

ANALISIS SINYAL EEG DENGAN STUDI KASUS VISUAL DENGAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN TERHADAP IMPULSE BUYING

EEG SIGNAL ANALYSIS WITH CASE STUDY OF VISUAL INFLUENCE WITH DECISION MAKING ON IMPULSE BUYING

Rifat Januar Purwanto¹, Hilman Fauzi T.S.P.², Maya Ariyanti³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, ³Prodi S1 Manajemen Bisnis Telekomunikasi dan Informatika, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Telkom

¹rifaatjp@student.telkomuniversity.ac.id, ²hilmanfauzitsp@telkomuniversity.ac.id, ³mayaariyanti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran respon neuromarketing terhadap otak manusia dengan menggunakan analisa sinyal EEG. Pengambilan data dilakukan pada 11 responden dengan stimulus berupa warna produk yang berbeda dan dipengaruhi oleh perubahan intensitas cahaya. Untuk pre-processing digunakan bandpass filter untuk mendapatkan sinyal beta tanpa adanya noise. Selanjutnya data tersebut akan diproses menggunakan fast fourier transform dan energy extraction sebagai ekstraksi ciri dan klasifikasi support vector machine(SVM) dalam proses pengenalan pola sinyal.

Hasil pengujian parameter kombinasi fitur terbaik menunjukkan nilai akurasi sebesar 72% dengan kombinasi fitur magnitude dan phasa. Dengan menggunakan rentang parameter fitur didapatkan akurasi sebesar 67% untuk pengenalan pola sinyal responden.

Kata kunci: electroencephalograph (EEG), support vector machine (SVM), fast fourier transform (FFT), Neuromarketing

Abstract

In this study, measurement of neuromarketing response to human brain using EEG signal analysis. Data collection was conducted on 11 respondents with stimulus in the form of different product colors and influenced by changes in light intensity. For pre-processing bandpass filter is used to get beta signal without noise. Furthermore, the data will be processed using fast fourier transform and energy extraction as an extraction of characteristics and classification of support vector machine (SVM) in the process of signal pattern recognition.

The best feature combination parameter test results showed an accuracy value of 72% with a combination of magnitude and phasa features. By using the range of data from the parameter feature obtained accuracy of 56% for the recognition of the respondent's signal pattern.

Keywords : electroencephalograph (EEG), support vector machine (SVM), fast fourier transform (FFT), Neuromarketing

1. Pendahuluan

Saat ini peminatan konsumen terhadap suatu produk semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Dimana bagian produksi harus memiliki strategi pemasaran yang bagus untuk meningkatkan kepuasan konsumen. Salah satu caranya adalah dengan metode experiential marketing dengan memanfaatkan indera manusia, yang terdiri dari penglihatan, pendengaran, penciuman, peraba, dan pengecap. Metode visual adalah salah satu cara mendapatkan informasi dari konsumen dengan melihat merek, bentuk, warna suatu produk[1], dengan visual yang membuat para konsumen tertarik saat melihat suatu produk yang menimbulkan impulse buying. Kemudian berbagai produk dapat mendeteksi dan memenuhi keinginan dari para konsumen untuk memajukan produk mereka.

Pada penelitian sebelumnya cara untuk menganalisa keinginan dan tingkat kepuasan konsumen pada suatu produk adalah dengan melakukan metode kualitatif. Seperti melakukan survei dan wawancara pribadi tetapi pengamatan yang digunakan dalam metode pemasaran ini sering tidak memadai untuk menganalisis dan mempelajari perilaku konsumen[2]. Karena keputusan orang

dipengaruhi oleh beberapa proses mental yang tidak disadari, konsumen sering tidak tahu bagaimana menjelaskan pilihannya[2]. Oleh karena itu metode kualitatif dianggap kurang efisien dalam menganalisa perilaku konsumen[3], kemudian muncul teknologi baru yang dapat menganalisis perilaku konsumen melalui analisis otak yaitu dengan menggunakan studi neuromarketing. Tetapi studi ini masih terbatas karena menggunakan suatu alat yang tidak semua orang dapat menggunakannya, tidak seperti metode kualitatif yang dapat digunakan semua orang.

