

# Membaca Sinyal *Electroencephalogram* (EEG) Dalam Menangkap Tingkat Emosi (Berdasarkan Ontologi)

Yudo Devianto<sup>1</sup>, Eko Sedyono<sup>2</sup>, Sri Yulianto Joko Prasetyo<sup>3</sup>, Danny Manongga<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Sistem Informasi, Universitas Mercu Buana

<sup>1</sup>yudo.devianto@mercubuana.ac.id

<sup>1,2,3,4</sup>Fakultas Teknologi Informasi, Doktor Ilmu Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana

<sup>1</sup>982023006@student.uksw.edu, <sup>2</sup>eko@uksw.edu, <sup>3</sup>sri.yulianto@uksw.edu, <sup>4</sup>danny.manongga@staff.uksw.edu

## Article Info

### Article history:

Received Oct 29, 2023

Revised Mar 24, 2024

Accepted May 6, 2024

### Keywords:

Ontologi

CNN

EEG

CCN

DNN

## ABSTRACT

*Philosophically based electroencephalography (EEG) signal data processing is an interdisciplinary approach that opens up new perspectives in understanding brain function. In this context, it is necessary to examine data from a technical or biological perspective and consider its metaphysical, epistemological, and ontological aspects. Ontology is a branch of metaphysics that deals with objects and the types of objects that exist according to metaphysical (or even physical) theory, their properties, and their relationship. This article attempts to provide a philosophical view of science based on ontology for processing EEG signal data, the data source of which is brain waves. With the results of trials using Artificial Neural Network (ANN) classification, an accuracy value of 46.73 was obtained. The Convolutional Neural Network (CNN) algorithm can also be used to process EEG signal data to determine a person's emotional level; this has been proven in previous research. Although the overall accuracy of emotion recognition has increased significantly, several problems have caused low accuracy in the DEAP and DREAMER datasets. Other experiments have also been conducted using CNN, and the experimental results show that the weight of channels related to emotions is greater than that of different channels. Continuous Capsule Network (CCN) and Deep Neural Network (DNN) algorithms can also be used to process EEG signal data to determine the level of emotion.*

Copyright © 2024 Universitas Indraprasta PGRI.

All rights reserved.

## Corresponding Author:

Yudo Devianto,

Fakultas Ilmu Komputer,

Universitas Mercu Buana,

Jl. Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat.

Email: yudo.devianto@mercubuana.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

Apa itu sains, pertanyaan ini tampaknya mudah dijawab, semua orang tahu bahwa mata pelajaran seperti fisika, kimia, dan biologi adalah sains, sedangkan mata pelajaran seperti seni, musik, dan teologi bukan. Namun ketika filsuf bertanya apa itu sains, jawaban yang diinginkan bukanlah sains. Tidak sekedar menanyakan daftar kegiatan yang biasa disebut "Sains". Sebaliknya, bertanya karakteristik apa yang dimiliki oleh semua hal dalam daftar tersebut, yaitu apa yang membuat sesuatu menjadi ilmiah. Dipahami dengan cara ini, pertanyaannya bukanlah hal yang sepele. Banyak orang percaya bahwa ciri khas sains terletak pada metode khusus yang digunakan para ilmuwan untuk mempelajari dunia. Di sekolah-sekolah dan universitas-universitas saat ini, sains sebagian besar diajarkan dengan cara yang bersifat historis. Buku teks menyajikan ide-ide kunci suatu disiplin ilmu dalam bentuk yang senyaman mungkin, dengan sedikit menyebutkan proses sejarah yang

panjang dan seringkali berliku-liku yang mengarah pada penemuannya. Sebagai strategi pedagogi, hal ini masuk akal. Namun apresiasi terhadap sejarah gagasan ilmiah bermanfaat untuk memahami isu-isu yang menarik perhatian para filsuf sains. Tugas utama filsafat ilmu adalah menganalisis metode penyelidikan yang digunakan dalam ilmu pengetahuan [1].

Filsafat dan ilmu komputer tumpang tindih tidak hanya dalam beberapa topik yang memiliki kepentingan bersama (logika, filsafat pikiran, filsafat bahasa, dll.), tetapi juga dalam metodologi: kemampuan untuk menemukan contoh tandingan, menyaring masalah menjadi lebih kecil, lebih mudah dikelola, melihat implikasinya, metode logika formal, dan sebagainya [2].

