

STUDI AWAL: PENGARUH GAME KEKERASAN TERHADAP AKTIVITAS OTAK ANAK MELALUI PEMETAAN SINYAL OTAK (*BRAIN MAPPING*) MENGGUNAKAN *WIRELESS EEG*

PRELIMINARY STUDY: THE INFLUENCE OF VIOLENT GAMES ON CHILDREN'S BRAIN ACTIVITY THROUGH BRAIN SIGNAL MAPPING BY USING WIRELESS EEG

Nita Handayani^{1,a}, Cecilia Yanuarief^{1,b}, dan Yudiansyah Akbar^{2,c}

¹Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga

Jl. M. Adisucipto No.1 Yogyakarta55281, Indonesia

²Jagat Science Center, Jagad Arsy World Civilization Boarding School

Jl. Yapen 1 Blok Qa No.25, Rw. Mekar Jaya, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

e-mail: ^anitahandayani@yahoo.com, ^bcyanuarief@ymail.com, dan ^cyudiansyahakbar1@gmail.com

Diterima: 5 April 2017 Disetujui: 1 Mei 2017 Direvisi: 24 Mei 2017

Abstrak

Brain mapping adalah pemetaan aktivitas kelistrikan otak untuk mempelajari fungsional otak manusia. Pada studi ini, brain mapping digunakan untuk mempelajari pengaruh game kekerasan terhadap aktivitas fungsional otak anak dengan menggunakan wireless EEG (electroencephalography) berupa Emotiv Epoc 14-channel. Subjek penelitian ini adalah anak-anak pecandu game kekerasan (10 anak) dengan rentang usia antara 12-15 tahun. Aktivitas otak pada saat bermain game akan dibandingkan dengan kondisi rileks. Waktu perekaman EEG selama 42 menit untuk setiap subjek. Dari hasil analisis spektral daya menggunakan periodogram Welch menunjukkan bahwa pada saat bermain game, frekuensi gelombang delta dan theta meningkat terutama pada area frontal (F7, F3, FC5, FC6, F4, F8, dan AF4). Spektral daya gelombang alpha mengalami penurunan sedangkan gelombang beta mengalami peningkatan pada saat bermain game. Hal ini mengindikasikan bahwa anak mengalami beban mental dan berada pada kondisi stres pada saat bermain game kekerasan.

Kata Kunci: game kekerasan, aktivitas otak, EEG, spektral daya

Abstract

Brain mapping is the technique of the electrical activity mapping of the brain to learn human's brain function. In this paper, brain mapping is used to learn the influence of violent games on the children's brain function activity by using wireless EEG (electroencephalography) in the form of Emotiv Epoc 14-channels. The subjects were children who addicted to violent games (10 children) with an age range between 12-15 years. Brain's activity during playing game will be compared to the relax condition. EEG recorded 42 minutes for each subject. From the results of spectral analysis by using Welch's periodogram, the result showed that during playing a game, delta and theta wave frequencies were increased, especially in the frontal area (F7, F3, FC5, FC6, F4, F8, and AF4). The spectral of alpha wave power was decreased

while beta wave was increased during playing a game. This indicates that the children have a mental load and in a state of stress during playing a violent game.

Keywords: *violent game, brain activity, EEG, power spectral*

PACS: 07.05.Hd, 07.07.Df, 87.19.le, 87.61.Ff

© 2017 Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA) is licensed under [CC BY NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

I. PENDAHULUAN

Pada era modern sekarang ini, perkembangan teknologi sedemikian pesatnya sehingga mempengaruhi segala aspek kehidupan. Salah satu teknologi yang sangat dirasakan dampaknya oleh manusia adalah teknologi informasi. Teknologi informasi adalah istilah umum untuk berbagai jenis teknologi yang dapat mengkomunikasikan dan menyebarkan informasi. Sebagai contoh televisi, radio, internet, aneka macam gadget dan lain sebagainya. Penggunaan teknologi informasi tentu berdampak pada perilaku penggunanya. Misalkan pada anak yang lebih sering bermain *game* baik menggunakan PC, video *game* maupun tablet, mereka akan cenderung autis dan tidak mepedulikan lingkungan sekitarnya [1].

Banyak permasalahan yang muncul ketika anak menjadi kecanduan bermain *game* virtual, terutama *game* yang mengandung unsur kekerasan. Pengaruh video *game* yang bernuansa kekerasan terhadap perkembangan kognitif dan emosi anak terus menjadi polemik [1]. Terdapat berbagai pro dan kontra terhadap masalah tersebut. Beberapa penelitian menyatakan bahwa *game* kekerasan menyebabkan reaksi negatif ke otak. Data dari penelitian di Amerika Serikat menyatakan bahwa 1 dari 10 pemain *game* (10%) mengalami gangguan kehidupan sosial, penurunan prestasi dan motivasi belajar. Sedangkan di negara China (10,3%), Australia (8%), Jerman (11,9%), Taiwan (7,5%), dan Singapura (7,6 – 9,9%) juga menunjukkan hasil yang sama [2]. Namun, di Indonesia belum ada data penelitian tentang permasalahan ini.

Kecanduan bermain *game* menurut beberapa sumber dapat mempengaruhi tumbuh kembang anak. Diantaranya yaitu dapat menyebabkan perilaku agresif, permasalahan dalam kontrol emosi, pengendalian diri, dan perubahan pada otak [3,4]. Ada beberapa penelitian yang pernah dilakukan yaitu dengan pemeriksaan MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) pada otak pecandu *game*. Dari hasil pemeriksaan terlihat adanya perubahan struktur dendrit sel-sel di otak. Perubahan tersebut dapat mengakibatkan masalah pada pengontrolan perilaku anak. Pecandu *game* juga mengalami peningkatan metabolisme glukosa dalam gyrus orbitofrontal kanan tengah, nukleus caudatus kiri, dan insula kanan dari otak dibandingkan dengan anak normal. Studi lain dengan pemindaian otak menggunakan fMRI (*functional Magnetic Resonance Imaging*) menyatakan bahwa pecandu *game* mengalami perubahan aktivitas otak pada lobus inferior frontal otak kirinya dan bagian anterior cingulate cortex [5]. Bagian otak ini berhubungan dengan fungsi kognitif dan pengendalian emosi.