Berdasarkan masalah tersebut maka dengan menganalisa sinyal otak konsumen untuk mendapatkan suatu informasi, digunakan sebuah alat bernama electroencephalography (EEG) yang digunakan di kepala bagian depan untuk merekam aktivitas elektrik gelombang otak manusia bagian depan[4] atau lobus frontalis yang mempunyai fungsi motorik, pengaturan pilihan, dan emosi pada manusia[5]. Untuk mendeteksi impulse buying yang berfokus pada decision making seorang konsumen. Dilakukan analisa ketika konsumen melihat suatu produk dengan warna yang beragam, apakah terjadi impulse buying dan seperti apa pola sinyal otak yang dihasilkan. Penelitian diukur dengan menggunakan rangsangan decision making yang membantu menentukan FLA (Frontal Lobe Activity)[6]. Proses ini lah yang akan menjadi perangkat identifikasi ketertarikan atau perhatian konsumen terhadap produk tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Electroencephalography (EEG)

Electroencephalograph (EEG) merupakan alat untuk mendapatkan sinyal otak dengan menganalisa aktivitas elektrik gelombang otak kemudian mengukur tegangan dalam otak selama periode waktu tertentu dan karakteristik sinyal EEG dari setiap orang berbeda-beda yang berubah setiap waktu, namun pengaruh ke setiap orang jika diklasifikasikan akan menghasilkan pola tertentu.

2.2 Neuromarketing

Neuromarketing adalah bidang multidisiplin yang mengintegrasikan pemasaran (bertujuan untuk mengembangkan produk yang menguntungkan dan layanan untuk kebutuhan konsumen), neurologi (membaca sinyal otak manusia), dan psikologi kognitif (menganalisa koneksi diantara perilaku dan pikiran manusia).

2.3 Fast Fourier Transform (FFT)

Definisi Fast Fourier Transform (FFT) adalah metode yang efisien untuk menghitung koefisien dari Fourier diskrit ke suatu finite sekuen dari data yang kompleks dengan cepat dan efisien[7]. Fast Fourier Transform (FFT) merupakan turunan dari persamaan Discrete Fourier Transform (DFT), dimana DFT adalah metode untuk mentransformasi sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Hasil Fourier Transform adalah magnitude dan fasa. Nilai magnitude dapat diperoleh dari persamaan (1) dan nilai fasa dapat diperoleh dari persamaan (2).

$$|z(n)|^2 = \text{Re}^2\{z(n)\} + \text{Im}^2\{z(n)\} \quad (1)$$

$$\arg\{z(n)\} = \tan^{-1} \frac{\text{Im}\{z(n)\}}{\text{Re}\{z(n)\}} \quad (2)$$

2.4 Energy Extraction

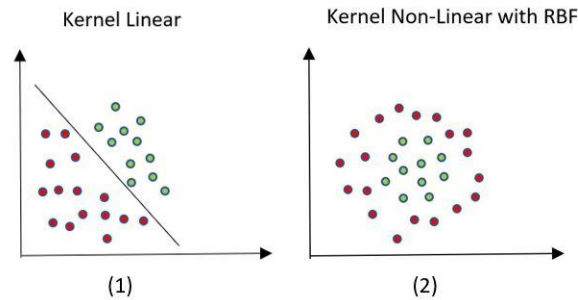
Tujuan dari proses ini adalah untuk mengkalkulasi energi dalam suatu kanal menggunakan metode L2-norm, dengan menggunakan persamaan (3)

$$\rho_i = \frac{\sum_{j=1}^n A(i,j)^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A(i,j)^2} \quad (3)$$

Dengan ρ_i merupakan nilai rata-rata energi kanal, variabel A merupakan matrix dari data, j adalah kolom dan i adalah baris. Variabel n dan m merupakan urutan dari kolom dan baris. Penghitungan ini diterapkan di semua uji coba pelatihan, sehingga setiap saluran diwakili oleh energi, yang kemudian dikenal sebagai channel energy. Proses berikutnya adalah pemilihan energi berdasarkan hasil terbaik[8]

