

## ANALISIS SINYAL EEG DENGAN STUDI KASUS PENGARUH RESPON PENGAMBILAN KEPUTUSAN PEMBELIAN IMPULSIF DARI SUGESTI OLVAKTORI MARKETING

### *EEG SIGNAL ANALYSIS WITH CASE STUDY EFFECT OF RESPONSE TO IMPULSIVE PURCHASE DECISION MAKING OF OLFACTORY MARKETING SUGGESTION*

Fitra Ayu Larasati<sup>1</sup>, Hilman Fauzi Tresna Sania Putra<sup>2</sup>, Maya Ariyanti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>larasfal@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>hilmanfauzitsp@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>mayaariyanti@telkomuniversity.ac.id

---

#### Abstrak

Seiring dengan pesatnya perkembangan zaman, metode penelitian juga kian bervariasi, dan terasa semakin mudah untuk menemukan metode yang cocok dengan penelitian yang hendak direncanakan, dan *marketing* adalah salah satunya. *Neuromarketing* yang merupakan cabang ilmu dari *neuroscience*, mempelajari respon otak berkaitan dengan *marketing*. Pengukuran dari respon sinyal otak manusia dilakukan dengan menggunakan sinyal *electroencephalography* (EEG) yang juga dipicu oleh stimulus *olfactory*. Stimulus diberikan kepada responden untuk mendapatkan analisis pengaruh stimulus terhadap hasil pengambilan keputusan responden.

Sinyal EEG melalui tahap *filtering* pada *pre-processing* dengan menggunakan *filter band pass butterworth* orde 5 dan frekuensi *cut-off* 13 Hz – 30 Hz. Untuk mendapatkan karakteristik fitur sinyal, ekstraksi ciri menggunakan metode statistik EEG berupa *mean*, *energy*, *entropy*, kurtosis dan standar deviasi. Dibentuk *dataset* untuk klasifikasi dengan metode *support vector machine* (SVM) sehingga didapatkan kombinasi *entropy*, *energy*, kurtosis dan standar deviasi dengan akurasi sebesar 0,62 sebagai parameter analisis pola sinyal responden. Serta pengenalan pola sinyal dengan menggunakan metode irisan nilai fitur sehingga didapatkan akurasi pengenalan pola sinyal terbaik di fitur *entropy* dengan akurasi sebesar 0,63.

**Kata kunci:** *neuromarketing*, pengambilan keputusan, EEG, *olfactory*.

---

#### Abstract

Along with the rapid development of the times, research methods are also increasingly varied, and it feels increasingly easy to find methods that match the research to be planned, and marketing is one of them. *Neuromarketing* which is an offshoot of neuroscience, studies brain responses related to marketing. Measurements of the human brain's signal response were made using *electroencephalography* (EEG) signals that were also triggered by *olfactory* stimulus. Stimulus is given to respondents to get an analysis of the influence of stimulus on the results of respondents' decision making.

The EEG signal then passes through the filtering stage in pre-processing using *butterworth* pass band filter order 5 and cut-off frequency of 13 Hz – 30 Hz. To obtain signal feature characteristics, extraction of characteristics using statistical methods of EEG in the form of *mean*, *energy*, *entropy*, kurtosis and deviation standards. Formed dataset for classification with vector machine support method (SVM) so that obtained a combination of *entropy*, *energy*, kurtosis and deviation standard with accuracy of 0.62 as a parameter of analysis of respondents' signal patterns. As well as signal pattern recognition using the feature value slice method so that the best signal pattern recognition accuracy is obtained in the *entropy* feature with an accuracy of 0.63.

**Keywords:** *neuromarketing*, decision making, EEG, *olfactory*

---

## 1. Pendahuluan

*Sense* atau indera tergolong menjadi 5 yang diantaranya adalah; Penglihatan, Pendengaran, Penciuman, Peraba dan Pengecapan. Dari kelima indera, tataran identitas brand dalam lingkup ritel umumnya hanya menggunakan tiga sensoris indera, yaitu penglihatan, pendengaran dan indera peraba. Aroma merupakan salahsatu stimulus yang dapat membangkitkan daya ingat, yang secara spontan memberikan tanda emosi dan data *autobiographical*[1].

