

DETEKSI KONDISI KONSENTRASI BERDASARKAN SINYAL EEG DENGAN STIMULASI MENGHAFAI AL-QURAN

DETECTION OF CONCENTRATION CONDITIONS BASED ON EEG SIGNALS WITH THE STIMULATION OF AL-QURAN RECITATION

Zulfikar F.M. Ramli¹, 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

zfr.ramli@gmail.com, iwijayanto@telkomuniversity.ac.id,

sugondo@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Konsentrasi merupakan suatu kondisi dimana pikiran seorang individu terpusat pada suatu hal tertentu. Ditinjau dari gelombang EEG yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda maka tingkat konsentrasi seorang individu dapat diidentifikasi. Secara umum proses konsentrasi bisa teridentifikasi ketika terjadi peningkatan aktivitas gelombang Alfa dan Beta. Disisi lain telah banyak riset yang dilakukan untuk meneliti tentang pengaruh Al-Qur'an terhadap kondisi psikologis seseorang antara lain kondisi relaksasi, konsentrasi, atau kesehatan mental.

Pada tugas akhir ini dikembangkan sistem untuk mendeteksi kondisi konsentrasi orang yang sedang menghafal Al-Quran berdasarkan kondisi fokus dan distraksi dengan menggunakan sinyal alfa dan beta EEG pada kanal AF7. Proses pengolahan sinyal dilakukan dengan tahapan pemrosesan awal, ekstraksi ciri menggunakan *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, dan klasifikasi dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) – Propagasi Balik.

Hasil pengujian menunjukkan pada kondisi fokus performa terbaik terdapat pada gelombang Alfa dengan parameter ciri entropi dengan nilai akurasi 73% dan pada kondisi distraksi performa terbaik didapatkan baik pada gelombang Alfa dan Beta dengan nilai akurasi masing-masing 49%. Dengan kata lain sistem deteksi konsentrasi memperoleh hasil optimal di kanal AF7 pada kondisi fokus sedangkan pada kondisi distraksi sistem memperoleh hasil yang kurang optimal.

Kata Kunci : EEG, konsentrasi, DWT, JST-Propagasi Balik

ABSTRACT

Concentration is a condition in which the mind of an individual is centered on a certain thing. Based on the EEG waves that each have a different characteristic then the level of an individual's concentration can be identified. In general, the concentration process can be identified when there is an increase in Alfa and Beta wave activity in AF7 brain channel. On the other hand there has been much research done to examine the influence of the Quran on the psychological condition of a person, among others, condition of relaxation, concentration, or mental health.

In this final project has developed a system of concentration detection with a stimulation of Al-Quran recitation based on the conditions of focus and distraction by using alpha and beta EEG signals. The signal processing procedure is breakdown with preprocessing, feature extracting with Digital Wavelet Transform (DWT), and a classified using Artificial Neural network – Backpropagation.

The test results show that the best performance focus conditions are Alpha wave with entropy with an accuracy value of 73% and in the distraction conditions the best performance is obtained in the Alpha and Beta wave with an accuracy value of 49%. It can be concluded that the concentration detection system obtains optimal results in the AF7 channel under focus conditions while in the distraction condition the system gets less than optimal results.

Keyword : EEG, concentration, DWT, ANN-Backpropagation

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Konsentrasi adalah kemampuan memusatkan perhatian pada suatu aktivitas tertentu. Semua aktivitas yang dilakukan membutuhkan konsentrasi. Dewasa ini perkembangan teknologi ternyata memiliki andil dalam memberikan dampak negatif terhadap tingkat konsentrasi seseorang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tim dari Universitas Stellenbosch, Afrika Selatan, diketahui bahwa penggunaan media elektronik seperti *gadget* berpotensi memberikan masalah dalam perspektif kontrol kognitif individu. Dalam perkembangan teknologi sendiri *Brain Computer Interface (BCI) System* sudah lazim digunakan sebagai media untuk merekam dan mengakuisisi data sinyal EEG pada individu. Beberapa penelitian BCI yaitu terkait *human-machine interaction*, dan *human-subject monitoring*, dimana pada topik terakhir ini erat kaitannya dengan kondisi fisiologis dan psikologis yang di dalamnya terdapat korelasi terhadap tingkat konsentrasi individu.

