

Identifikasi Neuropsikologis Terhadap Video Iklan Secara Real-Time Menggunakan Fast Fourier Transform dan Support Vector Machine

Reza Indrawan¹, Esmeralda C. Djamal, Ridwan Ilyas

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA
Universitas Jendral Achmad Yani
Cimahi, Indonesia

¹me.rezaindrawan@gmail.com

Abstrak—Penayangan iklan pada media televisi atau media lain membutuhkan biaya yang tidak sedikit, sehingga efektivitas video iklan perlu diuji setiap detiknya berdasarkan perilaku neuropsikologis seseorang. Hal ini perlu dilakukan agar biaya yang dikeluarkan untuk iklan diharapkan dapat meningkatkan penjualan. Namun untuk mengidentifikasi perilaku neuropsikologis seseorang secara *real-time* tidak mudah, diperlukan suatu perangkat yang terintegrasi untuk mengetahui perilaku tersebut. Elektroensefalogram (EEG) merupakan perangkat yang dapat menangkap aktivitas listrik di otak, sinyal tersebut dapat menginformasikan perilaku otak seseorang ketika melihat video iklan. Penelitian ini membangun sistem identifikasi neuropsikologis secara *real-time* yang terintegrasi dengan EEG wireless menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) untuk ekstraksi sinyal EEG dan identifikasi menggunakan Support Vector Machine (SVM) dengan luaran tiga kelas yaitu tertarik, kurang tertarik, dan tidak tertarik. Ekstraksi menggunakan FFT dilakukan dengan mengubah sinyal EEG ke dalam frekuensi alpha, beta, dan theta serta proses identifikasi dilakukan menggunakan SVM dengan mencari *hyperplane* terbaik untuk memisahkan dua kelas.

Kata kunci—*neuropsikologis; sinyal EEG; fast fourier transform; support vector machine;*

I. PENDAHULUAN

Neuropsikologis adalah bidang ilmu yang mempelajari hubungan antara aktivitas otak dengan perilaku seseorang. Perilaku neuropsikologis salah satunya yaitu respon ketertarikan seseorang ketika melihat video iklan. Perilaku tersebut dapat dimanfaatkan untuk menguji efektivitas video iklan sebelum ditayangkan. Pengujian di antaranya adalah materi dan respon ketertarikan seseorang tiap detiknya. Penelitian terdahulu mengatakan selama ini untuk mengetahui respon ketertarikan seseorang terhadap video iklan dilakukan melalui kuesioner dan wawancara. Namun, terdapat kelemahan apabila orang tersebut tidak selalu menyampaikan pendapat sebenarnya. Disamping itu, cara ini tidak dapat mengetahui respon ketertarikan tiap detiknya karena evaluasi tidak dilakukan secara *real-time*. Padahal bagian *neuromarketing* memerlukan informasi tersebut sebagai *neuromarketing* untuk membantu meningkatkan penjualan. Salah satu identifikasi respon ketertarikan

berdasarkan neuropsikologis seseorang dapat menggunakan Elektroensefalogram (EEG) secara *real time*, namun analisisnya tidak mudah.

EEG merupakan instrumen yang merepresentasikan aktivitas listrik yang sedang terjadi di otak. Sinyal EEG setiap orang mempunyai bentuk yang berbeda dan dipengaruhi oleh berbagai variabel seperti kondisi emosional, mental, usia, aktivitas, kesehatan, dan respon ketertarikan. Beberapa penelitian terdahulu melakukan identifikasi neuropsikologis konsumen dengan rangsangan iklan yang dilakukan secara *offline* [1] dan identifikasi ketertarikan seseorang terhadap iklan mobil yang dilakukan *offline* menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) menghasilkan tingkat akurasi sebesar 96% [2]. Terdapat beberapa penelitian mengenai ketertarikan terhadap iklan yaitu identifikasi tingkat perhatian sebagai *neuromarketing* yang dilakukan secara *offline* [3], analisis neuropsikologis menggunakan rangsangan video iklan yang dilakukan secara *offline* [4], dan identifikasi aktivitas otak seseorang berdasarkan sinyal EEG dan MEG dengan rangsangan video iklan untuk keperluan *neuromarketing* yang dilakukan secara *offline* [5]. Sementara itu, beberapa kebutuhan melakukan identifikasi respon ketertarikan secara *real-time*, hal ini diperlukan untuk mengetahui respon seseorang terhadap video iklan secara langsung.