Pada penelitian sebelumnya[2], untuk mengetahui selera dan minat konsumen, umumnya produsen mengambil data minat dan kebutuhan konsumen dengan metode kualitatif melalui survey dan kuisisioner, yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk mengatur strategi pemasaran. Metode kualitatif dianggap tidak akurat karena konsumen yang berpartisipasi dalam pembuatannya hampir tidak pernah bisa mengartikulasikan kesan bawah sadar yang merangsang keputusan mereka dalam penilaian suatu produk[3].

*Neuromarketing* menawarkan metode-metode canggih untuk menggali pikiran secara langsung dengan responden dalam kondisi rileks[3]. Dengan perkembangan teknologi yang kian pesat, aktifitas otak dapat memberikan informasi secara *real-time*. Proses singkatnya adalah dengan menangkap aktivitas listrik di otak menggunakan sebuah instrument yang bernama *Elektroensefalogram* (EEG)[4]. Penelitian ini menganalisa pengaruh stimulus terhadap hasil pengambilan keputusan dari respond terhadap suatu produk atau objek. Sinyal hasil pengambilan keputusan dapat diukur dengan menggunakan rangsangan stimulus, yang diukur melalui FLA (*Frontal Lobe Activity*)[5].

## 2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

### 2.1 Electroencephalogram (EEG)

EEG merupakan metode pengamatan elektrofisiologis untuk merekam aktivitas dari sinyal otak[7]. Pemanfaatan EEG saat menjadi media penelitian yang baru adalah untuk mendiagnosis *stroke*, tumor dan kelainan-kelainan pada otak. Seiring berjalannya waktu, hingga kini umumnya EEG digunakan untuk keperluan diagnosis medis seperti epilepsi, gangguan tidur, kedalaman anestesi, koma, ensefalopati, dan kelumpuhan otak karena untuk melakukan diagnosis penyakit-penyakit tersebut tidak bisa dilakukan dengan CT atau MRI.

### 2.2. Ekstraksi Metode Statistik

Ekstraksi metode statistik merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram sinyal. Ekstraksi statistik digunakan untuk mendapatkan informasi yang terdapat pada sinyal EEG. Beberapa informasi yang dapat diperoleh dari analisis statistis yakni *mean*, *entropy*, *energy*, kurtosis dan standar deviasi.

#### 2.2.1. Mean

*Mean* merupakan nilai tengah atau rata – rata dari data statistik dasar [6]. *Mean* diperoleh dengan menjumlahkan semua nilai sampel yang kemudian dibagi dengan banyaknya sampel yang ditunjukkan oleh persamaan (2.1)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i) \quad (2.1)$$

Dimana  $\bar{x}$  merupakan nilai *mean*,  $x_i$  sebagai nilai sampel ke- $i$ , dan  $n$  menjadi banyaknya sampel yang dipakai.

#### 2.2.2. Standar Deviasi

Standar deviasi atau simpangan baku adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur jumlah variansi atau sebaran sejumlah nilai data[6], yang ditunjukkan oleh persamaan (2.2)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (2.2)$$

Dimana  $\sigma$  sebagai koefisien standar deviasi,  $\mu$  merupakan *mean*,  $n$  menjadi banyaknya sampel yang dipakai dan  $x_i$  sebagai nilai sampel ke- $i$ .

### 2.2.3. Kurtosis

Kurtosis merupakan puncak atau keruncingan relative kurva histogram distribusi matriks yang ditunjukkan oleh persamaan (2.3)

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{x_i - \bar{x}}{N}}{\sigma^4} \quad (2.3)$$

Dimana  $K$  merupakan koefisien kurtosis,  $N$  merupakan ukuran sampel,  $\bar{x}$  merupakan nilai rata-rata atau *mean*, dan  $\sigma$  merupakan standar deviasi.