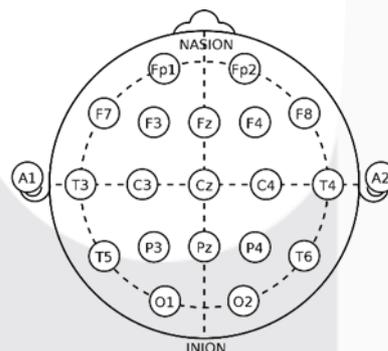
Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik gelombang otak individu dengan berbagai macam rangsangan. Dimana untuk proses perekaman menggunakan perangkat *Brain Computer Interface (BCI) portable*. Dari penelitian didapatkan hasil bahwa aktivitas sinyal EEG yang direpresentasikan dengan gelombang Alfa dan Beta cenderung lebih konsisten ketika subjek melakukan meditasi atau kegiatan terkait aspek spiritual.

Berdasarkan paparan permasalahan diatas, diperlukan suatu program atau sistem guna mendeteksi dan mengidentifikasi konsentrasi seseorang dengan memanfaatkan perangkat BCI *portable*. Tugas akhir ini menggunakan skema menghafal Al-Quran dan sebagai stimulasi. Penelitian difokuskan pada akurasi deteksi dengan mempertimbangkan perbandingan karakteristik sinyal Electroencephalograph (EEG).

2. Dasar Teori

2.1 Electroencephalograph (EEG)

Electroencephalograph (EEG) merupakan proses merekam aktivitas listrik pada otak manusia. Pada perkembangannya mekanisme perekaman dilakukan dengan menempelkan sejumlah elektroda pada bagian atas kepala (*scalps*). Sementara itu berdasarkan aktivitas listrik pada otak, penempatan kanal dibagi menjadi: *Frontal (F)* untuk pengontrolan, kemampuan bicara, pengenalan, dan gerakan. *Parietal (P)*, untuk menerima informasi rangsangan sentuhan, temperatur, dan posisi tubuh. *Occipital (O)* untuk menerima rangsangan visual dan tulisan. Dan *Temporal (T)* untuk menerima informasi rangsangan telinga dan berkaitan dengan memori.[7]



Gambar 2.1 Penempatan kanal pada otak

2.2 Brainwave

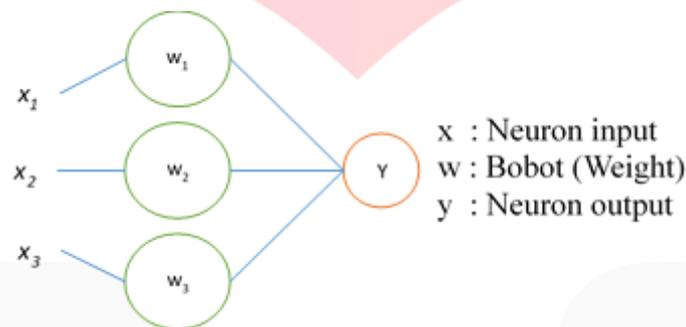
Brainwave atau gelombang otak adalah gelombang yang dihasilkan karena adanya aktivitas di otak. Karakteristik gelombang sinyal EEG terbagi berdasarkan rentang frekuensi yang menunjukkan dominasi aktivitas yang sedang dialami. Jenis – jenis frekuensi sinyal dari gelombang otak ialah sinyal *alfa*, *beta*, *gamma*, *theta*, dan *delta*. Pada dasarnya, pola gelombang otak seseorang dapat berubah tergantung pada kondisi dan stimulusnya, salah satunya dari aktivitas manusia seperti saat menghafal Al-Quran. Pada jurnal ini penelitian hanya difokuskan pada sinyal Alfa dan Beta.

