Klasifikasi Emosi Melalui Sinyal EEG yang Dihasilkan Otak dengan Menggunakan Discrete Wavelet Transform dan Backpropagation Artificial Neural Network

Emotion Classification Through EEG Signal Produced by Brain Using Discrete Wavelet Transform and Backpropagation Artificial Neural Network

Vania Naibaho
Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
email : zekbacht@gmail.com

Abstrak
Ketika mendengarkan suatu musik atau suara dengan frekuensi tertentu, terkadang manusia merasakan suatu emosi yang berbeda-beda. Emosi ini muncul akibat stimulus dari musik atau suara tersebut, yang mengakibatkan turun atau naiknya aktivitas otak dan menghasilkan sinyal otak dengan karakteristik tertentu. Dengan menggunakan *Electroenchephalography* (EEG) sebagai instrumen untuk menangkap sinyal otak tersebut, kita dapat mengetahui apa pengaruh dari stimulasi yang diterima seseorang terhadap emosi yang dihasilkan akibat aktivitas otak tersebut. Dalam tugas akhir ini, penulis membangun sistem yang akan mengklasifikasikan pengaruh suara terhadap aktivitas otak melalui EEG yang dihasilkan . Dengan menggunakan *discrete wavelet transform*(DWT) untuk membagi sinyal berdasarkan frekuensinya, kemudian feature tertentu diambil dari sinyal tersebut yang kemudian akan digunakan untuk melatih Artificial Neural Network. Pelatihan ANN ini dilakukan dengan metode *backpropagation.* Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, rata-rata tingkat klasifikasi ANN terbaik terhadap data testing yang dimiliki berada pada 34.03% sehingga disimpulkan bahwa klasifikasi emosi dengan menggunakan ANN kurang tepat. Hal ini dapat disebabkan karena banyaknya subjek yang digunakan dalam percobaan sehingga mengakibatkan *overfitting* dan tidak ada pemilihan *feature* yang efektif dalam penggunaan subjek yang besar

Kata Kunci : *EEG,* emosi, *Discrete wavelet Transform, Artificial Neural Network, backpropagation*

Abstract
When listening to music or sounds with certain frequencies, human will feel different kinds of emotions. These emotions come from the stimulation made by the music or sound itself, which causes fluctuation on brain activity and produces brain signal with certain characteristics. Using *Electroenchephalography*(EEG) as the instrument to record brain signal, we can find what kind of effect created by the stimulus for emotions which was produced by brain activities. From this thesis, writer builds a system which can classified sound effects upon brain activities from the EEG signal. Using Discrete Wavelet Transform (DWT) the captured signal will be divided based on the respective frequency and then certain features extracted from the signal. The features will be then used to train Artificial Neural Network. Training Artificial Neural Network will be perfomed using backpropagation method. Based on the performed experiment, the highest mean of the ANN accuracy classification by using the data testing is 34.03%, in which we can conclude that ANN is not suitable for this case. This is because of the high amount of subjects used for the experiment which causing overfitting and there is no suitable feature for such big subjects

Keywords : *EEG, emotion, Discrete wavelet Transform, Artificial Neural Network, backpropagation*

1.Pendahuluan

Saat manusia melakukan suatu aktifitas seperti mendengarkan musik atau suara pada frekuensi tertentu tersebut, otak akan beraktivitas, merespon dan menghasilkan sinyal otak atau *brainwave* dan dapat mempengaruhi emosi seseorang. EEG merupakan salah satu metode untuk merekam sinyal otak yang disebabkan oleh aktivitas neuron pada otak manusia. EEG digunakan oleh banyak peneliti, terutama dalam analisis aktivitas otak dan prediksi emosi yang dihasilkan. Melalui EEG, kita dapat melihat bagaimana reaksi otak terhadap aktivitas yang dilakukan seseorang dan dapat menentukan keadaan emosi seseorang. Dengan menggunakan *Discrete Wavelete Transform (DWT)* sebagai ekstraksi ciri dari sinyal EEG dan *Artificial Neural Network (ANN)* sebagai *classifier, maka akan dibangun suatu sistem klasifikasi emosi yang dilihat dari sinyal EEG yang dihasilkan oleh otak dan melihat bagaimana kinerja dari sistem tersebut, apakah dapat digunakan atau tidak.*

1.1 Perumusan Masalah

1. Apakah ANN dapat diterapkan untuk pengklasifikasian musik yang mempengaruhi aktivitas otak manusia yg dilihat melalui EEG yg dihasilkan?
2. Bagaimana performansi dari pengklasifikasian menggunakan ANN jika beberapa parameter, seperti *fitur yang digunakan, jumlah epoch, learning rate, jumlah neuron pada tiap layer*?