Seseorang yang bermain video *game* dapat memiliki konsentrasi, memori dan kemampuan menyelesaikan masalah dengan baik. Tetapi, bermain *game* dalam jangka yang lama dan secara terus-menerus dapat menyebabkan otak tidak cukup istirahat sehingga menimbulkan gangguan emosi, dan stres. Pemikiran dan perilaku agresif juga sering muncul akibat bermain *game* kekerasan [6,7]. Keadaan emosi seseorang yang sedang bermain *game* menyebabkan perubahan sinyal gelombang otak.

Salah satu modalitas yang dapat digunakan untuk mempelajari aktivitas kelistrikan (sinyal) otak adalah EEG (*electroencephalography*). Ada beberapa penelitian yang mengkaji tentang aktivitas otak selama bermain *game* dengan menggunakan EEG. Studi EEG resolusi tinggi melaporkan bahwa gelombang theta pada area midline frontal meningkat dan aktivitas gelombang alpha pada parietal menurun selama bermain *game* [8]. Hasil studi lain menyatakan bahwa pada saat bermain *ad hoc game* terjadi penurunan spektral daya alpha pada saat “kalah” dan peningkatan spektra daya alpha saat “menang” *game* [9].

Pada penelitian ini akan dikaji tentang pemetaan sinyal otak (*brain mapping*) pada pecandu *game* kekerasan dengan menggunakan *wireless* EEG Emotiv Eloc. Analisis akan dilakukan secara komprehensif pada rentang frekuensi gelombang delta, theta, alpha, dan beta. Keunggulan EEG ini adalah bersifat *portable, low cost*, serta dengan teknologi *wireless* sehingga perekaman sinyal otak dapat dilakukan dimana saja.

II. METODE PENELITIAN

Perekaman sinyal otak dilakukan menggunakan *wireless* EEG Emotiv Eloc 14-channel (*Brain Computer Interface and Scientific Contextual EEG*) dengan frekuensi sampling sebesar 128 Hz. Sinyal EEG adalah sinyal bioelektrik yang diperoleh dari pengukuran arus yang mengalir sepanjang eksitasi sinaptik dari dendrit-dendrit neuron piramidal dalam cerebral cortex. Sinyal EEG yang terukur pada kulit kepala (*scalp*) merupakan rata-rata dari aktivitas pada area kecil permukaan cortical yang dilindungi elektroda. Sifat sinyal EEG adalah non-stasioner dan random, sehingga memiliki kompleksitas yang tinggi.

Amplitudo sinyal EEG yang terukur pada kulit kepala berkisar antara 10 sampai 100 μV [10]. Frekuensinya bervariasi

tergantung pada kondisi pengukuran. Daerah frekuensi EEG dapat diklasifikasikan menjadi lima kategori yang bersesuaian dengan kondisi mental seseorang, seperti yang dirangkum pada tabel 1 berikut.

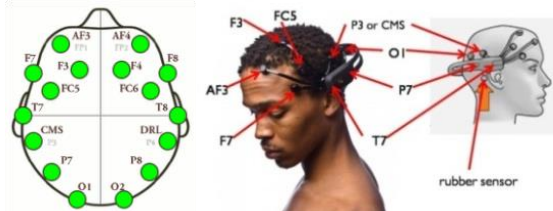
Tabel 1. Frekuensi Gelombang Otak dan Kondisi Mental yang Bersesuaian

Frekuensi Gelombang	Kondisi Mental
Delta (δ) 0.5 – 4 Hz	Tidur lelap tanpa mimpi, koma
Theta (θ) 4 – 8 Hz	Kondisi <i>light sleep</i> , mengantuk, rileks yang sangat dalam, meditasi
Alpha (α) 8 – 13 Hz	Kondisi rileks dengan kesadaran penuh, otak tidak memproses banyak informasi
Beta (β) 13 – 30 Hz	Kondisi mental waspada, konsentrasi tinggi, stres
Gamma (γ) > 30 Hz	Hiper konsentrasi

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan diantaranya:

1. Tahap Persiapan, meliputi:
 - a) Seting dan kalibrasi EEG. Posisi peletakan elektroda EEG seperti terlihat dalam gambar 1.
 - b) Seting ruangan dan perlengkapan pengambilan data (seperangkat *video game*).
 - c) Persiapan protokol perekaman sinyal listrik otak dengan Emotiv.
 - d) Subjek penelitian ini adalah anak-anak pecandu *game* kekerasan (10 anak) dengan rentang usia antara 12-15 tahun. Subjek penelitian dipilih dengan kriteria: bermain *game* lebih dari 30 jam dalam seminggu, sehat jasmani dan rohani, tidak pernah memiliki riwayat cedera otak, dan penyakit yang terkait dengan gangguan fungsi otak.
2. Tahap Eksperimen
Protokol eksperimen perekaman otak dibuat segmentasi masing-masing selama 3 menit, dengan 3 menit perekaman pertama (sebelum memulai

permainan) sebagai *baseline*. Selama perekaman subjek diminta untuk meminimalkan kedipan mata dan gerakan otot untuk mengurangi *noise* sinyal perekaman. Subjek memainkan *game* selama 42 menit, dimana setiap segmen 10 menit dari permainan, kemudian otak direkam selama 3 menit.