2.3 Ekstraksi Ciri Dengan *Discrete Wavelet Transform (DWT)*

Transformasi Wavelet mengkonversi suatu sinyal ke dalam deret wavelet. Transformasi ini bekerja dengan cara konvolusi terhadap bentuk-bentuk wavelet. Terdapat 5 basis yaitu Haar, Coiflet, Symmet, Daubechies, dan Morlet [4]. Wavelet merupakan suatu basis yang berasal dari sebuah fungsi penskalaan, dimana penskalaan tersebut dihasilkan dari proses dekomposisi dan rekonstruksi. Secara umum dekomposisi merupakan proses ekstraksi pada frekuensi tertentu, sementara rekonstruksi mengembalikan sinyal ke kondisi semula.

2.4 Klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan syaraf tiruan (JST) atau Artificial Neural Network (ANN) merupakan metode pemrosesan yang didasari oleh struktur jaringan otak manusia. Layaknya fungsi otak pada manusia, JST memiliki kemampuan dalam menganalisis suatu masalah, melakukan klasifikasi pola, pemodelan sistem, serta memori asosiasi. Kelebihan JST adalah kemampuannya untuk melakukan proses pembelajaran, proses belajar ini digunakan sebagai proses memperbaiki arsitektur jaringan dan bobot koneksi [13]

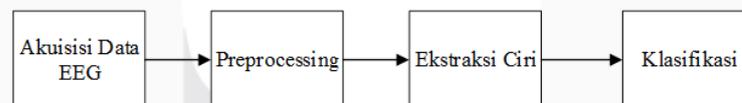


Gambar 2.2 Model jaringan syaraf tiruan

3. Pembahasan

3.1 Perancangan Sistem

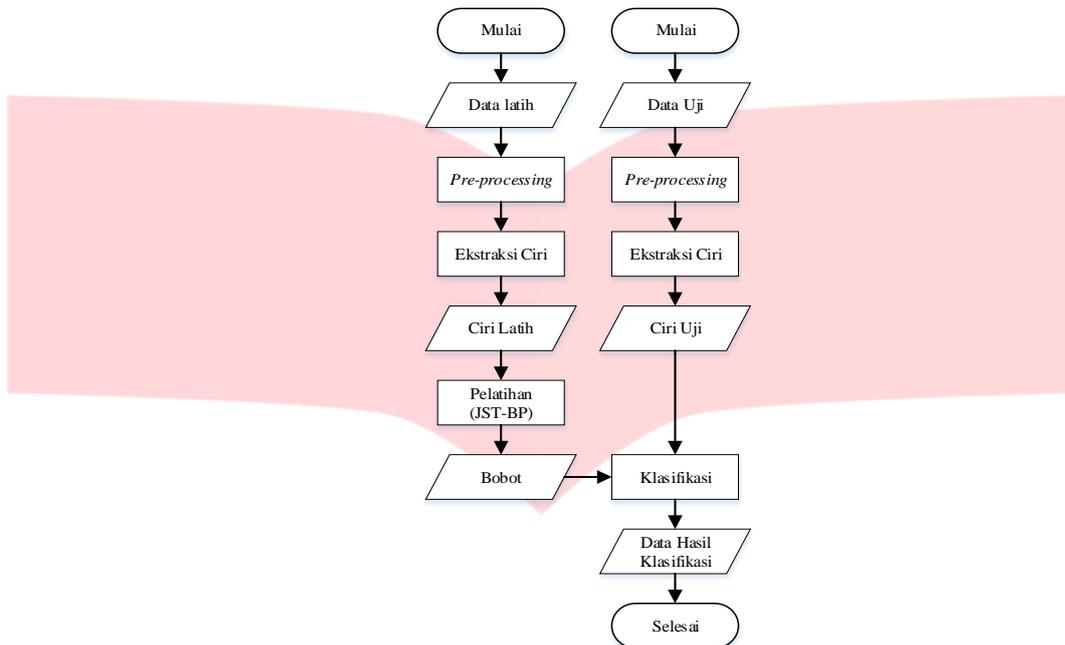
Dari permasalahan dalam jurnal ini, akan dibuat sistem untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kondisi konsentrasi berdasarkan pola perbandingan sinyal alfa dan beta EEG pada saat seseorang tengah menghafal Al-Quran. Sinyal EEG direkam menggunakan alat *Electroencephalogram portable*. *Electroencephalogram* merupakan elektroda yang diletakkan di kepala untuk dilakukan perekaman, alat tersebut menghasilkan data grafik tertulis dari aktivitas listrik otak. Secara umum blok diagram dari proses perancangan system direpresentasikan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Langkah awal dimulai dari akuisisi data melalui pemasangan perekam EEG pada kepala, lalu data diambil menggunakan EEG yang dihubungkan dengan bluetooth, setelah itu sinyal EEG berupa *RAW data* yang diambil dapat diproses menggunakan Matlab. Data EEG diproses dalam 2 tahap, yaitu tahap latih dan tahap uji. Tahap latih adalah proses pencarian parameter yang menjadi acuan sebagai *database* program, dimana parameter tersebut nantinya dicocokkan dengan data uji untuk mendeteksi kondisi konsentrasi. Tahap pengujian merupakan proses yang digunakan untuk menguji data sehingga data dapat

