

**KLASIFIKASI SINYAL ALFA BETA TERHADAP AKTIVITAS BERPIKIR  
SESEORANG SAAT MENGERJAKAN TES HAFALAN KATA MENGGUNAKAN  
METODE SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)**

**CLASSIFICATION OF ALPHA BETA SIGNAL ON PERSON THINKING ACTIVITIES  
WHEN DOING WORD MEMORY TEST USING SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)  
METHOD**

Muhammad Hilmi Haidar<sup>1</sup>, Jangkung Raharjo<sup>2</sup>, Gelar Budiman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>hilmiihaidar@students.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id,

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

**Abstrak**

Otak merupakan organ vital pada manusia yang mampu memberikan respon sinyal. Respon sinyal pada otak manusia bervariasi yang dipengaruhi oleh aktivitas fisik atau adanya stimulus. Otak juga memiliki peranan dalam menentukan konsentrasi seseorang. Hal tersebut berpengaruh pada kemampuan seseorang dalam belajar. Pada penelitian dilakukan analisis terhadap respon sinyal otak manusia pada mendengarkan dan tidak mendengarkan musik relaksasi. Metode yang digunakan ialah *Discrete Wavelet Transform* (DWT) sebagai metode ekstraksi ciri yang mampu untuk menguraikan suatu sinyal yang diberikan menjadi suatu himpunan, himpunan tersebut adalah deret waktu dari koefisien yang menggambarkan perubahan waktu sinyal dalam frekuensi yang sesuai. DWT mampu mengekstraksi sinyal terhadap gelombang Alpha dan Beta.

Pada tahap selanjutnya dalam melanjutkan proses klasifikasi menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM). Pada penelitian ini responden yang digunakan adalah 10 dan dibagi menjadi 7 data latih dan data uji 3 berdasarkan 2 stimulus yang berbeda, alat yang digunakan agar mendapatkan data yaitu *NeuroSky MindWave*. Hasil pada penelitian ini telah dapat menunjukkan bentuk sinyal *alpha* dan *beta* tiap responden, pengujian terhadap data uji didapatkan akurasi terbaik yaitu sebesar 83% dengan parameter tipe Kernel Linear Polynomial level DWT=4 dan tipe DWT=db3.

**Kata Kunci :** *Elektroencefalogram, Discrete Wavelet Transform, Support Vector Machine, Gelombang Alpha, Gelombang Beta, Test Hafalan Kata, Musik Relaksasi*

**Abstract**

The brain is a vital organ in humans that is able to provide signal responses. Signal response in the human brain varies which is influenced by physical activity or the presence of a stimulus. The brain also has a role in determining a person's concentration. This affects a person's ability to learn. In this study, an analysis of the response of the human brain signals on listening and not listening to relaxation music was carried out. The method used is *Discrete Wavelet Transform* (DWT) as a feature extraction method that is able to decompose a given signal into a set, the set is a time series of coefficients that describe the change in signal time in the appropriate frequency. DWT is able to extract signals against Alpha and Beta waves.

In the next stage in continuing the classification process using the *Support Vector Machine* (SVM) method. In this study, 10 respondents were used and divided into 7 training data and 3 test data based on 2 different stimuli. The tool used to obtain data was *NeuroSky MindWave*. The results of this study have been able to show the form of alpha and beta signals for each respondent, testing the test data obtained the best accuracy of 83% with the Kernel type Linear and Polynomial level parameter DWT = 4 and type DWT = db3.

**Keywords :** *Elektroencefalogram, Discrete Wavelet Transform, Support Vector Machine, Gelombang Alpha, Gelombang Beta, Word Memorization Test, Relaxing Music*

**1. Pendahuluan**

Otak merupakan organ yang terdiri dari beberapa bagian, dan memegang peranan vital pada manusia [6]. Otak menghasilkan sinyal yang disebabkan oleh adanya stimulasi otak maupun aktivitas fisik yang dilakukan [7]. Otak memiliki peranan dalam kemampuan seseorang pada kegiatan belajar dan berkonsentrasi [8]. Pengukuran

