ANALISIS PERBANDINGAN SINYAL ALPHA DAN BETHA EEG 5 CH TERHADAP EFEK YANG DITIMBULKAN PADA SESEORANG SAAT DIBERI STIMULUS BERUPA POTONGAN FILM HOROR

COMPARISON ANALYSIS BETWEEN ALPHA AND BETA 5 CHANNELS EEG SIGNAL AGAINST THE EFFECTS ON A PERSON WHEN IT IS GIVEN A STIMULUS IN THE PART OF HORROR MOVIE

Bayu Erviga Yulanda Setiawan[1], Inung Wijayanto, S.T., M.T.[2], Sugondo Hadiyoso, S.T., M.T.[3]
[1,2,3] Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1]bayuerviga@telkomuniversity.ac.id, [2]iwijayanto@telkomuniveristy.co.id,
[3]sugondohadiyoso@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Otak merupakan bagian utama tubuh yang berfungsi sebagai pengontrol gerak dan emosi jiwa. Sebagai pusat dari kontrol emosi jiwa, otak mampu membuat respon emosi berupa senang, sedih, cemas, tertekan dan ketakutan. Salah satu respon yang sangat menarik untuk diteliti adalah respon otak terhadap sebuah ketakutan. Banyak jenis-jenis ketakutan seperti ketakutan terhadap suatu kondisi tertentu, sebuah benda dan mitologi yang berkembang dimasyarakat. Hal yang unik untuk ditelisik lebih dalam adalah ketakutan terhadap suatu kondisi tertentu, seperti seseorang yang dihadapkan pada kondisi ketakutan saat melihat suatu film horror. Seseorang akan merasakan sensasi ketakutan yang ditimbulkan dari beberapa potongan adegan dalam film tersebut, yang mampu menimbulkan rangsangan pada otak. Rangsangan tersebut dapat terekam melalui alat *electroencephalograph* atau EEG yang berfungsi sebagai perangkat perekam sinyal yang terjadi pada otak. Dari hasil keluaran EEG tersebut ada 5 jenis sinyal otak seperti sinyal *alfa, beta, delta, theta* dan *gamma* dengan frekuensi masing-masing.

Pada penelitian ini ekstrasi sinyal menggunakan metode *DWT* dikarenakan metode tersebut merupakan fungsi *logic* yang membagi data menjadi beberapa komponen frekuensi yang berbeda-beda, kemudian dilakukan analisis untuk masing-masing komponen menggunakan resolusi sesuai dengan skalanya yang dapat dimanfaatkan untuk memisahkan sinyal yang dianalisis, yaitu sinyal *alpha* dan *betha.* Hal ini memudahkan dalam proses analisis sinyal agar tidak tegabung dengan sinyal lain seperti *delta, theta dan gamma* dan membandingkan sinyal *alpha* dan *beta* setiap kanal serta menggunakan klasifikasi K-NN dengan parameter K=1,3,5,7,9.

Hasil perbandingan pola sinyal *alpha* dan *beta*, untuk sinyal *alpha* yang cenderung muncul berada dikanal AF3 dan AF4. Sedangkan untuk sinyal *beta* cenderung muncul berada di kanal T7,Pz dan T8. Hasil pengujian menunjukkan akurasi tertinggi sinyal *alpha* berada pada kanal AF3 dengan akurasi sebesar 66.66% dan sinyal *beta* berada pada kanal T8 dengan akurasi sebesar 55.56%.

Kata kunci : Film Horor, EEG 5 kanal , DWT, K-NN, *alpha* dan *beta*

Abstract

Brain is the main body that serves as a controlling motion and emotion of the soul. As the center of emotional control of the soul, brain is able to make emotional responses of happy, sad, anxious, depressed and fearful. One of the most interesting responses to be researched is the response to a fear. Many types of fears such as fear of a particular condition, fear of an object and mythology that developed in the community. The unique thing to be research more deeply is the fear of a certain condition, such as someone who will be faced with the condition of fear when seeing a horror movie. Someone will feel the sensation of fear generated from some scene in the movie, which will be able to cause stimulation of the brain. The stimulation can be recorded through an electroencephalograph or EEG device that serves as a signal recording device that occurs in the brain. From the EEG output there will be 5 types of brain signals such as alpha, beta, delta, theta and gamma signals with their respective frequencies.

