

ANALISIS GELOMBANG SINYAL OTAK ORANG YANG BERMAIN GAME DAN DALAM KONDISI NORMAL MENGGUNAKAN SINYAL EEG 4 KANAL

HUMANS BRAIN WAVE ANALYSIS IN NORMAL CONDITION AND PLAYING GAME CONDITION USING EEG 4 CHANNEL

Andi Muhammad Wahyu Safaat¹, Inung Wijayanto, S.T., M.T.², Sofia Sa'idah, S.T., M.T.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

amwahyusafaat@gmail.com, iwijayanto@telkomuniversity.ac.id, sofiasaidahsfi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Bermain *game* merupakan salah satu cara untuk mengisi waktu luang saat tidak melakukan sesuatu, tidak hanya itu bermain *game* juga dapat menjadi salah satu solusi untuk menghilangkan stres. Bermain *game* dalam jangka waktu tertentu tentunya akan mempengaruhi kondisi gelombang otak seseorang. Gelombang otak manusia pastilah mengalami perubahan ketika dalam kondisi normal dan ketika melakukan aktifitas, dalam hal ini bermain *game*.

Pada penelitian tugas akhir ini telah dilakukan analisis pada gelombang alfa dan beta otak manusia dalam kondisi normal dan saat bermain *game*, yang memberikan perbandingan dari kedua kondisi tersebut dan memperlihatkan hasil analisis yang diinginkan. Gelombang otak responden diambil dengan menggunakan alat *Electroencephalograph* (EEG) 4 kanal dengan memanfaatkan metode *Principal Component Analysis* (PCA) saat dalam kondisi normal dan dalam kondisi bermain *game*. Metode PCA yang digunakan memiliki prosedur statistik transformasi orthogonal untuk merubah beberapa hasil pengamatan yang saling berkorelasi menjadi sekumpulan nilai linear yang saling tidak berkorelasi. Pada identifikasi sinyal menggunakan metode klarifikasi *K-Nearest Neighbor* (K-NN) adalah metode klasifikasi terhadap objek berdasarkan data latih yang memiliki jarak paling dekat dengan objek tersebut.

Keluaran dari penelitian ini didapatkan hasil perbedaan sinyal alfa dan beta otak seseorang saat dalam kondisi normal dan keadaan bermain *game* dan menentukan kanal dan ciri mana yang paling efektif untuk digunakan yaitu TP9 dengan tingkat akurasi sebesar 94,44% pada kedua jenis sinyal. Hasil perbandingan bentuk sinyal menunjukkan bahwa pada kedua kondisi yang ada, sinyal alfa lebih cenderung muncul pada sinyal otak dan pada kompleksitasnya, kondisi bermain *game* yang paling kompleks dibandingkan dengan kondisi normal. Hasil tersebut didapatkan dari perbandingan besaran nilai amplitudo, magnitudo, dan berdasarkan *Eigen Value* (EigVal).

Kata kunci: Bermain *game*, EEG, Alfa, Beta, PCA, K-NN, EigVal

Abstract

Playing games is one way to fill your spare time when not doing something, not only that playing games can also be a solution to relieve stress. Playing games in a certain period of time will certainly affect the condition of one's brain waves. Human brain waves must undergo changes when under normal conditions and when doing activities, in this case playing games.

In this final project, an analysis of the alpha and beta waves of the human brain has been carried out when under normal conditions and when playing the game, which provides a comparison of the two conditions and shows the desired analysis results. Respondents' brainwaves were taken using 4-channel Electroencephalograph (EEG) by utilizing the Principal Component Analysis (PCA) method when under normal conditions and playing the game. The PCA method used has an orthogonal transformation statistical procedure to convert several correlated observations into a collection of uncorrelated linear values. The signal identification method uses the K-Nearest Neighbor (K-NN) classification. K-NN is a method of classification of objects based on training data that has the closest distance to the object.

The output of this final task was obtained by differences in the alpha and beta signals of a person's brain while in normal conditions and playing conditions and determining the channel and which are the most effective features to use, namely TP9 with average in 94,44% in both types of signals. The results of the signal form comparison show that in both conditions, alpha signals are more likely to appear in brain signals and in their complexity, the most complex playing conditions compared to normal conditions. These results are obtained from a comparison of the magnitude, magnitude, and Eigen Value (EigVal) values.

