

**PERANCANGAN SISTEM UNTUK ANALISIS SINYAL GELOMBANG OTAK PADA GAMER  
BERBASIS EEG DENGAN MENGGUNAKAN METODE DISCRETE WAVELET TRANSFORM DAN  
K-NEAREST NEIGHBOUR**

**SYSTEM DESIGN FOR ANALYSIS OF BRAIN WAVE SIGNALS ON EEG-BASED USING DISCRETE  
WAVELET TRANSFORM AND K-NEAREST NEIGHBOUR**

**Kevin Aglianry<sup>1</sup>, Iwan Iwut Tritoasmoro, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Nur Ibrahim, S.T., M.T.<sup>3</sup>**

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

kevinaglianry1@gmail.com<sup>1</sup>, iwaniwut@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>, nuribrahim.nib@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstrak**

Bermain *video game* memiliki dampak baik dan buruk pada otak manusia terutama dari segi perhatian, emosi dan kognitif. Dewasa ini banyak penelitian mengenai sinyal otak dengan menggunakan *Electroencephalography* (EEG). EEG merupakan suatu metode untuk merekam aktifitas elektron otak dengan output berupa grafik yang memuat informasi tentang aktifitas yang terjadi di otak. Sinyal otak yang terekam di EEG dipengaruhi oleh jutaan neuron di otak yang secara terus menerus berubah-ubah berdasarkan aktifitas yang dilakukan atau emosi yang dialami. Pada penelitian ini dilakukan analisa aktifitas otak dengan menggunakan EEG terhadap orang yang sedang bermain game dan membaca buku kemudian akan dibandingkan dengan data latih kondisi berkonsentrasi dan tidak berkonsentrasi dengan menggunakan klasifikasi KNN. Sinyal yang diklasifikasi merupakan sinyal yang telah melalui beberapa proses, yaitu *preprocessing* dan ekstraksi ciri menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT).

Pada penelitian ini didapatkan hasil pengujian konsentrasi yang menghasilkan kanal terbaik adalah kanal TP9 pada kondisi bermain game dengan akurasi mencapai angka sebesar 55.56% untuk sinyal alfa dan 77.78% untuk sinyal beta, sedangkan pada kondisi membaca koran menghasilkan kanal terbaik adalah TP9 dengan akurasi mencapai angka sebesar 88.89% untuk sinyal alfa dan 88.89% untuk sinyal beta.

*Kata Kunci : Video game, Electroencephalography, Discrete Wavelet Transform, K-Nearest Neighbor.*

**Abstract**

*Playing video games has a positive and negative effects to the human brain, especially in terms of attention, emotion and cognition. Today a lot of research on brainwave using Electroencephalography (EEG). EEG is a method to record electrical activity of the human brain, the output of EEG is a graph that contains a lot of information about the activities that occur in the brain. Brain signals recorded in an EEG influenced by the millions of neurons in the brain that is constantly changing based on activities performed or emotions experienced. In this research, the analysis of brain activity by using EEG on people who are playing games and reading the book then will be compared with the data train concentrate conditions and not concentrate by using the classification KNN. The classified signal is a signal that has been through several processes, namely preprocessing and feature extraction using Discrete Wavelet Transform (DWT).*

*In This research's obtained result concentration testing produced the best channel TP9 on condition accuracy played games is 55.56% for alpha signal and 77.78% for beta signal, then based on condition reading the newspaper testing produced the best channel TP9 with accuracy is 88.89% for alpha signal and 88.89% for beta signal.*

*Keywords : Video game, Electroencephalography, Discrete Wavelet Transform, K-Nearest Neighbor.*

**1. Pendahuluan**

Dewasa ini penciptaan *video games* tidak hanya ditujukan untuk sebagai media hiburan saja melainkan juga sebagai media pendidikan bagi berbagai kalangan khususnya untuk anak – anak dan remaja. Bermain *video games* hanya dalam 10 – 15 menit dapat meningkatkan kinerja otak contohnya reflek, emosional dan secara bersamaan mengurangi kinerja otak pada bagian *frontal lobes*. Pelepasan *Dopamine* saat bermain *video games* sangat luar biasa, sehingga dapat menyebabkan daerah *pre-frontal* rusak [1]. Dalam kehidupan sehari – hari, setiap orang pasti mengalami proses terbangun dari tidurnya, beraktifitas rutin, berpikir ekstra keras, mengantuk, hingga tertidur lelap pada kondisi tertentu sesuai dengan tingkat konsentrasinya masing – masing. Konsentrasi merupakan kemampuan memusatkan perhatian setiap individu orang pada suatu objek kegiatan tertentu, dengan konsentrasi kita dapat mengerjakan pekerjaan lebih cepat dan dengan hasil yang lebih baik. [2] Pengukuran bentuk konsentrasi tersebut diukur dari informasi sinyal *Electroencephalogram* (EEG), yang merupakan sinyal bio elektrik berasal dari permukaan kulit manusia, bisa digunakan sebagai sumber informasi otak manusia, alat ini mendeteksi pada titik – titik tertentu di kulit kepala yang menghasilkan sinyal listrik aktifitas pada otak manusia. [3] Sinyal