In this research we will observe 5 types of channels, that are AF3, T7, Pz, T8, AF4 using DWT method because the method is a logic function that divides data into several different frequency components, then analyzed for each component using resolution according to the scale that can be utilized to separate the signal to be analyzed, that are alpha and beta signals, this will facilitate the process of signal analysis so it does not combine with other signals such as delta, theta and gamma and use the K-NN classification with parameters K = 1, 3,5,7,9.

The result from signal pattern comparison shows that alpha signal is more liable in AF3 and AF4 channels. While beta is more liable in T7, Pz and T8 channels. the simulation results show that the highest alpha signal accuracy is on the AF3 channel with an accuracy of 66.66% and the beta signal is on the T8 channel with an accuracy of 55.56%.

Keywords: Horror movie, EEG 5channal , DWT, K-NN, alpha* dan *beta

1. Pendahuluan

Otak merupakan bagian utama tubuh yang berfungsi sebagai pengontrol gerak dan emosi jiwa. Sebagai pusat dari pengontrol emosi jiwa, otak mampu membuat respon emosi berupa senang, sedih, cemas, tertekan dan ketakutan. Salah satu respon yang sangat menarik untuk diteliti adalah respon otak terhadap sebuah ketakutan karena tingkat ketakutan seseorang dalam suatu hal itu berbeda-beda tergantung tingkat seberapa besar efek yang ditimbulkan.

Di Era modern seperti sekarang ini industri perfilman Indonesia maupun dunia semakin berkembang pesat hal ini ditunjukan makin banyak jenis *genre* film seperti komedi, romantik, *thriller*, horror, dan masih banyak lagi. Salah satu yang paling laris dilirik oleh kalangan anak muda dijaman sekarang adalah film horor, karena film horor mengandung berbagai unsur seperti ketakutan, kecemasan dan ketegangan yang diolah serta dikemas dalam satu cerita yang menarik [1]. Hal ini yang membuat daya tarik film horror sangat terkenal di kalangan anak muda. Pada film horror sering kali ditemukan beberapa adegan yang biasanya berisi tentang momen menyeramkan yang membuat penonton terkejut atau mengalami ketakutan dan menimbulkan sebuah stimulus yang dapat merangsang otak untuk menghasilkan sebuah sinyal otak.

Sinyal otak ini muncul ketika neuron aktif bekerja didalam otak dan mengakibatkan adanya aktivitas elektrik. *Electroencephalography* (EEG) merupakan sistem yang dapat mendeteksi sinyal biologi dari aktivitas otak. *Electroencephalography* (EEG) banyak dipakai di dunia kedokteran, kejiwaan, maupun penelitian, karena EEG dapat membaca 5 gelombang otak yang terdiri dari *alpha*, *beta*, *delta*, *theta* dan *gamma* hal ini membantu para ahli untuk mengklasifikasikan tingkat kesadaran serta melihat kesehatan seseorang [2]. Gelombang sinyal EEG terbagi berdasarkan daerah frekuensinya yaitu gelombang alfa (8-13 Hz), gelombang beta (14–30 Hz), gelombang teta (4–7 Hz) gelombang delta (0.5–3 Hz) dan gelombang gamma (30–50 Hz) [3].

Pada tugas akhir ini, dirancang sebuah algoritma dengan menggunakan metode *DWT daubechies4* dikarenakan metode tersebut merupakan fungsi matematik yang membagi-bagi data menjadi beberapa komponen frekuensi yang berbeda-beda [4][5]. Kemudian dilakukan analisis untuk masing-masing komponen menggunakan resolusi yang sesuai dengan skalanya, dan akan diambil 2 jenis sinyal yang berupa sinyal *alpha* dan *beta*. Dilihat perbandingan sinyal *alpha* dan *beta* pada setiap kanal dengan menggunakan klasifikasi K-NN untuk mengklasifikasikan kelas.

2. Dasar Teori

2.1 *Electroencephalograph*

Electroenchepalography (EEG) adalah sebuah kegiatan untuk merekam aktivitas kelistrikan yang dihasilkan otak selama periode tertentu. EEG menggunakan aktivitas kelistrikan neuron didalam otak, neuron menghasilkan lonjakan listrik aktif yang dapat diukur dari elektroda yang diletakkan dibagian kulit kepala. [5]. Pada tugas akhir ini alat yang digunakan diproduksi oleh E-MOTIV.