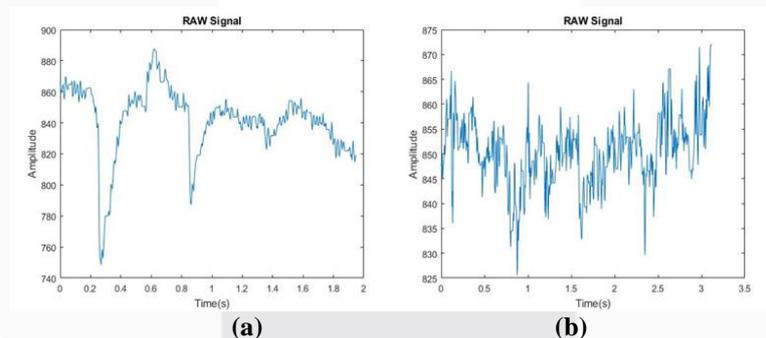
diklasifikasikan. Dalam tahap latih, diambil 90 *sample* hafalan Al-Quran. Sample tersebut diambil datanya dengan 2 kondisi, pada saat fokus dan distraksi.



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Perancangan Sistem.

3.2 Akuisisi Data

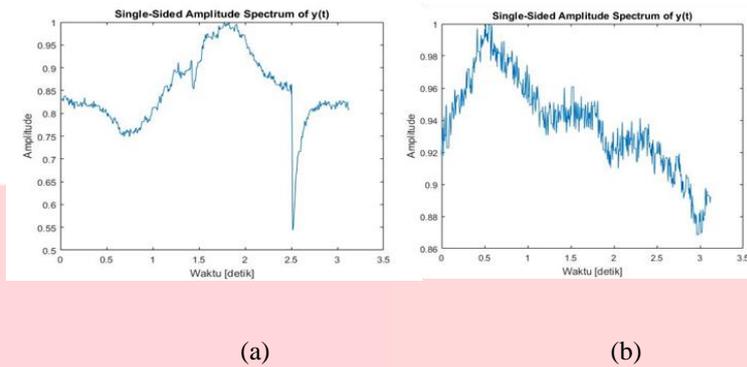
Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan perekam EEG yang dikenakan oleh partisipan untuk merekam sinyal EEG dari otak partisipan selama dua menit atau 6 surat pendek tiap partisipannya. Pengambilan data terfokus pada kanal AF7. Pengambilan data dilakukan kepada 5 orang partisipan dengan dua kondisi, fokus dan distraksi. Setelah dilakukan perekaman sinyal EEG maka dilakukan proses pemotongan data guna mengambil informasi yang dibutuhkan. Pemotongan dilakukan berdasarkan waktu pelafalan per ayat, yaitu 1 detik sebelum mulai menghafal dan 1 detik setelah menghafal. Pemotongan dilakukan pada rentang tersebut karena untuk menentukan kondisi konsentrasi dibutuhkan proses memorizing atau mengingat kembali dimana pada proses menghafal Al-Qur'an proses memorizing dilakukan sesaat sebelum penghafalan per ayatnya.