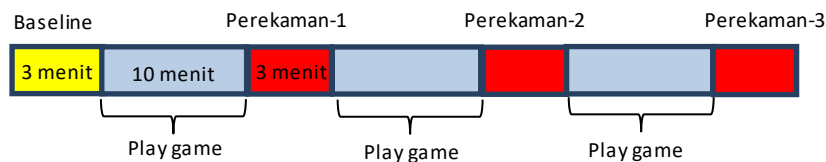


Gambar 1. Posisi Peletakan Elektroda pada Emotiv Epc 14-Channel

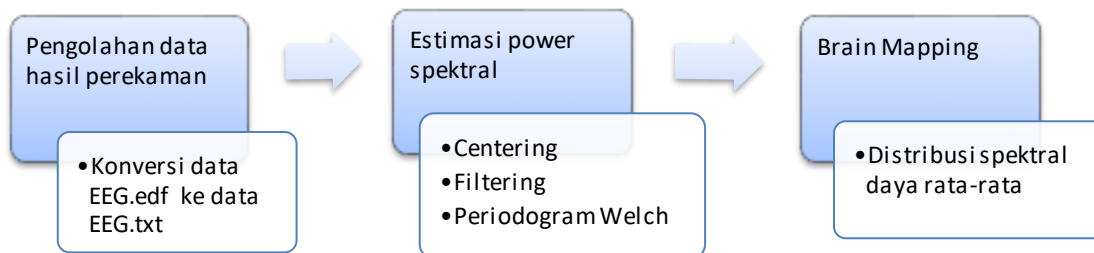
Diagram blok desain protokol eksperimen perekaman sinyal otak ditunjukkan pada gambar 2.

3. Tahap Analisis Data

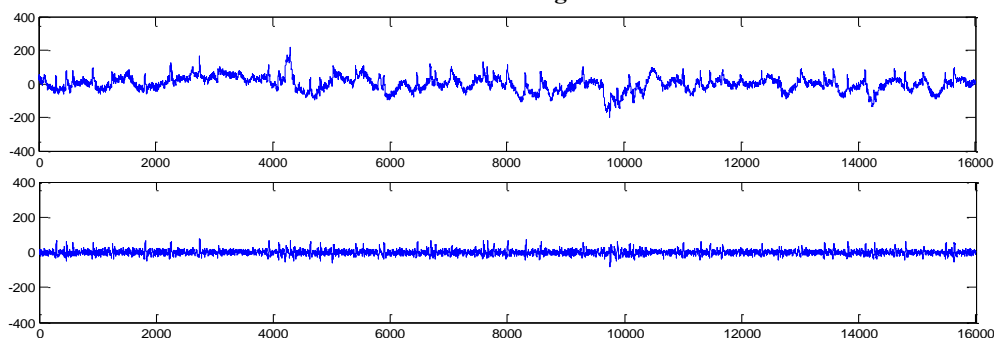
Tahapan pengolahan data EEG ditunjukkan pada diagram gambar 3. Pengolahan sinyal EEG menggunakan *software* Matlab R2013b dan *software* EEGLAB. Tahapan pre-processing sinyal meliputi *centering* dan *filtering* data untuk menghilangkan *noise* [7]. Prinsip dari *centering* adalah mengurangi nilai setiap data dengan nilai rata-rata dari seluruh data.



Gambar 2. Blok Diagram Protokol Perekaman Otak



Gambar 3. Skema Proses Pengolahan Data EEG



Gambar 4. Contoh Hasil *Centering* (atas) dan *Filtering* (bawah) Sinyal EEG pada Elektroda AF3

Proses *centering* menggunakan fungsi `rmbase.m`, sedangkan proses *filtering* data menggunakan fungsi `eegfilt.m` pada EEGLAB. Contoh tampilan hasil *centering* dan *filtering* data pada salah satu elektroda ditampilkan pada gambar 4. Proses selanjutnya adalah menghitung estimasi spektral daya menggunakan *periodogram*

Welch. Metode Welch merupakan modifikasi dari metode Bartlett dalam dua hal. Pertama yaitu segmen data pada metode Welch boleh tumpang tindih (*overlap*). Kedua, pada tiap segmen data dilakukan *windowing* [11]. Segmen data dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$x_i(n) = x(n + iD) \quad (1)$$

dengan:

$n = 0, 1, 2, \dots, M - 1$. M adalah jumlah data pada setiap segmen

$i = 0, 1, 2, \dots, L - 1$. L adalah jumlah segmen

iD = titik awal dari sequence ke- i

Jika $D = M$, segmen tidak tumpang tindih yang artinya sama dengan metode Bartlett. Pada metode Welch biasanya tumpang tindih segmen data sebesar 50%. *Window* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *window* Hamming, yang memiliki persamaan:

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{n}\right) \quad (2)$$

dengan $0 \leq n \leq N$

Persamaan untuk periodogram dituliskan sebagai berikut:

$$\check{P}_{xx}^i(f) = \frac{1}{MU} \left| \sum_{n=0}^{M-1} x_i(n) e^{-j2\pi f n} \right|^2 \quad (3)$$

dimana,

$$U = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} w^2(n) \quad (4)$$

Estimasi power spektral Welch adalah rata-rata dari hasil periodogram yang telah dimodifikasi, dan didefinisikan sebagai berikut:

$$\check{P}_{xx}^w = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} \check{P}_{xx}^i(f) \quad (5)$$

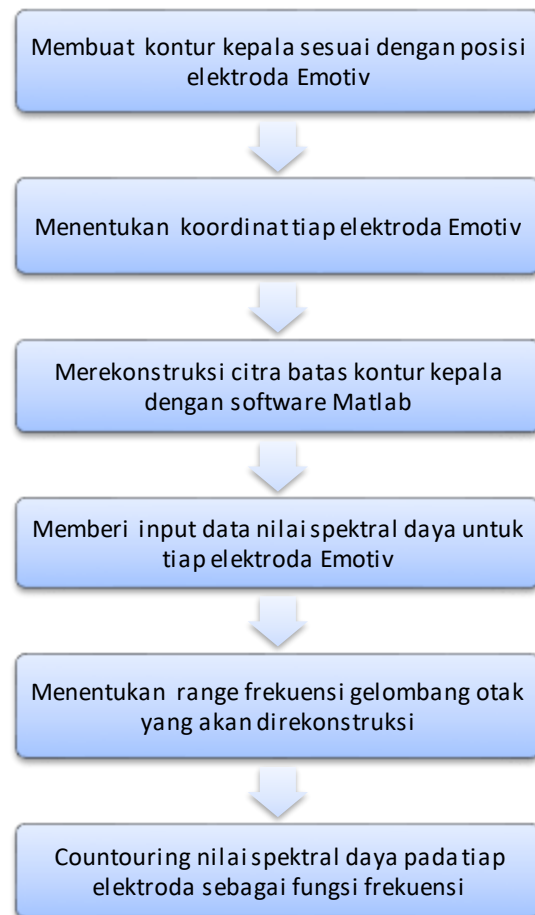
dengan:

$\check{P}_{xx}^i(f)$ = spektral estimasi periodogram $x_i(n)$

\check{P}_{xx}^w = spectral estimasi Welch

U = fungsi normalisasi *window*

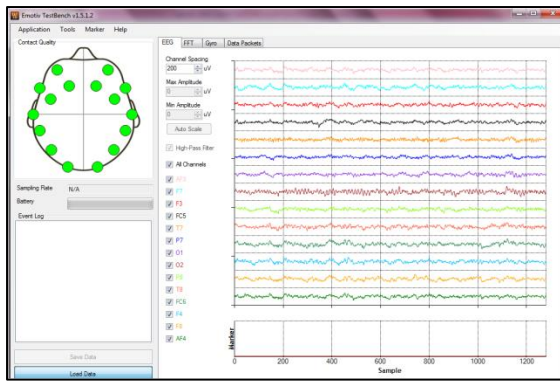
Selanjutnya distribusi spektral daya pada masing-masing elektroda ditampilkan dalam bentuk *brain mapping* 2-dimensi. Langkah-langkah pembuatan *brain mapping* disajikan dalam skema gambar 5.



Gambar 5. Tahapan dalam *Brain Mapping* Data Spektral Daya EEG Emotiv

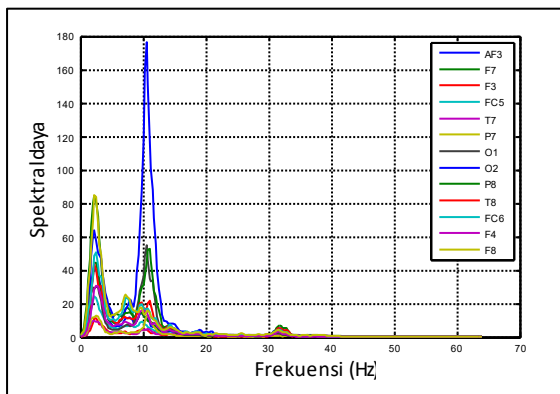
III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI Hasil Analisis Spektral Daya EEG

Tampilan proses akuisisi data dengan Emotiv seperti ditunjukkan dalam gambar 6. Data hasil perekaman EEG dalam format .edf (European Data Format). Data ini kemudian dikonversi menjadi data .txt dengan menggunakan *software Emotiv TestBench v.1.5.1.2*. Frekuensi sampling EEG yang digunakan adalah 128 Hz sehingga frekuensi Nyquist sebesar 64 Hz. Data hasil perekaman ini kemudian dilakukan pre-processing melalui teknik *centering* untuk menghilangkan DC offset. Selanjutnya data EEG difilter untuk menghilangkan *noise* dan artefak. Filter didesain untuk meloloskan frekuensi pada rentang rentang gelombang otak antara 0,5 sampai 45 Hz.

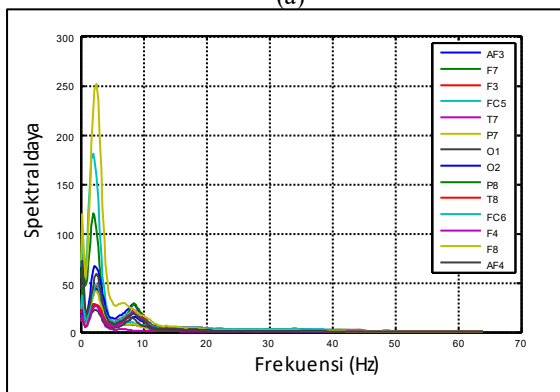


Gambar 6. Contoh Tampilan Software Emotiv saat Proses Akuisisi Data

Hasil analisis spektral daya rata-rata untuk semua subjek uji pada kondisi rileks dan bermain game ditunjukkan pada gambar 7. Besar spektral daya rata-rata dari seluruh subjek uji untuk keempat frekuensi gelombang otak (delta, theta, alpha, dan beta) pada kondisi rileks dan bermain game ditunjukkan pada tabel 2 dan tabel 3. Jumlah elektroda EEG yang digunakan yaitu 14 dengan posisi 7 elektroda pada belahan otak kiri (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, dan O1) dan 7 elektroda pada belahan otak kanan (AF4, F8, F4, FC6, T8, P8, dan O2).



