

ANALISIS PERBANDINGAN POLA SINYAL *DELTA* DAN *THETA* EEG 5 CHANNEL TERHADAP EFEK YANG DITIMBULKAN PADA SESEORANG SAAT DIBERIKAN STIMULUS BERUPA POTONGAN FILM HOROR

COMPARISON ANALYSIS BETWEEN DELTA AND THETA 5 CHANNELS EEG SIGNAL AGAINST THE EFFECT ON A PERSON WHEN GIVEN A STIMULUS IN THE FORM OF A HORROR MOVIE

Ana Durrotul Isma¹, 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

¹anadurrotulisma@students.telkomuniversity.ac.id,

²iwijayanto@telkomuniversity.ac.id,

³sugondohadiyoso@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Saat menonton film horor, tubuh memberikan respon berupa rasa takut. Rasa takut tersebut dapat mengakibatkan naik turunnya aktivitas otak yang menghasilkan sinyal otak dengan karakteristik tertentu. Aktivitas saat menghasilkan sinyal otak tersebut dapat terekam dengan menggunakan alat *Electroencephalogram*. Berdasarkan rentang frekuensinya, sinyal otak dibagi menjadi 5 yaitu *delta*, *theta*, *alpha*, *beta*, dan *gamma*.

Pada jurnal ini dirancang sebuah sistem untuk membandingkan pola sinyal kondisi normal, mulai takut, dan sangat takut berdasarkan pola sinyal *delta* dan *theta* ketika seseorang diberikan stimulus berupa potongan film horor serta mengklasifikasi kondisi. Ekstraksi ciri yang digunakan yaitu *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan klasifikasi yang digunakan yaitu *K-Nearest Neighbor* (KNN).

Hasil perbandingan pola sinyal kondisi normal dan takut menunjukkan bahwa untuk sinyal *delta* pada kedua kondisi tersebut memiliki frekuensi kerja yang sama pada semua kanal, sedangkan untuk sinyal *theta* pada kedua kondisi tersebut memiliki frekuensi kerja yang berbeda dan perbedaan terbesar berada pada kanal PZ. Hasil pengujian menunjukkan akurasi tertinggi sinyal *delta* berada pada kanal AF3 dan PZ dengan akurasi sebesar 61.11% dan sinyal *theta* berada pada kanal T7 dan PZ dengan akurasi sebesar 55.56%.

Kata kunci: EEG, DWT, K-NN, film horor

Abstract

While watching horror movie, human body gives a response in a form of fear. Fear itself can conduce a fluctuation in brain activity and results a certain signal characteristic. The activity of brain waves can be recorded by Electroencephalogram. Based on the signal's frequency, brain signals can be classified into 5, those are delta, theta, alpha, beta and gamma.

In this journal, it is designed a system to compare and classify a different patterns of signals in condition of normal, getting scared, and really scared based on delta and theta signals of someone when given a stimulus of a horror movie scene. The feature extraction that is used in this research is Discrete Wavelet Transform (DWT) and using K-Nearest Neighbor (K-NN) as the classification method.

The result from signal pattern comparison shows that on delta signal the frequencies strat working at the same frequency on every channels, on theta signal the frequencies start working at the different frequency and the highest difference is on PZ channel. The testing results show that the highest delta signal accuracy is one the AF3 and PZ channels with an accuracy of 61.11% and the theta signal is on the T7 and PZ channels with an accuracy of 55.56%.

Keyword: EEG, DWT, K-NN, horror movie

1. Pendahuluan

Hiburan merupakan kebutuhan manusia baik untuk *refreshing* atau hanya untuk sekedar mengisi waktu luang. Salah satu hiburan yang digemari oleh masyarakat yaitu menonton film baik di bioskop, televisi, atau *streaming* melalui internet. *Genre* yang banyak diminati oleh masyarakat salah satunya yaitu *genre* horor. Saat menonton film horor seseorang merasakan tegang atau takut. Bahkan pada sebagian orang rasa takut tersebut masih dirasakan hingga berhari-hari.

