

Sinyal Elektroensefalografi Untuk Deteksi Emosi Saat Mendengar Stimulus Pembacaan Al-Quran Menggunakan Wavelet Transform



Khodijah Hulliyah¹
Anif Hanifa Setianingrum²
William Santoso³

Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
Jl. Ir. H. Juanda No.95, Ciputat, 15412, Indonesia
E-mail: khodijah.hulliyah@uinjkt.ac.id¹; anifhanifa@uinjkt.ac.id²;
williamsantoso@mhs.uinjkt.ac.id³

Notifikasi Penulis
30 Maret 2023
Akhir Revisi
14 Juli 2023
Terbit
28 Juli 2023

Hulliyah, K., Setianingrum, A. H., & Santoso, W. (2023). Sinyal Elektroensefalografi Untuk Deteksi Emosi Saat Mendengar Stimulus Pembacaan Al-Quran Menggunakan Wavelet Transform. *Technomedia Journal*, 8(2SP).

<https://doi.org/10.33050/tmj.v8i2SP.2060>

ABSTRAK

Mendengarkan suara membaca Al-Qur'an (Murottal) diketahui sering digunakan untuk membuat suasana terasa santai. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, kami menyelidiki sejauh mana stimulasi suara murottal mempengaruhi penampilan gelombang alfa yang terlihat pada gelombang otak menggunakan detektor sinyal *Electoencephalography* (EEG). Menggunakan Transformasi Wavelet. Gelombang otak yang terdeteksi oleh sinyal EEG kemudian dianalisis untuk setiap fase gelombang pada frekuensi alfa (8-13 Hz) untuk melihat keadaan rileks. Kami merekam data gelombang EEG dalam 4 kondisi, yaitu kondisi tenang, kondisi tegang, dan keduanya dengan stimulus suara murottal. Setiap kondisi dilakukan masing-masing selama 2 menit. Suara murottal diambil secara acak untuk mendapatkan variasi data. Hasil klasifikasi menggunakan *Recurrent Neural Network* (RNN) menunjukkan bahwa *t raining* menggunakan *n* data ormal dengan tombak *s* mencapai akurasi 52% ~ 59%, Normal dengan murottal normal menghasilkan nilai akurasi 55% ~ 56%, normal dengan tombak murottal *s* mendapatkan nilai akurasi terkecil 35% ~ 46%, *s* Pike dengan *m* urrottal *n* ormal mencapai akurasi 57% ~ 67%, pike *S* dengan pike *M* urottal *sm* menghasilkan akurasi 51% ~ 60%, Murottal normal dengan pike *M* urottal *S* mencapai nilai akurasi tertinggi 78%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dalam mendengarkan Murottal Al-Quran.

Kata Kunci : EEG Murottal Simulation, RNN, Wavelet Transform



ABSTRACT

Listening to the sound of reading the Qur'an (Murottal) is known to be often used to make the atmosphere feel relaxed. Therefore, in this study, we investigated the extent to which murottal sound stimulation affects the appearance of alpha waves seen in brain waves using an Electroencephalography (EEG) signal detector. Using wavelet transformations. The brain waves detected by EEG signals are then analyzed for each wave phase at alpha frequencies (8-13 Hz) to see a relaxed state. We recorded EEG wave data under 4 conditions, namely calm condition, tense condition, and both with murottal sound stimulus. Each condition is carried out for 2 minutes each. Murottal sounds are randomly drawn to get variations in the data. The classification results using Recurrent Neural Network (RNN) showed that t raining using n ormal data with spear s achieved an accuracy of 52%~59%, Normal with m urottal n ormal produced an accuracy value of 55%~56%, normal with m urottal spear s got the smallest accuracy value of 35%~46%, s Pike with m urrottal n ormal achieved an accuracy of 57%~67%, pike S with pike M urottal s produces an accuracy of 51%~60%, normal M urottal with pike M urottal S achieves the highest accuracy value of 78%. This shows that there is a significant influence in listening to the Murottal of the Quran.

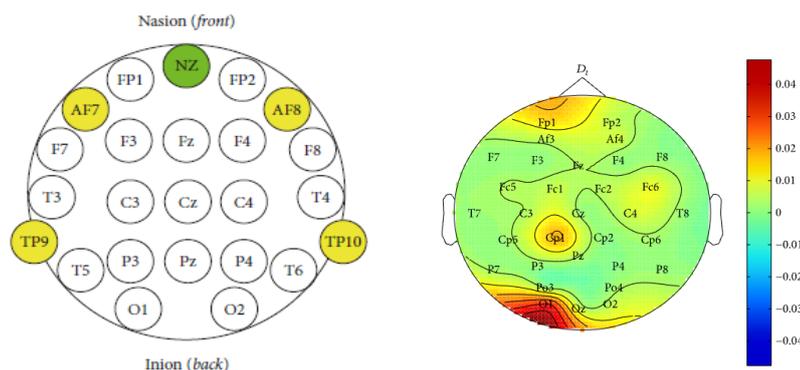
Keywords: EEG Murottal Simulation, RNN, Wavelet Transform

PENDAHULUAN

Mengetahui emosi seseorang, dapat dilihat dengan berbagai cara, bisa dari kalimat yang diucapkan, bahasa tubuh, suara, atau ekspresi wajah. Berdasarkan penelitian Ekman terdapat 6 klasifikasi dasar emosi, yaitu, tenang, bahagia, sedih, takut, marah, dan cemas [1]. Hasil penelitian dari Colombetti dan Zavala, 2019 said bahwa ada pendekatan fisiologis dinamis antara otak dan tubuh processed yang mengatur d satu sama lain bersama-sama untuk menciptakan berbagai keadaan emosional [2]. Banyak media could memberikan stimulasi melalui pendengaran, seperti ketika mendengarkan musik atau mendengarkan ketegangan membaca Al-Qur'an [3]. Bagi umat Islam, percaya bahwa membaca atau mendengarkan ayat-ayat suci Al-Qur'an dan menjadi obat yang memberikan ketenangan pikiran, yang tertuang dalam QS. Al-Isra: 82 "Dan Kami turunkan dari Al-Qur'an sesuatu yang merupakan obat dan rahmat bagi orang-orang yang beriman dan Al-Qur'an tidak menambah kesalahan selain kerugian" [4]. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Idham dan Rida menyebutkan bahwa mendengarkan Al-Qur'an murottal merupakan alternatif baru bagi mahasiswa untuk mengurangi kecemasan atau tingkat stres masyarakat [5]. Selain itu, studi oleh Bhise, et.al membuktikan bahwa manusia dapat merasa rileks dan tenang selama mendengarkan bacaan Alquran dibandingkan dengan kondisi istirahat dan mendengarkan musik keras [6].