(a)



(b)

Gambar 7. Grafik Spektral Daya Rata-Rata: (a) pada Saat Rileks dan (b) Bermain Game

Tabel 2. Spektral Daya Rata-Rata pada Kondisi Rileks

Elektroda	Frekuensi Gelombang Otak			
	Delta	Theta	Alpha	Beta
AF3	1824,48	295,44	164,66	96,09
F7	390,14	69,72	83,39	78,66
F3	239,68	84,19	102,07	73,23
FC5	162,14	56,67	67,03	59,47
T7	109,54	26,96	66,26	170,38
P7	156,84	41,72	72,73	68,20
O1	171,72	57,02	157,09	65,20
O2	290,34	125,46	602,03	104,73
P8	202,82	68,59	176,20	62,56
T8	400,80	97,78	181,50	122,80
FC6	469,93	111,26	139,64	116,32
F4	335,66	126,13	140,83	93,27
F8	449,56	96,99	110,29	88,55
AF4	274,05	70,75	75,39	63,15

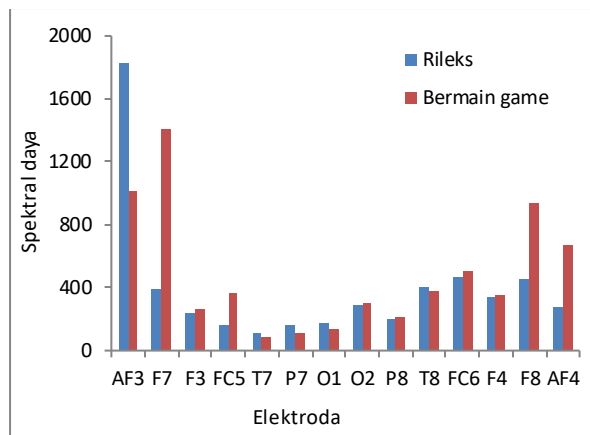
Keterangan:

AF : Anterior Frontal T : Temporal
 F : Frontal P : Parietal
 FC : Fronto Central O : Occipital

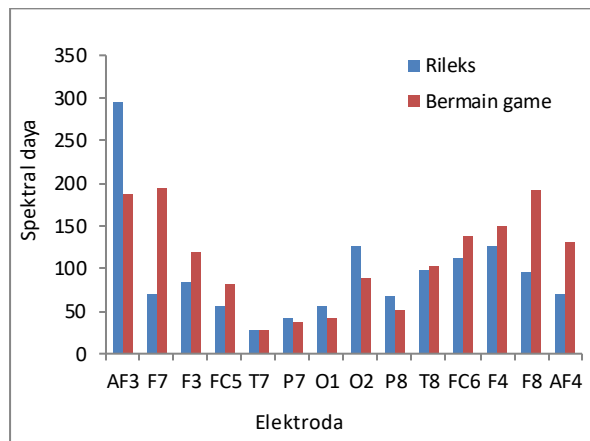
Tabel 3. Spektral Daya Rata-Rata pada Saat Bermain Game

Elektroda	Frekuensi Gelombang Otak			
	Delta	Theta	Alpha	Beta
AF3	1015,07	186,37	133,35	137,31
F7	1402,56	194,45	110,18	167,62
F3	268,65	119,70	103,53	74,20
FC5	360,61	81,01	81,91	93,08
T7	92,01	28,38	41,05	91,79
P7	111,85	37,45	50,51	65,09
O1	141,84	42,28	55,52	53,40
O2	298,26	88,60	101,48	83,92
P8	207,32	51,34	55,99	55,23
T8	380,11	102,29	119,73	190,53
FC6	501,95	137,87	133,99	235,20
F4	350,55	149,83	139,62	117,02
F8	944,23	193,14	148,28	297,82
AF4	673,02	130,10	163,38	215,88

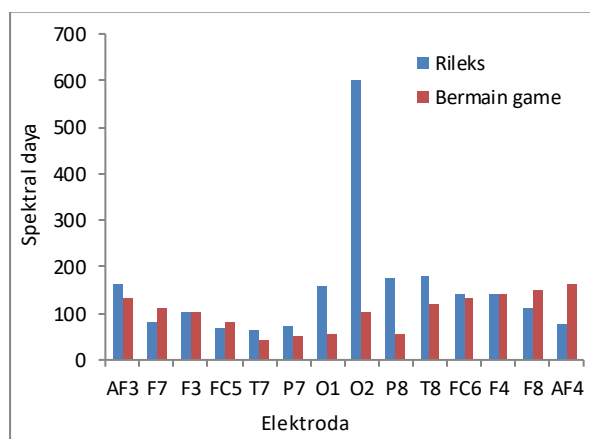
Perbandingan spektral daya rata-rata untuk semua subjek uji pada kondisi rileks dan bermain game dalam bentuk histogram ditampilkan pada 8 berikut.



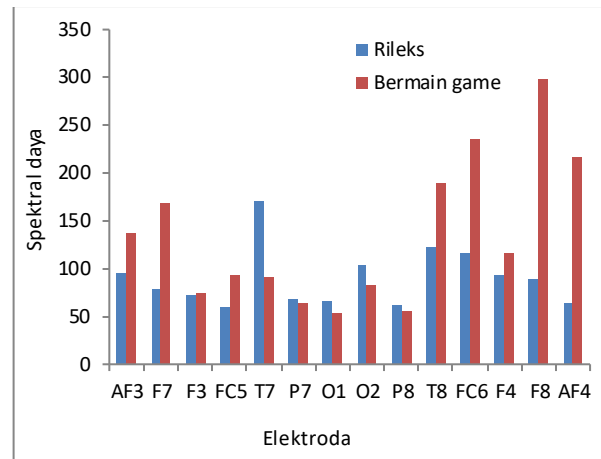
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 8. Perbandingan Spektral Daya Rata-Rata untuk Gelombang: (a) Delta, (b) Theta, (c) Alpha, dan (d) Beta pada Saat Rileks dan Bermain Game

Hasil Brain Mapping Spektral EEG

Hasil perhitungan spektral daya pada setiap elektroda EEG selanjutnya digunakan sebagai input dalam *brain mapping* 2-dimensi. Rekonstruksi citra kontur kepala dan posisi peletakan elektroda dibuat dengan *software* Matlab. Besarnya spektral daya disajikan dalam skala warna. Warna biru menyatakan aktivitas kelistrikan otak yang rendah sedangkan warna merah menyatakan aktivitas kelistrikan otak yang tinggi.

Hasil *brain mapping* spektral daya untuk keempat gelombang otak (delta, theta, alpha, dan beta) pada kondisi rileks dan saat bermain *game* masing-masing disajikan dalam gambar 9 dan 10. *Brain map* yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari kesepuluh subjek uji. Meskipun nilai kuantitatif spektral daya untuk setiap subjek uji berbeda, namun terdapat pola yang sama terkait dengan peningkatan dan penurunan aktivitas otak pada area tertentu pada saat bermain *game*.

