

Pemetaan Distribusi Potensial Listrik Gelombang Otak pada Studi Kasus Skizofrenia dan Subjek Normal

Yudiansyah Akbar*, Nita Handayani, Idam Arif, Siti Nurul Khotimah dan Freddy Haryanto

Abstrak

Telah dilakukan pemetaan spasial 2D distribusi potensial listrik gelombang EEG pada penderita skizofrenia dan subjek normal. Sampel pada penelitian ini sebanyak 4 orang, terdiri dari 2 penderita skizofrenia dan 2 orang subjek normal sebagai kelompok kontrol. Perekaman data penderita skizofrenia dilakukan di Rumah Sakit Jiwa Provinsi Jawa Barat, sedangkan perekaman subjek normal dilakukan di Laboratorium Biofisika ITB. Subjek direkam menggunakan Neuroheadset Emotiv Epoc (Brain Computer Interface and Scientific Contextual EEG) dengan menggunakan 12 elektroda, yaitu AF3, F7, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F8, AF4 dan 2 elektroda referensi. Lama perekaman masing-masing subjek berkisar 4-6 menit pada saat resting state. Durasi pencuplikan data selama 3 menit kemudian diolah dan dianalisis dengan teknik centering, filtering kemudian dilakukan pemetaan distribusi potensial listrik menggunakan software Matlab 2010a. Hasil pemetaan distribusi potensial listrik pada penderita skizofrenia menunjukkan penurunan aktivitas pada lobus frontal kiri pada penderita skizofrenia. Hasil kuantifikasi data menunjukkan rata-rata penurunan potensial listrik lobus frontal kiri pada penderita skizofrenia sebesar 54.56 μV .

Kata-kata kunci: pemetaan distribusi potensial listrik, gelombang otak, EEG, skizofrenia

Pendahuluan

Skizofrenia adalah gangguan mental yang penderitanya tidak mampu menilai realitas (*Reality Testing Ability/RTA*) dengan baik dan pemahaman diri (*self insight*) yang buruk [1]. Skizofrenia berasal dari ketidakseimbangan kimiawi yang disebut *neurotransmitter* pada bagian tertentu otak. Otak bekerja dengan sistem kelistrikan, yaitu menghasilkan sinyal listrik kecil dalam pola teratur dan disalurkan melalui jaringan sel saraf yang disebut neuron. Salah satu modalitas yang dapat digunakan untuk mengetahui aktivitas otak dan mengobservasi kelainan pada otak adalah *electroencephalograph* (EEG). Pada penelitian sebelumnya, analisis sinyal EEG pada penderita skizofrenia menggunakan *time domain analysis* [2], *time-significant wavelet coherence* [3], dan *frequency domains* menggunakan FFT [4] [5].

Pada penelitian ini sinyal EEG penderita skizofrenia dianalisis dan dilakukan pemetaan distribusi potensial listrik (*brain mapping*) agar dapat memvisualisasikan data skizofrenia dengan lebih akurat. Visualisasi tersebut dipetakan ke dalam tampilan 2 dimensi (2D) menggunakan fungsi *counturing*.

Teori dan Metode

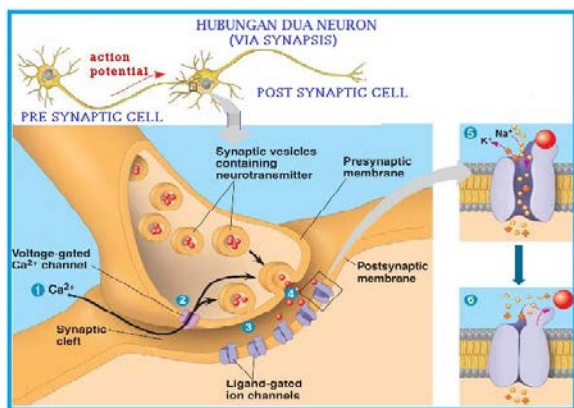
Skizofrenia berasal dari kata *schizos* yang berarti terbelah, terpecah dan *pren* artinya pikiran. Jadi secara harfiah skizofrenia dapat diartikan sebagai pikiran/jiwa yang terpecah. Keadaan ini pada umumnya dimanifestasikan dalam bentuk halusinasi, paranoid, keyakinan

atau pikiran yang salah yang tidak sesuai dengan fakta serta dibangun atas unsur yang tidak berdasarkan logika, dan disertai dengan disfungsi sosial dan pekerjaan yang signifikan.