2.5 Support Vector Machine (SVM)

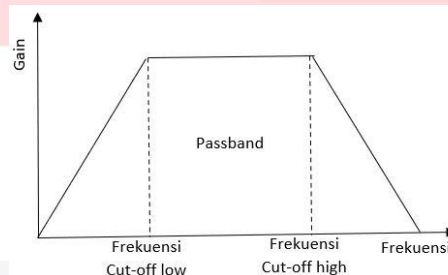
Konsep SVM secara sederhana adalah usaha untuk mencari hyperplane terbaik yang terletak di tengah-tengah antara dua set objek dari dua kelas yang berbeda. Hasil yang diperoleh dari proses pelatihan merupakan koefisien yang digunakan pada proses pengujian. Untuk ilustrasi cara kerja SVM pada kernel linear dan non-linear, dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Ilustrasi Cara Kerja SVM

2.6 Band Pass Filter

Filter Band Pass Filter (BPF) dibutuhkan untuk memisahkan sinyal informasi yang dibutuhkan dengan noise yang mencampur dari sinyal EEG. Pada tugas akhir ini digunakan band pass filter karena memiliki spesifikasi untuk meloloskan frekuensi di dalam rentang frekuensi cut-off low dan high tertentu. Bentuk band pass filter dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Band Pass Filter

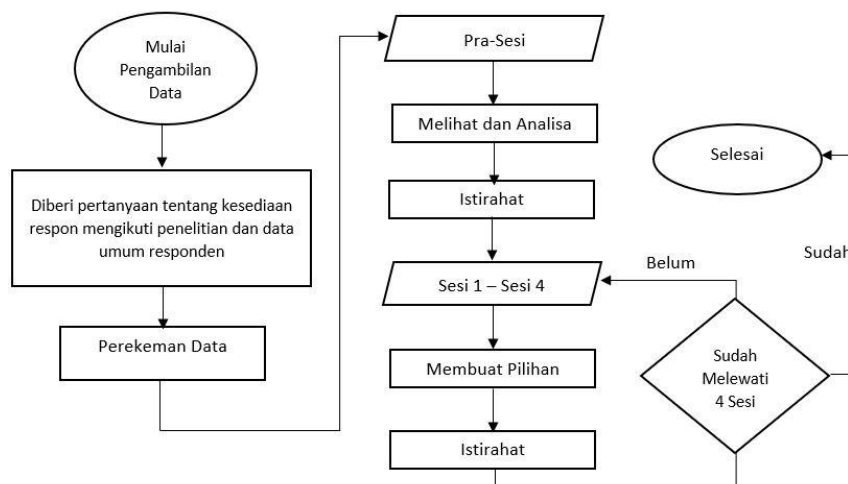
2.7 Decision Making

Salah satu fungsi berpikir yang dapat dianggap sebagai kemampuan tertinggi. Kemampuan mengambil keputusan telah menjadi perhatian yang lama dalam ilmu otak (neurosains). Pengambilan keputusan bisa dilakukan dengan dua cara yaitu pengambilan keputusan rasional dan keputusan irasional. Keputusan rasional adalah keputusan seseorang yang berfikir dengan menggunakan akal sehat tidak terganggu oleh emosi [9]. Keputusan irasional adalah keputusan seseorang yang didasari beberapa faktor seperti psikologis dan demografi [9].

3. Pemodelan Sistem

3.1 Pengambilan Data

Pada sub-bab ini dilakukan tahap pengambilan data kepada responden penelitian yang berperan sebagai konsumen. Berikut merupakan alur pengambilan data dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Pengambilan Data

- Pra Sesi

Pada pra sesi ini kegiatan yang dilakukan adalah pembukaan kemudian dilanjutkan oleh pemberitahuan tata aturan pengambilan data dan langkah-langkah yang harus diikuti dari awal sampai selesai. Responden juga diminta untuk melihat dan menganalisis produk yang telah disiapkan, seperti bentuk produk atau warna produk tersebut.

- Istirahat

Pada sesi ini para responden diberikan waktu untuk istirahat selama 10 detik. Tujuannya untuk menetralkan respon otak responden agar mendapatkan hasil yang maksimal.

- Sesi 1-4

Pada sesi 1 sampai 4 responden diminta untuk memilih produk yang mereka sukai dengan waktu yang telah ditentukan sama rata untuk setiap sesinya yaitu 25 detik. Dan juga untuk setiap sesinya intensitas cahaya yang digunakan akan berbeda, mulai dari sesi 1 yaitu 200 lux dan bertambah 200 lux setiap sesinya sampai di sesi 4 mencapai 800 lux. Kemudian di setiap akhir sesi, responden diminta untuk memberikan jawabannya berupa warna apa yang dipilih dengan menuliskan di kertas yang telah dipersiapkan.