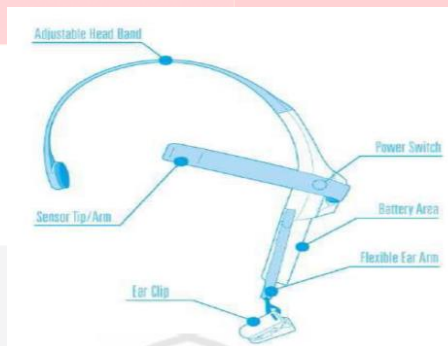
sinyal otak menggunakan alat Electroencephalogram (EEG) yang diletakkan di kulit kepala responden ketika respon mengerjakan Test Hafalan Kata yang akan di analisa ketika individu tersebut diberi dua stimulus yaitu mengerjakan dalam kondisi mendengarkan musik relaksasi dan tidak mendengarkan musik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Discrete Wavelet Transform* (DWT) sebagai metode ekstraksi ciri yang mampu untuk menguraikan suatu sinyal yang diberikan menjadi suatu himpunan, himpunan tersebut adalah deret waktu dari koefisien yang menggambarkan perubahan waktu sinyal dalam frekuensi yang sesuai[13]. DWT mampu mengekstraksi sinyal terhadap gelombang alpha dan beta dari alat EEG 1 kanal untuk mendapatkan ciri yang dibutuhkan. Langkah selanjutnya adalah proses klasifikasi menggunakan metode *Support Vector Machine*(SVM) yang mempunyai karakteristik untuk mengklasifikasi 2 kelas.Pada pengujian didapatkan hasil akurasi maksimal pada parameter tipe DWT db 5 dan kernel polynomial.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Electroencephalograph

EEG merupakan metode dari brain computer interface (BCI) yang dapat mengolah data seluruh aktifitas otak dengan perambatan sinyal \textit{elektrik} yang dihasilkan oleh aktifitas kelistrikan di otak yang kontinyu dan dapat direkam, lalu hasilnya dapat dikirimkan melalui perintah ke peralatan elektronik dengan bantuan BCI. Kebanyakan BCI menggunakan aktivitas mental spontan (misalnya, membayangkan menggerakkan jari, tangan, atau seluruh lengan, dll.) Untuk menghasilkan sinyal electroencephalogram (EEG) yang dapat dibedakan[11].BCI mempunyai perangkat salah satunya yaitu *NeuroSky MindWave*.

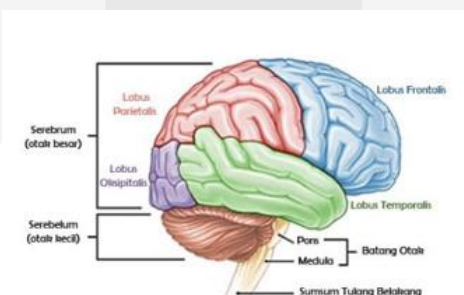


Gambar 2. 1 *NeuroSky MindWave*.

*NeuroSky MindWave* mempunyai bagian-bagian penting yang mempengaruhi hasil pembacaan yaitu klip pada telinga, sensor yang terdapat pada ujung lengan(sensor arm) dan tiga bagian yang berada di ujung (sensor arm), dan lengan sensor. Ground elektroda terletak pada klip telinga dan sensor elektroda yang terdapat di pengait depan (sensor arm) yang bertumpu pada dahi diatas mati yang berfungsi untuk membaca gelombang otak [1].

### 2.2 Otak

Otak merupakan organ yang memiliki banyak bagian dan fungsi yang spesifik dan berbeda - beda yaitu otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum), dan batang otak (brain stem). Otak juga dapat terbagi menjadi 2 yaitu otak kanan dan otak kiri[2].



Gambar 2. 2 Otak

#### 2.2.1 Gelombang Otak

Gelombang otak merupakan gelombang listrik yang dikeluarkan oleh neuron dalam otak, dan dapat diukur dengan Elektroensephalogram (EEG). Gelombang otak manusia memiliki frekuensi yang berbeda beda setiap fasenya, oleh karena itu gelombang otak dikelompokkan menjadi gelombang Gamma, Beta, Alpha, Tetha, Delta[3]. Gelombang yang di analisis pada penelitian ini adalah gelombang Alpha dan Beta.