Gambar 2. 1 EEG 5 channal

Pada perangkat *mindwave mobile headset* gambar 2.1 menggunakan daya dari sebuah baterai internal *lithium*. Alat tersebut terdiri dari 5 kanal elektroda EEG yang diletakkan pada bagian tempurung kepala, dan *ground* yang diletakkan dibagian telinga. [6] Keluaran data transmisi alat tersebut sebesar 128 *sample* per detik per *channel*s.

2.2 Sinyal Otak

Brainwave merupakan sebuah gelombang yang timbul saat seseorang memperoleh sebuah stimulus dari luar berupa cahaya, suara dan sebagainya. Saat otak melakukan sebuah pekerjaan berupa berpikir Otak manusia menghasilkan lima jenis Gelombang Otak (Brainwave) secara bersamaan, yaitu *Gamma, Beta, Alpha, Tetha, Delta.* Tetapi, setiap aktivitas tertentu ada satu gelombang otak yang sangat dominan [7].

2.2.1 Sinyal Alpha

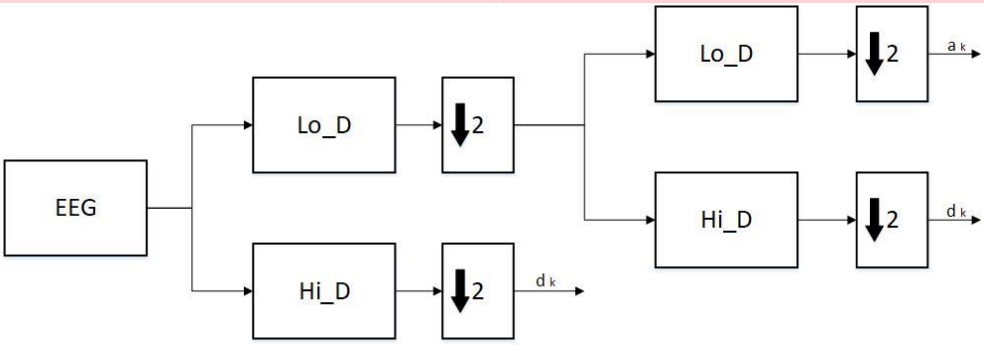
Gelombang *alpha* terjadi pada saat seseorang sedang mengalami relaksaksi atau mulai istirahat dengan tanda-tanda mata mulai menutup atau mulai mengantuk, juga merupakan frekuensi pengendali, penghubung pikiran sadar dan bawah sadar. [8]

2.2.2 Sinyal Beta

Gelombang *beta* merupakan Gelombang Otak yang terjadi saat seseorang mengalami aktifitas mental yang terjaga penuh. Gelombang Beta di perlukan otak ketika berpikir, rasional, dan pemecahan masalah[8].

2.3 Principal Component Analysis

Discrete Wavelet Transform (DWT) adalah sebuah metode yang berfungsi untuk memisahkan sinyal berdasarkan frekuensinya. DWT merupakan transformasi linier yang menghitung sebuah data vector yang memiliki panjang sebesar 2^n, dan merubahnya menjadi beberapa vector yang berbeda tetapi memiliki panjang yang sama. DWT merupakan metode untuk memisahkan data berdasarkan frekuensinya lalu menganalisa setiap bagiannya dengan resolusi yang sesuai dengan skalanya. DWT dihitung dengan sebuah kaskade filter dan diikuti oleh 2 subsampling [9].