3.2 Pre-Processing

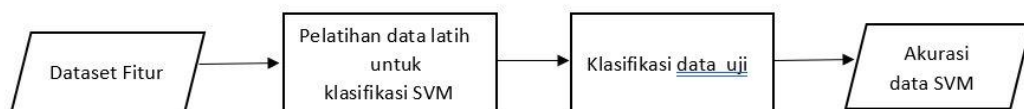
Pre-processing merupakan tahap pengolahan data yang bertujuan untuk mendapatkan dataset sesuai dengan profil sinyal yang diinginkan[45]. Dikarenakan penelitian ini akan berfokus untuk mendapatkan sinyal informasi responden saat melakukan pengambilan keputusan. Maka sinyal tersebut akan difilter dahulu untuk menghilangkan noise, dan meloloskan sinyal informasi yang diinginkan. Dengan 26 menggunakan bandpass filter untuk meloloskan sinyal dengan rentang frekuensi 13 Hz sampai 30 Hz, maka didapatkan sinyal beta. Sinyal beta merupakan keadaan manusia saat sedang sadar, fokus, dan mengambil sebuah keputusan. Kemudian sinyal informasi yang didapat akan digunakan untuk dataset pengolahan sinyal pada proses ekstraksi ciri.

3.3 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan proses pengambilan ciri atau karakteristik suatu objek dan tujuannya adalah agar dapat membedakan dengan objek satu dengan objek lainnya. Pada penelitian ini ekstraksi ciri yang digunakan adalah *fast fourier transform*(FFT) untuk mendapatkan respon frekuensi yang kemudian menghasilkan nilai magnitudo dan nilai phasa. Ekstraksi ciri lain yang digunakan adalah *energy extraction* untuk mendapatkan total energi dari kanal tertentu dan amplitudo sinyal setelah difilter dengan bandpass filter.

3.4 Klasifikasi Ciri

Klasifikasi ciri yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Support vector Machines(SVM). Dikarenakan SVM menawarkan akurasi yang baik dan dapat melakukan prediksi dengan cepat. Kemudian untuk kernel SVM yang digunakan adalah kernel gaussian atau RBF karena data yang dipakai bersifat non-linear, karena hal tersebut kernel linear tidak dapat digunakan. Kemudian hasil fitur yang telah didapatkan dari dataset sesi 2 sampai sesi 4 akan dibagi menjadi data latih dan data uji. Setelah dataset fitur untuk data latih dan data uji telah didapatkan, dicari akurasi data yang sebelumnya telah dilatih oleh machine learning SVM, untuk dapat memprediksi dan mengklasifikasi data uji yang akan digunakan. Untuk alur proses ekstraksi ciri dengan SVM dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok Diagram SVM

4. Hasil dan Analisis

4.1 Skenario I

Pada skenario I ini bertujuan untuk menentukan label setiap responden dengan menggunakan lembar jawaban responden sebagai parameter penentuan labelnya. Jika responden mengganti pilihan warnanya dari sesi 1 sampai sesi 4 berarti dapat dikatakan responden "terpengaruh", dan jika responden tidak mengganti pilihan warnanya dari sesi 1 sampai sesi 4 berarti dikatakan responden "tidak terpengaruh".

4.1.1 Kriteria Pengambilan Data

Penentuan label didasari oleh hasil jawaban responden saat proses pengambilan data. Untuk gambaran tentang kriteria penentuan label dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Tabel Kriteria Penentuan Label

Responden	Sesi 2/3/4	Kondisi	Label
A	Tidak Berubah Pilihan	Tidak Terpengaruh	0
B	Berubah Pilihan	Terpengaruh	1