Keywords: *Playing game, EEG, Alpha, Beta, PCA, K-NN, Eigen Value*

1. Pendahuluan

Bermain *game* tentunya menjadi kegiatan yang menyenangkan yang dilakukan seseorang untuk mengisi waktu luang ataupun untuk menghilangkan kepenatannya. Segala bentuk kegiatan yang dilakukan pastinya akan mempengaruhi kondisi gelombang otak orang tersebut baik dalam keadaan diam maupun saat beraktifitas [1]. apalagi ketika memainkan *game* yang sangat membuat ketagihan dalam durasi waktu yang lama. Kondisi gelombang otak tersebut tentunya sangat berbeda dengan kondisi otak dalam keadaan normal [2].

Gelombang otak sangat sensitif terhadap kegiatan yang dilakukan seseorang apalagi sebuah kegiatan yang sangat membebani pikiran. Pada dasarnya setiap manusia memiliki lima macam gelombang otak yaitu gamma, beta, alfa, theta, dan delta. Berbagai kegiatan akan membuat salah satu dari gelombang otak tersebut berfungsi lebih dominan dibanding gelombang otak yang lain sebagai penanda aktifitas otak pada saat itu. Memainkan *game* dalam durasi yang lama sangat membebani otak yang membuat kondisi gelombang otak berada dalam frekuensi tinggi [3]. Kondisi tersebut sangat berbahaya karena berpengaruh terhadap kondisi kinerja mental seseorang [4]. Jika gelombang otak seseorang terlalu lama berada dalam kondisi gelombang berfrekuensi tinggi, orang tersebut akan mudah terserang penyakit dikarenakan penurunan kinerja mental orang tersebut [5]. Untuk melihat sinyal otak seseorang yang beraktifitas ataupun dalam kondisi tenang kita dapat menggunakan teknologi EEG [6].

EEG atau elektroensefalografi merupakan salah satu metode untuk mengamati kondisi gelombang otak seseorang. EEG dapat mendeteksi ataupun mengolah data berdasarkan aktifitas dari otak melalui sinyal elektrik yang dihasilkan, dapat disebut juga elektroensefalogram[7].

Berdasar permasalahan tersebut, tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis gelombang otak saat keadaan normal dan ketika sedang bermain *game*. Jenis *game* yang dimainkan adalah jenis yang berdurasi panjang dan membuat ketagihan. Penelitian tugas akhir ini menggunakan EEG empat kanal dengan menganalisis gelombang alfa, beta, dan theta. Diharapkan melalui penelitian ini dapat memperlihatkan perbandingan secara jelas kondisi otak dalam keadaan normal dan ketika bermain *game* yang membuat gelombang otak berada di titik frekuensi yang tinggi. Sebelumnya telah ada penelitian yang memperlihatkan hasil ketika otak manusia berada dalam kondisi frekuensi tinggi dengan menggunakan penghafalan sebagai medianya [8] [9]. Melalui penelitian ini dapat mengembangkan penelitian tersebut dengan kondisi berbeda, dalam hal ini bermain *game*.

2. Dasar Teori

2.1 Otak Manusia

Sebagai pemegang peranan yang sangat penting dari bagian tubuh manusia otak tersusun dari jaringan serta bagian-bagian yang rumit serta kompleks [10].

2.2 Otak Kecil

Otak kecil merupakan bagian otak yang berada di bawah *occipital* otak besar, tepatnya dibagian belakan kepala dan berhubungan dengan leher bagian atas. Berhubungan dengan gerakan manusia, seperti pergerakan keseharian sampai kinerja otot-otot tubuh manusia [11].

2.3 Gelombang Otak

Jaringan pada otak manusia dapat menghasilkan gelombang listrik yang bersifat fluktuasi. Gelombang listrik inilah yang disebut dengan gelombang otak [12][13].

2.4 Brain Computer Interface

BCI adalah jalur langsung untuk melakukan hubungan antara otak dengan perangkat luar. BCI banyak digunakan untuk kegiatan riset ataupun pemetaan otak[14]. Ada tiga tipe BCI yang diterapkan yaitu invasive, partially invasive, dan non-invasive. Ketiga tipe dari BCI ini ditempatkan pada posisi yang berbeda-beda[15].

2.5 Pengolahan Sinyal Digital

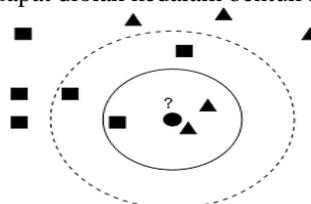
Pengolahan sinyal digital merupakan sebuah pengolahan digital yang dilakukan oleh komputer untuk mengolah dan memperoleh data dalam bentuk sinyal. Sinyal yang di proses merupakan sinyal dalam bentuk urutan angka yang mewakili banyak sampel dari variable kontinyu dari sebuah sinyal tersebut[16]. Aplikasi pengolahan sinyal digital sangat beraneka ragam sesuai dengan bentuk atau jenis sinyal yang diolah seperti, sinyal audio, sonar, radar dan lainnya. Sinyal tersebut dapat diolah berdasarkan spesifikasi yang kita inginkan, pengolahan sinyal digital juga membutuhkan adanya proses filtering dan normalisasi [17][18].

