

ANALISIS PEMETAAN BIOMETRIK MENGGUNAKAN EEG BRAINWAVE DAN STIMULI BERUPA GAMBAR

ANALYSIS OF BIOMETRIC MAPPING USING EEG BRAINWAVE AND STIMULI IN FORMING PICTURE

Ahmad Muammar Agusti¹, 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
Jln. Telekomunikasi No.1 Terusan Buah Batu Bandung 40257 Indonesia

[1muammaragusti@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:muammaragusti@student.telkomuniversity.ac.id), [2iwijayanto@telkomuniversity.ac.id](mailto:iwijayanto@telkomuniversity.ac.id)

ABSTRAK

Setiap manusia memiliki ciri dan karakteristik yang melekat pada fisik atau perilakunya yang dapat diidentifikasi atau dikenali menggunakan biometrik. Biometrik bersifat universal dan unik yang dimiliki oleh setiap manusia dan tidak memiliki kesamaan satu dengan yang lainnya. Seiring perkembangannya, biometrik telah digunakan dalam bidang keamanan yang bersifat personal seperti pemindai sidik jari, pemindai retina mata, dan pemindai wajah mengingat sifatnya yang tidak bisa dihilangkan dan sulit dipalsukan.

Dalam tugas akhir ini dilakukan analisis mengenai penerapan biometrik dengan memanfaatkan *brainwave*. Perekaman *brainwave* menggunakan *Electroencephalogram* (EEG) dengan stimuli visual berupa gambar untuk memunculkan *brainwave* yang unik. Dalam mengolah *brainwave* tersebut dilakukan dengan tahapan *preprocessing*, ekstraksi ciri menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan klasifikasi menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Frekuensi yang digunakan adalah frekuensi *alpha* dan *beta* pada *channel* AF7.

Dari hasil pengujian menunjukkan performa terbaik pada sinyal *alpha* dengan nilai akurasi pelatihan 99% dan akurasi pengujian 74%. Rata-rata yang dibutuhkan sistem secara keseluruhan untuk proses komputasi selama 240,27 detik. Dengan kata lain penerapan sistem biometrik menggunakan EEG *brainwave* memperoleh hasil yang optimal.

Kata kunci: *Alpha*, *Beta*, Biometrik, *Brainwave*, DWT, EEG, JST.

ABSTRACT

Every human being has characteristics and the characteristics inherent in physical or behaviour that can be identified by using biometrics. Biometrics is universal in every human being, biometrics has unique characteristics, because every human being has different characteristics of biometric and it's permanent. Along with the development, biometrics have been used in the field of personal security such as fingerprint recognition, optical recognition, facial recognition, because the biometric character cannot be erased and also difficult to be falsified.

In this final project, an analysis has been held about the application of biometrics by using brainwave. Brainwave recording uses Electroencephalogram (EEG) with visual stimulation in the form of images to bring up unique brainwaves. In processing the brainwave, it is carried out by preprocessing, feature extraction using the Discrete Wavelet Transform (DWT) method and classification using the Artificial Neural Network (ANN) method. The frequencies to be observed are alpha and beta frequencies on the AF7 channel.

Based on the test results the best performance showed in alpha signals with 99% of training accuracy and 74% of testing accuracy. The average required by the system as a whole for the computing process about 240.27 seconds. The performance of the system showed the application of a biometric system using EEG brainwave obtained optimal results.

Keywords: Alpha, Beta, Biometrik, Brainwave, DWT, EEG, JST.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Setiap manusia memiliki ciri fisik atau perilaku yang berbeda. Ciri tersebut dapat diidentifikasi atau dikenali menggunakan biometrik. Biometrik merupakan sebuah metode otomatis yang digunakan untuk mengenali manusia berdasarkan ciri bagian tubuh atau perilaku yang unik. Biometrik dalam kehidupan sehari-hari telah banyak terutama dalam aspek keamanan yang bersifat personal, diantaranya *fingerprint*, *optical recognition*, *facial recognition* karena memiliki sifat yang tidak mudah untuk dipalsukan. Salah satu ciri fisik yang terdapat pada manusia adalah *brainwave*, *brainwave* adalah sebutan dari gelombang yang dipancarkan atau dihasilkan otak yang muncul akibat *neuron* dalam otak saling berkomunikasi. Otak beraktifitas dengan merespon informasi yang masuk seperti ketika melihat sebuah benda, mendengar kalimat, dan mengingat bentuk dan warna dari benda yang sebelumnya telah dilihat atau mengulang sebuah kalimat yang sebelumnya didengarkan. *Brainwave* terbagi dalam beberapa jenis gelombang berdasarkan frekuensinya antara lain *gamma*, *beta*, *alpha*, *theta*, dan *delta*. Dalam mengamati gelombang otak diperlukan sebuah *device* yang mampu merekam sinyal yang dihasilkan dari aktivitas otak. Pada saat ini telah dikenal sebuah *device* yang banyak digunakan pada penelitian mengenai sinyal otak yaitu EEG dengan memanfaatkan gelombang listrik yang dihasilkan *neuron* pada otak.