4.1.2 Hasil Pengambilan Data

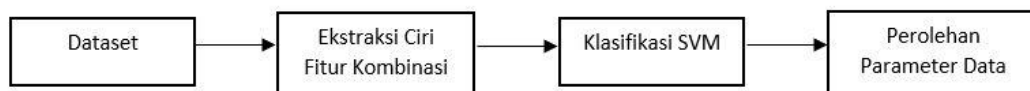
Setelah seluruh responden telah melakukan pengambilan keputusan terhadap objek yang dipilih pada setiap sesinya. Yang memiliki intensitas cahaya yang berbeda mulai dari sesi 1(200 lux), sesi 2(400 lux), sesi 3(600 lux), dan sesi 4(800 lux). Kemudian hasil pemilihan tersebut dikategorikan sesuai labelnya, label 0 dikategorikan sebagai kondisi tidak terpengaruh dan label 1 dikategorikan sebagai kondisi terpengaruh. Berdasarkan hasil pengambilan data diketahui dari 11 responden, 4 responden tidak terpengaruh dan 7 responden terpengaruh. Untuk 4 responden yang tidak terpengaruh diketahui adalah laki-laki dan untuk 7 responden yang terpengaruh adalah perempuan. Untuk hasil pengambilan data dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengambilan Data

Responden	Sesi 1 (200 Lux)	Sesi 2 (400 Lux)	Sesi 3 (600 Lux)	Sesi 4 (800 Lux)	Label
1	Biru	Biru	Biru	Biru	0
2	Ungu	Ungu	Kuning	Kuning	1
3	Kuning	Biru	Hijau	Hijau	1
4	Biru	Kuning	Hijau	Ungu	1
5	Biru	Biru	Biru	Biru	0
6	Biru	Biru	Kuning	Jingga	1
7	Biru	Biru	Biru	Biru	0
8	Biru	Hijau	Hijau	Kuning	1
9	Hijau	Biru	Biru	Biru	1
10	Kuning	Kuning	Hijau	Hijau	1
11	Biru	Biru	Biru	Biru	0

4.2 Analisis Skenario II

Pada skenario II ini bertujuan untuk mendapatkan parameter data untuk penentuan pola sinyal dari fitur kombinasi dengan akurasi terbaik. Kemudian akan dibandingkan dengan data pembandingan pada skenario III. Untuk mendapatkan akurasi terbaik dari 15 fitur kombinasi, digunakan klasifikasi support vector machines(SVM). Alur percobaan pada skenario II dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Alur Penentuan Akurasi dan Parameter

4.2.1 Data Akurasi

Untuk penggunaan kombinasi fitur yang dipakai dibagi menjadi 4 bagian kombinasi yaitu kombinasi 1 fitur, 2 fitur, 3 fitur dan 4 fitur. Setelah itu dicari akurasinya dari setiap fitur kombinasi, berdasarkan hasil akurasi didapatkan bahwa kombinasi 2 fitur menggunakan magnitude&pasa dan kombinasi 3 fitur amplitudo&magnitude&energi memiliki rata-rata akurasi tertinggi dari 30 kali proses pengulangan dengan angka 0,72. Kemudian karena ada 2 kombinasi fitur yang memiliki akurasi 0,72 maka untuk menentukan hasil terbaik, digunakan perhitungan standar deviasi. Kemudian didapatkan kombinasi 2 fitur magnitude&pasa memiliki standar deviasi yang lebih dekat

dengan angka 0 yaitu 0,15, dibandingkan dengan standar deviasi kombinasi 3 fitur amplitudo&magnitude&energi yaitu 0,19.

4.3 Analisis skenario III

Pada skenario III ini bertujuan untuk mendapatkan bentuk pola sinyal responden untuk kondisi terpengaruh maupun tidak terpengaruh, berdasarkan parameter yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu menggunakan kombinasi 2 fitur magnitude&phasa.

4.3.1 Kriteria Penentuan Label

Pada sub-bab ini akan ditentukan kriteria penentuan label berdasarkan parameter pola sinyal untuk kondisi terpengaruh dan tidak terpengaruh. Dengan menggunakan rentang fitur kombinasi magnituda dan fasa maka akan dicari irisan dari rentang antar responden, untuk dijadikan sebuah parameter pola sinyal. Kemudian untuk fitur responden yang tidak beririsan dengan fitur responden lainnya, maka fitur responden tersebut akan dijadikan suatu outlier. Hasil dari rentang tersebut maka akan dijadikan parameter penentuan label untuk setiap respondennya. Setelah didapatkan label dengan metode pola sinyal, kemudian akan dicari akurasi dari data tersebut dengan kombinasi fitur magnituda dan fasa, magnituda saja, atau fasa saja. Untuk penentuan akurasi dapat dilakukan dengan cara seberapa banyak data yang akurat dibagi dengan total seluruh data tanpa outlier. Hasil akurasi tertinggi dari 3 perbandingan fitur ini(magnituda dan fasa, magnituda saja, atau fasa saja) akan dijadikan suatu parameter fitur untuk penentuan pola sinyal responden terpengaruh dan tidak terpengaruh.