### 2.2.4. Entropy

Entropy merupakan ukuran ketidak aturan nilai dari data yang ditunjukkan oleh persamaan (2.4)

$$S = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \quad (2.4)$$

Dimana  $n$  merupakan jumlah data  $p_i$  merupakan proporsi sampel untuk kelas  $i$ .

### 2.2.5. Energy Extraction

Energy extraction merupakan proses perhitungan untuk mencari energi rata – rata pada *dataset* matriks. Perhitungan ekstraksi energi menggunakan metode *L2-norm* yang dapat dilihat melalui persamaan (2.5)

$$p_j = \frac{\sum_{i=1}^m A(i,j)^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m A(i,j)^2} \quad (2.5)$$

Dimana  $p$  adalah nilai energi,  $i$  adalah waktu dan  $j$  adalah kanal,  $A$  adalah matriks data, dan  $m$  dan  $n$  adalah jumlah masing-masing waktu dan kanal.

## 2.3. Support Vector Machine (SVM)

SVM adalah algoritma komputer yang mempelajari sebuah data berdasarkan pelatihan mesin untuk diklasifikasikan kedalam dua kelas label[7]. Metode ini banyak digunakan untuk melakukan klasifikasi otomatis. SVM mempelajari hyperplane dalam ruang fitur untuk memisahkan dua kelas yang berbeda dengan memaksimalkan margin antara dua kelas tersebut. Untuk mencari *hyperplane* menggunakan fungsi kernel *linier* seperti pada persamaan (2.6) dan (2.7)[20].

$$g(x) = \text{sign}(f(x)) \quad (2.6)$$

$$f(x) = x_i w_i + b \quad (2.7)$$

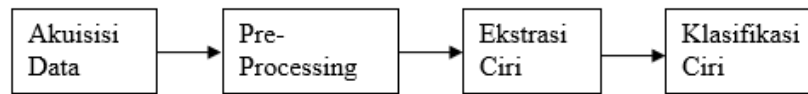
Dengan  $g(x)$  sebagai hasil fungsi proses pengujian dan  $f(x)$  sebagai fungsi proses pelatihan.

## 2.4. Neuromarketing

Neuromarketing merupakan salah satu cabang ilmu dari *neuroscience*, yang didefinisikan sebagai cabang yang menganalisis dan mempelajari perilaku manusia dalam dunia pemasaran dengan memanfaatkan sinyal dari saraf otak[8]. Umumnya, *neuromarketing* hanya mengukur 2 jenis rangsangan, yaitu pengenalan merek atau preferensi produk. *Neuromarketing* teridentifikasi menjadi 4 jenis topik[9] yaitu pengambilan keputusan, penilaian merek dan produk, *brain reward system* dan *quality and value*.

## 3. Pemodelan Sistem

Pengolahan data merupakan tahap pengolahan set data menggunakan perangkat lunak. Set data yang diolah merupakan hasil dari pengambilan data, dimana data dari sesi 2 dan 3 akan menjadi data latih dan sesi 4 menjadi data uji. Alur pemodelan sistem dapat dilihat dari gambar 1

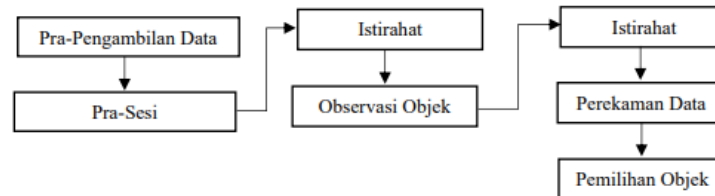


Gambar 1. Alur pemodelan sistem.