2.6 Principal Component Analysis

PCA adalah sebuah metode ekstraksi ciri yang menggunakan prosedur statistik dengan memanfaatkan cara tranformasi orthogonal untuk mengubah beberapa kumpulan hasil pengamatan yang saling berkorelasi menjadi kumpulan nilai bersifat linear yang tidak saling berkorelasi[19]. PCA dapat difungsikan untuk mereduksi dimensi suatu data tanpa mengurangi karakteristik data tersebut secara signifikan. PCA merupakan sebuah analisis antara suatu proses penelitian yang besar ataupun sebaga sebuah awalan dari analisi berikutnya[20].

2.7 K-Nearest Neighbor

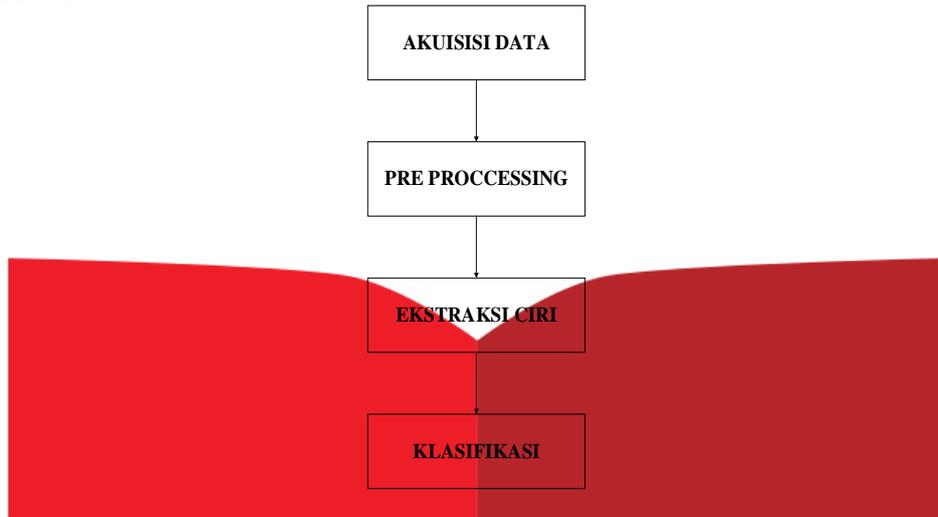
Algoritma K-NN merupakan sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap suatu objek berdasarkan data pembelajaran dan data latih yang jaraknya paling mendekati dengan objek tersebut. Data ini dipresentasikan dengan ukuran jarak, sehingga kemudian dapat diolah kedalam bentuk matematis[21].