Penelitian lain mengenai FFT untuk ekstraksi sinyal EEG mendapat tingkat akurasi hingga 87% dalam menggerakkan game berdasarkan kondisi rileks dan tidak rileks [6] dan klasifikasi sinyal EEG terhadap rangsangan suara menggunakan Power Spectral Daya (PSD) mendapat akurasi sebesar 75% [7]. Terdapat beberapa penelitian tentang Support Vector Machine (SVM) untuk identifikasi sinyal EEG mendapat tingkat akurasi sebesar 81% menggunakan *hyperplane* linier [8] dan klasifikasi sinyal EEG menggunakan SVM linier mendapat tingkat akurasi 99% [9].

Penelitian ini membuat sistem identifikasi respon ketertarikan dari empat kanal sinyal EEG terhadap video iklan menggunakan FFT dan SVM secara *real-time* setiap tiga detik. Sistem dibangun menggunakan FFT untuk ekstraksi ciri dan identifikasi menggunakan SVM, yang terintegrasi dengan *wireless* EEG dalam bentuk perangkat lunak sehingga dapat

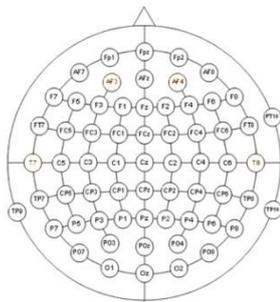
melakukan identifikasi respon ketertarikan video iklan secara *real time* sebagai *neuromarketing* dengan luaran tiga kelas yaitu tertarik, kurang tertarik, dan tidak tertarik.

II. PERANCANGAN SISTEM

A. Elektroensefalogram

Iklan produk telah menjadi strategi pemasaran modern yang digunakan oleh banyak perusahaan untuk menarik perhatian konsumen. Respon ketertarikan konsumen terhadap video iklan biasanya digunakan oleh tenaga ahli marketing dalam upaya meningkatkan penjualan. Untuk mengetahui respon ketertarikan salah satunya dapat diketahui dari informasi yang diberikan oleh otak ketika konsumen melihat video iklan, karena menurut penelitian terhadulu dengan menggunakan metode konvensional (wawancara atau kuesioner) terdapat informasi yang tidak dapat diperoleh, salah satunya yaitu respon ketertarikan setiap detiknya. Oleh karena itu, informasi tersebut dapat diperoleh melalui perangkat EEG.

Pengukuran sinyal EEG biasanya dilakukan dengan cara menempatkan elektroda pada kulit kepala dengan aturan standar sistem 10-20 seperti pada Gambar 1. Hasil pengukuran sinyal EEG berupa gelombang pada domain waktu, namun sinyal tersebut dapat dikonversi kedalam bentuk frekuensi sehingga dapat mempermudah dalam melakukan analisis.



Gambar 1. Standar Sistem 10-20

Karakteristik sinyal EEG terdiri dari beberapa gelombang, yaitu gelombang Delta, Teta, Alfa, Beta, dan Gamma masing – masing menunjukkan daerah frekuensi yang berbeda – beda. Contoh gelombang EEG dengan berbagai frekuensi dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I. GELOMBANG SINYAL EEG

	Gelombang	Frekuensi	Kondisi Objek
Delta		0-4 Hz	Tidur Nyenyak
Theta		4-8 Hz	Tidur Ringan, Stres Emosional
Alpha		8-13 Hz	Rileks, Mata Tertutup
Beta		13-30 Hz	Aktivitas Berpikir
Gamma		>30 Hz	Proses Gabungan