Gambar 3.3 Sinyal mentah hasil pemotongan data kondisi fokus(a) dan kondisi distraksi (b)

3.3 Preprocessing

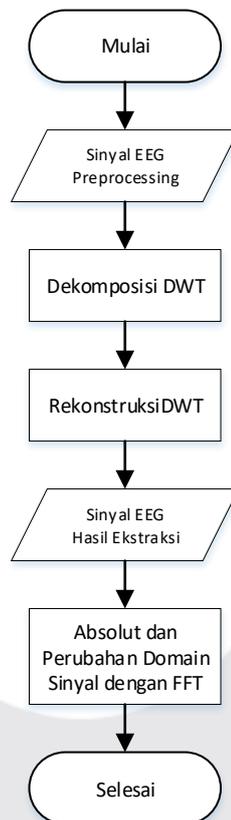
Setelah dilakukan pemotongan data EEG maka dilakukan pemrosesan awal atau preprocessing bertujuan guna menormalisasi data karena data mentah hasil perekaman sinyal EEG biasanya mengandung banyak noise. Tahap ini dilakukan dengan mengisi nilai kosong atau *Not a Number (NaN)* dan normalisasi.



Gambar 3.4 Sinyal hasil preprocessing kondisi fokus (a) dan kondisi distraksi (b) dilihat pada domain waktu

3.4 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan cara yang dilakukan untuk menyaring sinyal berdasarkan frekuensi sinyal yang diperlukan yaitu sinyal Alfa pada rentang 8-14 Hz dan beta pada rentang 15-32 Hz serta mendapatkan ciri dari sinyal tersebut. Gambar dibawah ini merupakan proses ekstraksi ciri dengan metode DWT. Pada tahap ini, data yang sebelumnya telah di-*preprocess* diekstraksi untuk diambil cirinya dengan menggunakan metode *Discrete Wavelete Transform*. Ciri yang diambil adalah variansi, standar deviasi, dan entropi.



Gambar 3.3 Proses ekstraksi ciri.

3.5 Klasifikasi Menggunakan JST

Sinyal EEG yang telah terekstraksi kemudian diklasifikasikan menjadi 2 kategori konsentrasi baik pada kondisi fokus dan distraksi, yaitu kategori *easy* dan *hard*. JST digunakan untuk mendapatkan arsitektur jaringan terbaik bagi sistem. Proses pelatihan menggunakan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan - Propagasi Balik yang terdiri dari perambatan maju (*Feedforward*) untuk meneruskan informasi dari input layer ke output layer kemudian dilakukan perambatan balik (*backpropagation*) untuk memperbarui bobot-bobot sinapsis. Proses perambatan mundur dilakukan setelah mendapatkan nilai error dari selisih keluaran yang sebenarnya dengan pola target yang telah ditentukan di awal pembentukan jaringan.