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis spektral daya terlihat bahwa pada gelombang delta dan theta, terjadi peningkatan spektral daya pada saat bermain *game* terutama pada area frontal (F7, F3, FC5, FC6, F4, F8, dan AF4). Hasil ini sesuai dengan hasil studi EEG

selama bermain *game* yang dilakukan oleh Pellouchoud [12]. Penelitian tersebut melaporkan adanya peningkatan aktivitas EEG frontal midline pada pita theta (6-7 Hz). Hasil penelitian Sheikholsami (2007) juga menunjukkan daya gelombang theta frontal midline meningkat selama bermain video *game* [8].

Kenaikan yang lebih besar dalam aktivitas theta pada lobus frontal menunjukkan bahwa bermain *game* dalam jangka waktu yang lama memberikan beban mental yang signifikan terhadap subjek, yang akan mempengaruhi kesehatan mental. Gelombang theta yang terekam EEG merefleksikan beban mental pada seseorang.

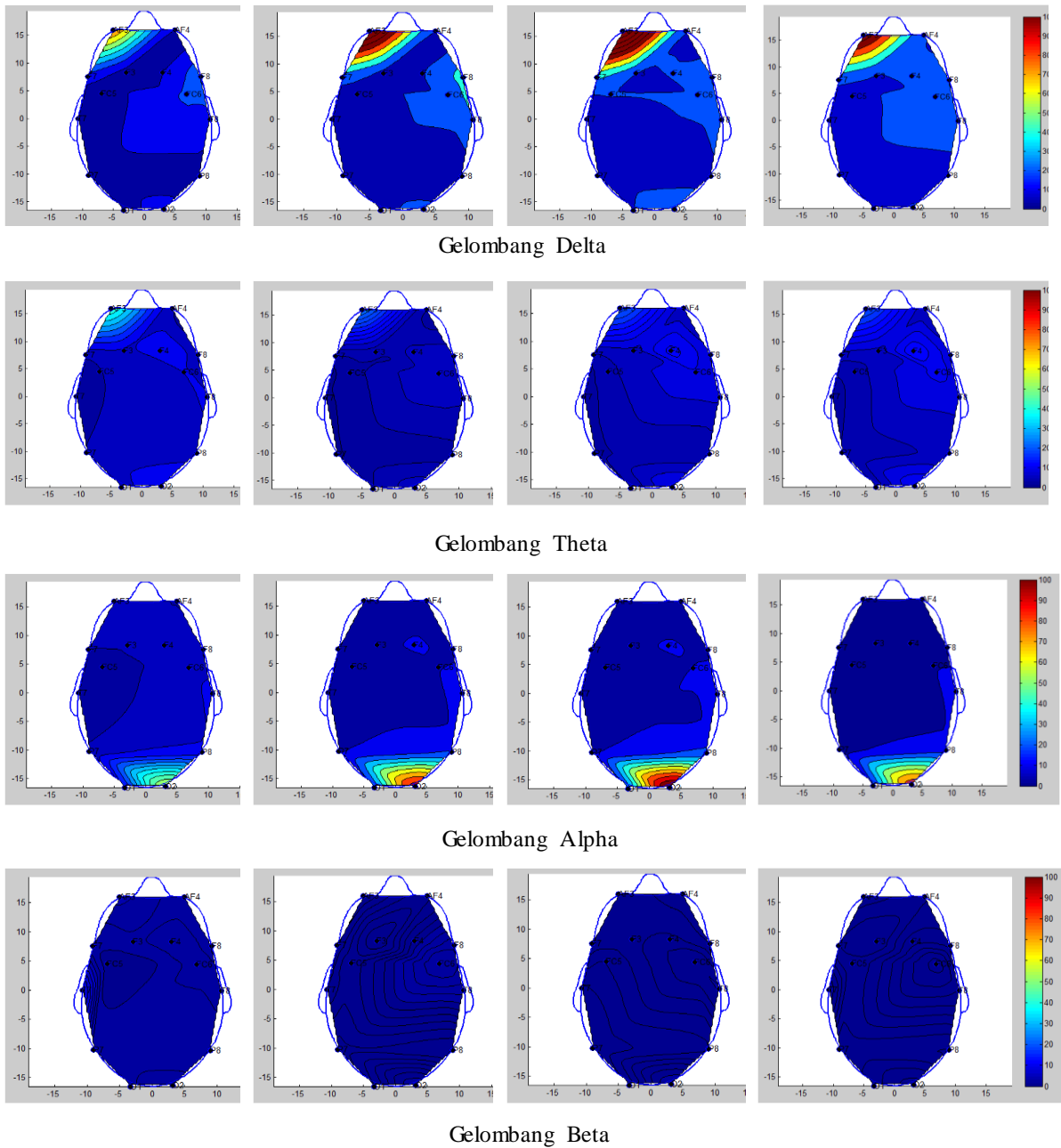
Pada gelombang alpha terjadi penurunan spektral daya pada saat bermain *game* (Gambar 9). Sedangkan pada gelombang beta terjadi peningkatan spektral daya pada area frontal seperti yang ditunjukkan pada gambar 10. Hasil ini sesuai dengan observasi yang dilakukan oleh Mahfuzah Mustafa tentang efek bermain *game* terhadap gelombang otak [13]. Pada penelitian tersebut perekaman EEG hanya dilakukan pada elektroda Fp1 dan Fp2. Hasil analisis menyatakan bahwa pada saat bermain *game* terjadi penurunan PSD (*Power Spectral Density*) pada frekuensi alpha dan peningkatan PSD pada frekuensi beta. Pellouchoud juga melaporkan adanya penurunan aktivitas pita alpha (9-12 Hz) pada area parietal selama bermain *game* [12]. Hal ini mengindikasikan bahwa pemain *game* berada pada kondisi stres selama bermain *game*.