EEG memiliki bermacam karakteristik yang bisa disebabkan oleh berbagai faktor golongan seperti usia, rutinitas keseharian, kesehatan, dan mentalnya. Karakter sifat dari sinyal ini dipetakan berdasarkan golongan frekuensi pula seperti gelombang alpha (8 – 13 Hz) yang menampak ketika keadaan sadar, mata tertutup dan rileks, gelombang beta (14 – 30 Hz) pada saat seseorang berpikir atau sedang mengalami aktifitas mental yang terjaga penuh . [4]

Penelitian yang dilakukan oleh penulis dimulai dari perekaman dengan menggunakan alat EEG 4 kanal ketika responden memainkan sebuah *game* dan membaca koran. Setiap kondisi yang telah direkam kemudian dibagi masing-masing menjadi 2 kelas data tidak konsentrasi, dan konsentrasi. Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini ialah *Discrete Wavelet Transform* (DWT) sebagai metode ekstraksi ciri. DWT mengekstraksi sinyal terhadap gelombang *alpha* dan *beta* yang dihasilkan dari alat EEG 4 kanal untuk mendapatkan suatu ciri yang dibutuhkan pada tahap selanjutnya, yaitu dalam menjalankan proses klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) yang sangat resistan terhadap *noise* dan efektif pada data latih pengujian, sehingga dengan  $k = 1$  menghasilkan klasifikasi yang 100 % akurat. [5]

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Konsentrasi

Konsentrasi merupakan kemampuan memusatkan perhatian setiap individu orang pada suatu objek kegiatan tertentu, dengan konsentrasi kita dapat mengerjakan pekerjaan lebih cepat dan dengan hasil yang lebih baik. [2] Setiap individu manusia memiliki tahap tingkatan konsentrasi yang berbeda – beda sesuai dengan beberapa faktor seperti kondisi fisik, kondisi mental, dan berbagai kondisi lainnya. Konsentrasi merupakan langkah awal menuju meditasi. [6] Konsentrasi ialah atensi atau perhatian, suatu proses keterjagaan mental dan proses pengendalian substansi alam pikiran. Berkonsentrasi berarti memfokuskan kesadaran pada satu subjek atau objek tanpa mengalihkan sedikitpun perhatian kesuatu yang lain. [7]

### 2.2 Otak

Otak ialah pusat sistem saraf yang mengatur pola pikir, mengatur gerakan, mengatur gaya fungsi tubuh, serta mengatur perilaku manusia. Saraf pada otak manusia terus bekerja setiap saat yang tersambung melalui sel-sel saraf yang ada di seluruh tubuh manusia. Otak mempunyai muatan *volume* kisaran 1.350cc serta terdiri dari kurang lebih 100 juta sel saraf atau neuron. [8] Pengetahuan mengenai otak memengaruhi perkembangan psikologi kognitif, otak juga bertanggung jawab atas fungsi seperti pengenalan, emosi, ingatan, pembelajaran motorik dan segala bentuk pembelajaran lainnya. [9].

### 2.3 Games

*Game* adalah objek dari sesuatu yang mempelajari mengenai konflik dan kerjasama dalam suatu pemecahan masalah yang merupakan suatu bentuk formal dari situasi interaktif. *Games* adalah berbagai tingkatan detail dari *game* yang mengandung informasi spesifik menuntut pembentukan suatu kerjasama.[10] Sedangkan *Video Game Player* (VGP) atau *Gamer* adalah seseorang atau kelompok yang memainkan *video game* secara interaktif.