Model sistem disusun untuk mengukur dan menganalisis sinyal EEG hasil keputusan responden saat membeli barang secara impulsif dengan respon olfaktorik menggunakan alat *Neurosky*. Secara garis besar, sistem ini terdiri atas empat tahap, namun penelitian ini akan fokus pada empat blok model sistem yaitu akuisisi data, *pre-processing*, ekstraksi ciri dan klasifikasi ciri.

### 3.1. Akuisisi Data

Pengambilan data dilakukan pada sepuluh orang responden yang terdiri dari lima orang laki-laki dan lima orang perempuan dengan kelompok umur 20-21 tahun. Tugas Akhir menggunakan alat *Neurosky Mindwave Mobile* sebagai perangkat EEG. Alur pengambilan data terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Pengambilan Data

Responden akan melakukan pengambilan data selama dua menit dengan enam buah sabun mandi sebagai objek dalam tiga kategori aroma, yang dilakukan dalam empat sesi di hari yang berbeda. Seluruh objek yang digunakan pada pengambilan data ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar objek

Inisialisasi Objek	Merek objek	Tipe Aroma
A	Nuvo Family	Fresh Lemon
B	Love Beauty Planet	Coconut Water & Mimosa Flower
C	LUX Botanicals	Soft Rose
D	St. Ives	Coconut and Orchid
E	Love Beauty Planet	Murmuru Butter and Rose
F	Lifebuoy	Lemon Fresh

Responden juga diberikan stimulus olfaktorik yang berbeda pada tiap sesi berupa *essential oil* dengan *diffuser* sebagai alat bantu penyebaran aroma ruangan. Pada sesi 1 responden tidak diberikan stimulus. Stimulus yang digunakan pada pengambilan data ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar stimulus

Sesi	Merek <i>Essential Oil</i>	Tipe Aroma
2	Tree House	Rose
3	Tree House	Coconut
4	Tree House	Lemon

### 3.2. Pre-processing

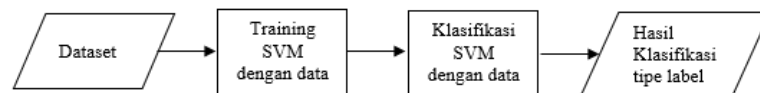
Tujuan dari dilakukannya *pre-processing* ini adalah agar *dataset* yang diperoleh sesuai dengan profil sinyal yang diinginkan. Dikarenakan penelitian ini akan menghitung sinyal pengambilan keputusan, maka dari data sinyal mentah, gelombang sinyal yang akan digunakan adalah gelombang sinyal Beta [10]. *Noise* menjadi kelompok yang tidak diinginkan dalam penelitian ini karena akan mengganggu proses pengolahan sinyal. Untuk proses *filtering* digunakan *band pass filter* orde ke 5 dengan frekuensi *cut off* 13 – 30 Hz.

### 3.4. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri adalah proses ekstraksi dari karakteristik atau ciri khas masing-masing sinyal responden. Tujuan ekstraksi ciri dalam penelitian ini untuk mendapatkan histogram yang akan menjadi fitur data dalam mengetahui akurasi penelitian dan klasifikasi berdasarkan parameter yang didapat. Penelitian ini akan menggunakan ekstraksi ciri metode statistik untuk mendapatkan *mean*, *entropy*, standar deviasi, *energy*, dan kurtosis yang didapatkan dengan menggunakan *platform Matlab*.