4.3.2 Dataset Pembanding

Data pembanding yang digunakan adalah dataset pada sesi 1 yaitu, ketika belum ada perubahan intensitas cahaya yang terjadi sehingga dijadikan parameter kondisi tidak terpengaruh. Data pembanding akan dibandingkan dengan hasil kombinasi 2 fitur magnitude&phasa karena memiliki akurasi tertinggi sehingga dijadikan suatu parameter untuk melakukan perbandingan dengan data pembanding. Untuk data pembanding(sesi 1) dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Pembanding

Responden	Magnitude	Phasa	Label
1	952	1,56873	0
2	752	1,56836	0
3	1215	1,56910	0
4	1034	1,56806	0
5	941	1,56920	0
6	1373	1,56916	0
7	1536	1,56944	0
8	1869	1,56981	0
9	1158	1,56914	0
10	1583	1,56975	0
11	1148	1,56853	0

4.3.3 Rentang Fitur Responden

Diketahui rentang untuk data pembanding adalah 752 sampai 1233 dan 1335 samapi 1869 untuk magnituda dan 1,56806 sampai 1,56894 untuk fasa. Kemudian untuk data fitur kombinasinya adalah 1234 sampai 1334 untuk magnituda dan 1,56800 sampai 1,56995 untuk fasa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rentang Fitur Data Pembanding

Dataset	Rentang Nilai Magnituda	Rentang Nilai Fasa	Label
Dataset Pembanding	752 - 1233	1,56806 – 1,56894	0
	1335 - 1869		
Dataset Fitur Kombinasi	1234 - 1334	1,56895 – 1,56983	1

4.3.4 Analisis Bentuk Pola Data

Berdasarkan hasil analisis rentang data kombinasi 2 fitur magnitude & phasa, didapatkan bahwa ada 15 data akurat, 15 data tidak akurat, dan 12 data *outlier*. Data dikatakan akurat apalagi berada dalam rentang data kombinasi untuk label 1. Kemudian perhitungan akurasi dibagi menjadi 3 bagian yaitu magnituda&fasa, magnituda saja, dan fasa saja. Didapatkan akurasi pengenalan pola

data yaitu 0.67 dengan fitur fasa sebagai fitur dengan akurasi paling tinggi. Untuk data akurasi dari kombinasi fitur magnitude & phasa pada sesi 2 sampai sesi 4 dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tabel Akurasi Pola Data

Fitur	Akurasi Sesi 2 – Sesi 4	Label
Magnitude&fasa	0.52	1
Phasa	0.67	1
Magnitude	0.39	1

4.4 Analisis Umum

Pada hasil percobaan kali ini didapatkan pada skenario I ada 7 responden yang terpengaruh, dan 4 responden tidak terpengaruh. Kemudian kondisi tersebut dijadikan suatu label yang didasari oleh jawaban pengambilan data dari para responden. Pada skenario II akurasi tertinggi yang didapat adalah sebesar 0,72, menggunakan SVM dengan kernel RBF sebagai metode klasifikasi ciri dengan kombinasi fitur magnitude&phasa. Sehingga didapatkan kombinasi fitur terbaik yang akan dibandingkan dengan data pembanding pada skenario III. Kemudian dilakukan pengenalan pola data dengan rentang fitur kombinasi magnitude&phasa yang dibandingkan dengan data pembanding(sesi 1). Didapatkan akurasi pengenalan pola data dengan metode perbandingan rentang fitur kombinasi adalah 0,67 dengan menggunakan fitur fasa. Yang berarti metode pengenalan pola data dengan metode rentang data masih terbilang kurang efisien. Dan juga karena kurangnya jumlah data, sehingga akurasi yang didapat masih belum maksimal. Untuk hasil akurasi penentuan parameter dan pengenalan pola data dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Tabel Hasil Akurasi Skenario II & III