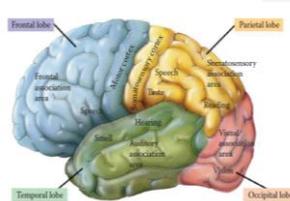
Sinyal otak muncul ketika neuron aktif sehingga mengakibatkan adanya aktivitas elektrik pada otak. *Electroencephalography* (EEG) merupakan kegiatan merekam aktivitas tersebut [1]. Berdasarkan rentang frekuensinya, sinyal otak manusia dapat dibagi menjadi 5 yaitu *delta*, *theta*, *alpha*, *beta*, dan *gamma* [2]. Sinyal otak tersebut dapat digunakan untuk diagnosa klinis atau penelitian, misalnya untuk mendeteksi bagian pada otak yang mengalami kelainan, mendiagnosa gangguan mental, dan mempelajari respon otak saat diberikan stimulus tertentu [3].

Pada tugas akhir ini dirancang suatu sistem yang membandingkan pola sinyal *delta* dan *theta* pada kondisi normal dan takut ketika seseorang diberikan stimulus berupa potongan film horor berdasarkan frekuensi kerjanya. Selain membandingkan, sistem juga mengklasifikasi kondisi normal, mulai takut, dan sangat takut. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu *Discrete Wavelet Transform* (DWT) karena DWT cocok untuk menganalisis sinyal biomedis yang sifatnya non-stasioner [4] dan DWT merupakan metode yang efektif untuk membedakan ritme otak dan mengekstraksi ciri sinyal EEG [5]. Jenis *wavelet* dari DWT yang dipakai adalah *daubechies4* karena berdasarkan penelitian sebelumnya jenis *wavelet* tersebut paling cocok untuk mengolah sinyal EEG dan bagus dalam *denoising* dan rekonstruksi sinyal [6] [7] [8]. Sedangkan klasifikasi yang digunakan untuk mengklasifikasi kondisi yaitu *K-Nearest Neighbor* (K-NN).

2. Dasar Teori

2.1. Otak

Otak merupakan pusat kendali tubuh. Otak manusia terbagi menjadi 3 bagian yaitu otak besar (*cerebrum*), otak kecil (*cerebellum*), dan batang otak (*brain stem*) [9]. Bagian-bagian otak manusia dan fungsinya dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagian-bagian otak manusia [9]

2.2. Sinyal Otak

Aktivitas otak saat memancarkan sinyal listrik menghasilkan suatu gelombang yang disebut dengan gelombang otak. Kegiatan merekam gelombang otak tersebut dinamakan *Electroencephalography* (EEG). Berdasarkan rentang frekuensinya, sinyal otak terbagi menjadi 5 yaitu *delta*, *theta*, *alpha*, *beta*, dan *gamma* [2]. Pada tugas akhir ini sinyal yang dianalisis adalah sinyal *delta* dan *theta*.

2.2.1 Sinyal Delta

Sinyal *delta* berada pada rentang frekuensi 0,5-4 Hz dan memiliki amplitudo yang tinggi. Jenis sinyal ini banyak diproduksi saat tidur nyenyak tanpa mimpi [1].

2.2.2 Sinyal Theta

Sinyal *theta* berada pada rentang frekuensi 4-8 Hz. Dilihat dari amplitudonya, sinyal *theta* memiliki amplitudo yang lebih rendah dibandingkan sinyal *delta*. Jenis sinyal ini banyak diproduksi ketika seseorang mengalami penurunan kesadaran, mengantuk dan tidur ringan [1].

2.3. *Electroencephalography* (EEG)

EEG merupakan kegiatan merekam aktivitas elektrik pada otak selama rentang waktu tertentu. Alat untuk merekam sinyal EEG disebut *Electroencephalogram*. Hasil sinyal EEG berwujud gelombang elektronik yang berukuran mikrovolt [4]. Pemasangan EEG yaitu dengan menempelkan elektroda di kulit kepala dan disusun dengan menggunakan pola tertentu. Alat yang digunakan dalam jurnal ini adalah EEG 5 kanal produk dari Emotiv seperti yang tertera pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 EEG 5 kanal [10]