Gambar 1 Model KNN

3 Perancangan sistem

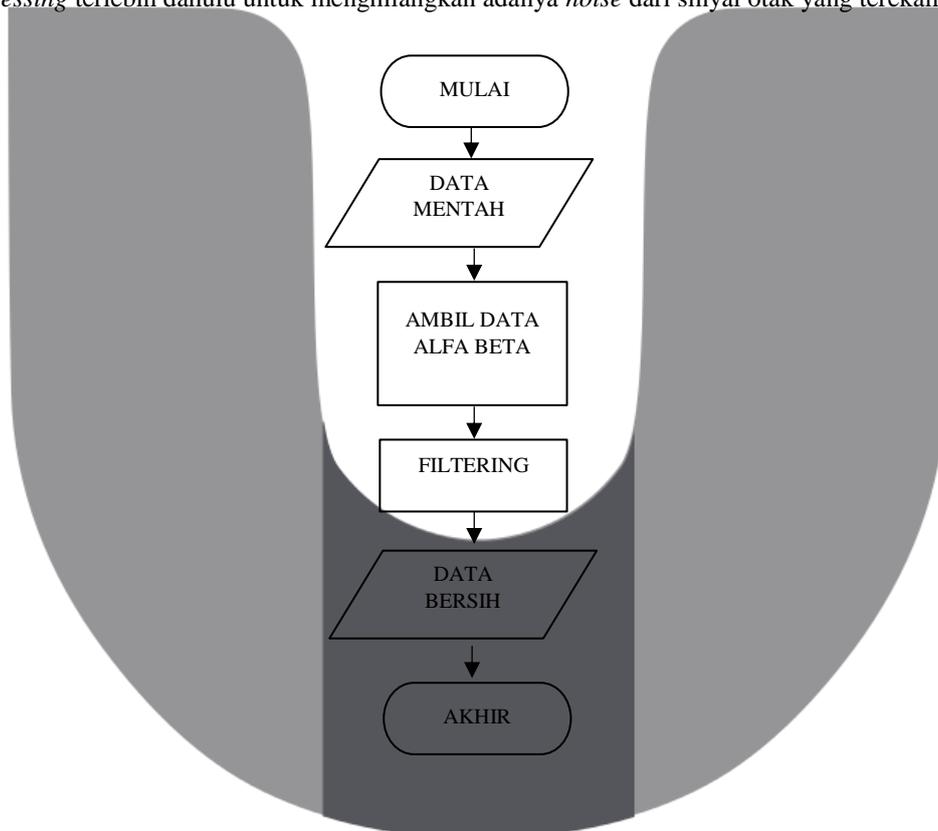
3.1 Desain Model



Gambar 2 Blok Rancangan Sistem

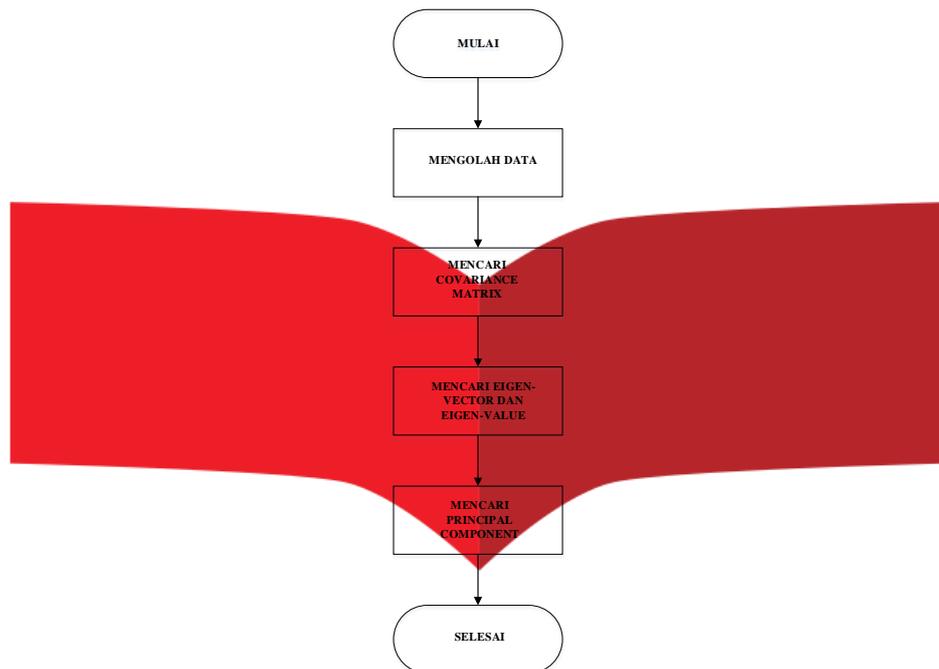
3.2 Proses *preprocessing*

Pada tahap ini, data sinyal yang telah diambil dari para koresponden masih mengandung *noise*. Hal ini dikarenakan adanya beberapa pembangunan koneksi dan kalibrasi saat alat digunakan yang menyebabkan munculnya sinyal yang tak dibutuhkan dalam berjalannya penelitian. Oleh karena itu, dapat dilakukan tahap *preprocessing* terlebih dahulu untuk menghilangkan adanya *noise* dari sinyal otak yang terekam.