Penentuan Label	Metode	Akurasi
Jawaban Responden	SVM	0,72
Pola Sinyal Responden	Rentang Nilai Fitur Fasa	0,67

5. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil simulasi dan analisis penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses pengenalan pola sinyal kondisi terpengaruh dan tidak terpengaruh oleh perubahan intensitas cahaya, digunakan metode perbandingan rentang fitur magnituda&fasa yang dibandingkan dengan data pembanding sebagai parameter kondisi tidak terpengaruh. Dan didapatkan rentang fitur magnitude dan phasa untuk kondisi terpengaruh, diluar rentang tersebut dijadikan parameter untuk kondisi tidak terpengaruh.
2. Pada proses perancangan sistem sinyal menggunakan ekstrasi ciri fast fourier transform untuk mendapatkan respon frekuensi yang terdiri dari magnitude dan phasa, ekstrasi ciri lainnya adalah energy extraction dan amplitudo sinyal beta.
3. Pada proses pengambilan data hanya 4 responden yang tidak terpengaruh dan 7 responden yang terpengaruh. Responden yang tidak terpengaruh semuanya adalah laki-laki dan yang terpengaruh semuanya adalah perempuan. Berdasarkan hasil kusioner, responden memiliki preferensi warna tertentu. Untuk responden yang tidak terpengaruh, memiliki preferensi warna gelap seperti biru atau hitam. Sedangkan untuk responden yang terpengaruh memiliki preferensi warna cerah seperti biru muda atau merah muda.
4. Semakin bertambahnya intensitas cahaya, maka perbedaan pada warna-warna menjadi semakin terlihat jelas yang membuat responden menjadi tertarik dengan perbedaan warna yang dihasilkan, dan membuatnya menjadi berubah pilihan. Yang menandakan adanya respon impulse buying dari responden tersebut.

Referensi:

- [1] R. Pieters and L. Warlop, "Visual attention during brand choice: The impact of time pressure and task motivation," International Journal of research in Marketing, vol. 16, no. 1, pp. 1–16, 1999.
- [2] L. Alvino, E. Constantinides, M. Franco et al., "Towards a better understanding of consumer behavior: marginal utility as a parameter in neuromarketing

- research,” *International Journal of Marketing Studies*, vol. 10, no. 1, pp. 90–106, 2018.
- [3] J. Pratama, E. C. Djamal, and F. Renaldi, “Lime identifikasi tingkat perhatian produk berdasarkan sinyal eeg sebagai neuro marketing,” in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 2016.
- [4] I. Wijayanto, “Identifikasi kondisi sinyal electroencephalogram (eeg) yang terpapar radiasi sinyal gawai 4g lte 1800 mhz menggunakan learning vector quantization (lvq),” *TEKTRIKA-Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, dan Elektronika*, vol. 1, no. 2, 2016.
- [5] N. H. Putri. (2020) Memahami bagian otak dan fungsinya sebagai pusat kontrol tubuh. [Online]. Available: <https://www.sehatq.com/artikel/memahami-bagian-otak-dan-fungsinya-sebagai-pusat-kontrol-tubuh>.
- [6] E. C. Djamal and H. A. Tjokronegoro, “Identifikasi dan klasifikasi sinyal eeg terhadap rangsangan suara dengan ekstraksi wavelet dan spektral daya,” *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, vol. 37, no. 1, pp. 69–92, 2005.
- [7] R. Y. Sipasulta, A. S. Lumenta, and S. R. Sompie, “Simulasi sistem pengacak sinyal dengan metode fft (fast fourier transform),” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2014.
- [8] H. Fauzi, M. A. Azzam, M. I. Shapiai, M. Kyoso, U. Khairuddin, and T. Komura, “Energy extraction method for eeg channel selection,” *Telkomnika*, vol. 17, no. 5, pp. 2561–2571, 2019.
- [9] N. P. P. K. Dewi and A. Krisnawati, “Pengaruh financial literacy, risk tolerance dan overconfidence terhadap pengambilan keputusan investasi pada usia produktif di kota bandung,” *Jurnal Mitra Manajemen*, vol. 4, no. 2, pp. 236–250, 2020.