Gambar 2.2 Diagram pohon DWT

2.4 K-Nearest Neighbor (K-NN)

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) adalah sebuah metode klasifikasi yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data latih ciri yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. [10]

Jarak data uji ke masing-masing data latih akan dihitung dengan menggunakan persamaan seperti di bawah ini:

$$d(xi, xj) = \sqrt{\sum_{l=1}^{N} |x_{il} - x_{jl}|^2} \quad (2.1)$$

Dimana :

i, j : matriks yang akan diukur jaraknya
N : jumlah data pada matriks
x : nilai matriks

2.5 Film

Film adalah alat audio visual yanng berupa kumpulan gambar-gambar yang diproyeksikan sehingga menimbulkan kesan hidup dan bergerak. Pembuatan film bertujuan untuk menghibur dan menyampaikan sesebuah nilai-nilai kehidupan, tidak hanya itu film juga merupakan salah satu media komunikasi massa yang sangat ampuh untuk media pendidikan. Dalam ceramah-ceramah penerangan atau pendidikan saat ini film banyak digunakan sebagai alat pembantu untuk memberikan pengertian kepada penikmatnya. [11]

2.6 Pelatihan

Pelatihan sistem bertujuan untuk melatih sistem dengan cara merubah parameter yang mempengaruhi performansi sistem. Dari hasil pelatihan maka didapatkan paramater terbaik, parameter terbaik itulah yang digunakan pada pengujian. Pada pelatihan parameter ini menggunakan 3 parameter nilai masximum, nilai minimum, dan standar deviasi. Dari ketiga parameter tersebut dapat dikombinasikan menjadi 7 kombinasi ciri sinyal yaitu

a. 1 parameter ciri : nilai maximum, nilai minimum dan standar deviasi
b. 2 parameter ciri : nilai maximum dan nilai minimum, nilai minimum dan standar deviasi, nilai maximum dan standar deviasi.
c. 3 parameter ciri : nilai maximum nilai minimum standar deviasi

Selain mengkombinasikan parameter ciri dalam pelatihan Parameter lain yang perlu dilatih adalah nilai K pada K-NN, K merupakan banyaknya tetangga yang diperhitungkan dalam menentukan suatu kelas. Nilai K yang digunakan pada pelatihan sistem yaitu 1, 3, 5, 7, dan 9.

Pelatihan sistem dilakukan pada setiap kanal karena setiap kanal mencirikan suatu perbedaaan. Pada pelatihan ini *Database alpha* dan *beta* digabung untuk mempermudah pengambilan keputusan dan agar perbandingan yang diujikan sebanding. Meskipun pada saat pengujian *database alpha* dan *beta* dipisah namun nilai-nilai ciri di dalam *database* tetap sama dengan nilai-nilai ciri dalam *database* pada saat pengujian karena parameter ciri yang digunakan sama.

2.7 Skenario Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan parameter terbaik yang sudah didapatkan saat pelatihan sistem. Masukan dalam tahap ini adalah data uji berjumlah 18 data dengan rincian 9 data untuk kelas *easy*(normal), 6 data untuk kelas medium(takut sedang), dan 3 data untuk kelas *hard*(sangat takut). Kemudian akan dilihat dari hasil klasifikasi seberapa banyak data uji yang dapat dikenali di kelas yang tepat. Pada pengujian system digunakan database yang terpisah.

3. Pembahasan

3.1. Akuisi data

merupakan tahap pertama untuk mendapatkan sebuah data. Proses pengambilan data dengan menggunakan alat E-MOTIV yang mempunyai fungsi untuk merekam sinyal otak dengan frekuensi 128 Hz. Pada proses akuisisi data memvalidasi data sangat penting utuk menjamin bahwa data yang akan digunakan sesuai, dalam proses validasi data tersebut menggunakan alat bantu pulse oximeter yang berfungsi untuk merekam detak jantung responden persatuan menit yang dipasangkan pada bagian jari tangan sebelah kiri. Selain menggunakan pulse oximeter validasi data juga menggunakan 2 kamera dari bagian depan dan belakag responden.

3.2. Pemotongan

Pada tahap ini dilakukan pemotongan data RAW untuk mendapatkan data tiap kanalnya, yang terdiri dari kanal AF3, T7, Pz, T8 dan AF4. Dalam pemotongan data harus diperhatikan juga durasi dari video perekaman tampak depan, belakang, pernyataan responden hasil dan detak jantung responden supaya data tersebut *valid*. Sehingga data dapat dikelompokkan dalam 3 kondisi normal, mulai takut, dan sangat takut. Data dipotong dengan durasi sebesar 5 detik sehingga didapakan panjang sinyal sebanyak 1x640 dan disimpan dalam bentuk *file* .mat.