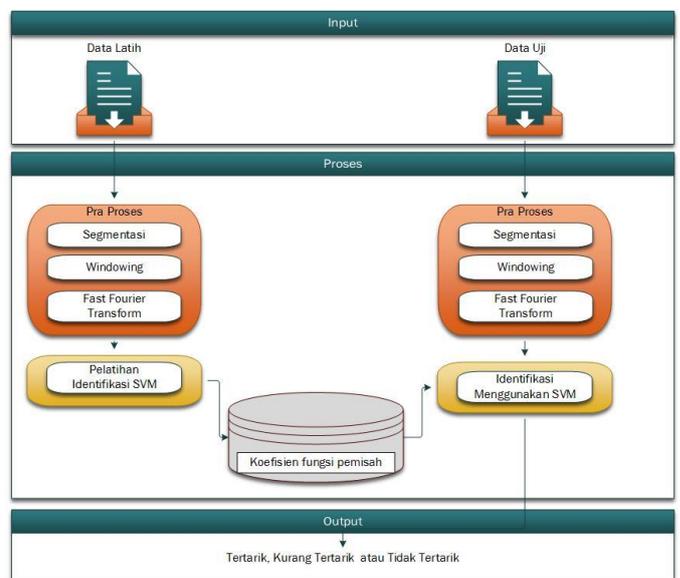
B. Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan terhadap naracoba sehat yang berjumlah 24 orang, masing masing naracoba berusia 20-25 tahun dan sedang dalam kondisi sehat, telah tidur cukup, dan sedang tidak dalam keadaan stress. Perekaman menggunakan EEG *wireless* dengan empat kanal yaitu AF3, AF4, T7, dan T8 dengan frekuensi *sampling* 128 Hz yang berdurasi masing – masing perekaman selama 30 – 60 detik. Waktu perekaman dibagi menjadi empat kelompok yaitu kelompok pagi, siang, sore, dan malam, tiap kelompok berisi enam naracoba terdiri dari laki – laki dan perempuan. Kondisi saat perekaman dalam keadaan suasana hening tanpa suara dengan pencahayaan matahari yang cukup. Video iklan yang ditayangkan sebanyak 10 video makanan McDonald’s, semua video didapat dari *YouTube*.

Scenario perekaman dilakukan dengan cara naracoba diminta untuk duduk dikursi dengan nyaman dan dihadapkan dengan layar LCD, kemudian naracoba diminta untuk dalam kondisi rileks. Proses perekaman dimulai dengan naracoba diminta untuk menonton video iklan dengan durasi minimal 30 detik dan maksimal 60 detik. Setelah perekaman selesai, naracoba diharuskan mengisi kuesioner untuk melakukan penilaian terhadap video iklan dan selama perekaman wajah naracoba direkam menggunakan *webcam* untuk mengetahui perhatian dari tatapan mata, mimik wajah, dan reaksi spontan.

C. Sistem Identifikasi

Sistem identifikasi dari sinyal EEG yang dibangun dimulai dengan pra proses yaitu segmentasi sinyal EEG hasil perekaman setiap tiga detik. Sinyal EEG direkam menggunakan frekuensi *sampling* 128 Hz selama 30 detik sehingga menghasilkan 10 segmen. Banyak titik sinyal dalam satu segmen sama dengan 128 x 3 detik atau 384 titik sinyal. Jumlah titik sinyal setiap segmen menjadi masukan ekstraksi menggunakan FFT untuk mendapatkan ciri pada daerah frekuensi alfa, beta, dan teta. Hasil dari proses ekstraksi menggunakan FFT selanjutnya dilakukan tahap pelatihan dan identifikasi menggunakan SVM. Sistem identifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.



III. METODE

A. Frame Based

Setelah disegmentasi, sinyal akan dibagi menjadi beberapa *frame* untuk mempermudah dalam proses ekstraksi. Setiap *frame* berisi titik sinyal sesuai dengan panjang *frame*. Pada penelitian ini, panjang *frame* telah ditentukan yaitu 0.5 detik, sehingga panjang setiap *frame* berjumlah 64 titik sinyal didapat dari 0.5×128 (frekuensi *sampling*). Setiap *frame* akan *overlap* untuk mengurangi fitur yang hilang akibat proses *frame based*. *Overlap* yang digunakan biasanya di antara 30% - 50%, pada penelitian ini besarnya *overlap* yang digunakan yaitu sebesar 50%. Untuk menghitung proses *frame based* dengan *overlap* digunakan Persamaan 1.

$$\begin{aligned} N &= 64 \text{ data} \\ M &= N * 0.5 = 32 \text{ data} \\ x(n) &= y(n + M) \end{aligned} \quad (1)$$

Dimana $M = \text{overlapping frame}$, $N = \text{jumlah data}$, $n = \text{indeks data}$, $y(n + M) = \text{nilai sinyal hasil perekaman}$, $x(n) = \text{hasil frame based}$.