2.4. Discrete Wavelet Transform (DWT)

Kebanyakan dari sinyal biomedis merupakan sinyal yang berubah-ubah. *Wavelet* digunakan untuk menganalisis sinyal biomedis karena *wavelet* dapat membatasi atau melokalisasi sinyal dalam *domain* waktu serta frekuensi [4]. Representasi *time-frequeuncy* dilakukan dengan memfilter sinyal berulang kali dengan sepasang filter yang memotong *frequency-domain* ke tengah. DWT digunakan untuk menganalisa sinyal pada skala yang berbeda lalu menguraikan sinyal tersebut menjadi *Approximation Coefficients (AC)* dan *Detail Coefficients (DC)*. Dengan proses yang dilakukan secara berulang tersebut maka menghasilkan AC dan DC ke level dekomposisi yang berbeda sehingga didapatkan sinyal dengan rentang frekuensi yang diinginkan [11]

2.5. K-Nearest Neighbor (K-NN)

K-Nearest Neighbor (K-NN) merupakan salah satu jenis algoritma klasifikasi. Prinsip kerja K-NN yaitu mencari sejumlah K sampel pada data latih yang memiliki jarak terdekat dengan data uji, kemudian data uji tersebut digolongkan ke kelas yang paling banyak jumlahnya pada sejumlah K *neighbor*. Pencarian jarak terdekat dilakukan dengan menggunakan *Euclidean distance* dengan persamaan sebagai berikut:

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{s=1}^m |x_{is} - x_{js}|^2} \quad (2.1)$$

Dimana:

x_i dan x_j = sampel pada *vector space*

x_{is} dan x_{js} = nilai atribut s masing-masing

m = jumlah atribut x

2.6. Detak Jantung

Detak jantung yaitu jumlah jantung berdetak per menit (bpm). Berdasarkan American Heart Association, detak jantung normal berkisar 60-100 bpm [12]. Namun tidak semua individu memiliki detak jantung normal yang sama, tergantung usia, ukuran tubuh, kondisi jantung, posisi tubuh, penggunaan obat, bahkan suhu [13]. Emosi mempengaruhi frekuensi detak jantung, salah satu emosi yang menyebabkan jantung berdetak lebih cepat yaitu rasa takut. Saat seseorang merasa takut tubuh melepaskan beberapa hormon sebagai reaksi dari rasa takut, hormon tersebut yaitu epinefrin, norepinefrin, dan kortisol. Hormon yang menyebabkan detak jantung meningkat yaitu norepinefrin [14].

2.7. Film Horor

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) film horor yaitu film cerita yang mengisahkan cerita-cerita menyeramkan. Menurut Dharmawan (2008), film horor merupakan film yang dirancang untuk menimbulkan rasa takut, teror, atau horor dari para penontonnya. Dalam plot-plot film horor, berbagai kekuatan, kejadian, atau kasrakter jahat, terkadang semua itu berasal dari dunia supranatural memasuki dunia keseharian manusia [15]. Menurut Dr Frank Farley profesor di Temple University dan mantan kepala American Psychological Association film horor terasa menakutkan karena skenario film horor menjadikan otak membuat koneksi antara kejadian yang ada pada film dengan dunia nyata [16].

3. Pembahasan

3.1 .Desain Sistem

Berdasarkan permasalahan yang dibahas sebelumnya, maka dirancang sebuah sistem yang dapat melihat sinyal *delta* dan *theta* yang dihasilkan saat seseorang diberikan stimulus berupa potongan film horor dengan menggunakan EEG 5 kanal. Secara garis besar perancangan sistem dibagi menjadi 5 tahap yaitu akuisisi data, pemotongan data, *preprocessing*, ekstraksi ciri, dan klasifikasi.

3.2 .Akuisisi Data

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan EEG 5 kanal yang berfungsi untuk merekam sinyal otak dengan frekuensi *sampling* 128 Hz. Untuk memvalidasi kondisi responden, selama pengambilan data responden juga menggunakan *fingertips pulse oximeter* yang dipasang pada salah satu jari yang berfungsi untuk mengukur detak jantung serta dua buah kamera yang terletak di depan dan belakang responden dimana kamera depan berfungsi untuk merekam ekspresi wajah serta detak jantung sedangkan kamera belakang berfungsi untuk merekam film. Perekaman dilakukan secara bersamaan agar data yang didapatkan akurat.