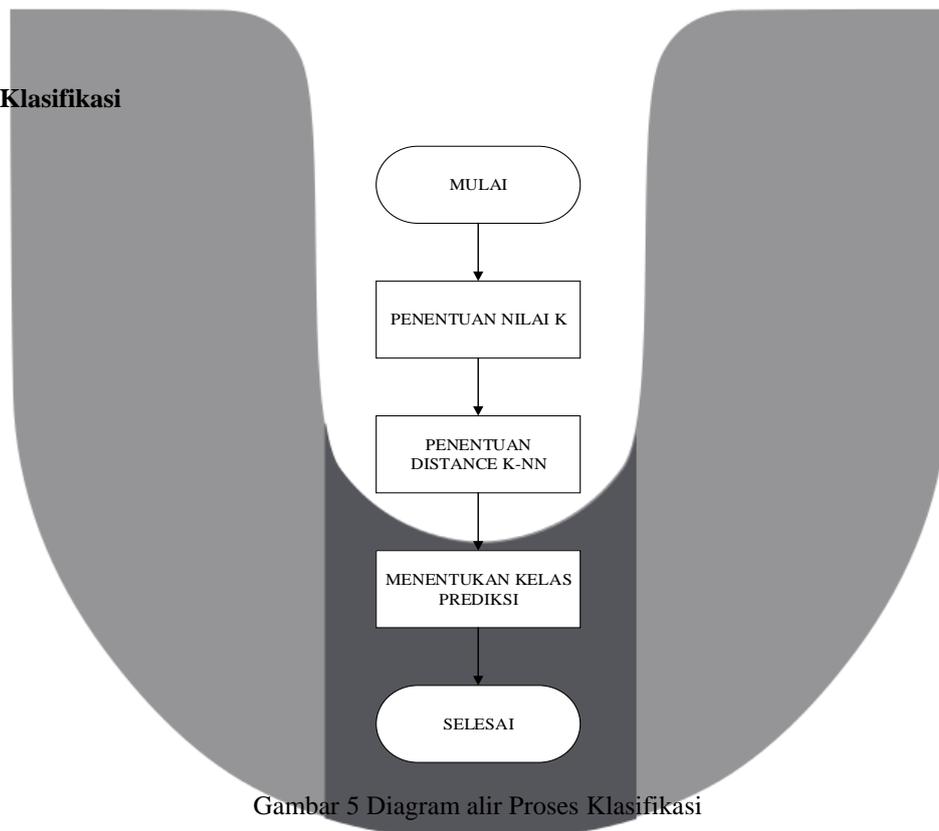
Gambar 3 Proses *preprocessing*

3.3 Proses Ekstraksi Ciri PCA



Gambar 4 Diagram Alir Ekstraksi Ciri PCA

3.4 Proses Klasifikasi



Gambar 5 Diagram alir Proses Klasifikasi

4 Pengujian dan Analisis Sistem

4.1 Pelatihan Sistem

Pelatihan sistem merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan parameter akurasi dan untuk dapat melanjutkan proses skenario pengujian yang akan mengetahui parameter mana yang paling baik untuk digunakan dalam penelitian yang dilaksanakan

4.2 Skenario Pengujian

Pada sistem yang dibangun, dibutuhkan skenario pengujian agar didapatkan skenario terbaik data untuk dianalisis perbedaannya. Dalam sistem ini digunakan 16 data sebagai data latih dan 16 data sebagai data uji.

Dari 16 data latih, terdapat 2 jenis kondisi yang diberlakukan yaitu kelas rileks sebanyak 8 data, kelas bermain *game* sebanyak 8. Pengujian dilakukan dengan melihat pengaruh parameter K terhadap kedua jenis sinyal, yaitu alfa dan beta. Masing-masing pengujian memiliki hasil yang direpresentasikan dalam bentuk tabel dan gambar.

Tabel 1 Hasil Akurasi Pengujian

No.	Responden	ALFA			BETA		
		Kondisi Terbaca		Akurasi	Kondisi Terbaca		Akurasi
		Normal	Bermain		Normal	Bermain	
1	Aqil	Normal	Bermain	62,50%	Normal	Bermain	75,00%
2	Dicco	Normal	Normal	87,50%	Normal	Normal	62,50%
3	Fatur	Normal	Normal	75,00%	Normal	Bermain	62,50%
4	Ipul	Normal	Normal	87,50%	Normal	Normal	50,50%
5	Irsyad	Normal	Normal	75,00%	Normal	Bermain	75,00%
6	Jeremy	Normal	Normal	87,50%	Normal	Bermain	62,50%
7	Naldo	Bermain	Bermain	87,50%	Bermain	Bermain	50,00%
8	Pandu	Normal	Bermain	100%	Bermain	Bermain	62,50%
9	Rayyan	Normal	Normal	87,50%	Normal	Normal	75,00%

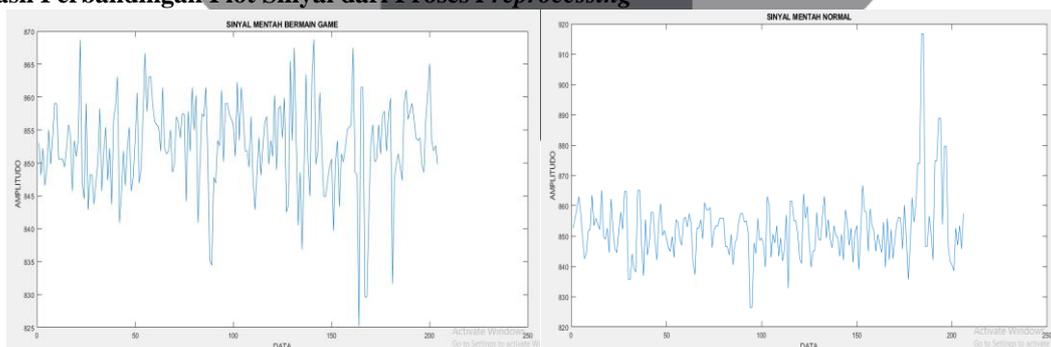
4.3 Hasil Perbandingan Nilai *Eigen Value*