Skizofrenia ditandai dengan terdapatnya perpecahan (*schism*) antara pikiran, emosi dan perilaku pasien yang digambarkan dengan adanya gejala fundamental (atau primer) spesifik, yaitu gangguan pikiran dan gangguan asosiasi. Sedangkan gejala sekundernya adalah waham dan halusinasi [6]. Skizofrenia merupakan penyakit otak yang timbul akibat ketidakseimbangan dopamin yaitu salah satu neurotransmitter dalam otak.

Otak manusia secara umum terbagi menjadi 3 bagian yaitu otak besar, otak tengah dan otak belakang [7]. Otak besar dibagi menjadi dua belahan (*hemisphere*) yaitu kanan dan kiri. Belahan kiri mengatur fungsi tubuh bagian kanan dan begitu pula sebaliknya. Masing-masing belahan otak ini terdiri dari 4 lobus yaitu frontal, parietal, temporal, dan oksipital. Setiap bagian itu mempunyai fungsi tertentu, seperti lobus frontal untuk proses berfikir, tingkah laku, perhatian, berfikir kreatif, emosi, intelektual, inisiatif, koordinasi gerakan, penciuman, pergerakan otot, keahlian motorik. Lobus parietal sebagai respon terhadap rangsangan internal, sentuhan, fungsi bahasa, kombinasi sensori dan pemahaman. Lobus oksipital bertanggungjawab untuk penglihatan dan untuk pemrosesan visual. Sedangkan lobus temporal untuk pendengaran, musik, pengucapan beberapa tindakan dan emosi.

Otak manusia terdiri atas sekitar 100 milyar neuron [8]. Suatu neuron terdiri atas badan sel, dendrit, akson dan terminal akson. Hubungan antara dua neuron disebut sinaps. Neuron yang mentransmisikan informasi adalah neuron *presynaptic*, sedangkan neuron yang berada di luar sinaps merupakan neuron *postsynaptic*. Mekanisme perambatan impuls melalui suatu sinaps ditunjukkan pada gambar 1:



Gambar 1. Mekanisme *excitatory postsynaptic potential* (EPSP) [9]

Bila impuls mencapai ujung (terminal) akson *presynaptic*, saluran Ca^{2+} terbuka, dan Ca^{2+} memasuki sel dan menjadi perantara pelepasan neurotransmitter. Neurotransmitter kemudian berdifusi melintasi celah sinaps dan berikatan dengan reseptor *postsynaptic*, yang akan menyebabkan terbukanya saluran ion. Pengikatan molekul neurotransmitter dengan reseptor spesifiknya akan membuka saluran ion. Pergerakan ion yang dihasilkan mengubah voltase membran *postsynaptic*, sehingga memindahkan potensial membran menuju harga ambang yang diperlukan untuk suatu potensial aksi (suatu sinapsis eksitatoris) atau menghiperpolarisasi membran (suatu sinapsis inhibitoris). Penjumlahan potensial aksi yang terjadi pada dendrit di *postsynaptic* inilah yang terukur oleh EEG.

EEG berasal dari padanan kata elektro yang berarti listrik, ensefalo (*encephalo*) yang berarti kepala dan graf (*graph*) yang berarti gambaran, dengan demikian, EEG dapat diartikan sebagai alat yang dapat merekam aktivitas listrik pada otak melalui elektroda yang diletakkan pada kulit kepala. EEG yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Neuroheadset Emotiv Epoc (Brain Computer Interface and Scientific Contextual EEG)*. EEG Emotiv ini memiliki 6 komponen utama yaitu perangkat headset (memiliki 14 elektroda yaitu: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4 dan 2 elektroda referensi serta memiliki frekuensi sampling 128), *saline solution* (gel untuk meningkatkan konduktivitas), *USB Transceiver Dongle*,

Hydration Sensor Pack dengan 16 Unit Sensor, *USB charger* dan *CD Installation* untuk menginstall software pada komputer dan menampilkan data secara *real time*.