Untuk dapat menampilkan hasil dari perekaman tersebut, diperlukan beberapa tahapan proses pengolahan sinyal yang dimulai dengan ekstraksi ciri hingga pada proses klasifikasi. Dalam proses pengolahan sinyal juga dikenal berbagai macam metode klasifikasi sinyal yang sering digunakan diantaranya, *Discrete Wavelet Transform (DWT)* dan metode klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis bagaimana penerapann sinyal otak dalam biometrik dengan menggunakan stimuli berupa gambar. Aktivitas otak direkam pada saat partisipan menerima stimuli yang ditampilkan dalam bentuk *slide show* gambar.

2. Dasar Teori

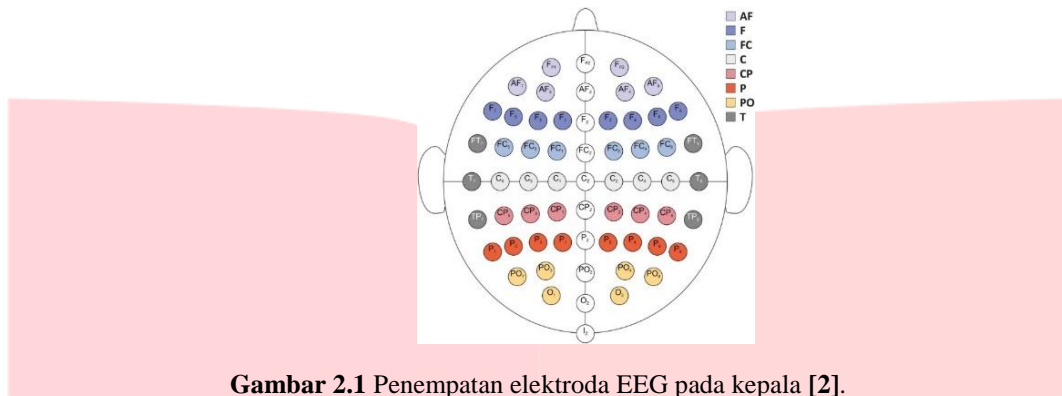
2.1 Biometrik

Biometrik secara umum merupakan studi mengenai karakteristik biologi dari sebuah makhluk hidup. Istilah biometrik berasal dari Bahasa Yunani yakni *bios* (hidup) dan *metron* (mengukur), metode ini digunakan untuk menganalisa karakteristik fisik maupun perilaku. Sejak dahulu biometrik telah digunakan untuk menjamin keaslian sebuah informasi seperti cap jempol atau stempel yang tertera pada surat. Seiring perkembangan teknologi, beberapa ciri fisik dan perilaku manusia yang lain telah dapat diolah dalam sistem biometrik secara otomatis. Pada tahun 1960, Federal Bureau of Investigation Amerika Serikat menemukan sistem pengenalan sidik jari yang disebut *Automate Fingerprint Identification System (AFIS)* dan militer amerika juga menemukan bentuk biometrik *voice recognition* untuk mengenali suara pilot pesawat tempur mereka. Sekitar tahun 1999, sensor biometrik semakin murah dan mudah untuk didapatkan sehingga memungkinkan pemanfaatan bometrik lebih luas lagi.

2.2 Electroencephalograph (EEG)

Elektroensefalography atau yang biasa disingkat EEG merupakan sebuah prosedur pencatatan aktivitas sinyal otak menggunakan sebuah alat pencatatan yang peka. Ketika otak sedang beraktifitas, otak akan mengeluarkan gelombang listrik yang dapat direkam melalui kulit kepala. Sinyal yang dihasilkan akan

bervariasi berdasarkan amplitudo dan frekuensinya tergantung pada letak perekaman dan aktivitas otak pada saat perekaman dilakukan [1].