Tabel 2 Hasil pengujian pengaruh *level* dekomposisi

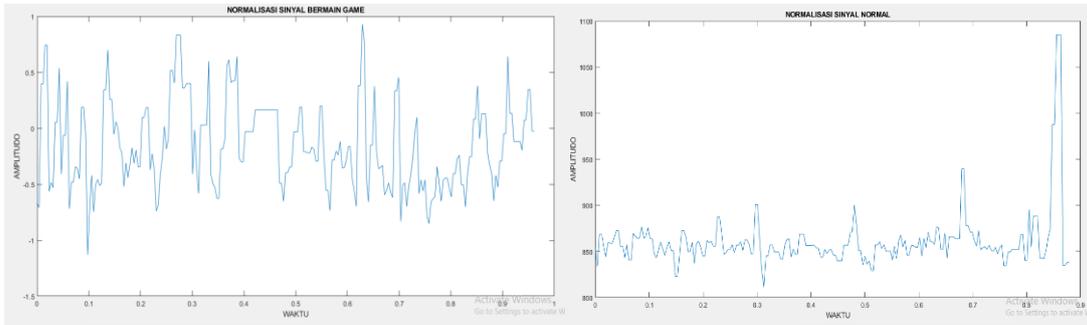
	kondisi	EigVal	
		Alfa	Beta
		Pandu	38.3553
	Bermain game	58.6140	111.6077

Hasil EigVal Pandu pada kanal TP9 menunjukkan bahwa data sinyal pada kondisi bermain game memiliki nilai EigVal tertinggi dibandingkan dengan pada saat kondisi normal.

4.4 Hasil Perbandingan Plot Sinyal dari Proses *Preprocessing*



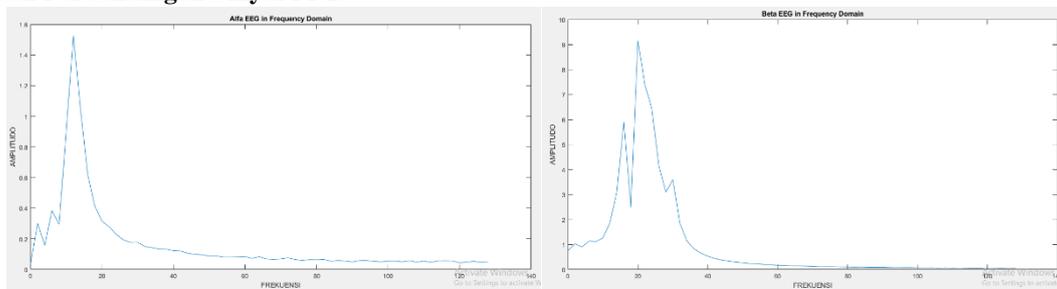
Gambar 6 Hasil *Preprocessing* sinyal alfa dan beta dalam kondisi normal



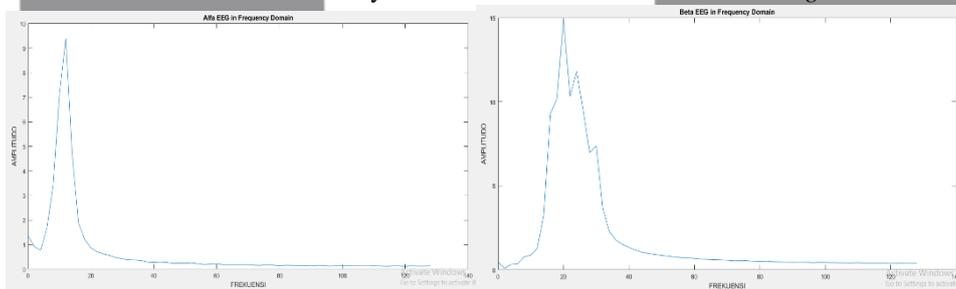
Gambar 7 Hasil Preprocessing sinyal alfa dan beta dalam kondisi bermain game

Dari gambar hasil preprocessing pada setiap kondisi yang diamati, dapat terlihat bahwa pada keadaan bermain game, amplitudo maksimal yang dimiliki oleh alfa dan beta hampir sama besar berada pada kisaran nilai 14,9. Pada keadaan rileks, amplitudo maksimal sinyal alfa berada pada kisaran nilai 12,4, dan pada sinyal beta berada pada kisaran nilai 16,3. Hal tersebut dapat terjadi karena pada kondisi normal merupakan penggambaran dari kerja sinyal alfa sedangkan saat bermain game merupakan penggambaran dari kerja sinyal beta yang dihasilkan.