Brain Computer Interaction (BCI) saat ini berkembang pesat karena dibutuhkan dalam beberapa disiplin ilmu, terutama di bidang yang melibatkan emosi dalam membaca masalah yang dihadapi [7]. Salah satu alat yang banyak digunakan oleh para peneliti adalah detektor sinyal EEG [8]. Sinyal EEG digunakan dalam upaya untuk menentukan pergerakan sinyal otak yang memberikan petunjuk waktu nyata bahwa emosi seseorang berada dalam kondisi tertentu setelah menerima stimulasi [9]. Di bidang psikologi dan kedokteran, alat ini sering digunakan sebagai referensi pertama dalam hal mendeteksi emosi [10]. Tingkat ketenangan emosional

seseorang dapat dideteksi secara real time dengan perangkat EEG, di mana visualisasinya berupa gelombang sinyal [11]. Sinyal gelombang otak kemudian dihubungkan ke komputer sehingga dapat diinterpretasikan proses perubahan sinyal yang terjadi Gelombang alfa dalam sinyal EEG diketahui menunjukkan keadaan relaksasi [12]. Data emosional dapat ditangkap menggunakan EEG [13]. Perangkat ini terpasang untuk menyentuh kulit kepala untuk mengukur aktivitas listrik pada berbagai posisi elektroda [14]. Sistem penempatan menggunakan elektroda d 10-20 [15]. Lihat gambar 1. Gelombang otak terdiri dari lima pita frekuensi utama. Berikut frekuensi dari tinggi ke rendah, yaitu gamma (30-50 Hz), beta (14-30 Hz), alfa (8-13 Hz), theta (4-8 Hz), dan delta (<4Hz) [16].



Gambar 1. Analisis Bispektral EEG untuk Pengenalan Emosi

Salah satu hal yang dapat membantu menciptakan lingkungan yang tenang dan damai adalah suara murottal [17]. Dengan mendengarkan galur-galur Alquran untuk relaksasi, dapat membantu tubuh menjadi rileks, nyaman, tenang, bahkan menyeimbangkan detak jantung dan metabolisme tubuh [18]. Dimana kondisinya sangat baik dan cocok untuk terapi penyembuhan [19]. Model dan algoritma diperlukan untuk mengubah fitur gelombang otak menjadi data berupa angka yang dapat diterjemahkan oleh computer [20]. Oleh karena itu, perlu untuk menganalisis dan membandingkan beberapa teknik dan algoritma untuk mengolah data dan mendapatkan output dalam memetakan perubahan emosional [21]. Berdasarkan data di atas, kami melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan antara stimulasi mendengarkan bunyi Al-Qur'an (murottal) dengan munculnya gelombang alfa pada sinyal EEG [22]. Dalam penelitian ini, kami memiliki data emosi menggunakan EEG yang diidentifikasi menjadi 4 kondisi/Stimulasi, untuk 4 peserta selama 2 menit 3 detik dengan total masing-masing 12300 [23]. Perangkat lunak EEG18 mengidentifikasi 16 Pin yang terkandung dalam alat EEG [24]. Namun, yang digunakan hanya pada Pin F7, F8 dan T3 dan T4 karena ditujukan pada kondisi emosional yang bertujuan untuk meredakan emosi saat mendengarkan Alquran dan tidak mendengarkan Alquran dalam posisi Normal dan Spike (stres) [25].

PERMASALAHAN

Menghubungkan stimulasi mendengarkan bacaan Al-Qur'an (murottal) dengan munculnya gelombang alfa pada sinyal EEG untuk mengidentifikasi tingkat ketenangan emosional pada peserta. Penelitian ini bertujuan untuk mencari bukti adanya korelasi antara mendengarkan Al-Qur'an dengan kemunculan gelombang otak alfa, yang menandakan keadaan relaksasi atau ketenangan pikiran. Penting untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan dari perangkat EEG memiliki

validitas dan akurasi yang tinggi agar hasil penelitian dapat dipercaya dan diandalkan. Proses seleksi peserta penelitian harus dilakukan dengan hati-hati agar sampel yang digunakan mewakili populasi yang relevan dan dapat menghasilkan hasil yang lebih umum. Diperlukan model dan algoritma yang tepat untuk mengubah data gelombang otak menjadi angka yang dapat dianalisis dan diinterpretasikan oleh komputer. Penting untuk memastikan bahwa gelombang alfa yang terdeteksi benar-benar terkait dengan tingkat ketenangan emosional, dan bukan disebabkan oleh faktor lain yang tidak relevan. Beberapa faktor seperti lingkungan fisik, tingkat konsentrasi peserta, dan faktor lain yang mungkin mempengaruhi hasil perlu ditangani dengan baik untuk menghindari bias dalam hasil. Perangkat EEG memiliki batasan teknis tertentu, seperti resolusi spasial dan sensitivitas, yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil.

METODOLOGI PENELITIAN

Proses perekaman sinyal dilakukan di ruangan tertutup dan dalam kondisi tenang (tidak berisik) sehingga sinyal EEG tidak terpengaruh oleh intervensi lingkungan eksternal selain stimulasi murottal [26]. Peserta dikondisikan untuk duduk dalam posisi yang nyaman dan meminimalkan gerakan anggota tubuh yang tidak diinginkan [27]. Perekaman dilakukan dengan mata tertutup, karena gelombang alfa lebih dominan pada mata tertutup daripada mata terbuka [28]. Pengkondisian di atas juga dimaksudkan agar sinyal EEG yang direkam sesuai harapan (Minimum Interference/noise free) [29].

a. Psikoanalisis emosi

EEG aktual menunjukkan tiga jenis gelombang utama, bernama alfa, beta, dan delta, yang berbeda berdasarkan tingkat produksinya [30]. Russell menjelaskan model circumplex yang dibangun sebagai perwakilan dari pengaruh inti, atau mungkin emosi paling dasar yang pada dasarnya tidak ditargetkan pada sesuatu. Sinyal EEG menunjukkan peningkatan gelombang alfa dan berkurangnya gelombang beta saat mendengarkan pembacaan Alquran. Dengan kondisi lain emosi, beberapa peneliti masih mencoba mencari tahu bagaimana membaca atau mendengarkan Alquran dapat diterima untuk memulihkan stres dalam psikoterapi lingkungan medis.