### 3.4. Klasifikasi Ciri

Klasifikasi dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Support Vector Machine (SVM) linear*. Tujuan dari metode SVM pada penelitian ini adalah sebagai pemisah antara dua set data dengan keluaran lima fitur dari dataset yang telah melalui proses ekstraksi ciri, dan keluaran dua label hasil. Masukan dari klasifikasi berupa dua file *excel* yang terbagi menjadi data latih dan data uji. Proses klasifikasi menggunakan metode SVM ini dilakukan menggunakan *platform Python*, dan dilakukan pengulangan untuk mendapatkan akurasi performansi sebanyak 20 kali. Untuk diagram alur dari proses klasifikasi dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Alur Klasifikasi Ciri

## 4. Hasil dan Analisis Simulasi

### 4.1. Hasil Pengujian Skenario 1

Berdasarkan aroma objek yang telah disesuaikan dengan stimulus aroma ruangan, responden dapat dikatakan terpengaruh stimulus apabila responden memilih objek dengan aroma yang sesuai dengan aroma ruangan/stimulus olfaktorik, dan berlaku sebaliknya untuk responden yang dikatakan tidak terpengaruh stimulus. Penentuan label untuk kategori responden tidak terpengaruh atau terpengaruh stimulus dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perolehan label data.

Responden	Sesi 2	Sesi 3	Sesi 4
1	A	B	A
2	D	D	F
3	F	E	F
4	D	B	F
5	C	A	A
6	C	B	F
7	A	A	C
8	A	A	A
9	E	B	D
10	E	D	A

Kolom berwarna merah menandakan label responden yang tidak terpengaruh oleh stimulus, dan kolom berwarna biru menandakan label responden yang terpengaruh oleh stimulus. Dari hasil perolehan data, responden 6 dan 10 terus terpengaruh oleh stimulus aroma ruangan terhadap objek yang dipilih. Berbeda dengan responden 6 dan 10, responden 7 menunjukkan sikap tidak terpengaruh oleh stimulus ruangan di setiap sesi pengambilan data. Begitu pula dengan responden 8 yang terus memilih objek A di setiap sesi, dan responden 5 yang juga dominan memilih objek dengan kategori aroma lemon.

### 4.2. Hasil Pengujian Skenario 2

Skenario 2 bertujuan untuk mendapatkan parameter fitur dari hasil uji performansi tertinggi yang didapatkan melalui kombinasi fitur. Dataset yang sebelumnya didapatkan melalui ekstraksi ciri metode statistik, diklasifikasikan menggunakan metode *Support Vector Machine (SVM)* dari tiga

puluh kombinasi fitur lalu dilakukan pengulangan sebanyak 20 kali hingga didapatkan pola kombinasi dengan akurasi yang tertinggi. Dengan menggunakan klasifikasi SVM dan perbandingan fitur kombinasi menghasilkan adanya perbedaan tingkat performansi dan hasil akurasi. Untuk hasil akurasi dari banyak kombinasi fitur dapat dilihat melalui tabel 4.

Tabel 4. Akurasi fitur data.

kombinasi	akurasi rata rata	kombinasi	akurasi rata rata
Kurtosis	0,41	Kurtosis, Mean, Standar Deviasi	0,51
Mean	0,46	Kurtosis, Mean, Energy	0,46
Standar Deviasi	0,48	Kurtosis, Mean, Ent	0,42
Ent	0,2	Kurtosis, Energy, Standar Deviasi	0,38
Energy	0,2	Kurtosis, Energy, Ent	0,36
Kurtosis, Mean	0,48	Kurtosis, Standar Deviasi, Ent	0,48
Kurtosis, Standar Deviasi	0,52	Standar Deviasi, Energy, Ent	0,44
Kurtosis, Ent	0,36	Standar Deviasi, Energy, Mean	0,48
Kurtosis, Energy	0,38	Standar Deviasi, Mean, Ent	0,49
Mean, Standar Deviasi	0,46	Ent, Energy, Mean	0,42
Mean, Ent	0,52	Kurtosis, Mean, Standar Deviasi, Energy	0,48
Mean, Energy	0,46	Kurtosis, Mean, Standar Deviasi, Ent	0,5
Standar Deviasi, Ent	0,48	Mean, Standar Deviasi, Energy, Ent	0,41
Standar Deviasi, Energy	0,4	Standar Deviasi, Energy, Kurtosis, Ent	0,62
Ent, Energy	0,2	Energy, Ent, Mean, Kurtosis	0,44