### 2.4 Electroencephalography (EEG)

*Electroencephalography* (EEG) ialah salah satu teknik pengetesan pada bagian kulit kepala yang dilakukan untuk mengukur aktifitas listrik dari otak untuk mendeteksi adanya *output* kelainan dari otak. Dalam konteks klinis, EEG mengacu kepada perekaman aktivitas elektrik spontan dari otak selama periode tertentu, biasanya 20-40 menit, yang direkam dari banyak elektroda yang dipasang di kulit kepala. [3] Elektroda tersebut dihubungkan secara berpasangan di atas bagian otak yang berdekatan sehingga arus terdeteksi oleh satu elektroda. [11] EEG merupakan metode dari *Brain-computer interface* (BCI) yang dapat mengolah data seluruh aktifitas otak dengan perambatan sinyal elektrik yang dihasilkan oleh aktifitas kelistrikan di otak. [3]

### 2.5 Brainwave

*Brainwave* atau gelombang otak merupakan Gelombang listrik yang dikeluarkan oleh neuron dalam otak, diukur dengan perlengkapan alat Elektroensefalogram (EEG). [14] Frekuensi gelombang otak yang dihasilkan oleh neuron bervariasi antara 0-30 Hz. Secara garis besar, otak manusia menghasilkan lima jenis Gelombang Otak (*Brainwave*) secara bersamaan, yaitu *Gamma*, *Beta*, *Alpha*, *Tetha*, *Delta*, akan tetapi selalu ada jenis Gelombang Otak yang dominan yang menandakan aktivitas otak saat itu. [4] Gelombang yang di analisis oleh penulis pada tugas akhir ini meliputi gelombang *Alpha* dan gelombang *Beta*.

#### 2.5.1 Sinyal Alpha

Frekuensi *Alpha* 8 -12 hz, merupakan frekuensi pengendali, penghubung pikiran sadar dan bawah sadar. Kita bisa mengingat mimpi, dikarenakan setiap manusia memiliki gelombang *Alpha*. [4]

### 2.5.2 Sinyal Beta

Gelombang *Beta* dibagi menjadi 3 kelompok, 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 *lowbeta* (12 hz - 15 hz). [4]

### 2.6 Discrete Wavelet Transform

*Discrete Wavelete Transform* adalah suatu transformasi linear yang mengoperasikan data vektor yang mempunyai panjang  $2^n$ , lalu merubahnya menjadi beberapa vektor yang berbeda dengan panjang yang sama.[16] Pada tugas akhir ini dilakukan proses ekstraksi sinyal *alpha* dan *beta* yang didapat dari *Preprocessing* menggunakan metode dekomposisi DWT yang berfungsi sebagai filter sinyal yang dibutuhkan, yaitu sinyal *alpha* dan *beta*. Perbedaan antara satu jenis wavelet dengan yang lainnya adalah koefisien filternya, contoh, *daubechies4* mempunyai 4 buah koefisien,  $c_0, c_1, c_2$  dan  $c_3$  [17].

$$c_0 = \frac{(1 + \sqrt{3})}{4\sqrt{2}}, c_1 = \frac{(3 + \sqrt{3})}{4\sqrt{2}}, c_2 = \frac{(3 - \sqrt{3})}{4\sqrt{2}}, c_3 = \frac{(1 - \sqrt{3})}{4\sqrt{2}}$$

Koefisien tersebut akan digunakan untuk membuat filter LPF ( $h$ ) dan HPF ( $g$ ) untuk memfilter sinyal saat proses transformasi. Urutan koefisien untuk filter  $h$  dan  $g$  harus sesuai dengan rumus berikut : [18]

$$g_k = (-1)^k h_{n-k-1}, k \in \{0, \dots, n-1\}$$

Dimana  $n$  menunjukkan panjang filter dan  $k$  menunjukkan indeks. Dalam penelitian ini akan digunakan *daubechies4* dan *daubechies8*.

### 2.7 K-Neirest Neighbour

Nilai banyaknya  $k$  yang terbaik untuk klasifikasi K-NN secara umum tergantung pada data. Nilai  $k$  yang tinggi menyebabkan sedikitnya efek *noise* pada klasifikasi, namun membuat batasan antara setiap klasifikasi menjadi lebih jauh. Perhitungan K-NN yang paling sering digunakan adalah *Euclidian Distance*.

$$D_{(a,b)} = \sqrt{\sum_{k=1}^d (a_k - b_k)^2}$$

## 3. Pembahasan

Dalam desain perancangan sistem, sistem akan mengklasifikasi dan menganalisa perbandingan sinyal otak gamer saat memainkan sebuah game dan saat membaca koran terhadap perbandingan sinyal *alpha* dan *beta* EEG. Sinyal otak di rekam dengan menggunakan alat EEG menggunakan 4 kanal. Secara umum blok diagram dari proses perancangan sistem sebagai berikut:



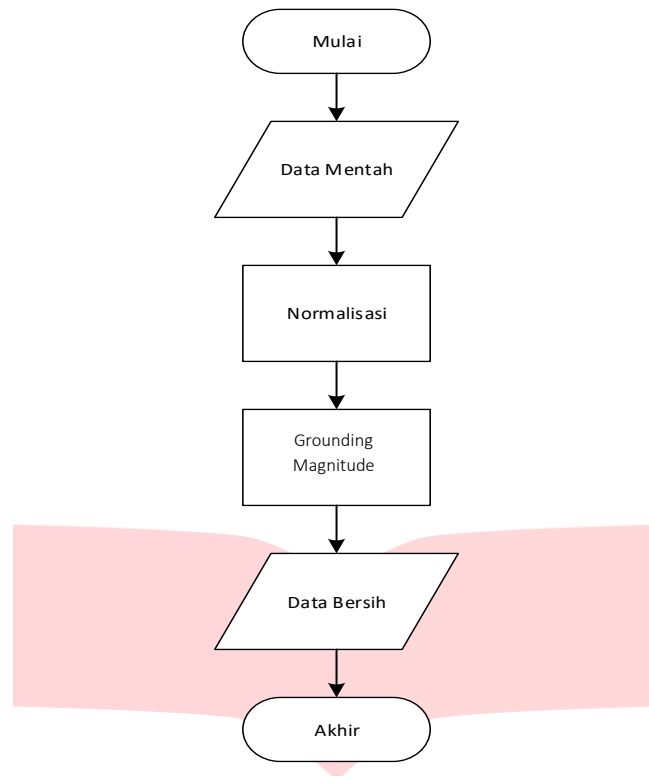
Gambar 3.1 Blok diagram perancangan sistem

### 3.1 Akuisisi Data

Akuisisi data ialah tahap awal proses pengambilan data sinyal terjadi. Pada penelitian ini alat yang dipakai adalah *Muse Monitor* 4 kanal.

### 3.2 Preprocessing

Pada tahapan ini data sinyal yang sudah diakuisisi biasanya mengandung *noise*. *Noise* ini dikarenakan adanya gangguan eksternal dari koneksi *Bluetooth* antara alat rekam *Muse Monitor* dengan aplikasi yang terdapat pada *Handphone*, selain itu kalibrasi dari alat atau gangguan seperti pemasangan alat yang tidak sempurna untuk beberapa saat pada bagian kepala responden tentu mengakibatkan terjadinya *noise*. Oleh sebab itu diperlukan *preprocessing* untuk menghilangkan *noise* dari sinyal otak yang telah terekam. Berikut ini gambar Diagram Alir dari *Preprocessing*:



Gambar 3.2 Diagram alir *preprocessing*

Proses *Preprocessing* di mulai dengan normalisasi sinyal mentah yang merupakan sinyal hasil yang baru diambil oleh alat EEG dengan durasi selama 5 detik. Selanjutnya normalisasi dilakukan karena terdapat amplitudo sinyal yang muncul saat kalibrasi, Setelah itu dilakukan proses *Grounding Magnitude* adalah proses untuk menghilangkan noise yang terjadi saat alat memulai pengambilan data dua detik pertama. Amplitudo di dua detik pertama yang melebihi 200 atau kurang dari -200 akan di-grounding menjadi nol.

### 3.3 Mencari Kanal Terbaik Pada Pengujian Sistem

Parameter terbaik yang didapatkan dari pelatihan sistem digunakan untuk pengujian sistem, dalam sistem ini menggunakan 9 data uji dengan 2 kondisi yaitu membaca koran dan bermain game. Berikut merupakan satu tabel kanal terbaik dari pengujian:

#### 3.3.1 Kanal TP9 Membaca Koran

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Kanal TP9 Membaca Koran

Data TP9	Jumlah Data	Terbaca	
		Alfa	Beta
Ayam	3	3	3
Deni	3	3	3
Kobra	3	2	2
Akurasi (%)		88.89%	88.89%

Pada tabel 4.1 hasil yang didapatkan pada sinyal alfa sebesar 88.89% dengan 8 data dikenali dengan kelas yang sesuai sedangkan pada sinyal beta didapatkan hasil yang sama seperti sinyal alfa yaitu 88.89% dengan 8 data dikenali dengan kelas yang sesuai.