b. Ekstraksi Wavelet

Fungsi wavelet adalah untuk mengubah sinyal yang diekstraksi menjadi komponen frekuensi tertentu. Ini memisahkan sinyal dari komponen lain atau kebisingan tanpa kehilangan informasi penting. Metode ini juga dapat digunakan untuk sinyal non-stasioner seperti EEG. Output dari wavelet diatur dalam domain waktu, yang memungkinkannya untuk digunakan sebagai filter dan tahap prapemrosesan untuk melanjutkan ke blok identifikasi berikutnya. Ketika data input ke algoritma terlalu besar untuk diproses, data input dapat diubah menjadi fitur yang dikurangi. Proses ini disebut ekstraksi fitur EEG, ekstraksi fitur dilakukan dengan menggunakan transformasi wavelet. Namun, ada banyak jenis beberapa wavelet dalam keluarga wavelet, selain itu wavelet yang sesuai harus dipilih untuk ekstraksi yang efisien dari berbagai fitur EEG. Sebagian besar fitur EEG memiliki gelombang frekuensi yang berbeda, yaitu gelombang alfa, beta, gamma, delta, theta. Pada prinsipnya, Wavelet berbelit-belit :

$$w_{j,k}^n = 2^{j/2} W^n(2^j t - k) \quad (1)$$

Dari Komponen Sinyal, komposisi dimulai dengan (2) sebagai fungsi penskalaan dan (3) sebagai wavelet induk.

$$W_{0,0}^0 = \varphi(t) \quad (2)$$

$$W_{0,0}^1 = \psi(t) \quad (3)$$

Parameter osilasi yang lebih tinggi dari fungsi wavelet ditunjukkan pada (4) dan (5)

$$W_{0,0}^{2n} = \sqrt{2} \sum_k h(k) W_{1,k}^{2n} (2t - k) \quad (4)$$

$$W_{0,0}^{2n+1} = \sqrt{2} \sum_k g(k) W_{1,k}^{2n} (2t - k) \quad (5)$$

Baik $h(k)$ bersama dengan $g(k)$ memiliki nilai yang terkait dengan fungsi penskalaan serta wavelet induk, yang juga bertindak sebagai filter cermin quadrature. Kami mendefinisikan koefisien paket wavelet sebagai produk dalam dari rumus paket wavelet menggunakan $f(t)$ dan pengaturan t juga, seperti yang ditunjukkan pada (6).

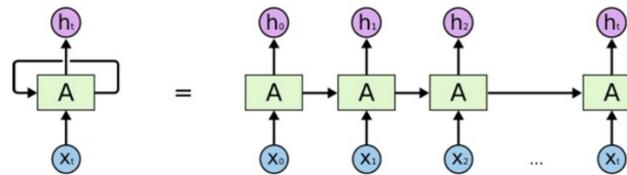
$$W_{j,k}^n f(t) * W_{j,k}^n = \sum_t f(t) W_{j,k}^n (2t - k) \quad (6)$$

Pada tahap awal sinyal (S) akan diteruskan ke high pass filter dan sirkuit low pass filter, kemudian setengah dari setiap output diambil sebagai sampel melalui operasi sub-sampling. Proses ini disebut sebagai proses dekomposisi satu tahap. Output dari low pass filter digunakan sebagai input dan akan diproses dalam dekomposisi berikutnya. Proses ini akan diulang sampai tingkat proses dekomposisi yang diinginkan. Kombinasi output dari filter high pass terakhir dan low pass filter disebut koefisien wavelet dan berisi informasi terkompresi dari sinyal yang diubah.

Kami melakukan lima langkah untuk mengekstrak sinyal EEG ke dalam gelombang theta, memperkirakan rentang frekuensi dari 5 hingga 8 Hz, dan mengembalikan nilai 8 poin. Selanjutnya adalah mengekstrak sinyal menjadi gelombang alfa dengan rentang 9-14 Hz, juga menggunakan lima langkah untuk mencapai 16 titik. Akhirnya, ekstraksi gelombang Beta dilakukan setelah empat langkah (15-32 Hz) dan memberikan 36 poin. Secara total, selama 10 detik.

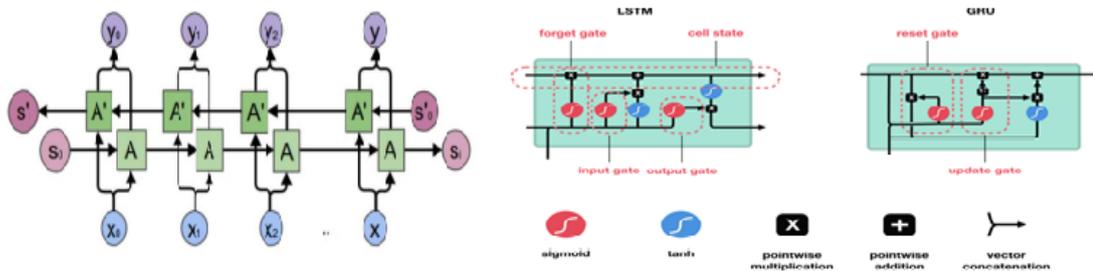
c. Jaringan saraf berulang

Jaringan Saraf Berulang adalah jenis jaringan saraf tiruan yang memiliki koneksi berulang ke jaringan selnya. Koneksi berulang ini memungkinkan RNN untuk memproses urutan input. Gambar 2 berikut di bawah ini mengilustrasikan alur kerja RNN.



Gambar.2 Perulangan sel dalam RNN

Dalam beberapa tahun terakhir, RNN telah berhasil mencapai hasil yang baik dalam menyelesaikan tugas NLP. Dalam sel RNN ada lapisan fungsi tan hiperbolik. Keadaan tersembunyi dalam RNN ini berfungsi seperti memori untuk memproses serangkaian input. Cara kerja Long Short-Term Memory Network (LSTM) dapat dilihat pada Gambar 3. LSTM merupakan bagian dari salah satu jenis model neural network yang merupakan varian pengembangan dari Recurrent Neural Network (RNN). Kelemahan metode RNN dapat diatasi dengan LSTM. LSTM dapat mempelajari dependensi jangka panjang, memiliki koneksi berulang atau struktur seperti rantai. Lapisan di setiap sel LSTM inilah yang membedakannya dari RNN.