Berdasarkan tabel 4, dari skenario ini dapat dilihat bahwa akurasi paling rendah yaitu sebesar 0,20 dan ada pada tiga macam fitur kombinasi, yaitu dua kombinasi 1 fitur dengan spesifikasi fitur *energy* dan spesifikasi fitur *entropy* dan juga pada kombinasi 2 fitur dengan spesifikasi *entropy* dan *energy*. Untuk akurasi tertinggi secara keseluruhan ada pada kombinasi 4 fitur, dengan spesifikasi fitur; standar deviasi, *energy*, kurtosis dan entropi yaitu sebesar 0,62. Keempat fitur ini akan dijadikan sebagai parameter untuk klasifikasi ciri pengenalan label sinyal.

### 4.3. Hasil Pengujian Skenario 3

Skenario ini bertujuan untuk menentukan karakter sinyal dengan parameter kombinasi fitur dengan akurasi tertinggi yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu dengan kombinasi empat fitur; standar deviasi, kurtosis, *energy* dan *entropy*. Pada percobaan skenario ini, parameter yang menjadi tolak ukur dalam menentukan karakter sinyal adalah irisan dari nilai fitur di sesi 1 sebagai data pembanding akurasi label 0 dan nilai irisan nilai fitur responden yang telah terindikasi terpengaruh stimulus pada skenario 1 sebagai data pembanding akurasi label 1. Parameter fitur yang didapat melalui irisan ini kemudian dijadikan sebagai parameter untuk perbandingan data guna mencari nilai akurasi. Untuk rentang parameter fitur berdasarkan irisan nilai fitur dapat dilihat melalui tabel 5.

Tabel 5. Parameter Fitur

Label	S. Deviasi	Entropy	Energy( $\times 10^{-3}$ )
0	513,42 – 1019	3,62 – 4,14	0,25 – 2,19
	1155 – 2233,99	4,60 – 5,42	3,26 – 55,98
1	1020,77 – 1154,62	4,15 – 4,59	2,20 – 3,25

Setelah didapat parameter fitur, kemudian data fitur responden dibandingkan dengan parameter untuk mendapatkan hasil akurasi. Hasil akurasi didapat dari sesuai atau tidaknya nilai fitur responden tiap sesi dengan parameter yang telah didapat. Hasil dari akurasi fitur untuk tiap sesi dapat dilihat melalui tabel 6.

Tabel 6. Hasil Akurasi Skenario 3

Fitur	Sesi 1	Sesi 2	Sesi 3	Akurasi
Standar deviasi	0,60	0,50	0,40	0,50
Entropy	1	0,40	0,50	0,63
Energy	0,50	0,50	0,50	0,50
Standar deviasi, entropy dan energy	0,70	0,46	0,50	0,55

Dari keseluruhan akurasi yang telah diperoleh, didapatkan bahwa fitur *entropy* merupakan kombinasi fitur terbaik dalam penentuan pola sinyal otak responden, berdasarkan hasil akurasi