3.3 .Pemotongan Data

Pada tahap ini dilakukan pemotongan data untuk mendapatkan data tiap kanal yaitu kanal AF3, T7, PZ, T8, dan AF4 serta tiap kelas kondisi yaitu kondisi normal, mulai takut, dan sangat takut. Untuk kelas kondisi, perincian pemotongan data setiap responden yaitu normal 3 data, mulai takut 2 data, dan sangat takut 1 data. Data dipotong dengan durasi 5 detik sehingga didapatkan ukuran data 1x640 dan tersimpan dalam bentuk .mat. Proses validasi data dilakukan dengan memperhatikan video ekspresi wajah, detak jantung, dan pernyataan responden.

3.4 .Preprocessing

Langkah pertama dalam *preprocessing* adalah mengubah sinyal ke dalam domain waktu, kemudian proses normalisasi. Normalisasi dilakukan untuk mengurangi kompleksitas data karena data hasil perekaman 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.

3.5 .Ekstraksi Ciri

Tahap ekstraksi ciri dilakukan dengan metode DWT dengan jenis wavelet *daubechies4*. Pada tahap ini didahului dengan proses *filtering* yang berfungsi membagi sinyal EEG sesuai dengan rentang frekuensinya yaitu *delta*, *theta*, *alpha*, *beta*, dan *gamma*. Setelah didapatkan sinyal *delta* dan *theta*, kemudian dilakukan proses mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi menggunakan FFT.

3.6 .Perbandingan Pola Sinyal Delta dan Theta

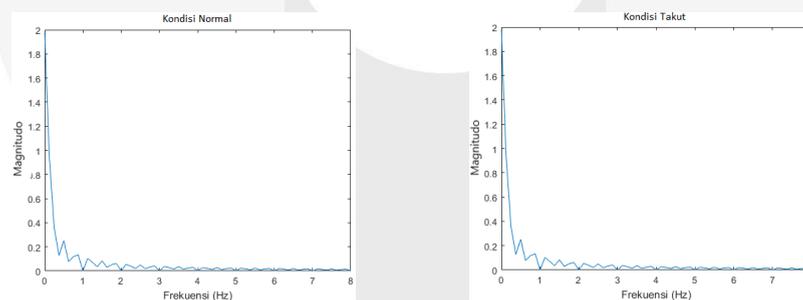
Setelah melalui proses ekstraksi ciri, didapatkan sinyal *delta* dan *theta* pada setiap kanal. Dalam hal ini sinyal *delta* dan *theta* yang diamati dibandingkan dalam 2 kondisi yaitu kondisi normal dan takut (mulai takut dan sangat takut) berdasarkan frekuensi kerjanya.

3.7 .Klasifikasi

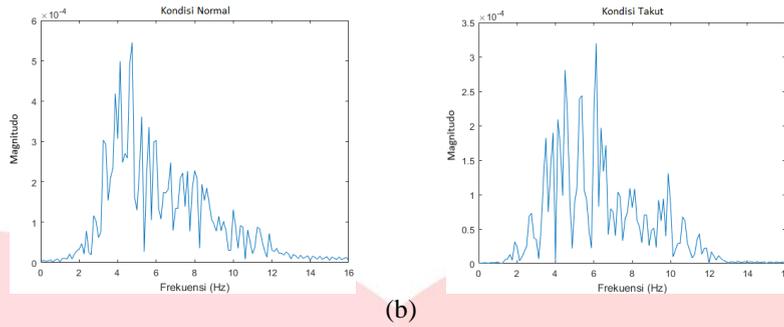
Pada tahap ini sinyal EEG yang telah terekstraksi kemudian diklasifikasikan menjadi 3 kelas kondisi yaitu normal, mulai takut, dan sangat takut. Klasifikasi yang digunakan yaitu klasifikasi K-NN. Analisis yang digunakan pada K-NN yaitu nilai K dan jarak. Nilai K yang diuji yaitu bilangan ganjil agar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

4. Analisis

Setelah melalui proses ekstraksi ciri, didapatkan sinyal *delta* dan *theta* pada setiap kanal. Dalam hal ini sinyal *delta* dan *theta* yang diamati dibandingkan dalam 2 kondisi yaitu kondisi normal dan takut (mulai takut dan sangat takut) berdasarkan frekuensi kerjanya.