Gambar. 3 Arsitektur LSTM dan GRU

Kunci LSTM adalah keadaan sel dengan penanda arsitektur dengan garis horizontal yang memanjang dari C_{t-1} ke C_t . LSTM dapat menghapus atau melengkapi informasi ke keadaan satu set sel dengan gerbang. Gerbang adalah metode untuk meneruskan informasi, yang terdiri dari fungsi sigmoid biner (σ) dan operasi mengalikan dengan x . Fungsi Binary Sigmoid adalah fungsi enable yang digunakan untuk data yang memiliki interval antara 0 dan 1 seperti yang ditunjukkan pada formula (7).

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (7)$$

LSTM dan GRU memiliki gerbang khusus dibandingkan dengan RNN Asli biasa, sedangkan LSTM memiliki 4 gerbang, yaitu: Gerbang Lupa, Gerbang Input, Status Sel, dan Gerbang Output. Sedangkan GRU memiliki 2 gate, yaitu: Reset Gate dan Update Gate. Setiap gerbang berisi fungsi Sigmoid. GRU RNN mengurangi sinyal gating menjadi dua dari model LSTM RNN. Kedua gerbang tersebut disebut gerbang pembaruan dan gerbang reset (z_t) (r_t). Model GRU RNN disajikan dalam bentuk:

$$h_t = (1 - z_t) \odot h_{t-1} + z_t \odot \tilde{h}_t$$

$$\tilde{h}_t = g(W_h x_t + U_h (r_t \odot h_{t-1}) + b_h)$$

Sementara nonlinieritas aktivasi biasanya merupakan fungsi tangen hiperbolik g , apakahdua gerbang disajikan sebagai:

$$z_t = \sigma(W_z x_t + U_z h_{t-1} + b_z)$$
$$r_t = \sigma(W_r x_t + U_r h_{t-1} + b_r)$$

Beberapa peneliti menggunakan CNN atau LSTM RNN untuk mengklasifikasikan sinyal EEG, sementara kami menggunakan GRU RNN untuk mengeksplorasi proses klasifikasi. Meskipun, baik LSTM dan GRU memberikan akurasi pelatihan yang sangat baik untuk melatih himpunan data EEG.

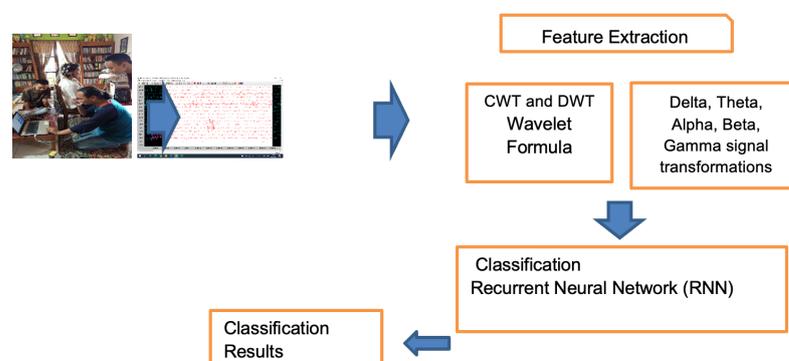
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Akuisisi Data

Data dicatat fatau 4 siswa, 15-25 tahun dalam kesehatan yang baik, dan mereka menegaskan kepatuhan sebagai subjek untuk penelitian ini. Penelitian ini menggunakan EEG empat saluran dengan frekuensi sampling 100 Hz. Setiap mata pelajaran direkam selama 2 menit. Data diambil oleh 4 kondisi (Norm al, Murottal Normal, Spike, Murottal Spike) yaitu memberikan data yang valid sesuai dengan keinginan emosional yang dinyatakan sebagai rangsangan. Kondisi psikologis adalah kondisi santai (normal) dan stres dengan diikuti dengan mendengarkan murottal atau tidak mendengarkan murottal. Proses perekaman menghasilkan sebanyak 1000 data (4 subjek * 4 kondisi perekaman). Pinpoint akan digunakan oleh F7, F8, T3 dan T4.

b. Preprocessing

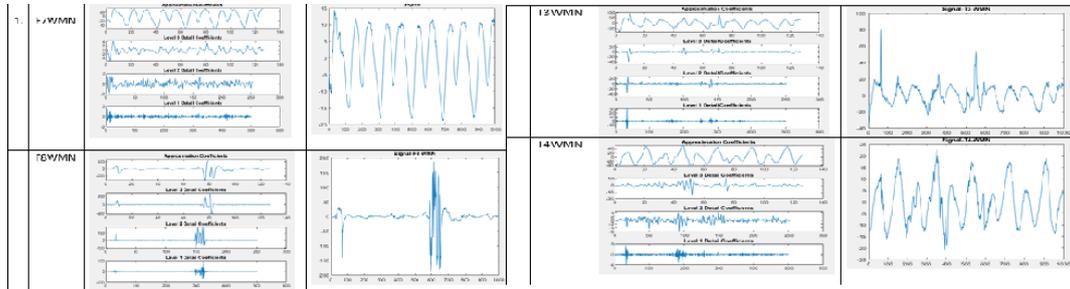
Kami melakukan peserta sebagai objek penelitian untuk mengumpulkan data berupa rekaman gelombang otak. Dalam penelitian kami, kami menggunakan 4 peserta mahasiswa aktif semester 5 dengan rentang usia 20-21 tahun. Peserta dalam kondisi kesehatan fisik dan mental yang baik. Stimulasi yang kita gunakan adalah galur membaca ayat-ayat suci Alquran yang dibaca dengan cara murottal. Ayat suci diambil secara acak, yang akan dimainkan menggunakan earphone, untuk mengurangi kebisingan atau gangguan kebisingan lainnya. Pencatatan dilakukan selama 2 menit untuk setiap kondisi.