Hamed Aliyari melaporkan bahwa daya sinyal meningkat pada hampir semua elektroda pada pita rendah (3 Hz) selama aktivitas tinggi dibandingkan dengan saat mulai bermain *game* [14]. Hal ini terkait

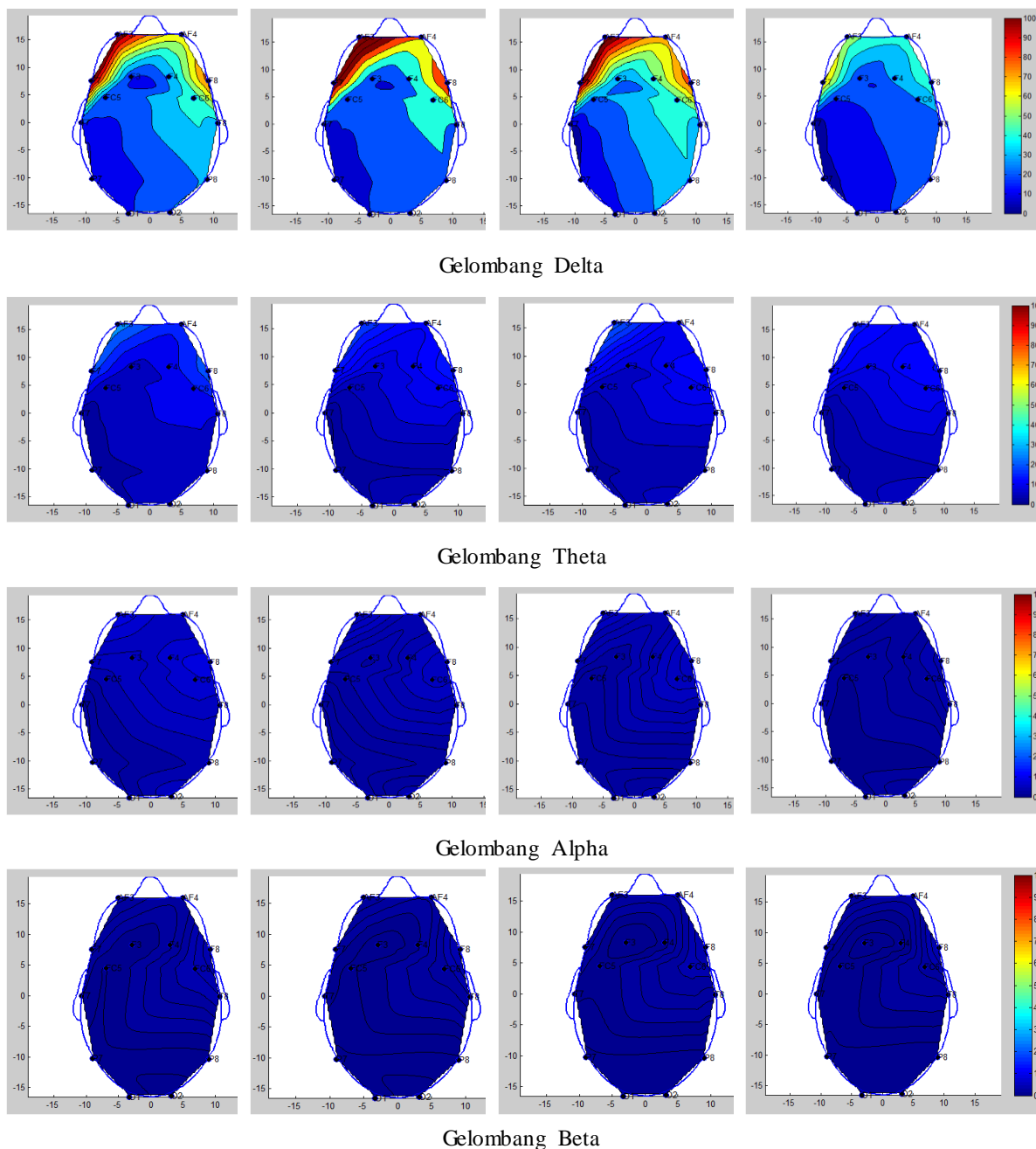
dengan aktivitas mental yang tinggi selama bermain *game*. Kenaikan daya juga terlihat pada elektroda occipital untuk pita frekuensi yang lebih tinggi (15 Hz). Sebaliknya daya sinyal menurun pada lobus occipital (untuk frekuensi 6 Hz dan 10 Hz) dan pada lobus frontal (untuk frekuensi 15 Hz dan 18 Hz). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Minchev melaporkan bahwa terjadi penurunan spectral daya alpha pada saat bermain ad hoc *game* [9].

Pada penelitian ini perubahan spektral daya untuk masing-masing elektroda pada setiap rentang frekuensi disajikan dalam bentuk *brain mapping* 2-dimensi. Dari hasil *brain map* terlihat jelas bagian otak yang memiliki aktivitas tinggi dan rendah dalam bentuk skala warna. Pada kondisi rileks, aktivitas otak seseorang akan dominan pada gelombang alpha terutama pada area posterior kepala (area occipital) [15]. Area ini bersesuaian dengan fungsi interpretasi visual. Sedangkan saat bermain *game*, pada area frontal terlihat adanya peningkatan aktivitas pada frekuensi gelombang rendah terutama pada gelombang theta. Peningkatan ini menyatakan bahwa pemain *game* kekerasan mengalami beban mental yang berlebih sehingga jika seseorang bermain *game* dalam jangka waktu yang lama, dapat menyebabkan perubahan psikologis, emosial, dan perilakunya.

Jika dibandingkan dengan kondisi rileks, pada saat bermain *game* terjadi peningkatan aktivitas pada gelombang beta yang mencerminkan bahwa pemain *game* berada pada kondisi stres. Seperti yang dituliskan dalam kajian teori, bahwa dalam frekuensi ini kerja otak cenderung memicu munculnya rasa cemas, khawatir, stres, dan marah. Hal ini dapat menjadi pemicu perilaku agresif dan kurangnya pengendalian emosi bagi para pecandu *game*.