### 3.3.2 Kanal TP9 Bermain Game

**Tabel 3.2** Hasil Pengujian Kanal TP9 Bermain Game

Data TP9	Jumlah Data	Terbaca	
		Alfa	Beta
Ayam	3	2	3
Deni	3	1	2
Kobra	3	2	2
Akurasi (%)		55.56%	77.78%

Pada tabel 4.2 hasil yang didapatkan pada sinyal alfa sebesar 55.56% dengan 5 data dikenali dengan kelas yang sesuai sedangkan pada sinyal beta didapatkan hasil 77.78% dengan 7 data dikenali dengan kelas yang sesuai.

## 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap perancangan sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode ekstraksi *Discrete Wavelet Transform* mampu mengekstraksi ciri untuk sinyal *alpha* dan *beta* pada sinyal EEG saat bermain game dan membaca koran.
2. Metode K-NN dapat mengklasifikasi terhadap kondisi konsentrasi pada sinyal dan alat rekam EEG saat bermain game dan membaca koran.
3. Kanal TP9 merupakan kanal dengan performansi terbaik pada saat bermain game dengan hasil tingkat akurasi sinyal *alpha* sebesar 55.56% dan sinyal *beta* sebesar 77.78%, serta kanal TP9 dengan performansi terbaik pada saat membaca koran dengan hasil tingkat akurasi sinyal alfa sebesar 88.89% dan sinyal beta sebesar 88.89%.
4. Saat nilai k diperbesar menyebabkan nilai akurasi semakin turun sehingga hasil ini menunjukkan nilai ciri pada ekstraksi ciri masih belum seragam untuk satu kelas.
5. Akurasi pada jenis jarak yang lain terdapat perubahan akurasi. Hasil akurasi klasifikasi K-NN pada jenis *Euclidean* dan *cityblock* memiliki akurasi yang terbesar yaitu 100% pada sinyal *alpha* dan 100% pada sinyal *alpha*. Sedangkan akurasi berubah menjadi 0% saat jenis *correlation* dan *cosine*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Paturel, "Game Theory: How do video games affect the developing brains of children and teens?," *Neurology Now*, pp. 33-34, 2014.
- [2] A. Nugraha, *Psikologi Umum: Dasar Penerapan*, Jakarta, 2003.
- [3] E. Niedermeyer dan F. S. d. Silva, "Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields," *Lippincott Williams & Wilkins*, 2004.
- [4] Akbar, Yudhiansyah, POLA GELOMBANG OTAK ABNORMAL PADA ELECTROENCEPHALOGRAPH, Bandung : Institut Teknologi Bandung, 2014.
- [5] Okiriza. K-NN: Perhitungan Jarak Serta Keunggulan dan Batasan. Post Cerita Tentang Data, 2015.
- [6] Al-Hafizh, Mushlihin, "Pengertian, Jenis, dan Tahapan Konsentrasi", s.l. : Referensi Inspiratif, 2013.
- [7] T., Saradayrian. The Power of Mind Menguak Rahasia Kekuatan Pikiran Anda. s.l. : Delphi Publisher, 2004.
- [8] T., Elvan. Bagian Otak: Ganglia Dasar, Korteks Otak, Diensefalon. Padang : s.n., 2013.
- [9] Beatty, J. The Human Brain: Essentials of Behavioral Neuroscience. s.l. : Thousand Oak, 2001.
- [10] T. L. Turocy and B. v. Stengel, "Game Theory," CDAM Research, pp. 46, 2001.

- [11] Tim Penyusun. Pustaka Kesehatan Populer Menghindari Penyakit Jantung. Jakarta : Bhuana Ilmu Populer, 2009.
- [12] Tim Penyusun, Mengenal EEG dan Aplikasinya, Jakarta : Komunitas Ilmuwan dan Profesional Muslim Indonesia, 2016.
- [13] Johnson, Elijah, Muse Headband Can Read Your Brainwaves Using EEG. s.l. : News Week, 2018.
- [14] J., Fell and N., Axmacher. The role of phase synchronization in memory processes.
- [15] F., Pascal. A mechanism for cognitive dynamics: Neuronal communication through neuronal coherence. Amsterdam : Elsevier, 2005.
- [16] Hindarto, Klasifikasi Sinyal Elektrode Encephalo Graph (EEG) Menggunakan Metode Wavelet, Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah, 2010.
- [17] A. Graps, "An introduction to wavelets," Hewlett-Packard Labs, Bristol, UK, Tech. Rep. HPL-92-124, vol. 2, pp. 1-29, 1992.
- [18] M. Murugappan, "Human emotion classification using wavelet transform and knn," International Conference on Pattern Analysis and Intelligence Robotics, 2011.