Gambar 2.1 Penempatan elektroda EEG pada kepala [2].

2.3 Brainwave

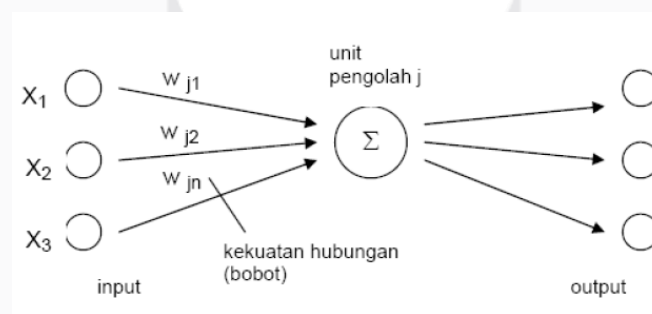
Seperti yang telah diketahui sebelumnya bahwa dalam melakukan aktivitas otak akan menghasilkan gelombang otak atau *brainwave*. Pengelompokan gelombang otak dibagi berdasarkan frekuensinya, yaitu sinyal *alpha*, *beta*, *gamma*, *theta*, dan *delta*. Pada dasarnya gelombang otak yang ada pada manusia berubah-ubah dengan mudah tergantung dari aktifitas apa yang sedang dikerjakan termasuk dalam mengamati gambar. Pada jurnal ini penelitian berfokus pada sinyal *alpha* dan *beta*.

2.4 Ekstraksi Ciri Dengan Discrete Wavelet Transform (DWT)

Metode transformasi wavelet digunakan untuk mengkonversi sinyal kedalam deret wavelet dengan cara konvolusi terhadap bentuk-bentuk wavelet. Basis yang terdapat pada wavelet adalah Haar, Coiflet, Symmet, Dubechies, dan Morlet. Terdapat fungsi penskalaan pada wavelet yang diperoleh dari proses dekomposisi untuk ekstraksi sinyal pada frekuensi tertentu kemudian proses rekonstruksi mengembalikan sinyal pada kondisi semula.

2.5 Klasifikasi Dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

JST merupakan artificial intelligence yang dibuat bertujuan untuk membuat sebuah mesin mampu melakukan pekerjaan dan berpikir selayaknya manusia. JST dirancang bertujuan untuk memecahkan suatu masalah dengan cara mengenali pola melalui sebuah proses pembelajaran kemudian membuat klasifikasi dari pola tersebut. JST dimanfaatkan dalam pemrosesan suatu informasi yang mengadopsi cara kerja sel otak dalam memproses sebuah informasi.

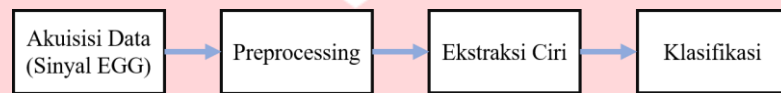


Gambar 2.2 Struktur Sederhana Neuron [3].

3. Pembahasan

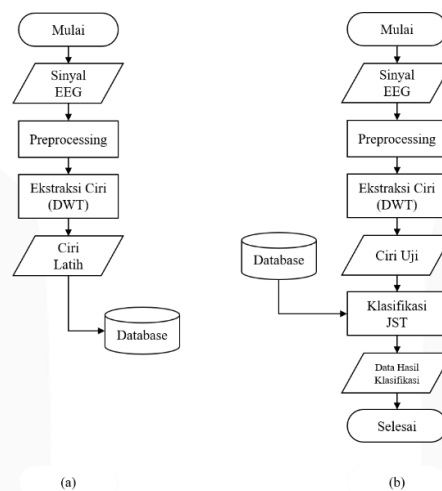
3.1 Perancangan Sistem

Berdasarkan latar belakang pada jurnal ini, akan dilakukan sebuah penelitian mengenai penerapan biometrik menggunakan sinyal EEG pada sinyal *alpha* dan sinyal *beta* dengan melihat konsistensi sniyal yang dihasilkan ketika seseorang melihat sebuah gambar yang berkaitan dengan dirinya. Secara umum tahapan proses perancangan sistem sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