Gambar 4. Alur Kerja Brainwave Direkam Proses

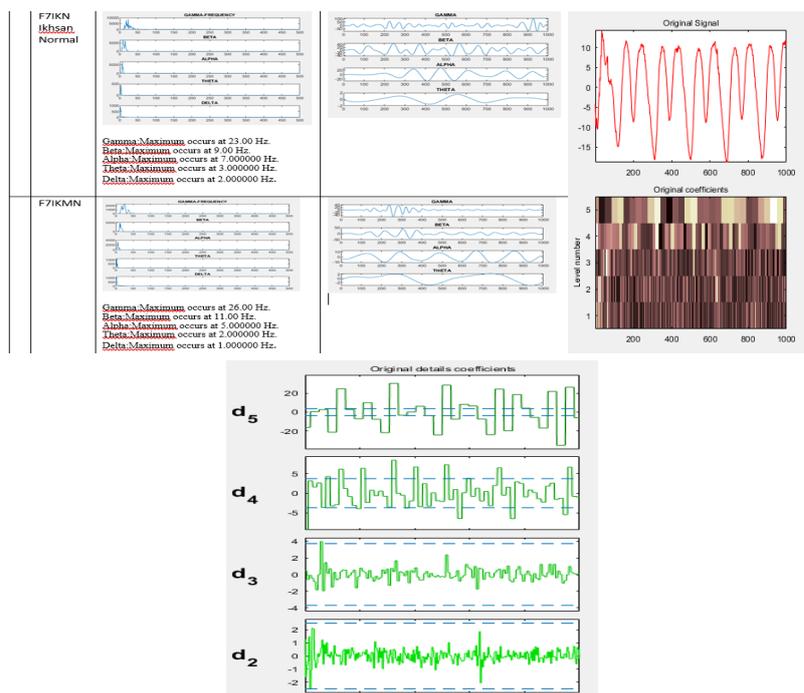
c. Ekstraksi Fitur dan Transformasi Wavelet

Dekomposisi wavelet W dari sinyal x pada level n menggunakan wavelet. Struktur dekomposisi keluaran terdiri dari vektor dekomposisi wavelet c dan vektor akuntansi l , yang berisi jumlah koefisien berdasarkan level. Struktur disusun seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 ini tentang diagram dekomposisi level-3 (Wavedec-1D).



Gambar 5. Dekomposisi Wavelet

Discrete Wavelet Transform (DWT) starting dari sinyal s panjang N dua set koefisien dihitung: koefisien perkiraan $CA1$, dan koefisien detail $CD1$. Vektor-vektor ini diperoleh dengan mengubah s dengan filter low-pass $Lo-D$ untuk perkiraan dan dengan filter high-pass $Hi-D$.



Gambar. 6 Transformasi Wavelet Discrete (DWT)

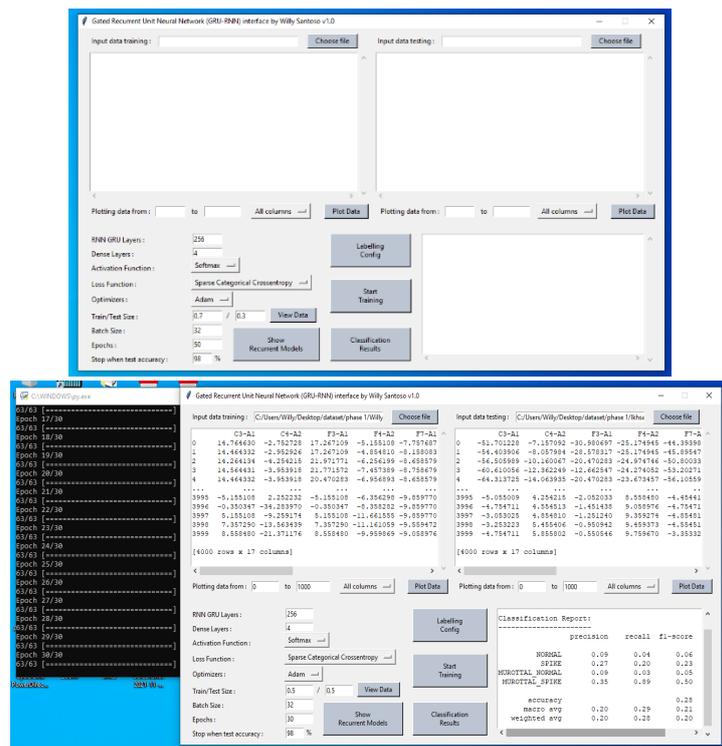
Hasil ekstraksi fitur yang digunakan model wavelet dengan 4 kondisi emosi pada 4 pin point dengan tabel berikut.1.