1.3 Tujuan

1. Menggunakan ANN untuk pengklasifikasian suara yang mempengaruhi aktivitas otak manusia melalui EEG yang dihasilkan
2. Menentukan performansi dari ANN yang digunakan, apakah efektif atau kurang efektif.

2. Landasan Teori

2.1 Brainwave

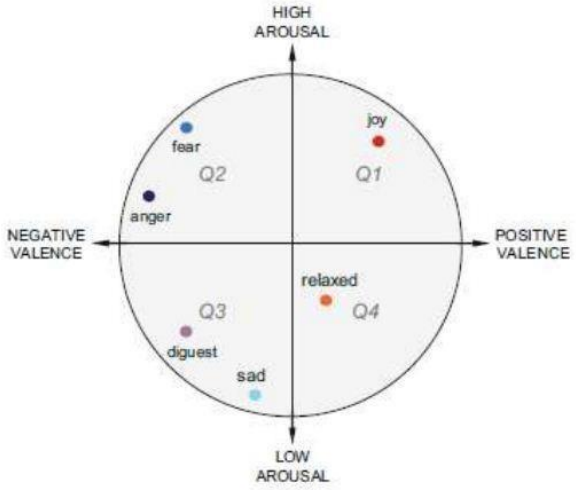
Brainwave merupakan gelombang yang muncul di dalam otak ketika manusia melakukan suatu aktivitas. Berikut beberapa jenis pola *brainwave[3]: Beta* (14-30 Hz), *Alpha* (8-13.9 Hz), *Theta* (4-7.9 Hz), *Delta* (1-3.9 Hz), *Gamma (>30Hz)*

2.2 Emosi

Emosi adalah keadaan mental yang dapat dinyatakan dengan menyenangkan atau tidak menyenangkan yang dibentuk dalam sistem limbik otak mamalia. Emosi muncul akibat meningkatnya atau menurunnya tingkat aktivitas otak [8]. Dalam prediksi emosi, ada 2 areal untuk mengukur emosi [9] :

1. Diskrit.
   Prediksi emosi secara diskrit digunakan ketika sudah diberikan defenisi standar terhadap keadaan emosi dan stimulus selama percobaan

2. Kontinu
   Mengindikasi penilaian dari sebuah stimulus, seperti gambar, musik, dan lain-lain, yang diberikan pada saat eksperimen dalam tingkat tertentu, biasanya digambarkan dengan sumbu valensi (kualitas) dan arousal(gairah atau ketertarikan)



Gambar 2. 1 areal emosi (sumbu valensi dan arousal)

2.3 Suara dan Musik

Ketika mendengar suara atau nada dalam frekuensi tertentu, otak manusia akan menghasilkan reaksi yang berbeda dan menghasilkan sinyal EEG dengan karakteristik yang berbeda[2]. Sudirman et al.[8] juga menyatakan bahwa ketika mendengarkan gelombang suara atau tone dengan frekuensi yang berbeda-beda, otak akan menghasilkan sinyal otak yang berbeda pula. Husheng Lu et al .[4] , melakukan percobaan dimana manusia yang mendengarkan musik tertentu menghasilkan EEG dengan spektrum frekuensi yang berbeda juga. Dari beberapa percobaan yang dilakukan ini, kita dapat ,menyimpulkan bahwa suara dan musik pada frekuensi tertentu mempunyai pengaruh besar terhadap aktivitas otak.

2.4 *Electroenchephalography*

Electroenchephalography (EEG) merupakan suatu suatu kegiatan untuk merekam aktivitas elektrik spontan dari otak selama periode tertentu. EEG menggunakan aktivitas elektrik dari neuron yang terdapat dalam otak. Alat yang digunakan untuk merekam EEG disebut *electroenchapalogram(EEG)*

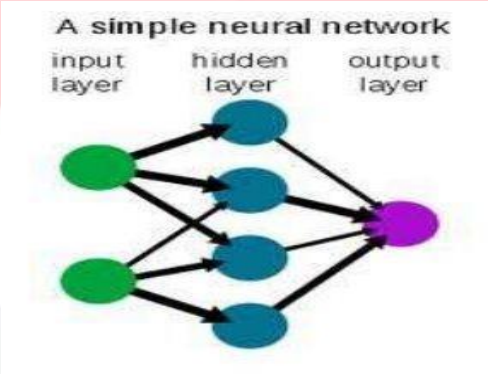
2.5 Discrete Wavelet Transform (DWT)