Data hasil pemotongan digunakan sebagai data latih dan data uji. Data latih merupakan sebuah data yang mempunyai ciri dan berfungsi sebagai acuan *database* untuk proses klasifikasi. Data uji merupakan data yang diambil untuk proses pengujian agar dapat diklasifikasikan dengan persamaan ciri data latih.

3.3. Preprocessing

Langkah pertama dalam *preprocessing* adalah merubah sinyal ke dalam domain waktu,dan dilakukan proses normalisasi. Normalisasi dilakukan untuk mengurangi kompleksitas data karena data hasil perekeman EEG memiliki nilai amplitudo yang beragam dan kompleks. Maka dilakukan standarisasi data pada normalisasi yaitu dengan menjadikan amplitudo ke dalam rentang 0 sampai 1 sehingga data lebih mudah untuk diolah. Proses normalisasi tidak mengubah informasi yang ada pada data

3.4. Ekstraksi ciri

Pada proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode DWT sebagai *filtering* sinyal untu mengelompokan data dalam beberapa sinyal seperti sinyal *alpha, beta, theta, delta* dan *gamma*.

Tabel 3. 1 Dekomposisi sinyal dengan fs 128 Hz

Frequency Range (Hz)	*Decomposition Level*	*Frequency Bands*	*Frequency Bandwidth*
0-4	A4	Delta	4
4-8	D4	Theta	4
8-14	D3	Alpha	6
14-32	D2	Beta	18
32-64	D1	Gamma	32

3.5. Pola perbandingan sinyal alpha dan beta pada setiap kanal

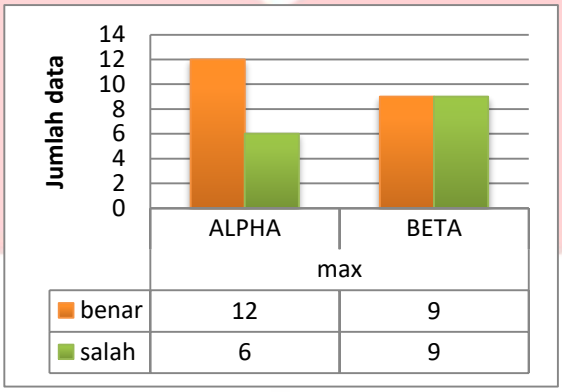
Setelah melalui proses ekstraksi ciri didapatkan sinyal *alpha* dan *beta* yang dilihat bentuk pola sinyal setiap kanalnya. Dalam hal ini sinyal *alpha* dan *beta* yang diamati dibandingkan dalam 2 kondisi yaitu normal, dan takut (mulai takut dan sangat takut).

3.6. Klasifikasi

Pada tahap ini sinyal EEG yang telah terekstraksi kemudian di klasifikasikan menjadi 3 kelas kondisi yaitu normal, mulai takut, dan sangat takut, klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi K-NN. Analisis yang digunakan pada K-NN adalah nilai K dan jarak. Nilai K yang diuji yaitu bilangan ganjil supaya mengurangi kesalahan algoritma jika peluang kemiripannya sama sedangkan jenis jarak yang diuji yaitu *Euclidean distance*.

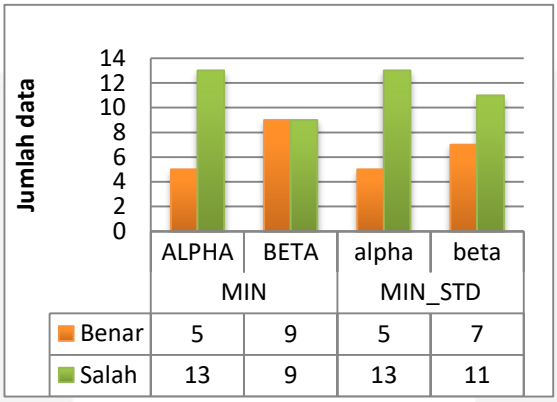
4. Analisis

4.1. Pengujian kanal AF3



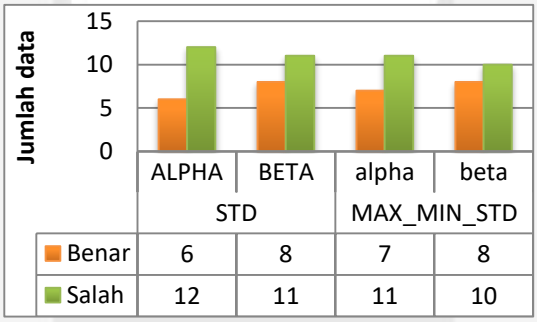
Dari gambar 4.17 didapatkan hasil dengan menggunakan ciri kombinasi nilai maksimum untuk sinyal *alpha* sebanyak 12 dari 18 atau 66.67% data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *beta* sebanyak 9 dari 18 data uji atau 50% dikenali pada kelas yang tepat.