B. Windowing

Sinyal yang telah dibagi menjadi beberapa *frame* dilakukan proses *windowing* untuk mengurangi *discontinue* pada ujung setiap *frame* akibat proses *frame based*. Jenis *window* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *hamming window*. Proses *windowing* dilakukan dengan mengalikan hasil jenis *window* dengan hasil *frame based* dapat dilihat pada Persamaan 2 dan Persamaan 3.

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos \frac{2\pi n}{N-1} \quad (2)$$

$$z(n) = x(n)w(n) \quad (3)$$

Dimana $z(n) = \text{nilai window ke } -n$, $N = \text{jumlah sampel setiap frame}$, $n = \text{indeks sampel suatu frame}$, $(n) = \text{sinyal hasil windowing sample ke } -n$, $x(n) = \text{sample sinyal ke } -n$, $w(n) = \text{nilai jenis window ke } -n$. Setelah proses *windowing* dilakukan, sinyal diekstraksi ciri menggunakan FFT.

C. Fast Fourier Transform

FFT adalah algoritma yang mengimplementasikan Discrete Fourier Transform (DFT) yang lebih mudah diterapkan dalam komputasi. Proses ekstraksi menggunakan FFT yaitu mengubah sinyal EEG pada domain waktu menjadi domain frekuensi. Transformasi Fourier didefinisikan oleh Persamaan 4.

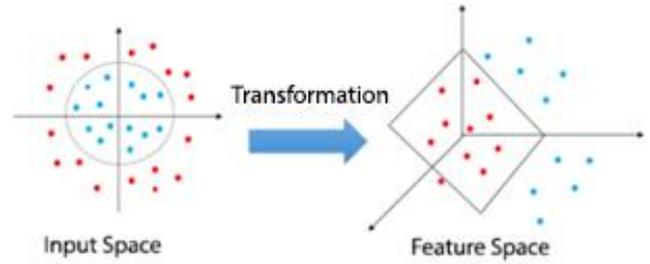
$$F(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f_x \left[\left(\cos \frac{2\pi ux}{N} \right) - j \left(\sin \frac{2\pi ux}{N} \right) \right] \quad (4)$$

Perhitungan FFT menghasilkan data sebanyak 37 frekuensi yang masing - masing terdiri dari gelombang alfa, beta, teta, dan gamma, nilai tersebut menjadi masukan untuk identifikasi menggunakan SVM.

D. Support Vector Machine

Metode SVM dapat mengidentifikasi suatu obyek dengan menemukan *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah kelas. *Hyperplane* pada dasarnya merupakan fungsi pemisah yang linier, tetapi *hyperplane* non-linier dapat

digunakan untuk permasalahan yang tidak dapat diselesaikan menggunakan *hyperplane* linier. Untuk *hyperplane* non-linier, data ditransformasikan ke ruang fitur baru (*feature space*) yang berdimensi lebih tinggi, sehingga data tersebut dapat dipisahkan secara linier seperti Gambar 3.



Gambar 3. Transformasi dari vektor input ke feature space

Proses mencari *hyperplane* pada ruang fitur baru (*feature space*) membutuhkan “*kernel trick*” untuk mengatasi proses komputasi yang besar dalam mencari fungsi transformasi. Terdapat kernel yang digunakan untuk pencarian *hyperplane* pada SVM, yaitu linier, polynomial, radial basis function (RBF) dan tangent hyperbolic (Sigmoid) dengan persamaan dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II. FUNGSI KERNEL

Kernel	Equation
Polynomial	$K(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = (\bar{x}_i \cdot \bar{x}_j + 1)^p$
Gaussian RBF	$K(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = \exp(-\gamma x_i - x_j ^2)$
Sigmoid	$K(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = \tanh(\alpha \bar{x}_i \cdot \bar{x}_j + \beta)$

Pada penelitian ini, jenis kernel yang digunakan adalah Gaussian RBF. Setiap elemen kernel $K(x_i, x_j)$ digunakan untuk mengganti *dot-product* $X_i \cdot X_j$ dalam persamaan Lagrange Multiplier menggunakan Persamaan 5 dan untuk mencari koefisien fungsi pemisah w dapat dicari menggunakan Persamaan 6.