Wavelet merupakan salah satu metode ekstraksi ciri yang biasa digunakan pada sinyal. *Wavelet* mempunyai kemampuan untuk menganalisis sinyal *single* dan *multidimensional*, terutama jika sinyal tersebut memiliki informasi yang berbeda-beda di tiap waktunya. Representasi *wavelet* adalah *mutiscale* dari dekomposisi *sinyal*, yang dapat kita anggap sebagai pohon, dimana di tiap level menyimpan proyeksi sinyal ke dalam fungsi basisnya ke dalam resolusi tertentu atau dengan kata lain *wavelet* mengubah nilai menjadi serangkaian koefisien tertentu[5]. Representasi time-frequency dengan wavelet ini dilakukan dengan melakukan filter terhadap sinyal dengan sepasang filter yang akan memotong domain frekuensi ke tengah. Fungsi wavelet Ψa, b(t) dapat direpresentasikan sebagai berikut [6]

$$( ) \quad \sqrt{\ } \quad (\quad) \qquad (2.1)$$

2.6 Artificial Neural Network (ANN)

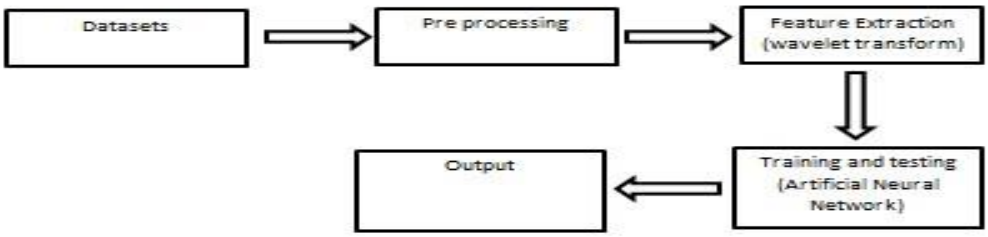
Setelah melakukan ekstraksi terhadap fitur, jenis emosi apa yang dihasilkan masih perlu ditemukan dengan menggunakan ANN. Karakteristik utama dari *neural network* adalah kemampuannya yang dapat mempelajari hubungan *input-output nonlinear* yang kompleks, dengan menggunakan prosedur pelatihan yang sekuensial dan dapat beradaptasi dengan data yang ada [1]. Salah satu metode pelatihan ANN adalah dengan menggunakan backpropagation.



Gambar 2.9 Simple Neural Network.

3. Perancangan Sistem

Secara garis besar, sistem dibangun seperti flow chart berikut



Gambar 3.1 Diagram sistem

3.1 Dataset

Dataset yang digunakan pada tugas akhir ini adalah DEAP Dataset : *A Database for Emotion Analysis Using Physiological Signals* [7]. Dataset ini menggunakan penilaian emosi secara kontinu. Di setiap akhir trial atau percobaan, partisipan diminta untuk memberikan level rating mereka dalam skala kontinu sebesar 1-9 poin. Pemberian level ini disebut sebagai "self-assessment (SAM)"

Untuk mengetahui apakah data EEG dengan penilaian pada self-assesment ini dapat digunakan sebagai indikator, telah dilakukan percobaan dengan melihat korelasi EEG dengan penilaian. Dari hasil percobaan tersebut, bisa disimpulkan bahwa penilaian tersebut merupakan indikator valid keadaan emosi dalam konteks stimulasi musik multi-modal.[7]

3.2 Preprocessing

DEAP Datasets menyediakan dataset EEG yang telah mengalami proses preprocess. Tujuan dari proses ini dilakukan dengan tujuan utama untuk mengurangi noise yang dimiliki oleh data mentah EEG

3.3 Feature Extraction

Ekstraksi fitur dilakukan dengan menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT), dengan menggunakan wavelet "db4" dan level wavelet 4. Dalam hal ini, fitur yang akan diekstraksi adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan 1 fitur saja (power) pada setiap frekuensi sub-band sehingga total fitur menjadi 4 fitur. [6]
2. Menggunakan 5 fitur (minimum, maksimum, rata-rata, *standard deviation atau* standar deviasi) pada setiap frekuensi sub-band, sehingga total fitur yang digunakan adalah 20 fitur. [9]

3.4 Artificial Neural Network

Jumlah neuron pada input layer diatur berdasarkan jumlah fitur yang digunakan. Sedangkan untuk output layer terdiri atas 2 neuron yaitu prediksi valensi dan arousal. Berdasarkan hasil prediksi tersebut, sistem akan mengklasifikasikan apa pengaruh stimulus terhadap emosi yang diberikan. Untuk hidden layer,hidden layer diset sebanyak 3 layer, sedangkan untuk neuron pada setiap layernya akan dikonfigurasi berdasarkan skenario pengujian yang akan diberikan. Proses pembagian data dan pembangunan ANN dapat dilihat pada ilustrasi berikut. Dalam proses pembangunan *network* pada ANN, ada 2 tahap proses yang akan dilakukan yaitu *training* dan *testing*.