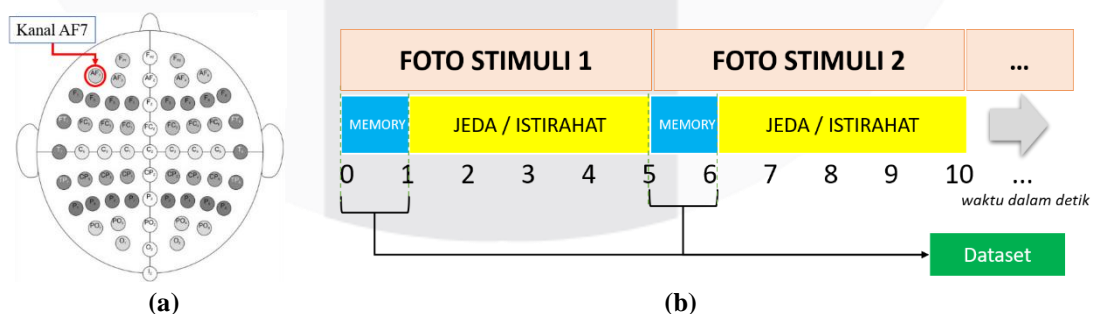
Tahap awal yaitu akuisisi data dengan pemasangan alat perekam EEG dan kalibrasi elektroda pada kepala partisipan. Selama perekaman, partisipan menyaksikan stimuli pada slide show yang ditampilkan. Data hasil perekaman akan terdownload pada smartphone yang terkoneksi menggunakan bluetooth dari alat perekaman. Proses selanjutnya adalah pengambilan RAW data, secara keseluruhan data yang digunakan berjumlah 200 *sample* yang dibagi menjadi data latih dan data uji masing-masing sebanyak 100 *sample*.



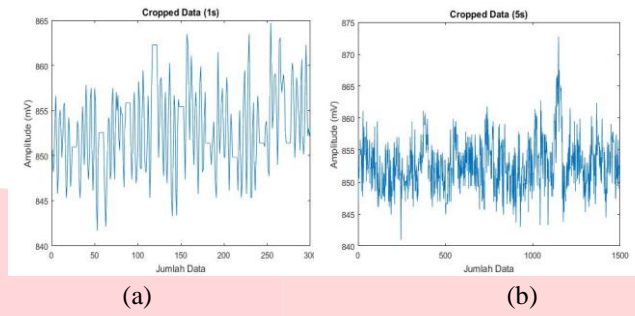
Gambar 3.2 Diagram alir kerja pelatihan sistem (a) dan pengujian sistem (b).

3.2 Akuisisi Data

Pengambilan data dilakukan pada partisipan dengan menggunakan alat perekam EEG. Proses perekaman dilakukan sebanyak 4 sesi pada setiap partisipan yang berjumlah 5 orang. Data hasil perekaman yang telah tersimpan akan dipisahkan dengan hanya mengambil raw data di *frontal lobes* pada kanal AF7, pada kanal tersebut akan dilakukan pengambilan data. Untuk mengambil informasi yang dibutuhkan, pengambilan data dilakukan berdasarkan waktu kemunculan stimuli yaitu 1 detik pertama dan 5 detik pertama sesaat stimuli diberikan. Dari hasil pengambilan data tersebut, diperoleh 100 *sample* data untuk setiap perekaman.



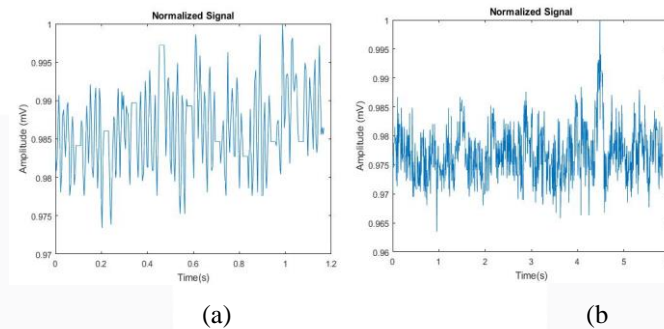
Gambar 3.2 Letak kanal AF7 (a) dan skema pengambilan data(b).