Tabel 1. Ekstraksi Fitur Hasil dengan Metode Model Wavelet yang digunakan

| No. | Delta | Theta | Alpha | Beta | Gamma | No. | Delta | Theta | Alpha | Beta | Gamma | No. | Delta | Theta | Alpha | Beta | Gamma | No. | Delta | Theta | Alpha | Beta | Gamma |
|-------------------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|-------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | 0-4Hz | 4-8Hz | 8-12Hz | 12-30Hz | 30-60Hz | 2 | 0-4 Hz | 4-8 Hz | 8-12Hz | 12-30Hz | 30-60Hz | 3 | 0-4 Hz | 4-8 Hz | 8-12Hz | 12-30Hz | 30-60Hz | 4 | 0-4 Hz | 4-8 Hz | 8-12Hz | 12-30Hz | 30-60Hz |
| 1000;100 | | | | | | 1000;100 | | | | | | 1000;100 | | | | | | 1000;100 | | | | | |
| Willy | | | | | | Ikhshan | | | | | | Maurise | | | | | | Huzairah | | | | | |
| A. Kondisi - Normal | | | | | | A. Kondisi - Normal | | | | | | A. Kondisi - Normal | | | | | | A. Kondisi - Normal | | | | | |
| F7VillyNorm | 2 | 3 | 5 | 11 | 16 | F7IKN | 2 | 3 | 7 | 9 | 23 | F7MauNorm | 2 | 4 | 7 | 9 | 20 | F7HuzNorm | 2 | 2 | 7 | 13 | 18 |
| F8VillyNorm | 1 | 2 | 6 | 14 | 19 | F8IKN | 2 | 2 | 7 | 13 | 19 | F8MauNorm | 2 | 2 | 4 | 9 | 22 | F8HuzNorm | 2 | 2 | 7 | 13 | 18 |
| T3VillyNorm | 3 | 2 | 5 | 11 | 21 | T3IKN | 2 | 2 | 7 | 13 | 18 | T3MauNorm | 2 | 4 | 7 | 9 | 22 | T3HuzNorm | 2 | 2 | 7 | 13 | 18 |
| T4VillyNorm | 1 | 1 | 5 | 11 | 20 | T4IKN | 2 | 2 | 7 | 13 | 18 | T4MauNorm | 1 | 3 | 8 | 15 | 22 | T4HuzNorm | 2 | 2 | 7 | 13 | 18 |
| B. Kondisi - Murottal Normal | | | | | | B. Kondisi - Murottal Normal | | | | | | B. Kondisi - Murottal Normal | | | | | | B. Kondisi - Murottal Normal | | | | | |
| F7VillyMN | 2 | 2 | 26 | 12 | 19 | F7IKMN | 1 | 2 | 5 | 11 | 26 | F7MauMN | 1 | 2 | 6 | 12 | 18 | F7HuzMN | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| F8VillyMN | 1 | 2 | 6 | 12 | 23 | F8IKMN | 2 | 3 | 6 | 11 | 22 | F8MauMN | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | F8HuzMN | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| T3VillyMN | 2 | 3 | 6 | 12 | 20 | T3IKMN | 2 | 2 | 5 | 11 | 20 | T3MauMN | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | T3HuzMN | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| T4VillyMN | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | T4IKMN | 2 | 3 | 6 | 11 | 22 | T4MauMN | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | T4HuzMN | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| C. Kondisi - Spike | | | | | | C. Kondisi - Spike | | | | | | C. Kondisi - Spike | | | | | | C. Kondisi - Spike | | | | | |
| F7VillySp | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | F7IKSp | 1 | 3 | 6 | 14 | 19 | F7MauSp | 1 | 3 | 5 | 11 | 20 | F7HuzSp | 2 | 2 | 7 | 9 | 22 |
| F8VillySp | 2 | 2 | 7 | 13 | 19 | F8IKSp | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | F8MauSp | 1 | 3 | 5 | 11 | 20 | F8HuzSp | 2 | 2 | 6 | 9 | 23 |
| T3VillySp | 2 | 2 | 6 | 10 | 24 | T3IKSp | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | T3MauSp | 1 | 2 | 6 | 11 | 20 | T3HuzSp | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| T4VillySp | 2 | 2 | 6 | 13 | 19 | T4IKSp | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | T4MauSp | 2 | 3 | 6 | 11 | 17 | T4HuzSp | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| D. Kondisi - Murottal Spike | | | | | | D. Kondisi - Murottal Spike | | | | | | D. Kondisi - Murottal Spike | | | | | | D. Kondisi - Murottal Spike | | | | | |
| F7VillyMS | 2 | 3 | 5 | 10 | 16 | F7IKMS | 21 | 28 | 56 | 101 | 211 | F7MauMS | 2 | 2 | 6 | 12 | 18 | F7HuzMS | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| F8VillyMS | 1 | 2 | 7 | 10 | 19 | F8IKMS | 18 | 27 | 54 | 101 | 201 | F8MauMS | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | F8HuzMS | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| T3VillyMS | 1 | 3 | 7 | 10 | 19 | T3IKMS | 18 | 27 | 54 | 101 | 200 | T3MauMS | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 | T3HuzMS | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |
| T4VillyMS | 1 | 3 | 5 | 10 | 19 | T4IKMS | 1 | 27 | 51 | 101 | 207 | T4MauMS | 2 | 3 | 7 | 12 | 25 | T4HuzMS | 2 | 2 | 6 | 12 | 19 |

Hasil ekstraksi digunakan dalam skala [1000.100] disebutkan 4 kondisi dengan titik tepat F7, F8, T3, T4 hampir sama titik antara Norma dan Murottal Normal. Artinya tanpa emosi stres peserta menjadi rileks emosi dan mengalami penurunan titik. Sementara peserta merasa stres (Spike) mendengar murottal telah mendapatkan kedamaian.

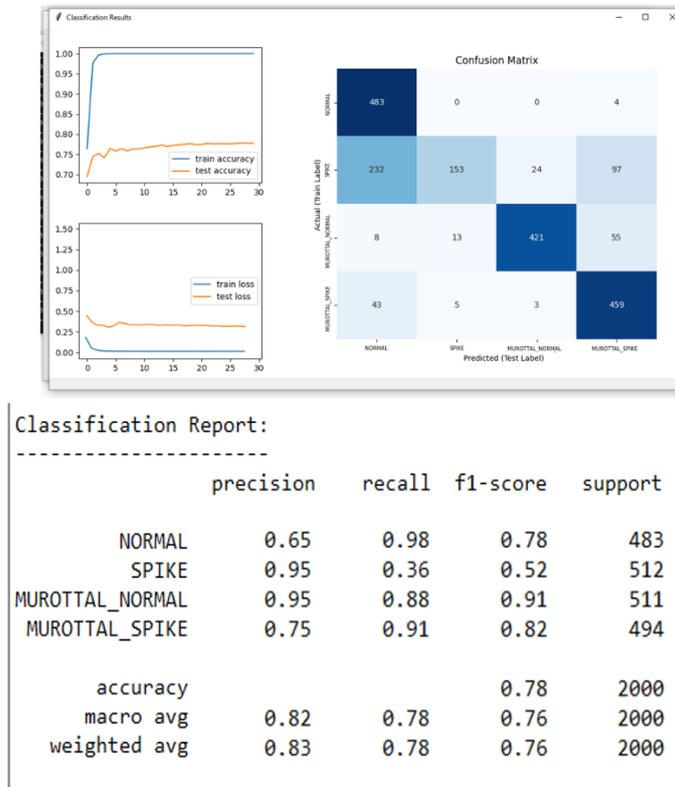
d. Klasifikasi dan Simulasi RNN



Gambar. 7 Antarmuka RNN

Model RNN diuji dengan data pelatihan dan data baru atau data validasi secara offline. Kami memiliki 12300 data, tetapi kami hanya mengambil 1000 set data, 78% atau 650 digunakan sebagai data pelatihan, dan 22% atau 450set digunakan sebagai data validasi. Hasil eksperimen dibagi menjadi 16 bagian; optimalisasi parameter pelatihan, pengaruh jumlah data pelatihan, penggunaan Wavelet sebagai ekstraksi, dampak konfigurasi saluran dan pengujian

akurasi data pelatihan, dan data non-pelatihan (data validasi). Gambar 7 adalah simulasi antarmuka RNN.



