dan cleaning data sinyal EEG dapat dihasilkan sebagai berikut :

F3	F4	C3	C4	O1	O2
25.17	36.87	10.68	21.12	22.44	-88.84
497.59	759.39	128.2	372.37	458.44	-1849.7
918.19	1402.85	232.38	684.89	846.76	-3417.96
.....
.....
594.77	-95.06	-1145	-555.04	366.19	-180.86
438.77	-70.83	-847.14	-411.04	270.4	-134.48
236.07	-39.13	-459.2	-223.33	145.79	-73.83

Gambar 12. Hasil Filter Dan Cleaning Noise

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian diatas adalah pengolahan sinyal tersebut dibagi dua data yaitu data baseline dan data gerakan dengan harapan dari dua gerakan tersebut dapat dipergunakan sebagai pembanding untuk memperkirakan dampak yang terjadi sebelum dilakukan filter dan pembersihan artefak EOG dan Hasil dari filter dan pembersihan noise artefak EOG didapat data yang tadinya data asli masing-masing gerakan nilainya lebih dari 100 setelah di filter dan dibersihkan nila datanya dibaa 100 artinya data tersebut sudah layak untuk dilakukan ekstraksi fitur

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Universitas Dian Nuswantoro, LP2M, 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

- A. P. Patricia Potter, 2011, "liye.info-fundamental-keperawatan-3-vol-set-7th-edition-elsevier-pr_8c715b208841b0e7d2f80bea8411dd38.pdf." 2011.
- E. Monge-Pereira *et al.*, (2017), "Electroencefalografía como método de evaluación tras un ictus. Una revisión actualizada," *Neurologia*, vol. 32, no. 1, pp.
- H. 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, 2019.
- J. 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 Marcov Model", Volume 7 Edisi Khusus Desember 2008, 341-346
- MYT Sulistiyono, D Ernawati, WS Sari, SH Nugraini, (2022), "Artifact-EOG Denoising Using FIR-Filtering In EEG Channel Selection For Monitoring and Rehabilitation of Stroke Patients", *Proc - 2022 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*, pp. 82-88, 2022
- 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.
- Wira Electrical, (2019), "Perbedaan Low Pass Filter Dan High Pass Filter", Jakarta