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu pengambilan data, pengolahan data, dan analisis serta pembahasan. Pengambilan data EEG dilakukan dalam 2 tahap, tahap pertama untuk pasien skizofrenia (SZ1, SZ2) dan tahap kedua perekaman untuk subjek normal (N1, N2). Perekaman EEG pada pasien skizofrenia dilakukan di Rumah Sakit Jiwa Provinsi Jawa Barat, sedangkan perekaman untuk subjek normal dilakukan di Laboratorium Biofisika ITB. Data hasil eksperimen berupa data gelombang otak dalam format *.edf (European Data Format)*. Lama perekaman masing-masing pasien berkisar 4-6 menit pada saat *resting state* atau saat pasien menutup mata. Pencuplikan data untuk proses analisis selama 3 menit. Perekaman menggunakan *neuroheadset emotiv* ditunjukkan pada gambar 2.



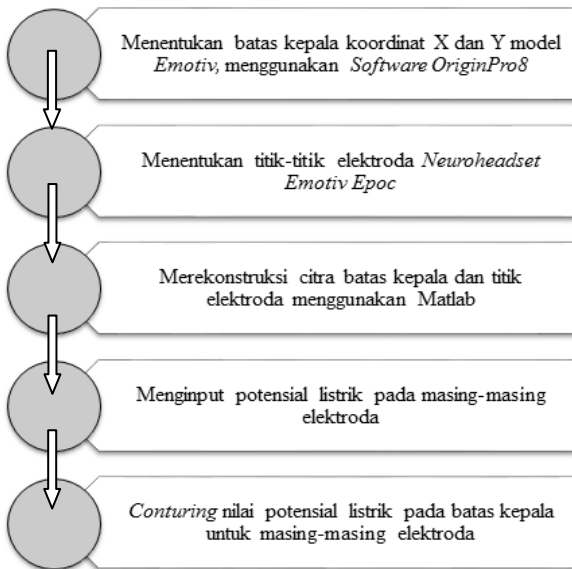
Gambar 2. Perekaman aktivitas otak dengan *Neuroheadset Emotiv Epoc*

Tahap 2 yaitu pengolahan data. Data sinyal yang diperoleh setelah perekaman berupa grafik tegangan (μV) gelombang otak terhadap waktu (s). Data ini kemudian dikonversi menjadi data *.txt* dengan menggunakan *software Emotiv TestBench v.1.5.1.2* agar dapat diolah lebih lanjut menggunakan Matlab. Ekstraksi data EEG dilakukan dengan cara *centering* untuk menghilangkan *DC offset*. Prinsip dari *centering* data adalah melakukan perata-rataan seluruh data kemudian tiap data dikurangi dengan data yang sudah dirata-ratakan sehingga yang memiliki nilai diatas rata-rata akan memiliki hasil yang positif dan data yang memiliki nilai dibawah rata-rata akan memiliki hasil negatif.

Data yang sudah *dicentering* kemudian difilter dari *noise* dan artefak, agar data yang kita olah adalah data gelombang otak. Pada penelitian ini digunakan *bandpass filter* yang merupakan gabungan dari *low-pass filter* dan

high-pass filter yaitu meloloskan sinyal pada range frekuensi diatas frekuensi batas bawah (fL) dan dibawah frekuensi batas atas (fH).

Untuk menampilkan distribusi potensial listrik pada data penderita skizofrenia dan subjek normal untuk seluruh elektroda pada waktu tertentu, maka kedua data tersebut dilakukan *brain mapping* 2D. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan *brain mapping* adalah sebagai berikut:

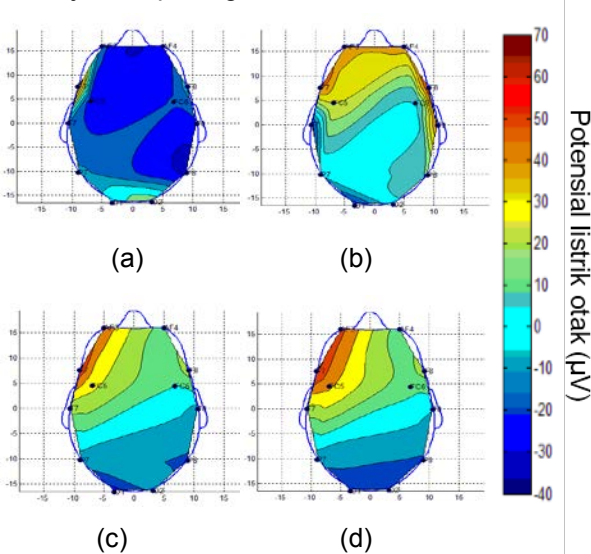


Gambar 3. Langkah-langkah *Brain mapping*

Pada tahap 3, akan dianalisis perbedaan distribusi potensial listrik otak pada penderita skizofrenia maupun pada subjek normal berdasarkan hasil rekonstruksi sinyal EEG menjadi citra pemetaan spasial 2D.

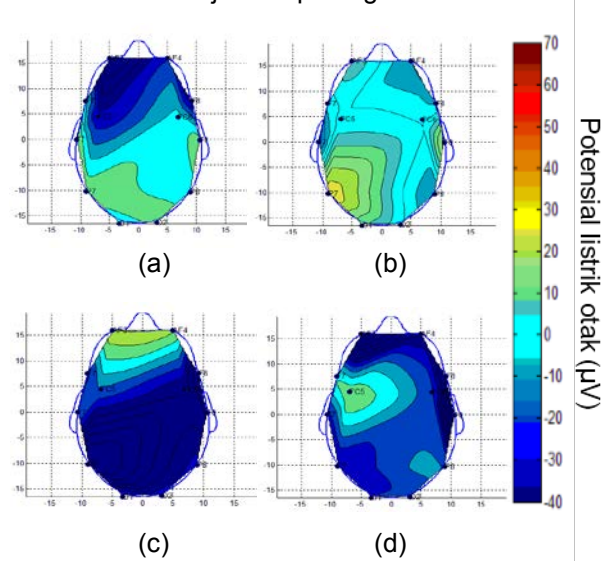
Hasil dan diskusi

Hasil pemetaan untuk subjek normal ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4. Pemetaan spasial subjek normal (a), (b) subjek normal 1; (c), (d) subjek normal

Adapun Hasil pemetaan untuk penderita skizofrenia ditunjukkan pada gambar 5



Gambar 5. Pemetaan spasial skizofrenia (a), (b) skizofrenia 1; (c), (d) skizofrenia 2

Pada gambar diatas, dapat dilihat perbedaan kontur tegangan pada otak penderita skizofrenia dan subjek normal dimana penderita skizofrenia memiliki kecenderungan tegangan rendah pada area frontal dan temporal. Kontur tegangan pada otak subjek normal memiliki tegangan terbesar 75.90 μV dan 60.98 μV yang terkonsentrasi pada area frontal kiri (F7), sedangkan tegangan lobus frontal kiri (F7) pada skizofrenia sebesar 13.90 μV dan 13.87 μV . Hal ini menunjukkan lobus frontal kiri pada penderita skizofrenia mengalami penurunan potensial listrik dari subjek normal sebesar 54.56 μV . Tegangan terendah pada penderita skizofrenia terletak pada lobus temporal dengan rata-rata sebesar 5.76 μV , sedangkan pada subjek normal nilai rata-rata tegangan pada lobus temporal sebesar 9.21 μV . Hal ini menunjukkan pula penurunan potensial listrik pada penderita skizofrenia pada lobus temporal sebesar 3.45 μV . Penurunan ini tidak sebesar penurunan pada lobus frontal.

Rekapitulasi hasil kuantifikasi data potensial listrik untuk penderita skizofrenia dan subjek normal ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. nilai rata-rata potensial listrik penderita skizofrenia dan subjek normal

Elektroda	Tegangan normal (μV)	Tegangan Skizofrenia (μV)	Selisih Absolut (μV)
AF3	37.01	25.32	11.7
F7	68.44	13.87	54.56
FC5	21.15	7.03	14.13

Elektroda	Tegangan normal (μV)	Tegangan Skizofrenia (μV)	Selisih Absolut (μV)
T7	14.3	11.49	2.81
P7	3.64	9.18	5.53
O1	10.64	9.79	0.85
O2	7.84	15.26	7.42
P8	24.04	19.92	4.12
T8	9.21	5.76	3.45
FC6	10.71	20.03	9.33
F8	14.05	25.76	11.71
AF4	11.06	13.81	2.75