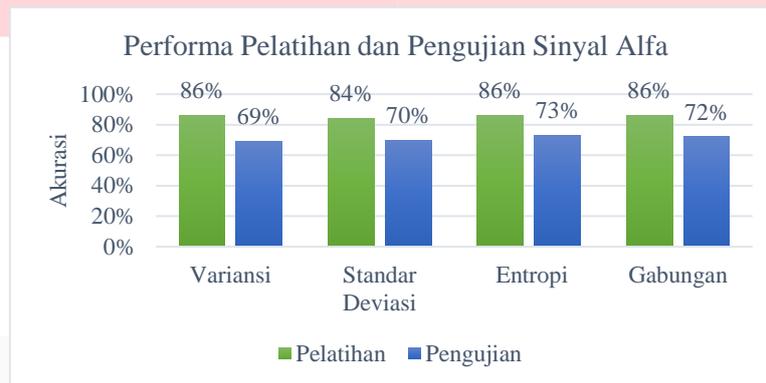
3.6 Performansi Sistem

Parameter yang diamati untuk mengetahui performansi sistem adalah akurasi.

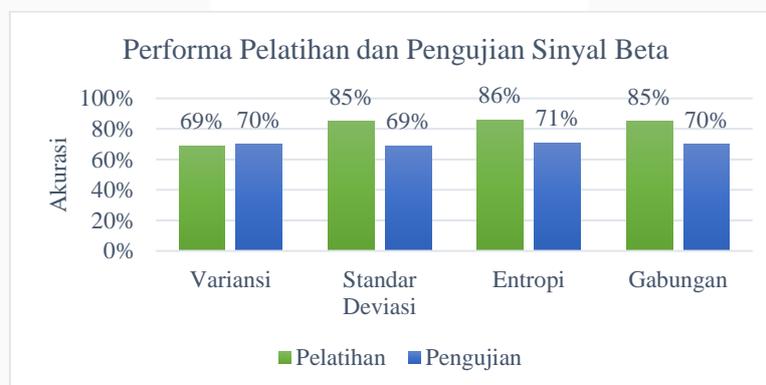
4. Analisis

4.1 Pelatihan dan Pengujian Sistem

Pelatihan sistem merupakan tahapan yang dilakukan guna mengetahui kondisi sistem yang paling ideal untuk diterapkan pada saat pengujian. Ada dua parameter yang digunakan pada pelatihan system, parameter pertama adalah ciri sinyal yang meliputi variansi, standar deviasi, dan entropy dan yang kedua adalah parameter pada JST yang meliputi jumlah *neuron*, *epoch* dan waktu komputasi. Sedangkan pengujian sistem merupakan tahap dimana sistem diberikan masukan data sinyal EEG di luar dataset pelatihan. Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui performa sistem serta kelebihan dan kekurangannya.