### 2.2.2 Alpha

Alpha adalah gelombang otak yang terjadi pada saat seseorang mengalami relaksasi, mulai istirahat atau mata tertutup. Rentang frekuensi untuk gelombang Alpha adalah 8-12 Hz yang dimana pada frekuensi tersebut merupakan frekuensi pengendali, penghubung pikiran sadar dan bawah sadar[3]

### 2.2.3 Beta

Beta merupakan gelombang otak yang terjadi pada saat seseorang sedang mengalami aktivitas mental yang terjaga penuh, misalnya ketika sedang melakukan kegiatan sehari-hari. Gelombang Beta dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu high beta (lebih dari 19 Hz) ialah transisi oleh getaran gelombang Gamma, lalu getaran Beta (15 hz -18 hz) yang juga merupakan transisi oleh getaran Gamma, dan selanjutnya low Beta (12 hz - 15 hz)[3].

## 2.3 Test Hafalan Kata

Tes hafalan kata adalah salah satu tes psikotest yang dimana peserta diminta untuk menghafalkan beberapa kata. Tes ini bertujuan untuk mengetahui karakter seseorang dari segi imajinasi, cara memecahkan suatu masalah, kreativitas dan daya ingat seseorang.

## 2.4 Musik Relaksasi

Musik relaksasi biasanya merupakan musik yang bertempo lambat, ritme sederhana dengan banyak pengulangan, dan memiliki garis melodi lanjutan. Musik relaksasi dianggap lebih santai dan dapat meningkatkan derajat relaksasi karena semakin menurunnya tempo suatu lagu dapat membuat pendengarnya lebih nyaman dan dapat meningkatkan konsentrasi seseorang [6].

## 2.5 Discrete Wavelet Transform

*Discrete Wavelet Transform* (DWT) merupakan salah satu metode ekstraksi ciri yang biasa digunakan pada sinyal. *Discrete Wavelet Transform* adalah suatu transformasi yang berfungsi untuk menguraikan suatu sinyal yang diberikan menjadi suatu himpunan, himpunan tersebut adalah deret waktu dari koefisien yang menggambarkan perubahan waktu sinyal dalam frekuensi yang sesuai [10]. Parameter ciri yang digunakan untuk masing-masing sinyal yaitu menggunakan enam ciri pada DWT yaitu *mean, variance, standard deviation, kurtosis, entropy dan skewness*. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing ciri tersebut[14].

1. *Mean* adalah kondisi untuk menunjukkan nilai rata-rata dari kumpulan angka.

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i \quad (2.1)$$

Ket:

N= Jumlah data

A<sub>i</sub>= Vektor data

2. *Variance* (V) adalah kondisi untuk menunjukkan variansi elemen dari suatu elemen sinyal.

$$V = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |A_i - \mu|^2 \quad (2.2)$$

3. *Standar deviasi* (S).

$$\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |A_i - \mu|^2} \quad (2.3)$$

4. *Skewness* adalah kondisi untuk mengukur data yang tidak simetris dari suatu sinyal.

$$S = \frac{E(x - \mu)}{\sigma^3} \quad (2.4)$$

Ket:

E = Ekspektasi

σ = Standar Deviasi

5. *Kurtosis* (K) adalah kondisi untuk menunjukkan tingkat keruncingan relatif kurva histogram dari suatu sinyal

$$K = \frac{E(x - \mu)^4}{\sigma^4} \quad (2.5)$$

6. Entropy (H) adalah kondisi untuk menunjukkan ukuran ketidak aturan bentuk dari suatu sinyal.

$$E = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2(p_i) \quad (2.6)$$

### 2.6 Support Vector Machine (SVM)

SVM memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menggeneralisasi data bila dibandingkan dengan teknik yang sudah ada sebelumnya dalam pemodelan klasifikasi. SVM juga dapat mengatasi masalah klasifikasi dan regresi dengan linear maupun non linear[15]. Untuk masalah non linear SVM dapat diselesaikan dengan memasukkan fungsi SVM kernel. SVM kernel dapat digunakan ketika terjadi suatu permasalahan data yang tidak dapat terpisah secara linear, untuk itu kernel dapat digunakan untuk mentransformasikan data dari ruang input ke ruang dimensi yang lebih tinggi disebut ruang kernel yang berguna untuk merubah data tersebut menjadi linear[16].

Berikut adalah karakteristik SVM secara keseluruhan [11]:

1. Secara prinsip SVM merupakan klasifikasi linear
2. Agar pattern recognition dapat dilakukan SVM akan mentransformasikan data pada input space ke dimensi yang lebih tinggi.
3. SVM pada dasarnya hanya bisa menangani 2 kelas.