Gambar 8. Hasil dari salah satu skenario klasifikasi oleh RNN

Karena penelitian telah melakukan pengklasifikasian data, identifikasi Sinyal EEG Emosional dapat dipengaruhi oleh saluran yang merupakan sumber pengambilan data sinyal EEG.

Tabel 2. Hasil Akurasi Empat Skenario

| Tidak. | Skenario | Akurasi Training | Akurasi Validasi |
|--------|----------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 1 | Data Training: Normal; Data Pengujian: Spike | 100% | 52% |
| 2 | Data Training: Normal; Data Uji: Murottal Normal | 99% | 55% |
| 3 | Data Training: Normal; Data Uji: Murottal Spike | 97% | 35% |
| 4 | Data Training: Spike; Data Pengujian: Normal | 100% | 59% |
| 5 | Data Training: Spike; Data Uji: Murottal Normal | 99% | 57% |
| 6 | Data Training: Spike; Data Uji: Murottal Spike | 98% | 51% |
| 7 | Data Training: Murottal Normal; Data Pengujian: Normal | 99% | 56% |
| 8 | Data Training: Murottal Normal; Data Pengujian: Spike | 100% | 67% |
| 9 | Data Training: Murottal Normal; Data Uji: Murottal Spike | 100% | 76% |
| 10 | Data Training: Murottal Spike; Data Pengujian: Normal | 98% | 46% |

| | | | |
|----|----------------------------------------------------------|------|-----|
| 11 | Data Training: Murottal Spike; Data Pengujian: Spike | 100% | 60% |
| 12 | Data Training: Murottal Spike; Data Uji: Murottal Normal | 100% | 78% |

Dari hasil tabel 2 di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa skenario Murottal Spike dan Murottal Normal adalah akurasi terbaik 78%. Artinya mendengar Al-Qur'an akan membawa efek pada peserta kita. Kami memvisualisasikan setiap keadaan emosi untuk mengetahui hasil akurasi terbaik dari setiap kelas.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstraksi fitur menggunakan transformasi wavelet dapat mendeteksi gelombang alfa yang muncul ketika subjek diberi stimulus untuk mendengarkan suara Murottal. Gelombang alfa yang terdeteksi telah meningkat jumlahnya ketika mendengarkan suara Alquran oleh Model Wavelet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi data pelatihan adalah 100% dan 78% menggunakan data validasi. Sinyal EEG tidak stasioner; Oleh karena itu, perlu adanya penelitian BCI ini. Penggunaan wavelet terbukti meningkatkan akurasi dari 35,23 menjadi 78,5%. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan variabel emosional (4 keadaan emosional) dapat dikaitkan dengan komponen frekuensi dominan sehingga wavelet, sebagai metode sinyal EEG pra-proses sangat berguna. Makalah ini mengeksplorasi penerapan penerapan klasifikasi tunggal dan ansambel untuk mengambil data berjendela dari empat titik di kulit kepala dan kuantitas data itu menjadi representasi emosional dari apa yang dirasakan peserta pada saat itu. Murottal Quranic f atau Muslim, percaya bahwa membaca atau mendengarkan ayat-ayat suci Al-Qur'an dapat menjadi obat yang memberikan ketenangan pikiran, selain itu, penelitian bahwa mendengarkan Al-Qur'an murottal merupakan alternatif baru bagi siswa untuk mengurangi kecemasan atau tingkat stres masyarakat.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, disarankan untuk memperluas penelitian dengan melibatkan sampel yang lebih besar dan beragam. Dengan melibatkan lebih banyak subjek, hasil penelitian akan menjadi lebih representatif dan dapat memberikan kesimpulan yang lebih kuat. Selanjutnya, untuk memvalidasi temuan secara lebih mendalam, perlu dilakukan studi replikasi dengan menggunakan metode dan variabel yang serupa. Selain itu, penelitian lebih lanjut perlu dieksplorasi untuk mengungkapkan pengaruh stimulasi suara Murottal Al-Qur'an pada berbagai komponen frekuensi otak, seperti gelombang beta, theta, dan delta. Penggunaan metode ansambel yang lebih luas juga perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Penelitian lebih mendalam tentang manfaat Murottal Al-Qur'an dalam mengurangi kecemasan dan stres juga dapat memberikan kontribusi positif pada bidang psikologi dan kedokteran. Selain itu, perlu diperhatikan faktor-faktor lain yang mempengaruhi hasil penelitian, seperti lingkungan fisik dan karakteristik individu peserta. Terakhir, penelitian lebih lanjut dapat diarahkan untuk menguji efektivitas penggunaan wavelet transformations pada sinyal EEG dalam gelombang otak lainnya, sehingga dapat memperluas aplikasi dalam bidang

analisis sinyal EEG dan Brain-Computer Interaction (BCI). Dengan mempertimbangkan saran-saran ini, penelitian ini dapat memberikan sumbangan yang lebih berarti bagi bidang ilmiah yang relevan dan memperkuat manfaat penggunaan suara Murottal Al-Qur'an dalam mendukung kesejahteraan emosional dan mental individu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. R. Bhise, S. B. Kulkarni, and T. A. Aldhaheeri, "Brain computer interface based EEG for emotion recognition system: A systematic review," in *2020 2nd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA)*, IEEE, 2020, pp. 327–334.
- [2] M. M. Rahman *et al.*, "Recognition of human emotions using EEG signals: A review," *Comput Biol Med*, vol. 136, p. 104696, 2021.
- [3] G. Colombetti and E. Zavala, "Are emotional states based in the brain? A critique of affective brainocentrism from a physiological perspective," *Biol Philos*, vol. 34, no. 5, p. 45, 2019.
- [4] D. Li *et al.*, "The fusion of electroencephalography and facial expression for continuous emotion recognition," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 155724–155736, 2019.
- [5] E. C. Djamal, H. Fadhilah, A. Najmurokhman, A. Wulandari, and F. Renaldi, "Emotion brain-computer interface using wavelet and recurrent neural networks.," *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [6] Q. Aini, I. Handayani, and F. H. N. Lestari, "Utilization Of Scientific Publication Media To Improve The Quality Of Scientific Work," *Aptisi Transactions on Management (ATM)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [7] A. A. A. Redi Pudyanti, A. A. N. A. Redioka, and V. T. Devana, "Analyses Based on Theory of Capital Based Approach on Indonesian Graduate Employability," *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, vol. 4, no. 1, pp. 25–33, Apr. 2022, doi: 10.34306/ajri.v4i1.726.
- [8] N. P. A. Mentayani, I. P. Satwika, I. G. A. Pramesti Dwi Putri, A. A. I. I. Paramitha, and T. Tiawan, "Analisis Dan Perancangan User Interface Sistem Informasi Pembayaran Mahasiswa STMIK Primakara Berbasis Web," *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 78–89, Apr. 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i1.1850.
- [9] A. Rachmawati, "International Transactions on Education Technology (ITEE) Analysis of Machine Learning Systems for Cyber Physical Systems," *Cyber Physical Systems. International Transactions on Education Technology (ITEE)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [10] F. Sutisna, T. Handra, and Y. P. Jap, "The Influence of Social Media Marketing on Purchase Impulses with Brand Attentiveness as A Mediating Variable on UMKM X," *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 2, pp. 136–144, Jan. 2023, doi: 10.34306/att.v5i2.247.
- [11] P. Lestiyawati, "Analytic Network Process and Tawhidi Strong Relationship in Managing Business of Sharia Commercial Bank," *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 1, pp. 87–98, Jan. 2023, doi: 10.34306/att.v5i1.309.