Berdasarkan tabel 1 dapat terlihat bahwa tegangan penderita skizofrenia mengalami penurunan pada lobus frontal kiri (AF3, F7, FC5), oksipital kiri, dan temporal penurunan terbesar terletak pada elektroda F7. Lobus frontal merupakan area yang bertanggung jawab terhadap proses berfikir, emosi dan tingkah laku, sehingga apabila mengalami penurunan performa, maka akan berakibat terhadap emosi dan tingkah laku yang lemah. Hal ini diduga yang menyebabkan gangguan proses berfikir dan lemahnya respon emosional pada penderita skizofrenia. Temuan ini didukung oleh penelitian Yacubian dkk. (2002) [10] terhadap pasien skizofrenia menggunakan *magnetic resonance spectroscopy (MRS)* yang mengungkapkan terdapat penurunan fungsi lobus frontal pada penderita skizofrenia.

Untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara data frontal pada penderita skizofrenia dan subjek normal dilakukan uji statistik Kolmogorov-Smirnov. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah kedua data berasal dari distribusi yang sama. Distribusi kedua kelompok dinyatakan berbeda secara signifikan apabila nilai probabilitas dalam mengobservasi nilai dari suatu uji statistik (*p-value*) kurang dari 0.05. Hasil uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan nilai *p* sebesar $2.74e-19$, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara lobus frontal kiri subjek normal dan lobus frontal kiri penderita skizofrenia.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi pemetaan distribusi potensial listrik gelombang otak pada penderita skizofrenia menunjukkan penurunan potensial listrik lobus frontal kiri (F7) sebesar $54.56 \mu\text{V}$. Hasil ini dikonfirmasi dengan uji statistik Kolmogorov-Smirnov yang menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara penderita skizofrenia dan subjek normal pada lobus frontal kiri.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rumah sakit Jiwa Provinsi Jawa Barat yang telah bekerja sama dalam pengambilan data.

Referensi

- [1] Hawari, Pendekatan Holistic pada Gangguan Jiwa Skizofrenia, Jakarta: FKUI, 2001.
- [2] Clementz BA1, Blumenfeld LD., "Multichannel electroencephalographic assessment of auditory evoked response suppression in schizophrenia," *PubMed*, vol. 139(4), no. Exp Brain Res., p. 377, 2001.
- [3] Vangelis Sakkalis, "Time-significant Wavelet Coherence for the Evaluation of Schizophrenic Brain Activity using a Graph theory approach," *IEEE*, 2006
- [4] Gianluca Mingoia, "Frequency domains of resting state default mode network activity," *Elsevier*, no. Psychiatry Research: Neuroimaging, 2013.
- [5] Dierks, "Equivalent EEG sources determined by FFT approximation in healthy subjects, schizophrenic and depressive patients," *Brain Topography*, vol. 3, no. 4, p. 207, 1992
- [6] H. a. S. Kaplan, Synopsis of Psychiatry, Behavioral Sciences, & Clinical Psychiatry, New York: Williams & Wilkins, 1991
- [7] Valerie, Essentials of Anatomy and Physiology 5th ed, Scanlon, T. Sanders : FA Davis, 2007
- [8] Indriani, "Memori Jangka-Pendek: Penerimaan, Penyimpanan dan Pemanggilan Informasi," *Mediteh*, vol. 7, no. 20, 1999.
- [9] F. Martha, "Biogem," BIOLOGIPEDIA INC, 2010. [Online]. Available: <http://biogem.blogspot.com/2012/03/sinapsis-kimia.html>. [Accessed 19 April 2015].
- [10] Yacubian, "³¹P-spectroscopy of frontal lobe in schizophrenia" Schizophrenia Research. Volume 58, Issues 2-3, 1 December 2002, Pages 117-122

Yudiansyah Akbar*, Nita Handayani, Siti Nurul Khotimah, Idam Arif, Freddy Haryanto

Nuclear Physics and Biophysics Research Division
Institut Teknologi Bandung
yudiansyahakbar1@gmail.com

*Corresponding author