### 3. Pembahasan

Desain sistem dibagi 4 tahap yaitu akuisisi data EEG atau pengambilan sinyal menggunakan *NeuroSky MindWave* yang nanti akan diletakkan di kulit kepala, pra pemrosesan untuk memfilter data, memfilter data menggunakan LPF agar tidak meloloskan frekuensi atas dan dapat mereduksi *noise*, karena biasanya *noise* biasanya terjadi pada frekuensi atas dan setelah itu menormalisasikannya. Lalu data akan dimasukkan ke dalam proses ekstraksi ciri untuk dibandingkan cirinya dan terakhir klasifikasi.



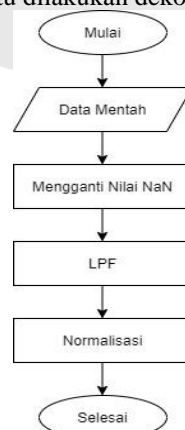
Gambar 3.1 Diagram Blok Desain Sistem

#### 3.1 Akuisisi Data

Merupakan tahap pengambilan data menggunakan alat *NeuroSky MindWave* yang diletakkan di kulit kepala ketika dalam keadaan mendengarkan musik relaksasi dan tidak mendengarkan musik. Proses akuisisi data menghasilkan data pola sinyal alpha dan beta yang nantinya akan diproses ke tahap pra pemrosesan..

#### 3.2 Pra Pemrosesan

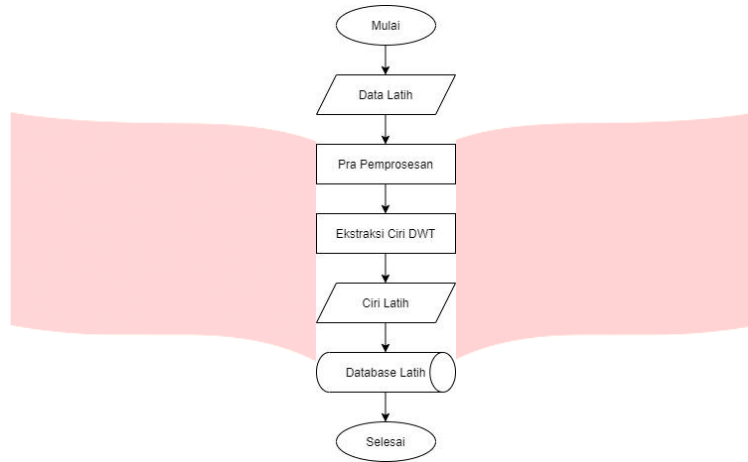
Tahap selanjutnya setelah mendapatkan data mentah yaitu pra pemrosesan, pada tahapan ini merupakan tahapan awal untuk mengelola data. Sistem, memfilter data menggunakan LPF agar tidak meloloskan frekuensi atas dan dapat mereduksi *noise*, karena biasanya *noise* biasanya terjadi pada frekuensi atas dan setelah itu menormalisasikannya. Setelah itu dilakukan proses normalisasi, proses normalisasi dilakukan dengan membagi data dengan nilai maksimal dari data. Setelah itu dilakukan dekomposisi ekstraksi ciri yaitu DWT.



**Gambar 3.2** Diagram Blok Pra Pemrosesan

**3.3 Ekstraksi Ciri**

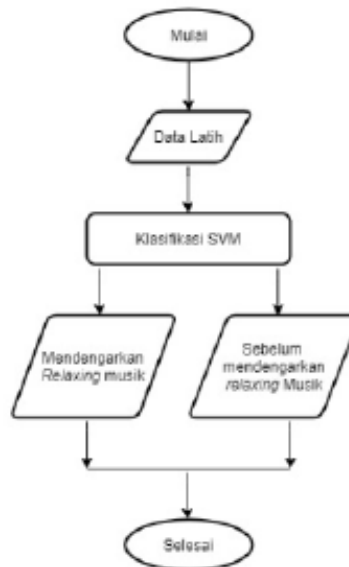
Setelah data yang telah di pra pemrosesan tahapan selanjutnya adalah melakukan ekstraksi ciri menggunakan metode DWT yang berfungsi untuk mengambil ciri dari *low low* dan akan dihitung nilai statistiknya dan akan masuk ke dalam *database* untuk dibandingkan. Proses ekstraksi ciri menggunakan jenis wavelet db1-db5 dan level DWT=4. Parameter yang digunakan dalam ekstraksi ciri adalah menggunakan enam ciri pada DWT yaitu mean, variance, standard deviation, kurtosis, entropy dan skewness.