$$L = \sum_{i=1}^N \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_i \alpha_j y_i y_j (x_i \cdot x_j) \quad (5)$$

$$w = \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i (x_i \cdot x_j) \quad (6)$$

Dengan menyelesaikan persamaan dualitas lagrange, maka diperoleh α . Setiap $\alpha > 0$ menjadi support vector, sehingga untuk mencari koefisien w dapat menggunakan Persamaan 7.

$$w = \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i \exp(-\gamma |x_i - x_j|^2) \quad (7)$$

$$f(x) = \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i \exp(-\gamma |x_i - x_j|^2) + b \quad (8)$$

Maka fungsi pemisah non-linier untuk identifikasi dapat dicari menggunakan Persamaan 8 dengan menambahkan fungsi $\text{Sign}(f(x))$.

E. Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan sebuah metode untuk mengukur performansi sistem dengan merepresentasikan jumlah data uji yang benar diklasifikasikan dan jumlah data uji

yang salah diklasifikasikan dalam bentuk tabel. Contoh *confusion matrix* untuk klasifikasi biner ditunjukkan pada Tabel III.

TABEL III. *CONFUSION MATRIX* UNTUK KLASIFIKASI BINER

		Kelas Hasil	
		1	0
Kelas Target	1	TP	FN
	0	FP	TN

Keterangan untuk Tabel III:

True Positive (TP) yaitu data dari kelas 1 yang benar dan diidentifikasi sebagai kelas 1.

True Negative (TN) yaitu data dari kelas 0 yang benar dan diidentifikasi sebagai kelas 0.

False Positive (FP), yaitu jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1.

False Negative (FN) yaitu jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0.

Perhitungan akurasi dapat dinyatakan pada Persamaan 9.

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \times 100\% \quad (9)$$

IV. HASIL

Pada penelitian ini data latih yang digunakan sebanyak 240 data terdiri dari 80 kelas tertarik, 80 kelas tidak tertarik, dan 80 kelas kurang tertarik, diperoleh dari 24 naracoba 12 diantaranya laki – laki dan 12 perempuan, masing – masing naracoba menonton 10 video iklan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi terhadap sistem dengan menggunakan 15 data baru diperoleh dari 15 naracoba, kemudian dilakukan perhitungan akurasi menggunakan *confusion matrix*. Hasil pengujian dengan 15 data baru dapat dilihat pada Tabel IV dan pengujian secara *real-time* dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

TABEL IV HASIL PENGUJIAN

No	Naracoba	Target Kelas	Hasil Kelas	Data Dikenali
1	Naracoba 1	Tertarik	Tertarik	Dikenali
2	Naracoba 2	Kurang Tertarik	Tertarik	Tidak Dikenali
3	Naracoba 3	Tidak Tertarik	Tidak Tertarik	Dikenali
4	Naracoba 4	Tertarik	Tertarik	Dikenali
5	Naracoba 5	Kurang Tertarik	Kurang tertarik	Dikenali
6	Naracoba 6	Tidak Tertarik	Tidak Tertarik	Dikenali
7	Naracoba 7	Tertarik	Kurang Tertarik	Tidak Dikenali
8	Naracoba 8	Kurang Tertarik	Kurang Tertarik	Dikenali
9	Naracoba 9	Tidak Tertarik	Tidak Tertarik	Dikenali
10	Naracoba 10	Tertarik	Tidak Tertarik	Tidak Dikenali
11	Naracoba 11	Kurang Tertarik	Tertarik	Tidak Dikenali

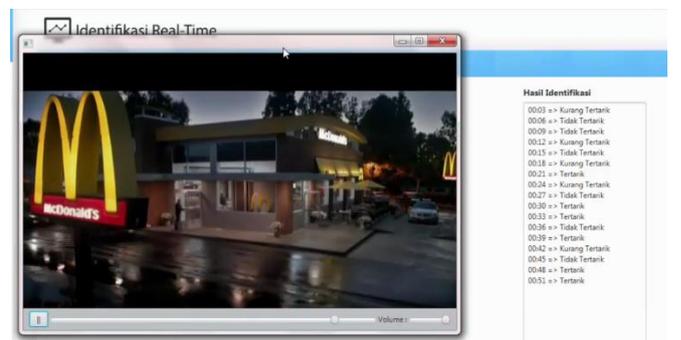
No	Naracoba	Target Kelas	Hasil Kelas	Data Dikenali
12	Naracoba 12	Tidak Tertarik	Tidak Tertarik	Dikenali
13	Naracoba 13	Tertarik	Tertarik	Dikenali
14	Naracoba 14	Kurang Tertarik	Kurang Tertarik	Dikenali
15	Naracoba 15	Tidak Tertarik	Tidak Tertarik	Dikenali