4.2. Pengujian kanal T7



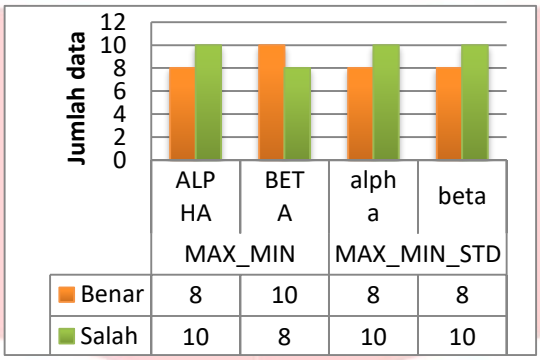
Dari gambar 4.18 didapatkan hasil apabila menggunakan ciri nilai minimum untuk sinyal *alpha* sebanyak 5 dari 18 atau 27.79 % data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *beta* sebanyak 9 dari 18 data uji atau 50 % dikenali pada kelas yang tepat. Sedangan apabila menggunakan ciri kombinasi nilai minimum dan standar deviasi untuk sinyal *alpha* sebanyak 5 dari 18 data uji atau 27,79 % dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *beta* sebanyak 7 dari 18 atau 38.89 % data uji dikenali pada kelas yang tepat

4.3. Pengujian kanal Pz



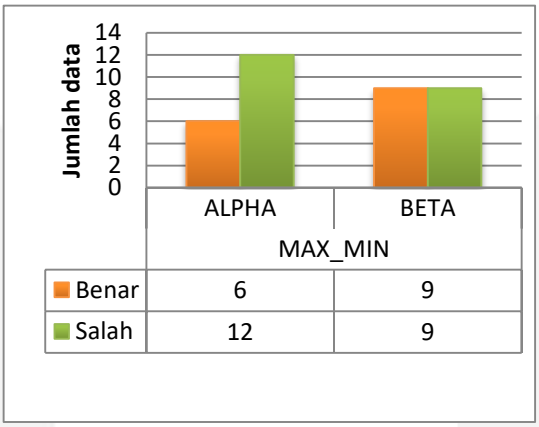
Dari gambar 4.19 didapatkan hasil apabila menggunakan ciri standar deviasi untuk sinyal *alpha* sebanyak 6 dari 18 atau 33.33 % data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *beta* sebanyak 8 dari 18 data uji atau 44.44 % dikenali pada kelas yang tepat. Sedangan apabila menggunakan ciri kombinasi nilai maximum, nilai minimum *value* dan standar deviasi untuk sinyal *alpha* sebanyak 7 dari 18 data uji atau 38.89 % dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *beta* sebanyak 8 dari 18 atau 44.44 % data uji dikenali pada kelas yang tepat

4.4. Pengujian kanal T8



Dari gambar 4.20 didapatkan hasil apabila menggunakan ciri nilai maximum dan nilai minimum untuk sinyal *alpha* sebanyak 8 dari 18 atau 44.44 % data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *beta* sebanyak 10 dari 18 data uji atau 55.56 % dikenali pada kelas yang tepat. Sedangan apabila menggunakan ciri kombinasi nilai maximum, nilai minimum dan standar deviasi untuk sinyal *alpha* sebanyak 8 dari 18 data uji atau 44.44 % dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *beta* sebanyak 8 dari 18 atau 44.44 % data uji dikenali pada kelas yang tepat.