**Gambar 3.3** Diagram Blok Ekstraksi Ciri

**3.5 Klasifikasi**

Tahapan berikutnya adalah tahap klasifikasi, tahapan ini menggunakan metode *Support Vector Machine*. SVM memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menggeneralisasi data bila dibandingkan dengan teknik yang sudah ada sebelumnya [15]. klasifikasi SVM memang dibuat spesifik untuk pemecahan 2 kelas dimana untuk tugas akhir sangat cocok karena kelas yang dibagi hanya 2 yaitu kelas responden mendengarkan musik relaksasi dan tidak mendengarkan musik [11].



**Gambar 3.4** Diagram Blok Ekstraksi Ciri**3.6 Menentukan Parameter yang Terbaik**

Tahap selanjutnya melakukan skenario untuk mendapatkan parameter terbaik melalui proses merubah nilai parameter dengan nilai dari metode *Discrete Wavelet Transform*. Selain merubah nilai dari metode *Discrete Wavelet Transform*, parameter berikutnya yang digunakan untuk pelatihan sistem yaitu ciri-ciri dari kernel SVM. Hasil yang terbaik didapat pada parameter level DWT db3 di setiap kernel SVM.

**3.7 Pengujian Sistem**

Parameter terbaik yang didapatkan dari pelatihan sistem digunakan untuk pengujian sistem, dalam sistem ini menggunakan 6 data dengan 2 stimulus yaitu mendengarkan musik relaksasi dan tidak. Acuan dari tugas akhir ini adalah untuk membuktikan bahwa stimulus mendengarkan musik relaksasi pada seseorang membuat perubahan pada kondisi sinyal otak. Berikut merupakan satu tabel kanal terbaik dari pengujian:

**Tabel 3.1.** Hasil Pengujian Data Uji Pada Kernel Polynomial

Kelas SVM	Nama File	Data Sebenarnya	Hasil Simulasi	Keterangan	Hasil
Kernel Polynomial	Aditya Sebelum	Sebelum	Sesudah	Salah	83%
	Afkar Sebelum	Sebelum	Sebelum	Benar	
	Ahong Sebelum	Sebelum	Sebelum	Benar	
	Aditya Sesudah	Sesudah	Sesudah	Benar	
	Afkar Sesudah	Sesudah	Sesudah	Benar	
	Ahong Sesudah	Sesudah	Sesudah	Benar	

Bentuk tabel pada tabel 3.1 hasil dari pengujian data uji memiliki akurasi sebesar 183%, dan memiliki parameter Kernel tipe Polynomial, tipe DWT=db3, level DWT=4.

**4.1 Kesimpulan dan Saran**

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap perancangan sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Metode ekstraksi *Discrete Wavelet Transform* mampu mengekstraksi ciri untuk sinyal alpha dan beta pada sinyal EEG saat diberikan stimulus setelah mendengarkan musik relaksasi dan sebelum mendengarkan musik relaksasi, lalu pada Metode SVM juga dapat mengklasifikasi terhadap kondisi saat diberikan stimulus setelah mendengarkan musik relaksasi dan sebelum mendengarkan musik relaksasi. Setiap pengujian memiliki parameter yang berbeda - beda parameter yang terbaik terdapat pada setiap SVM Kernel memiliki nilai yang berbeda, untuk SVM Kernel Linear dan Polynomial memiliki akurasi 83% dengan parameter tipe DWT=db3 dan level DWT=4, sedangkan SVM Kernel yang lain memiliki nilai yang berbeda beda sesuai dengan parameter..