sebesar 0,63. Akurasi ini didapat dari analisis kriteria parameter pola sinyal untuk label terpengaruh atau tidak terpengaruh stimulus olvaktori yang kemudian dibandingkan dengan data fitur. Fitur *entropy* menjadi fitur dengan kombinasi pola terbaik, hal ini disebabkan karena fitur *entropy* memiliki nilai yang paling stabil dan konsisten jika dibandingkan dengan nilai fitur lain.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan percobaan pada skenario 1, pada akuisisi data di sesi 2, responden 5, 6, 9 dan 10 dikategorikan terpengaruh stimulus olvaktori dikarenakan responden menaruh keputusan pada objek dengan inisial C atau E. Pada akuisisi data di sesi 3, responden 1, 2, 4, 6, 9 dan 10 dikategorikan terpengaruh stimulus olvaktori dikarenakan responden menaruh keputusan pada objek dengan inisial B atau D. Pada akuisisi data di sesi 4, responden 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 dan 10 dikategorikan terpengaruh stimulus olvaktori dikarenakan responden menaruh keputusan pada objek dengan inisial A atau F.
2. Berdasarkan klasifikasi dengan metode *Support Vector Machine linier*, dilakukan uji coba performansi dengan 30 macam fitur kombinasi dari fitur *mean*, *entropy*, *energy*, standar deviasi dan kurtosis, didapatkan performa model dengan akurasi tertinggi yaitu sebesar 0,62 pada kombinasi 4 fitur; *entropy*, *energy*, standar deviasi dan kurtosis. Keempat fitur ini yang dijadikan sebagai parameter pengukuran pola sinyal responden terpengaruh/tidak terpengaruh stimulus olvaktori.
3. Pola pengenalan sinyal dibentuk dengan menggunakan irisan dari rentang nilai parameter fitur, yang sebelumnya telah didapatkan melalui hasil akurasi tertinggi dari klasifikasi SVM. Didapatkan pengenalan pola sinyal terbaik yaitu dengan menggunakan fitur *entropy* sebagai parameter. Dengan menggunakan *entropy* sebagai parameter, diapatkan akurasi pengenalan pola sinyal sebesar 0,63.

## Referensi:

- [1] Simon Chu, John J. Downes, Odour-evoked Autobiographical Memories: Psychological Investigations of Proustian Phenomena, *Chemical Senses*, Volume 25, Issue 1, February 2000, Pages 111–116.
- [2] Anggie, C. and Haryanto, J.O., 2011. Analysis of the Effect of Olfactory, Approach Behavior, and Experiential Marketing toward Purchase Intention. *Gadjah Mada International Journal of Business*, 13.
- [3] Etchells, Pete (5 December 2013). "Does neuromarketing live up to the hype? Pete Etchells". The Guardian. Retrieved 27 April 2018.
- [4] Djamal, Esmeralda C.; Tjokronegoro, Harijono A..(2016) Identifikasi dan Klasifikasi Sinyal EEG terhadap Rangsangan Suara dengan Ekstraksi Wavelet dan Spektral Daya. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, [S.l.], v. 37, n. 1, p. 69-92, Dec. 2013. ISSN 2338-5510. Date accessed: 13 Feb. 2020. doi:10.5614/itbj.sci.2005.37.1.5
- [5] Rifky Ekayama, Esmeralda C. Djamal, Agus Komarudin (2017). Identifikasi Kondisi Rileks Dari Sinyal Eeg Menggunakan Wavelet Dan Learning Vector Quantization, ISBN 978-602-99334-5-1.
- [6] J. Sarkar dan M. Rashid, "Visualizing Mean, Median, Mean Deviation, and Standard Deviation of a Set of Numbers," *Am. Stat.*, vol. 70, no. 3, pp. 304– 312, 2016
- [7] Noble, W. S. (2006). What is a support vector machine? *Nature Biotechnology*, 24(12), 1565–1567. doi:10.1038/nbt1206-1565
- [8] Lee, N, Broderick, A. J., & Chamberlain, L. (2007). *What is "neuromarketing"?* A discussion and agenda for future research. *International Journal of Psychophysiology*, 63(2), 199–204. doi:10.1016/j.ijpsycho.2006.03.007

- [9] L. Alvino, E. Constantinides, and M. Franco, "Towards a Better Understanding of Consumer Behavior: Marginal Utility as a Parameter in Neuromarketing Research," *Int. J. Mark. Stud.*, vol. 10, no. 1, p. 90, 2018
- [10] Wyart, V., de Gardelle, V., Scholl, J., & Summerfield, C. (2012). Rhythmic Fluctuations in Evidence Accumulation during Decision Making in the Human Brain. *Neuron*, 76(4), 847–858. doi:10.1016/j.neuron.2012.09.015.