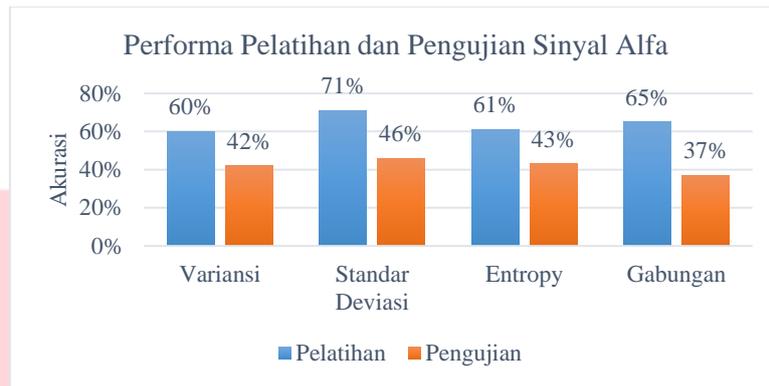


Gambar 4.1 Grafik pelatihan dan pengujian sinyal Alfa kondisi fokus

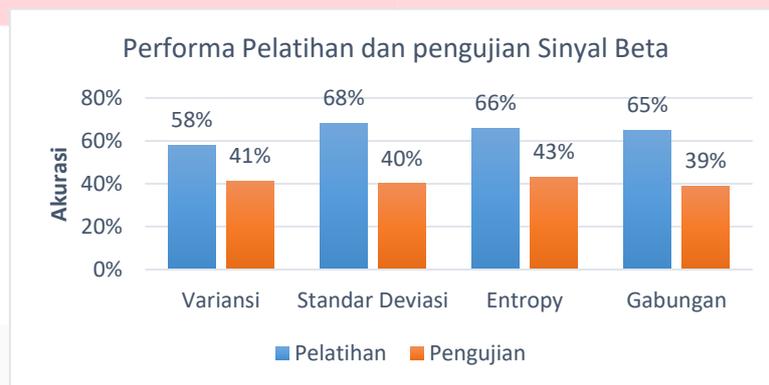


Gambar 4.2 Grafik pelatihan dan pengujian sinyal Beta kondisi fokus

Dari hasil pelatihan sinyal Alfa yang tertera pada gambar 4.1 diatas dapat dilihat bahwa secara keseluruhan performa pelatihan tiap ciri relatif stabil dan setelah diuji diketahui bahwa entropi memperoleh hasil terbaik dengan akurasi 73%. Sementara sinyal Beta yang tertera pada gambar 4.2 diketahui entropi mendapatkan performa keseluruhan tertinggi dengan akurasi pelatihan 86% dan akurasi pengujian 71%. Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian terhadap sinyal Alfa dan beta diketahui bahwa pada kondisi fokus sistem bekerja cukup optimal pada kanal AF7. Hasil pengujian sinyal alfa sedikit lebih dominan dikarenakan ketika melakukan penghafalan partisipan diminta memejamkan mata sehingga hal tersebut berpengaruh terhadap kondisi psikologi partisipan yang merasakan relaksasi ketika menghafal.



Gambar 4.3 Grafik pelatihan dan pengujian sinyal Alfa kondisi distraksi



Gambar 4.4 Grafik pelatihan dan pengujian sinyal Beta kondisi distraksi

Sementara pada kondisi distraksi, hasil pelatihan sinyal Alfa yang tertera pada gambar 4.3 diatas dapat dilihat bahwa secara keseluruhan terjadi fluktuasi performa pelatihan dan pengujian. Dimana rata-rata hasil terbaik diperoleh standar deviasi dengan akurasi 71% pada pelatihan dan 46%. Sedangkan sinyal Beta yang tertera pada gambar 4.2 diketahui entropi mendapatkan performa keseluruhan tertinggi dengan akurasi pelatihan 66% dan akurasi pengujian 43%. Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian terhadap sinyal Alfa dan beta diketahui bahwa pada kondisi fokus sistem bekerja tidak optimal pada kanal AF7. Hal ini disebabkan kompleksitas siumulus ketika perekaman kondisi distraksi sehingga kandungan noise pada data menyebabkan karakter data tidak sebaik kondisi fokus. Diperlukan cara lain untuk *preprocessing* dan pengujian di kanal lainnya untuk memperoleh hasil yang optimal pada kondisi distraksi ini.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem deteksi kondisi konsentrasi pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem yang telah dibuat mampu mendeteksi kondisi konsentrasi berdasarkan sinyal EEG dengan menggunakan metode ekstraksi Discrete Wavelet Transform (DWT) dan klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Beberapa parameter yang digunakan pada pengujian sistem yaitu ciri sinyal yang meliputi variansi, standar deviasi, dan entropi, serta pengujian JST berdasarkan jumlah neuron.
2. Berdasarkan hasil pengujian parameter ciri secara keseluruhan, pada kondisi fokus performa terbaik terdapat pada sinyal alfa dengan parameter ciri entropi dengan nilai akurasi 73% dengan epoch 350 dan waktu komputasi 1,31 detik. Sementara pada kondisi distraksi performa terbaik didapatkan baik pada sinyal alfa dengan akurasi 46% dan beta 43%. Pada sinyal alfa performa terbaik terdapat pada ciri standar deviasi dengan epoch 924 dan waktu komputasi 8,02 detik. Sementara pada sinyal beta performa terbaik terdapat pada ciri entropi dengan epoch 466 dan 3,28 detik.
3. Penambahan jumlah neuron tidak berpengaruh terhadap iterasi sistem dan waktu komputasi. Hal ini dikarenakan sistem akan menghentikan iterasi jika sudah didapatkannya bobot terbaik tanpa harus