4.5. Pengujian AF4



Dari gambar 4.21 didapatkan hasil dengan menggunakan ciri kombinasi nilai maksimum untuk sinyal *alpha* sebanyak 6 dari 18 atau 33.33% data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *beta* sebanyak 9 dari 18 data uji atau 50% dikenali pada kelas yang tepat.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode ekstraksi DWT dengan *daubechies4* mampu mengekstraksi sinyal menjadi sinyal alpha dan beta pada sebuah sinyal yang diberi stimulus berupa potongan film horor.
2. Pada hasil perbandingan pola sinyal *alpha* dan *beta*, untuk sinyal *alpha* yang cenderung muncul berada dikanal AF3, Pz, dan AF4. Sedangkan untuk sinyal *beta* cenderung muncul berada dikanal T7 dan T8.
3. K-NN mampu mengklasifikasi kondisi normal, mulai takut, dan sangat takut pada sinyal EEG saat diberi stimulus berupa potongan film horor.
4. Nilai parameter terbaik untuk sinyal *alpha* pada kanal AF3 berupa K=1 dan nilai maksimum. Sedangkan nilai parameter terbaik untuk sinyal beta pada kanal T8 berupa K=1 dan kombinsi 2 parameter (nilai maksimum dan nilai minimal).
5. Akurasi tertinggi untuk sinyal *alpha* berada pada kanal AF3 dengan akurasi sebesar 66.67% dan sinyal *beta* paling tinggi berada pada kanal T8 dengan akurasi sebesar 55.56%

.

Daftar Pustaka:

[1] "film indonesia," konfiden, 2010. [Online]. Available: http://filmindonesia.or.id/movie/viewer#.W1bESdUzbIU. [Accessed 7 july 2018].

[2] A. Sukmaaji, "PEREKAMAN SINYAL GELOMBANG OTAK MENGGUNAKAN ELEKTRODA KERING PERANGKAT BRAIN COMPUTER INTERFACE XWAVE PADA ANTAR MUKA PC AUDIO RECORD," pp. 1-4, 2010.

[3] K. AlSharabi, S. Ibrahim, R. Djemal and A. Alsuwailem , "A DWT-Entropy-ANN Based Architecture for Epilepsy Diagnosis Using EEG Signals," pp. 1-4, 2016.

[4] A. Chavan and D. Kolte, "Optimal Mother Wavelet for EEG Signal Processing," vol. 2, no. 12, pp. 1-5, 2013.

[5] T. W. Picton and A. Mazaheri, "Electroencephalography (EEG)," *Encycl Neurosci*, pp. 849-855, 2010.

[6] [Online]. Available: https://emotiv.com/insight/. [Accessed 12 Oktober 2017].

[7] K. N. and M. A.S., EEG/ERP Analysis : Methods and Applications, london: Taylor & Francis Group, 2015.

[8] A. Hossan and A. M. Chowdury, "Real Time EEG Based Automatic Brainwave Regulation by Music," pp. 1-5, 2016.

[9] M. Kociolek, A. Materka, M. Strzelecki and P. Szczypiński, "DISCRETE WAVELET TRANSFORM – DERIVED FEATURES FOR DIGITAL IMAGE TEXTURE ANALYSIS," *Int.Conf.Signal.Electron.syst*, pp. 163-168, 2001.

[10] Z. MIAO, Y. TANG, L. SUN, Y. HE and . S. XIE, "An Improved KNN Algorithm for Imbalanced Data Based," pp. 1-8, 2014.

[11] O. U. Effendi, Ilmu, Teori dan Filsafat Komunikasi., Bandung: PT. Citra Aditya Bakti, 1993.

[12] T. N. Azhar, D. Q. Utama, M. N. Aulia and A. Riyani, "Preventing Traffic Accident by Reading Human Brain Waves Using Brainstat," pp. 1-6, 2015.

[13] S. K. Prabhakar and H. Rajaguru, "PCA and K-Means Clustering for Classification of Epilepsy Risk Levels from EEG Signals-A Comparative Study Between Them," *IEEE*, pp. 83-86, 2015.

[14] A. Hossan and A. M. Chowdhury, "Real Time EEG Based Automatic Brainwave Regulation by Music," 2016.

[15] A. Sukmanji, "Perekaman Sinyal Gelombang Otak Menggunakan Elektroda Kering Perangkat Brain Computer Interface Xwave Pada Antar Muka PC Audio Record," *SNASTI*, p. 40, 2010.