4.5 Hasil Perbandingan Sinyal FFT



Gambar 8 Hasil FFT sinyal alfa dan beta dalam kondisi bermain game



Gambar 9 Hasil FFT sinyal alfa dan beta dalam kondisi normal

Dari gambar hasil FFT pada setiap kelas kondisi, dapat dilihat bahwa pada kondisi bermain game, nilai magnitude yang dihasilkan sebesar sinyal alfa terdapat pada frekuensi 11,8 sebesar 1,84 dan untuk beta, terdapat pada frekuensi 17,3 sebesar 1,31. Pada kondisi rileks, magnitude terbesar sinyal alfa terdapat pada frekuensi 8,7 sebesar 1,08 dan untuk beta, terdapat pada frekuensi 17,1 sebesar 0,92. Hasil tersebut dapat terjadi karena pada saat bermain game sinyal beta lah yang aktif berperan sedangkan disaat normal atau rileks sinyal alfa lah dihasilkan

4.6 Analisis

Berdasarkan hasil pelatihan sistem, pada sinyal alfa dan beta menunjukkan bahwa K pada data 1 merupakan jarak terbaik, hal ini menunjukkan bahwa jarak terbaik didapat ketika data dibandingkan dengan tetangga paling dekat, ketika nilai K besar, data akan dibandingkan dengan tetangga yang lebih jauh sehingga semakin besar nilai K maka semakin kecil nilai akurasi yang dihasilkan karena semakin banyak data terdekat yang dicakup.

Berdasarkan hasil pengujian sistem, pada sinyal alfa dan beta menunjukkan bahwa pada kanal TP10 data yang sedang bermain game dan kondisi rileks dapat terdeteksi dengan akurasi terbesar yaitu 80,3% pada sinyal alfa dan 100% pada sinyal beta.

Berdasarkan hasil perbandingan nilai EigVal, didapatkan perbandingan nilai EigVal alfa dan beta untuk setiap kondisi yang dijalankan. Dapat dilihat bahwa urutan nilai perbandingan dari yang terbesar dimiliki oleh data EigVal pada kondisi bermain game dan kondisi normal.

Berdasarkan hasil perbandingan plot sinyal *preprocessing*, didapatkan nilai amplitudo maksimal pada sinyal alfa dan beta untuk setiap kondisi. Dapat dilihat bahwa urutan nilai amplitudo maksimal sinyal alfa dari yang terbesar dimiliki oleh sinyal *preprocessing* pada kondisi bermain game dan kondisi normal. Untuk sinyal beta, urutan nilai amplitudo maksimal dari yang terbesar dimiliki oleh kondisi bermain game lalu kondisi normal.

Berdasarkan hasil perbandingan plot FFT, didapatkan nilai magnitudo tertinggi pada frekuensi tertentu sinyal alfa dan beta untuk setiap kondisi yang ada. Dapat dilihat bahwa urutan nilai magnitudo tertinggi sinyal alfa maupun beta dari yang terbesar dimiliki oleh sinyal FFT pada kondisi bermain game dan kondisi rileks. Jika dilihat pada kedua kondisi, dapat dilihat bahwa sinyal alfa memiliki magnitudo yang lebih tinggi daripada sinyal beta.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada sistem pengklasifikasian kondisi normal dan bermain *game* ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem ini mampu mengklasifikasikan kondisi normal dan kondisi bermain game menggunakan metode ekstraksi ciri PCA dengan klasifikasi K-NN.
2. Akurasi terbesar pada penelitian ini didapatkan saat menggunakan parameter ciri *eigen value* dengan rata-rata nilai akurasi sebesar 75,25%.
3. Pada sinyal alfa dan beta, Semakin besar nilai K semakin memperkecil akurasi.
4. Kanal dengan akurasi terbaik pada penelitian ini adalah TP9 dengan rata-rata akurasi sebesar 95,14% untuk pelatihan dan TP10 dengan rata-rata akurasi sebesar 91,65% untuk pengujian.
5. Sinyal alfa lebih cenderung besar daripada sinyal beta gelombang otak pada kondisi normal.