- [12] Hendriyati Haryani, S. M. Wahid, A. Fitriani, and M. faris Ariq, "Analisa Peluang Penerapan Teknologi Blockchain dan Gamifikasi pada Pendidikan," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 163–174, Jan. 2023, doi: 10.34306/mentari.v1i2.250.
- [13] L. Meria, J. Zanubiya, M. Alfi, and D. Juliansah, "Increasing Consumers with Satisfaction Application based Digital Marketing Strategies Startupreneur Business Digital (SABDA)," *Startupreneur Bisnis Digital (SABDA)*, vol. 2, no. 1, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.3430>
- [14] Anggy Giri Prawiyogi and Aang Solahudin Anwar, "Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 187–197, Jan. 2023, doi: 10.34306/mentari.v1i2.254.
- [15] W. A. Nurasniar, "Employee Performance Improvement Through Competence and Organizational Culture with Work Motivation as A Mediation Variable," *APTISI Transactions on Management (ATM)*, vol. 6, no. 2, pp. 121–131, Nov. 2021, doi: 10.33050/atm.v6i2.1743.
- [16] D. S. S. Wuisan and T. Mariyanti, "Analisa Peran Triple Helik dalam Mengatasi Tantangan Pendidikan di Era Industri 4.0," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 123–132, Jan. 2023, doi: 10.34306/mentari.v1i2.258.
- [17] A. Singh Bist, "The Importance of Building a Digital Business Startup in College," *Startupreneur Bisnis Digital (SABDA)*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.34306/sabda.
- [18] K. B. Rii, P. Edastama, and N. F. Nabilah, "Study on Innovation Capability of College Students Based on Extenics and Theory of Creativity," *Startupreneur Business Digital (SABDA Journal)*, vol. 1, no. 2, pp. 134–142, Sep. 2022, doi: 10.34306/sabda.v1i2.118.
- [19] N. L. W. S. R. Ginantra, I. M. D. P. Asana, W. G. S. Parwita, and I. W. E. Eriana, "Mobile-Based Customers Management System in Ayunadi Supermarket," *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, vol. 4, no. 1, pp. 86–101, Aug. 2022, doi: 10.34306/ajri.v4i1.767.
- [20] U. Rahardja, "The Economic Impact of Cryptocurrencies in Indonesia," *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, vol. 4, no. 2, pp. 194–200, Jan. 2023, doi: 10.34306/ajri.v4i2.869.
- [21] A. Agung Nugraha and U. Budiyanto, "Adaptive E-Learning System Berbasis Vark Learning Style dengan Klasifikasi Materi Pembelajaran Menggunakan K-NN (K-Nearest Neighbor)," *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 2, pp. 248–261, Sep. 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i2.1900.
- [22] S. Zebua and M. Heru Riza Chakim, "Effect of Human Resources Quality, Performance Evaluation, and Incentives on Employee Productivity at Raharja High School," *APTISI Transactions on Management (ATM)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.34306.
- [23] D. S. Wuisan and T. Handra, "Maximizing Online Marketing Strategy with Digital Advertising," *Startupreneur Bisnis Digital (SABDA)*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.34306/sabda.v2i1.275.
- [24] R. N. Syafroni, "Field of Meaning Theory in Celebgram Endorsement Product

- Captions,” *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, vol. 4, no. 2, pp. 172–183, Jan. 2023, doi: 10.34306/ajri.v4i2.868.
- [25] Zulham, Z. Lubis, M. Zarlis, and M. R. Aulia, “Performance Analysis of Oil Palm Companies Based on Barcode System through Fit Viability Approach: Long Work as A Moderator Variable,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 1, pp. 40–52, Jan. 2023, doi: 10.34306/att.v5i1.288.
- [26] Y. Dwie Nurcahyanie and A. Cahyono, “Identification and Evaluation of Logistics Operational Risk Using the Fmea Method at PT. XZY,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 1Sp, pp. 1–10, Feb. 2023, doi: 10.34306/att.v5i1sp.306.
- [27] R. Muthia, “Structured Data Management for Investigating an Optimum Reactive Distillation Design,” *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, vol. 5, no. 1, pp. 34–42, Mar. 2023, doi: 10.34306/ajri.v5i1.899.
- [28] R. Fetra, T. Pradiani, and Faturrahman, “The Influence of Price, Facilities, and Service Quality on Re-Staying Interest,” *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, vol. 4, no. 2, pp. 184–193, Jan. 2023, doi: 10.34306/ajri.v4i2.867.
- [29] P. Nur Kamila and W. Sejati, “Karya ini berlisensi di bawah Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) Perencanaan Drainase Dengan Konsep Zero Delta Run Off Pada Perumahan Permata Puri Cibubur,” *Technomedia Journal (TMJ)*, vol. 8, pp. 2528–6544, 2023, doi: 10.33050/tmj.v8i1.
- [30] R. E. Santoso, F. P. Oganda, E. P. Harahap, and N. I. Permadi, “Pemanfaatan Penggunaan Hyperlocal Marketing bagi Startup Bidang Kuliner di Tangerang,” *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, vol. 2, no. 2, pp. 60–65, 2021.