Gambar 3.3 Sinyal mentah hasil pengambilan data 1 detik (a) dan hasil pengambilan data 5 detik (b)

3.3 Preprocessing

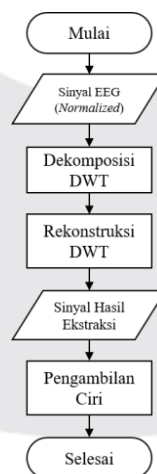
Setelah dilakukan pengambilan data, selanjutnya dilakukan *preprocessing* atau pemrosesan awal bertujuan untuk menormalisasi data karena data mentah hasil perekaman pada umumnya mengandung banyak *noise* yang berupa nilai data yang kosong, nilai negatif, dan lonjakan amplitudo yang tinggi. Hal tersebut disebabkan dari gerakan dan kondisi fisik subjek serta faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi perekaman.



Gambar 3.4 Sinyal hasil *preprocessing* 1 detik (a) dan 5 detik (b).

3.4 Ekstraksi Ciri

Pada tahap selanjutnya untuk ekstraksi ciri dilakukan menggunakan metode *wavelet*. Dengan memanfaatkan fungsi *Discrete Wavelet Transform (DWT)* untuk mendapatkan sinyal yang diperlukan yaitu sinyal *alpha* pada rentang 8-14 Hz dan sinyal *beta* pada rentang 15-32 Hz. Ekstraksi ciri bertujuan untuk mendapatkan ciri atau *feature* yang akan digunakan yaitu variasi, standar deviasi, dan entropi.



Gambar 3.5 Proses ekstraksi ciri.

3.5 Klasifikasi Dengan JST

Pada tahap proses klasifikasi sinyal digunakan dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Sinyal EEG yang sebelumnya telah terekstraksi dilakukan pengelompokan data berdasarkan jumlah partisipan dalam hal ini 5 kelas data. JST merupakan sebuah algoritma perbandingan untuk proses klasifikasi beberapa grup. data menggunakan sebuah sistem yang menyerupai jaringan syaraf pada tubuh manusia, dimana terdapat beberapa komponen seperti *layer*, *neuron*, dan *epoch*. *Feedforward* meneruskan informasi yang berasal dari input layer kemudian *backpropagation* bekerja dengan memperbarui bobot-bobot sinapsis ketika ada nilai *error* dari selisih output yang sebenarnya.

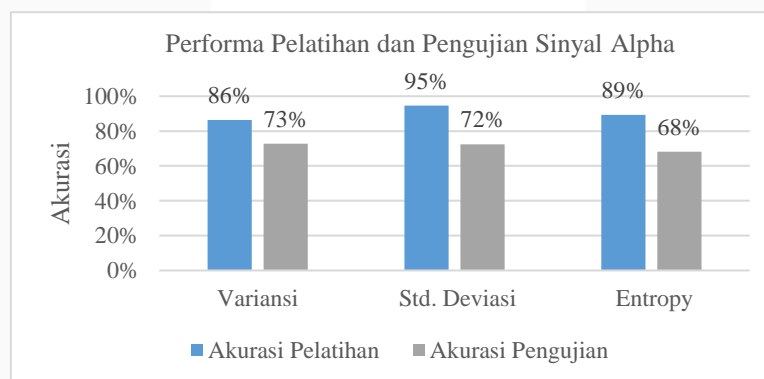
3.6 Performansi Sistem

Performansi sistem dapat diketahui pada hasil pelatihan dan pengujian dengan masukan berupa data latih, target sebagai kelas, dan data uji. Parameter untuk mengukur tingkat keberhasilan penelitian ini adalah akurasi dari hasil pelatihan dan pengujian pada sistem.