mencapai epoch maksimum. Sedangkan penambahan jumlah ciri sangat berpengaruh terhadap peningkatan epoch dan waktu komputasi dikarenakan semakin banyak ciri maka proses pemetaan data yang dibutuhkan makin panjang sehingga waktu komputasi yang dibutuhkan pun semakin lama.

4. Secara keseluruhan sistem deteksi konsentrasi memperoleh hasil optimal di kanal AF7 pada kondisi fokus dimana partisipan hanya melakukan aktivitas menghafal tanpa stimulus lainnya. Sementara pada kondisi distraksi dimana partisipan menghafal dengan dengan iringan musik sistem memperoleh hasil yang kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas stimulus saat perekaman data sehingga *noise* yang dihasilkan lebih banyak.

Daftar Pustaka :

- [1] E.A. Larsen, "Classification of EEG Signals in a Brain Computer Interface System," in Norwegian University of Science and Technology, Departement of Computer Science and Technology. Trondheim: Academic: 2011.
- [2] R. Karmila, E. Djamal, D. Nursantika, "Identifikasi Tingkat Konsentrasi dari Sinyal EEG," in Seminar nasional Aplikasi Teknologi Informasi. Yogyakarta: 2016
- [3] K.G. Li, Asrul Adam, "Feature Scaling for EEG Human Concentration using Particle Swarm Optimization" in 8th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE). Yogyakarta: 2016
- [4] Decho Surangsirat, "Analysis of the Meditation Brainwave from Consumer EEG Device" in IEEE SoutheastCon2015. Florida:2015
- [5] T.J Choi, J.K. Kim, S. M. Jin, G. Yoon, "Determination of The Concentrated State Using Multiple EEG" in International Journal of Computer , Electrical, Automation, Control and Information: 2008
- [6] S. Hashem, "Sensitivity analysis for Feedforward Artificial Neural Networks with differentiable activation functions" in International Joint Conference on Neural Networks. Baltimore: 2002
- [7] Hecht-Nielsen, "Theory of The Backpropagation Neural Network" in International Joint Conference on Neural Networks. Washington DC: 2002
- [8] Awal, Md Abdul, et al. "An adaptive level denoising wavelet thresholding for ECG denoising." *Biocybernetics and Biomedical Engineering* 34.4 (2014): 238-249.
- [9] J.S. Schltmeyer. *Bio and Neurofeedback Infopsichology* [online]. Available: <http://infopsichology.co.za/bio-neurofeedback.html> [diakses 1 November 2017]
- [10] V. C. R. Naibaho, "Klasifikasi Emosi Melalui Sinyal EEG yang Dihasilkan Otak dengan Menggunakan Discrete Wavelet Transform dan Backpropagation Artificial Neural Network," 2015
- [11] A.S. Nastiti, "Identifikasi Personal Berdasarkan Pola Palatal Rugae Dengan Transformasi Wavelet Diskrit dan Jaringan Syaraf Tiruan-Backpropagasi" 2017
- [12] Ahmad Hilmi, "Analisis Perbandingan Pola Sinyal Alfa dan Beta EEG untuk Klasifikasi Kondisi Rileks pada Perokok Aktif dengan Menggunakan K-Nearest Neighbor" 2018
- [13] T. Sivalakshmi and G. Sreenivasulu, "Comparative Analysis of Different Wavelets for EEG Signal Denoising," *Int. J. Innov. Res. Scienc Eng. Technol.*, pp. 594–599, 2017.
- [14] Diakses dari <https://owlcation.com/stem/Structure-of-a-Neuron> pada [24 juli 2017].