Gambar 9. Hasil Brain Mapping Spektral Daya pada Kondisi Rileks untuk Gelombang Delta, Theta, Alpha, dan Beta



Gambar 10. Hasil *Brain Mapping* Spektral Daya pada saat Bermain *Game* untuk Gelombang Delta, Theta, Alpha, dan Beta

IV. KESIMPULAN

Pada saat bermain *game*, terjadi peningkatan spektral daya pada frekuensi gelombang delta dan theta terutama pada area frontal. Peningkatan gelombang theta yang terekam EEG merefleksikan adanya beban mental pada pemain *game*. Spektral daya gelombang alpha mengalami penurunan sedangkan pada gelombang beta terjadi peningkatan terutama

pada area frontal. Peningkatan gelombang beta mengindikasikan bahwa pemain *game* berada pada kondisi stres.

Berdasarkan hasil *brain mapping* terlihat adanya perbedaan yang signifikan antara aktivitas kelistrikan otak pada kondisi rileks dan saat bermain *game*. *Brain map* dapat menunjukkan besarnya aktivitas kelistrikan

otak untuk setiap frekuensi yang bersesuaian dengan kondisi mental seseorang. Namun *brain map* tidak cukup efektif untuk menunjukkan perbedaan nilai spektral daya yang cukup kecil. Untuk mendapatkan tingkat akurasi data yang tinggi, maka pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan validasi dengan pengukuran menggunakan EEG klinis yang memiliki jumlah elektroda lebih banyak dan dengan jumlah subjek uji yang lebih banyak pula.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mendanai kegiatan ini melalui hibah Penelitian Rintisan Tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oktiani H, Wardhani AC, Ashaf AF, dan Suciska W. Penyuluhan Dampak Negatif Bermain Game dan Menonton Tayangan Bermuatan Kekerasan Pada Anak. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat - Dies Natalis FISIP Unila*. 2012; 82-95. Terdapat pada: <http://publikasi.fisip.unila.ac.id/index.php/pengabdian/article/view/31/32>.
- [2] Anonim. 8 Bahaya Anak Kecanduan Game. *Ummi – Identitas Wanita Islami*. Weblog. Terdapat pada: <http://www.ummi-online.com/8-bahaya-anak-kecanduan-game.html>. [Diakses tanggal 24 Februari 2016].
- [3] Anderson CA. An Update on the Effects of Playing Violent Video Games. *Journal of Adolescence*. 2004; **27**(1): 113-122. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.10.009>.
- [4] Griffiths M. Violent Video Games and Aggression: A Review of The Literature. *Aggression and Violent Behavior*. 1999; **4**(2): 203–212. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1359-](https://doi.org/10.1016/S1359-1789(97)00055-4)

- [1789\(97\)00055-4](http://doi.org/10.1016/S1359-1789(97)00055-4).
- [5] Weber R, Ritterfeld U, dan Mathiak K. Does Playing Violent Video Games Induce Aggression? Empirical Evidence of a Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Media Psychology*. 2006; **8**(1): 39-60. DOI: http://dx.doi.org/10.1207/S1532785XMEP0801_4.
- [6] Lianekhammy J. *The Influence of Video Games on Adolescent Brain Activity*. Disertasi. University of Kentucky; 2014. Terdapat pada: http://uknowledge.uky.edu/hes_etds/12/.
- [7] Irwin AR dan Gross AM. Cognitive Tempo, Violent Video Games, and Aggressive Behavior in Young Boys. *Journal of Family Violence*. 1995; **10**(3): 337-350. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF02110997>.
- [8] Sheikholeslami C, H Yuan, EJ He, X Bai, L Yang, dan B He. A High Resolution EEG Study of Dynamic Brain Activity during Video Game Play. *Engineering in Medicine and Biology Society, 29th Annual International Conference of the IEEE*; 2007. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2007.4352833>.
- [9] Minchev Z, Dukov G, dan Georgiev S. EEG Spectral Analysis in Serious Gaming: an Ad Hoc Experimental Application. *Bio Automation*, 2009; **13**(4): 79-88.
- [10] Sanei S dan Chambers JA. *EEG Signal Processing*. England: John Wiley & Sons; 2007.
- [11] Gupta HR, Batan S, dan Mehra R. Power Spectrum Estimation using Welch Method for Various Window Technique. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*. 2013; **2**(6): 389-392. Terdapat pada: <https://pdfs.semanticscholar.org/05d8/3f6894b4e4ce4670e86fb066c83d565d4aa69.pdf>.
- [12] Pellouchoud E, Smith ME, McEvoy L, dan Gevins A. Mental Effort-related EEG

- Modulation During Video-game Play: Comparison Between Juvenile Subjects with Epilepsy and Normal Control Subjects. *Epilepsia*. 1999; **40**(s4): 38-43. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1528-1157.1999.tb00905.x>.
- [13] Mustafa M, Mustafar RA, Samad R, Abdullah NRH, dan Sulaiman N. Observation of The Effects of Playing Games with The Human Brain Waves. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. 2015; **77**(7): 61-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.11113/jt.v77.6249>.
- [14] Aliyari H, et al. The Effects of Fifa 2015 Computer Games on Changes in Cognitive, Hormonal and Brain Waves Functions of Young Men Volunteers. *Basic and Clinical Neuroscience*. 2015; **6**(3): 193-201. Terdapat pada: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4656993/>.
- [15] Handayani N, Akbar Y, Khotimah SN, Haryanto F, Arif I, dan Taruno WP. Preliminary study of Alzheimer's Diseases diagnosis based on brain electrical signals using wireless EEG. *Journal of Physics: Conference Series*. 2016; **694**: 012068. DOI: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/694/1/012068>.