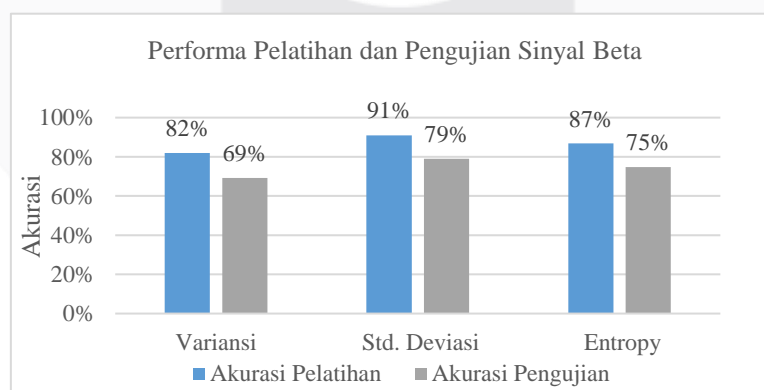
4. Analisis

4.1 Pelatihan dan Pengujian Sistem

Pelatihan sistem merupakan tahap yang dilakukan untuk menemukan kondisi ideal pada sistem yang kemudian akan diterapkan pada tahap pengujian. Parameter yang digunakan pada proses pelatihan sistem yaitu ciri sinyal yang telah diekstraksi meliputi variansi, standar deviasi, dan entropi, sedangkan parameter dari sisi JST meliputi jumlah *neuron*, jumlah *epoch*, dan waktu komputasi. Tahap pengujian sistem dilakukan dengan memberi masukan data lain yang berasal dari luar sistem. Pada tahap ini bertujuan untuk menguji performa sistem. Dari hasil pelatihan sinyal *alpha* pada performa pelatihan rata-rata diatas 80% yang relatif tinggi dan pada ciri standar deviasi memiliki tingkat akurasi pelatihan 95% dan akurasi pengujian 72%. Sedangkan pada hasil pelatihan dan pengujian sinyal *beta* pada gambar 4.2 dapat dilihat hasil yang bervariasi. Ciri yang memiliki hasil terbaik adalah standar deviasi seperti halnya pada sinyal *alpha* dengan rata-rata akurasi pelatihan 91% dan akurasi pengujian 79%.

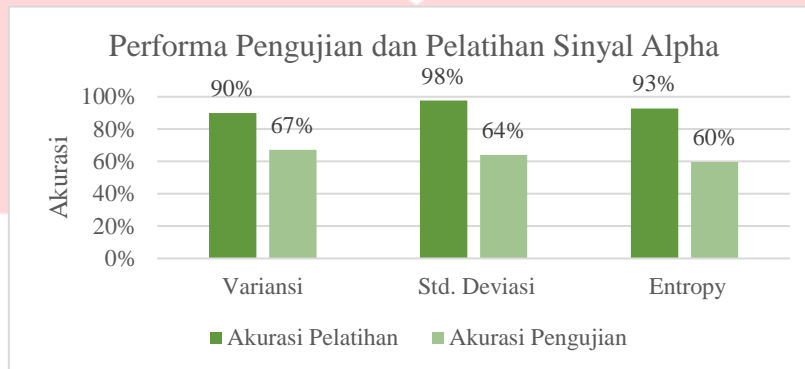


Gambar 4.1 Grafik pelatihan dan pengujian sinyal *alpha*.

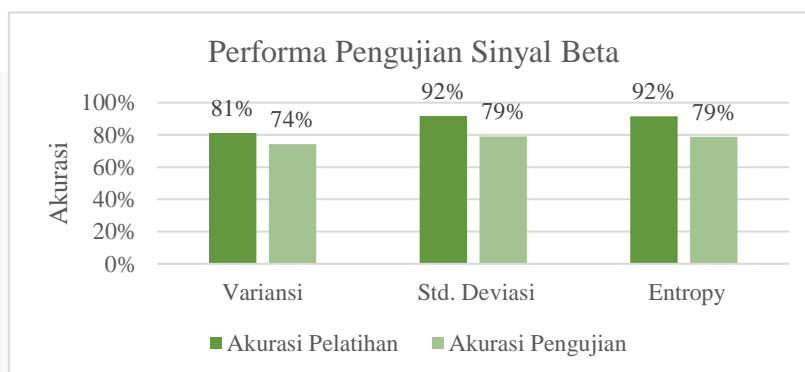


Gambar 4.2 Grafik pelatihan dan pengujian sinyal *beta*.

Dari hasil pelatihan dan pengujian untuk data 5 detik diperoleh hasil rata-rata akurasi pelatihan pada sinyal alpha mencapai 98% dan akurasi pengujian mencapai 67% pada ciri standar deviasi. Untuk sinyal beta, diperoleh hasil rata-rata akurasi pelatihan mencapai 92% dan akurasi pengujian mencapai 79% pada ciri standar deviasi dan entropy.



Gambar 4.3 Grafik pelatihan dan pengujian sinyal *alpha*..



Gambar 4.4 Grafik pelatihan dan pengujian sinyal *beta*..