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, penulis memberikan saran untuk membantu pengembangan sistem selanjutnya. Dalam pengambilan data, data yang didapat harus lebih relevan dan teliti serta hati-hati, agar mempermudah proses-proses selanjutnya. Lalu, pada proses pengambilan data pada responden harus lebih teliti dan pemasangan alat harus benar untuk mengurangi noise yang tidak diinginkan. Pada pengujian disarankan untuk menambahkan jumlah data pada masing-masing data latih dan data uji agar hasil akurasi data lebih maksimal dan menggunakan alat EEG dengan kanal diatas 1 atau lebih banyak lagi, dengan tujuan hasil sinyal otak yang didapatkan lebih rinci. Untuk pengujian yang lebih lanjut diharapkan untuk membandingkan jenis-jenis



musik agar mengetahui jenis musik apa yang dapat meningkatkan konsentrasi paling tinggi. Ketika mengambil data pengujian dari responden harus dalam keadaan benar benar hening dan dipastikan responden tidak melakukan banyak gerakan agar responden dapat berkonsentrasi dengan baik.

## Referensi

- [1] M. Makkiyah, "Implementasi discrete wavelet transform dan algoritma clustering pada sinyal eeg untuk menganalisa selective attention dan memori," Ph.D. dissertation, University of Muhammadiyah Malang, 2018.
- [2] D. Trisnawati, "Studi penggunaan pirasetam pada pasien stroke iskemik (penelitian di rumah sakit umum daerah sidoarjo)," Ph.D. dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang, 2020.
- [3] Y. Akbar, "Pola gelombang otak abnormal pada electroencephalograph," Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2014.
- [4] W. Suryaningrat, Strategi Jitu Menaklukkan Soal-Soal Psikotes & TPA. Bukune, 2010.
- [5] A. Kesumawati et al., "Perbandingan metode support vector machine (svm) linear, radial basis function (rbf), dan polinomial kernel dalam klasifikasi bidang studi lanjut pilihan alumni uii," Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [6] K. L. Purwanti, "Perbedaan gender terhadap kemampuan berhitung matematika menggunakan otak kanan pada siswa kelas i," Sawwa: Jurnal Studi Gender, vol. 9, no. 1, pp. 107–122, 2013.
- [7] S. Sanei and J. A. Chambers, EEG signal processing. John Wiley & Sons, 2013.
- [8] P. UNAIR, "Pengaruh braingym terhadap peningkatan kecakapan berhitung siswa sekolah dasar," Jurnal Cakrawala Pendidikan, vol. 1, no. 1, 2009.
- [9] H. Lux, "Neurophysiological basis of the eeg and dc potentials electroencephalogr," Basic Princ. Clin. Appl. Relate. Fields, pp. 24–28, 1981.
- [10] M. Hosseinzadeh, "Robust control applications in biomedical engineering: Control of depth of hypnosis," in Control Applications for Biomedical Engineering Systems. Elsevier, 2020, pp. 89–125.
- [11] A. S. Nugroho, A. B. Witarto, and D. Handoko, "Support vector machine– teori dan aplikasinya dalam bioinformatika," Kuliah Umum Ilmu Komputer. com, 2003.
- [12] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, W. J. Heetderks, D. J. McFarland, P. H. Peckham, G. Schalk, E. Donchin, L. A. Quatrano, C. J. Robinson, and T. M. Vaughan, "Brain-computer interface technology: a review of the first international meeting," IEEE transactions on rehabilitation engineering, vol. 8, no. 2, pp. 164–173, 2000.
- [13] W.-C. Wang, "A study of the type and characteristics of relaxing music for college students," in Proceedings of Meetings on Acoustics 167ASA, vol. 21, no. 1. Acoustical Society of America, 2014, p. 035001.
- [14] M. Ruswiansari, A. Novianti, and W. Wirawan, "Implementasi discrete wavelet transform (dwt) dan singular value decomposition (svd) pada image watermarking," Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan, vol. 3, no. 1, 2016.
- [15] N. A. Gifran, R. Magdalena, and R. Y. N. Fu'adah, "Klasifikasi katarak menggunakan metode discrete wavelet transform (dwt) dan support vector machine (svm)," eProceedings of Engineering, vol. 6, no. 2, 2019.
- [16] V. Vapnik, S. E. Golowich, and A. J. Smola, "Support vector method for function approximation, regression estimation and signal processing," in Advances in neural information processing systems, 1997, pp. 281–287.
- [17] M. Awad and R. Khanna, Efficient learning machines: theories, concepts, and applications for engineers and system designers. Springer Nature, 2015.