5.2 Saran

Sistem klasifikasi kondisi rileks dan kondisi bermain game ini masih dapat dikembangkan, sehingga tingkat akurasi yang diperoleh lebih besar. Oleh karena itu, adapun saran untuk pengembangan tugas akhir ini selanjutnya yaitu:

1. Menggunakan metode ekstraksi lain untuk mengekstraksi sinyal EEG.
2. Menggunakan perangkat EEG dengan kanal yang lebih banyak, sehingga diharapkan dapat menghasilkan penangkapan sinyal otak yang lebih rinci.
3. Menambah jumlah responden pada data latih dan uji agar hasil penelitian lebih baik.
4. Membandingkan sinyal pada seluruh kanal yang diuji agar dapat mengetahui perbedaan di setiap kanalnya.

Daftar Pustaka:

- [1] J. C. Jahnke dan R. H. Nowaczyk, *Cognition*, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- [2] J. Beatty, *The Human Brain: Essentials of Behavioral Neuroscience*, Thousad Oaks, CA: Sage Publication, 2001.
- [3] R. Sternberg, *Cognitive Psychology*, Belmont, California: Thomson Wadsworth, 2006.
- [4] A. Schnitzler. dan J. Gross., "Normal and pathological oscillatory communication in the brain," *Nature*

- Reviews Neuroscience*, pp. 285-296, 2005.
- [5] J. Hughes, "Gamma, fast, and ultrafast waves of the brain: their relationships with epilepsy and behavior," *Epilepsy Behav*, pp. 25 - 31, 2008.
- [6] A. Rizal, *Instrumentasi Biomedis*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014.
- [7] E. Niedermeyer dan F. S. d. Silva, "Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields," *Lippincott Williams & Wilkins*, 2004.
- [8] H. Ahmad, W. Inung dan H. Sugondo, "Analisis Perbandingan Pola Sinyal Alfa an Beta EEG untuk Klasifikasi Kondisi Rileks pada Perokok Aktif dengan Menggunakan K-Nearest Neighbor," *Telkom University*, 2017.
- [9] Rajni dan I. Kaur, "Electrocardiogram Signal Analysis - An Overview," *International Journal of Computer Applications*, vol. 84, pp. 22-24, 2013.
- [10] Bruce Berger Ph.D., *Persuasive Communication Part I*, United States: Pharmacist a Jobson Publication, 2005.
- [11] J. Aminoff dan M. D. Michael, *ELECTRODIAGNOSIS IN CLINICAL NEUROLOGY Fourth Edition.*, United States of America: Churchill Livingstone, 1999.
- [12] F. Pascal, *A mechanism for cognitive dynamics: neuronal communication through neuronal coherence.*, Amsterdam: Elsevier, 2005.
- [13] J. Fell dan N. Axmacher, "The role of phase synchronization in memory processes," *Nature Reviews Neuroscience*, pp. 105-118, 2011.
- [14] M. Rangaswamy, B. Porjesz, B. C. D, K. Wang, K. Jones, O. B. L, J. Rohrbaugh, S. J. O'Connor, S. Kuperman dan T. Reich, "Beta Power in the EEG of Alcoholics," *Biological Psychology*, pp. 831-842, 2002.
- [15] A. Pogosyan, L. Gaynor dan A. Eusebio, "Boosting cortical activity at Beta-band frequencies slows movement in humans," *Current Biology*, pp. 37-41, 2009.
- [16] P. Gerrard dan R. Malcolm, "Mechanisms of modafinil: A review of current research," *Neuropsychiatr Dis Treat*, pp. 49-64, 2007.
- [17] S. Palva, "New vistas for a-frequency band oscillations," *Trends in Neuroscience*, pp. 151-158, 2007.
- [18] M. O. Krucoff, S. Rahimpour, M. W. Slutzky, V. R. Edgerton dan D. A. Turner, "Enhancing Nervous System Recovery through Neurobiologics, Neural Interface Training, and Neurorehabilitation," *Neuroprosthetics*, vol. 10, p. 584, 2016.
- [19] Polikov, V. S, P. A. Tresco dan W. M. Reichart., "Response of brain tissue to chronically implanted neural electrodes," *Journal of neuroscience methods*, vol. 148, pp. 1-18, 2005.
- [20] T. Gulati, S. J. Won, D. S. Ramanathan, C. C. Wong, A. Bodepudi, R. A. Swanson dan K. Ganguly, "Robust Neuroprosthetic Control from the Stroke Perilesional Cortex," *The journal of neuroscience*, vol. 35, pp. 8653-8661, 2015.
- [21] A. J. Doud, P. J. Lucas, T. M. Pisanski dan B. He, "Continuous Three-Dimensional Control of a Virtual Helicopter Using a Motor Imagery Based Brain-Computer Interface," *PLoS ONE*, vol. 6, p. 10, 2011.