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem pemetaan biometrik menggunakan sinyal EEG yang dilakukan pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem mampu membedakan sinyal EEG dari orang berbeda dengan menggunakan metode ekstraksi *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Parameter ciri yang digunakan antara lain variansi, standar deviasi, dan *entropi*, dengan pengujian memanfaatkan jumlah neuron pada JST.
2. Berdasarkan hasil percobaan dari 5 orang subjek, menunjukkan bahwa ada peluang sinyal EEG dapat diterapkan pada biometrik apabila dikombinasikan dengan biometrik lain yang bersifat stasioner seperti fingerprint dan retina. Namun tidak dapat dijadikan sebagai biometrik yang bersifat *standalone*. Dari hasil pengujian untuk kedua kondisi terdapat kecenderungan sinyal *alpha* memiliki rata-rata akurasi yang tinggi dibanding dengan sinyal *beta*. Dari hasil pengujian juga menunjukkan ciri standar deviasi memiliki rata-rata akurasi tertinggi untuk sinyal *alpha* dan *beta* pada semua kondisi.
3. Penambahan jumlah *neuron* tidak mempengaruhi jumlah iterasi dan waktu komputasi pada sistem. Hal tersebut dikarenakan sistem akan menghentikan iterasi jika sudah menemukan bobot terbaik untuk data yang sedang dilatih tanpa harus mencapai *epoch* maksimum yang ditentukan.

4. Secara keseluruhan, penerapan sistem biometrik pada sinyal EEG dengan stimuli berupa gambar dapat berjalan dengan optimal. Hal ini disebabkan karena pada saat perekaman, stimuli yang digunakan merupakan gambar yang berbeda untuk masing-masing partisipan, partisipan diarahkan untuk sebisa mungkin menggali informasi terhadap stimuli yang diberikan agar dapat menjaga konsistensi sinyal otak partisipan selama perekaman.

Daftar Pustaka :

- [1] N. I. Habibi and L. Andayani, "Makalah Electroencephalogram (EEG)," UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER, 2016.
- [2] M. R. Rosyid, "Sistem Diagnostik Murmur Menggunakan Continuous Wavelet Transform (CWT) dan Adaptive Resonance Theory 2 (ART-2)," Telkom University, 2012.
- [3] Z. F. M. Ramli, "Deteksi Kondisi Konsentrasi Berdasarkan Sinyal EGG Dengan Stimulasi Menghafal Al-Quran," Telkom University, 2018.
- [4] B. H. Akbar, "Analisis Kondisi Rileks Ketika Mendengarkan Bacaan Al-Quran Berdasarkan Sinyal Alfa Beta EEG," Telkom University, Bandung, 2018.
- [5] S. Decho, "Analysis of the Meditation Brainwave from Consumer EEG Device," IEEE Southeast Conference, Florida, 2015.
- [6] M. D. Wulandari and I. Afrianto, "Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization pada Pengenalan Wajah," *Jurnal Komputer dan Informatika*, pp. 45-51, 2012.
- [7] J. K. Basu, K. Tai-Hoon and D. Bhattacharyya, "Use of Artificial Neural Network in Pattern Recognition," *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, p. 34, 2010.
- [8] L. Aguiar-Conraria and M. Joana Soares, *The Continuous Wavelet : A Primer*, Universidade do Minho, 2011.
- [9] S. Yoshida, "Decoding of Emotional Visual Stimuli Using fMRI Brain Signal," *IEEE*, p. 4, 2016.
- [10] G. Dhaneswara and V. S. Moertini, "Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik Untuk Klasifikasi Data," pp. 117-131, 2004.
- [11] V. C. R. Naibaho, "Klasifikasi Emosi Melalui Sinyal EEG yang Dihasilkan Otak dengan Menggunakan DWT dan Bacpropagation Artificial Neural Network," Telkom University, 2015.
- [12] M. Drs. Jong Jek Siang, *Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Matlab*, Yogyakarta: ANDI OFFSET, 2009.
- [13] T. JG , T. NR, B. R, B. G and L. D, "The Frontal Lobes and Executive Function".
- [14] B. G. Felicia, "Implicit and Explicit Conceptual Memory Following Frontal Lobe Damage," Boston Univesity School Medicine, Department of Veterans Affairs Medical Center, Boston.