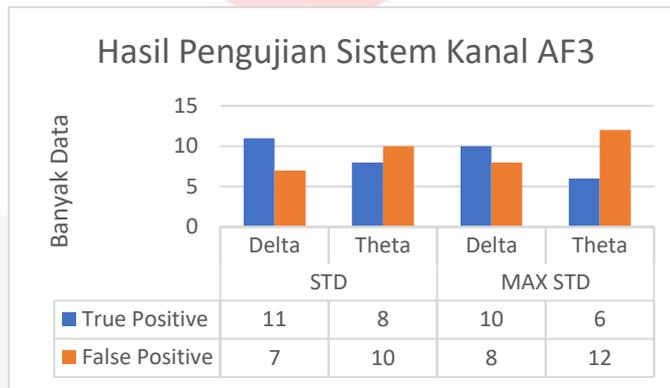
(a)



Gambar 4.1 Perbandingan frekuensi sinyal kondisi normal dan takut pada sinyal *delta* (a) dan *theta* (b)

Dari gambar 4.8 dapat dilihat bahwa untuk sinyal *delta* kondisi normal dan takut memiliki frekuensi kerja yang sama yaitu 0 Hz, sedangkan untuk sinyal *theta* pada kondisi normal frekuensi kerjanya 4.75 Hz dan pada kondisi takut frekuensi kerjanya 6.125 Hz.

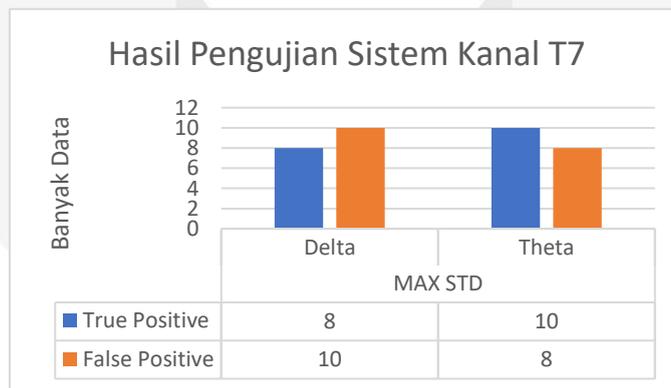
4.1. Kanal AF3



Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian kanal AF3 delta dan theta berbeda database

Dari grafik di atas didapatkan hasil apabila menggunakan ciri standar deviasi untuk sinyal *delta* sebanyak 11 dari 18 atau 61.11% data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *theta* sebanyak 8 dari 18 data uji atau 44.44% dikenali pada kelas yang tepat. Sedangkan apabila menggunakan ciri kombinasi nilai maksimum dan standar deviasi untuk sinyal *delta* sebanyak 10 dari 18 data uji atau 55.56% dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *theta* sebanyak 6 dari 18 atau 33.33% data uji dikenali pada kelas yang tepat.

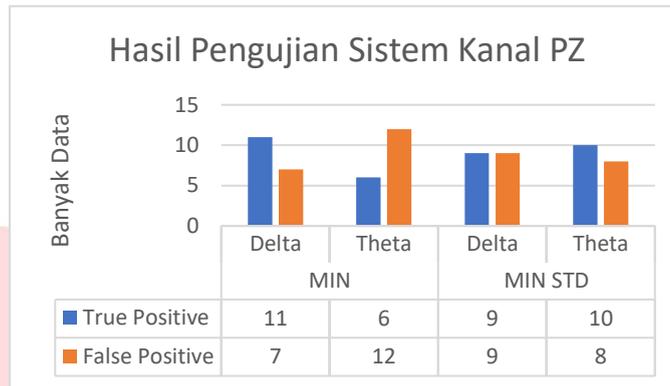
4.2. Kanal T7



Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian kanal T7 delta dan theta berbeda database

Dari grafik di atas didapatkan hasil dengan menggunakan ciri kombinasi nilai maksimum dan standar deviasi untuk sinyal *delta* sebanyak 8 dari 18 atau 44.44% data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *theta* sebanyak 10 dari 18 data uji atau 55.56% dikenali pada kelas yang tepat.