Dari Tabel IV, diperoleh nilai TP = 3, TN = 8, FP = 2, FN = 2, sehingga untuk mengukur performansi akurasi sistem dapat menggunakan Persamaan 9 didapat akurasi sebesar 73%.

$$Akurasi = \frac{3+8}{3+2+2+8} \times 100\% = \frac{11}{15} \times 100\% = 73\%$$



Gambar 3. Pengujian Real-Time



Gambar 4. Hasil Pengujian Real-Time

V. KESIMPULAN

Sistem identifikasi neuropsikologis seseorang terhadap video iklan berdasarkan sinyal EEG dibangun menggunakan FFT untuk proses ekstraksi dan identifikasi menggunakan SVM. Pada proses ekstraksi menggunakan FFT, sinyal EEG yang masuk diubah dari domain waktu ke dalam domain frekuensi. Hasil dari proses ekstraksi menjadi masukan untuk pelatihan dan pengujian menggunakan SVM. Pelatihan dilakukan untuk mencari koefisien *hyperplane*. Pengujian dilakukan secara *real-time* setiap tiga detik untuk melihat respon ketertarikan seseorang ketika melihat video iklan. Informasi hasil pengujian dapat digunakan untuk evaluasi efektivitas video iklan yang diharapkan dapat membantu meningkatkan penjualan. Hasil pengujian dari 15 data uji menggunakan SVM non-linier menghasilkan akurasi sebesar 73% dengan pengukuran menggunakan *confusion matrix*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Direktorat Jendral Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas pemberian dana Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Penelitian Eksakta tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Vecchiato, A. G. Maglione and P. Cherubino, "Neurophysiological Tools to Investigate Consumer's Gender Differences during the Observation of TV Commercials," *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, vol. 2014, p. 12, 2014.
- [2] M. Murugappan and S. Murugappan, "Human Emotion Recognition Through Short Time Electroencephalogram (EEG) Signals Using Fast Fourier Transform (FFT)," *IEEE 9th International Colloquium on Signal Processing and its Applications*, vol. 9, pp. 289-294, 2013.
- [3] J. Pratama, E. C. Djamal and F. Renaldi, "Identifikasi Tingkat Perhatian Produk Berdasarkan Sinyal EEG Sebagai Neuro Marketing," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, 2016.
- [4] R. Ohme, D. Reykowska, D. Wiener and A. Choromanska, "Analysis of Neurophysiological Reactions to Advertising Stimuli by Means of EEG and Galvanic Skin Response Measures," *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, vol. 2 No. 1, pp. 21-31, 2009.
- [5] G. Vecchiato, L. Astolf and F. D. V. Fallani, "On the Use of EEG or MEG Brain Imaging Tools in Neuromarketing Research," *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol. 2011, p. 12, 2011.
- [6] M. Y. Abdullah, E. C. Djamal and F. Renaldi, "Aksi Game Arcade Berdasarkan Pikiran Menggunakan Filter Fast Fourier Transform dan Learning Vector Quantization," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, 2016.
- [7] R. Wulansari, E. C. Djamal and T. Darmanto, "KLASIFIKASI SINYAL EEG TERHADAP RANGSANGAN SUARA MENGGUNAKAN POWER SPECTRAL DENSITY DAN MULTILAYER PERCEPTRON," in *Prosiding SNST ke-7*, Semarang, 2016.
- [8] B. T. Nugraha, R. Sarno, D. A. Asfani, T. Igasaki and M. N. Munawar, "Classification Of Driver Fatigue State Based On Eeg Using Emotiv Epc+," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 86. No.3, 2016.
- [9] M. A. Karyawan, A. Z. Arifin and A. Saikhu, "Klasifikasi Sinyal Eeg Menggunakan Koefisien Autoregresif, F-Score, Dan Least Squares Support Vector Machine," *Jurnal TIF*, 2011.