4 . Pengujian dan kesimpulan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah ANN dapat diterapkan pada sistem klasifikasi emosi dan mengetahui bagaimana akurasi dan kinerja sistem jika menggunakan konfigurasi jaringan sesuai dengan skenario pengujian yang digunakan**.**Untuk skenario testing, parameter konfigurasi network yang akan diubah untuk proses pengujian EEG adalah jumlah neuron di setiap layer, jumlah epoch, learning rate, dan fitur yang digunakan

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan rata-rata akurasi hasil klasifikasi, sulit untuk menentukan konfigurasi network terbaik. Pada tahap testing, rata-rata tertinggi diperoleh sebesar 34.03% pada 20 *fitur* sehingga dapat disimpulkan bahwa klasifikasi kurang akurat. Hal ini bisa disebabkan karena sulit untuk menentukan fitur atau ciri yang tepat untuk melakukan klasifikasi emosi melalui EEG dan belum bisa ditentukan fitur apa yang tepat untuk kasus ini, terutama jika jumlah subjek yang digunakan sangatlah banyak.

Selain itu, tingkat akurasi pada tahap testing semakin meningkat ketika menggunakan 20 fitur dibandingkan dengan menggunakan 4 fitur. Hal ini dapat dilihat dari adanya perbedaan pengujian yang jauh lebih tinggi, dimana pada hasil testing dengan menggunakan 4 fitur, dimana hasil klasifikasi tertinggi dengan 4 fitur hanya memperoleh akurasi sebesar 24.6%, sedangkan dengan 20 fitur memperoleh akurasi sebesar 35.9%

4.2 Saran

Untuk penelitian berikutnya, diharapkan untuk menggunakan metode lain atau metode gabungan yang dapat menghasilkan akurasi lebih baik, memakai dataset EEG dengan subjek yang tidak terlalu banyak dan melakukan pemilihan ekstraksi ciri yang lebih baik

Daftar Pustaka :

[1] Basu, Jayanta Kumar (et al). 2010. "*Use of Artificial Neural Network in Pattern Recognition"*. *International Journal of Software Engineering and Its Applications* .4 (1738-9984): 23-34

[2] Dhariya, Subhanshu. 2013. "Human Emotion Detection System Using EEG Signals". International KIET Journal of Software and Communication Technologies (IKJSCT). Volume 1, Issue 1, pp: 25-30

[3] Huang ,Tina L., Christine Charyton. 2008. "*A Comprehensive Review of the Psychological Effects of Brainwave Entrainment". ALTERNATIVE THERAPIES, sep/oct 2008, VOL. 14, NO. 5*. 38-49

[4] Husheng Lu, Mingshi Wang and Hongqiang Yu, "*EEG Model and Location in Brain when Enjoying Music*", in proceedings of the 2005 IEEE in Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai, 2005, pp. 2695-2698.

[5] Mong Andrew (et al). *1999. "Sound- and Pressure-Induced Vertigo Associated with Dehiscence of the Roof of the Superior Semicircular Canal". AJNR Am J Neuroradio.* l20:1973–1975

[6] Murugappan, Murugappan(et. al.). 2010. "Classification of human emotion from EEG using discrete wavelet transform". J. Biomedical Science and Engineering 3. 390-396

[7] S Koelstra, C. Muhl, M. Soleymani, J.S. Lee, A. Yazdani, T. Ebrahimi, T. Pun, and A. Nijholt, "DEAP: a databased for emotion analysis using physiological signals", IEEE Trans. On Affective Computing, vol. 3, no. 1, pp. 18-31, Jan-Mar 2012.

[8] Sudirman, R. (et. al.). 2010 . "*EEG Different Frequency Sound Response Identification using Neural Network and Fuzzy Techniques*". IEEE 6th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA). 35-40

[9] Wichakam, Itsara and Vateekul. 2014. "*An Evaluation of Feature Extraction in EEG-Based Emotion Prediction with Support Vector Machines*", IEEE 11th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE).106-110

Telkom University