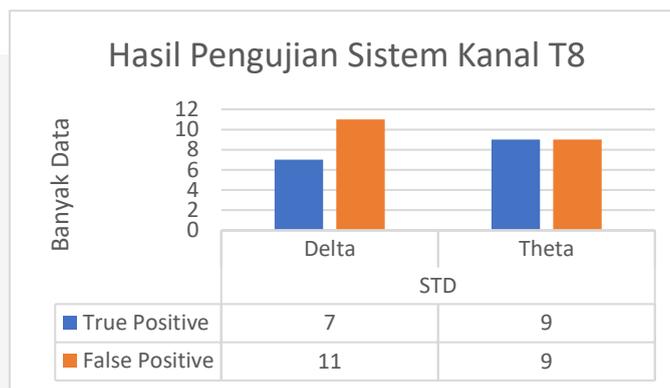
4.3. Kanal PZ



Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian kanal PZ delta dan theta berbeda database

Dari grafik di atas didapatkan hasil apabila menggunakan ciri nilai minimum untuk sinyal *delta* sebanyak 11 dari 18 atau 61.11% data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *theta* sebanyak 6 dari 18 data uji atau 33.33% dikenali pada kelas yang tepat. Sedangkan apabila menggunakan ciri kombinasi nilai minimum dan standar deviasi untuk sinyal *delta* sebanyak 9 dari 18 data uji atau 50% dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *theta* sebanyak 10 dari 18 atau 55.56% data uji dikenali pada kelas yang tepat.

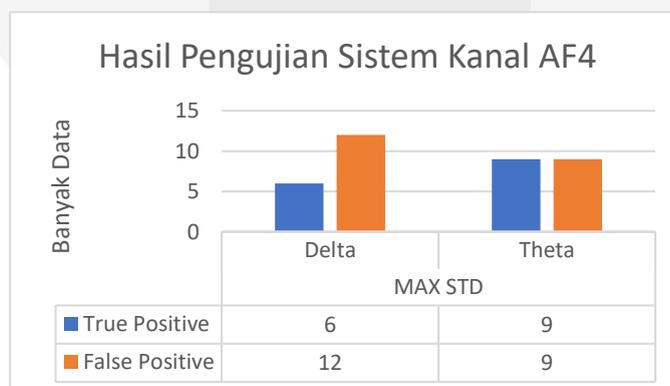
4.4. Kanal T8



Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian kanal T8 delta dan theta berbeda database

Dari grafik di atas didapatkan hasil dengan menggunakan ciri standar deviasi untuk sinyal *delta* sebanyak 7 dari 18 atau 38.89% data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *theta* sebanyak 9 dari 18 data uji atau 50% dikenali pada kelas yang tepat.

4.5. Kanal AF4



Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian kanal AF4 delta dan theta berbeda database

Dari grafik di atas didapatkan hasil dengan menggunakan ciri kombinasi nilai maksimum dan standar deviasi untuk sinyal *delta* sebanyak 6 dari 18 atau 33.33% data uji dikenali pada kelas yang tepat dan untuk sinyal *theta* sebanyak 9 dari 18 data uji atau 50% dikenali pada kelas yang tepat.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode ekstraksi DWT dengan *daubechies4* mampu mengekstraksi sinyal menjadi sinyal *delta* dan *theta* pada sebuah sinyal yang diberi stimulus berupa potongan film horor.
2. Pada hasil perbandingan pola sinyal kondisi normal dan takut, untuk sinyal *delta* pada kedua kondisi tersebut memiliki frekuensi kerja yang sama pada semua kanal, sedangkan untuk sinyal *theta* pada kedua kondisi tersebut memiliki frekuensi kerja yang berbeda dan perbedaan terbesar berada pada kanal PZ.
3. K-NN mampu mengklasifikasi kondisi normal, mulai takut, dan sangat takut pada sinyal EEG saat diberi stimulus berupa potongan film horor.
4. Parameter terbaik untuk sinyal *delta* yaitu K=1 dan standar deviasi yang berada pada kanal AF3 serta nilai minimum yang berada pada kanal PZ, sedangkan parameter terbaik untuk sinyal *theta* yaitu K=1 dan kombinasi nilai maksimum dengan standar deviasi yang berada pada kanal T7 serta kombinasi nilai minimum dengan standar deviasi yang berada pada kanal PZ.
5. Akurasi tertinggi untuk sinyal *delta* berada pada kanal AF3 dan PZ dengan akurasi 61.11% sedangkan untuk sinyal *theta* paling tinggi berada pada kanal T7 dan PZ dengan akurasi 55.56%.

Daftar Pustaka

- [1] A. Hossan dan A. M. Chowdhury, "Real Time EEG Based Automatic Brainwave Regulation by Music," 2016.
- [2] T. N. Azhar, D. Q. Utama, M. N. Aulia and A. Riyani, *Preventing Traffic Accident by Reading Human Brain Waves Using Brainstat*, 2015.
- [3] Fashbir, "Pengukuran dan Analisa Sinyal Otak Manusia dengan Studi Kasus Pemberian Input Suara," vol. 6, pp. 10-19, 2017.
- [4] D. V. Dhongade and T. K. Rao, "Classification of Sleep Disorders Based on EEG Signals by Using Feature Extraction Techniques with KNN Classifier," *IEEE International Conference on Innovations in Green Energy and Healthcare Technologies(ICIGEHT'17)*, pp. 1-5, 2017.
- [5] S. Pattnaik, S. K. Sabut and M. Dash, "DWT-based Feature Extraction and Classification for Motor Imaginary EEG Signals," *Proceedings of 2016 International Conference on Systems in Medicine and Biology*, pp. 186-201, 2016.
- [6] A. Chavan and M. Kolte, "Optimal Mother Wavelet for EEG Signal Processing," *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 2, no. 12, pp. 5959-5963, 2013.
- [7] S. Z. M. Tumari and R. Sudirman, "Selection of a Suitable Wavelet for Cognitive Memory Using Electroencephalograph Signal," *Scientific Research*, pp. 15-19, 2013.
- [8] T. and G. , "Comparative Analysis of Different Wavelets for EEG Signal Denoising," *International Journal of Innovation Research in Science, Engineering, and Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 594-599, 2017.
- [9] K. Nidal and A. S. Malik, *EEG/ERP Analysis*, CRC Press, 2015.
- [10] [Online]. Available: [https://www.emotiv.com/insight/..](https://www.emotiv.com/insight/) [Accessed 12 Oktober 2017].
- [11] A. Graps, "An Introduction to Wavelets," vol. 2, pp. 1-29, 1992.
- [12] American Heart Association, 31 Juli 2015. [Online]. Available: <http://www.heart.org/en/health-topics/high-blood-pressure/the-facts-about-high-blood-pressure/all-about-heart-rate-pulse>. [Accessed 20 Agustus 2018].

- [13] B. Gholipour, "Live Science," 12 Januari 2018. [Online]. Available: <https://www.livescience.com/42081-normal-heart-rate.html>. [Accessed 20 Agustus 2018].
- [14] D. Croma, "AEDs today," 28 Agustus 2015. [Online]. Available: http://www.aedstoday.com/The-Effects-of-Fear-on-the-Heart_b_147.html#.W3kcCpO-nIU. [Accessed 20 Agustus 2018].
- [15] K. S. A. Permana, "Analisis Genre Film Horor Indonesia Dalam Film Jelangkung (2001)," *Commonline Departemen Komunikasi*, vol. 3, pp. 559-573.
- [16] A. Quamila, "Hello Sehat," [Online]. Available: <https://hellosehat.com/hidup-sehat/fakta-unik/reaksi-tubuh-saat-merasa-takut/>. [Accessed 12 Oktober 2017].