Salah satu tugas utama filsafat sains adalah memahami bagaimana teknik seperti eksperimen, observasi, dan pembangunan teori telah memungkinkan para ilmuwan menemukan banyak rahasia alam. Kadang-kadang dikatakan bahwa eksperimen terkontrol adalah satu-satunya cara yang dapat diandalkan untuk menarik kesimpulan sebab akibat dalam sains. Para pendukung pandangan ini berpendapat bahwa data observasi murni, tanpa intervensi eksperimental apa pun, tidak dapat memberi kita pengetahuan tentang sebab-akibat. Apakah penilaian ini adil atau tidak, bukanlah pertanyaan yang akan kami pertimbangkan di sini. Namun Postscript mengungkap masalah penting. Dalam menolak tuduhan bahwa sains itu tidak rasional, Kuhn dengan terkenal menyatakan bahwa "tidak ada algoritma" untuk pemilihan teori dalam sains. Apa artinya? Algoritma adalah seperangkat aturan yang memungkinkan kita menghitung jawaban atas pertanyaan tertentu. Misalnya, algoritme perkalian adalah seperangkat aturan yang, jika diterapkan pada dua bilangan apa pun, akan memberi tahu kita hasil perkaliannya. Jadi, algoritma pemilihan teori adalah seperangkat aturan yang, ketika diterapkan pada dua teori yang bersaing, akan memberi tahu kita teori mana yang harus dipilih. Banyak filosofi ilmiah tradisional yang berkomitmen, secara implisit atau eksplisit, terhadap keberadaan algoritma tersebut. Penganut empirisme logis sering menulis seolah-olah, dengan adanya sekumpulan data dan dua teori yang saling bersaing, "prinsip-prinsip metode ilmiah" dapat digunakan untuk menentukan teori mana yang lebih unggul. Gagasan ini tersirat dalam keyakinan mereka bahwa meskipun penemuan adalah masalah psikologis, pembenaran adalah masalah logis.

Dalam penerapan algoritma untuk membaca serta mengolah data yang dihasilkan dari sinyal *EEG* (*Electroencephalogram*) dalam konteks ilmiah dapat dilihat dari sudut pandang filsafat ilmu. Filsafat ilmu pengetahuan tidak hanya berkaitan dengan apa yang kita ketahui tetapi juga bagaimana kita mengetahui dan memahami dunia. Banyak orang percaya bahwa ciri khas sains terletak pada metode khusus yang digunakan para ilmuwan untuk mempelajari dunia. Usulan ini sepenuhnya masuk akal. Banyak disiplin ilmu yang menggunakan metode penyelidikan tertentu yang tidak digunakan dalam bidang non-ilmiah. Contoh nyata adalah penggunaan eksperimen, yang secara historis menandai titik balik perkembangan ilmu pengetahuan modern. Tidak semua ilmu pengetahuan bersifat eksperimental, meskipun para astronom jelas tidak dapat melakukan eksperimen di langit tetapi harus puas dengan pengamatan yang cermat. Hal yang sama berlaku untuk banyak ilmu sosial. Karakteristik penting lainnya dari sains adalah pembangunan teori. Para ilmuwan tidak sekadar mencatat hasil eksperimen dan observasi dalam buku catatan, mereka seringkali ingin menjelaskan hasil tersebut dalam kerangka teori umum. Hal ini tidak selalu mudah untuk dicapai, namun keberhasilan penting untuk dicatat.

Dan dengan munculnya berbagai alat dan teknologi baru, teknologi informasi dunia berkembang sangat pesat, alat dan teknologi tersebut terus meningkatkan efektivitas dan efisiensi aktivitas manusia. Dikenal sebagai era digital, semua elemen kehidupan manusia menggunakan teknologi ini untuk menggantikan campur tangan manusia dalam aktivitasnya [3].

Dengan perkembangan teknologi tersebut, dunia pendidikanpun tak luput dari dampak yang ditimbulkan dari perkembangan teknologi tersebut, yaitu dapat memanfaatkan teknologi tersebut untuk dapat mengetahui tingkat konsentrasi peserta didik dalam menerima pembelajaran.

Pembelajaran adalah suatu sistem di mana bagian-bagiannya saling berinteraksi dan bekerjasama untuk mencapai tujuan pembelajaran. Pembelajaran menuntut siswa untuk mau mengikuti pelajaran di kelas dan belajar mandiri di rumah. Dalam hal kesiapan, salah satu hal yang paling penting adalah kesiapan fisik dan mental. Kemampuan mental yang mempengaruhi belajar meliputi kecerdasan, minat, bakat, kemauan, kematangan, perhatian dan fokus. Ada dua indikator yang dapat dijadikan tolak ukur keberhasilan dalam pembelajaran, yaitu daya serap peserta didik dalam menerima pembelajaran dan perubahan tingkah laku peserta didik. Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya daya tangkap peserta didik adalah konsentrasi [4].

Konsentrasi adalah kemampuan untuk fokus pada aktivitas tertentu, untuk mengukur konsentrasi tersebut dibutuhkan teknologi, salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengukur adalah teknologi yang dapat menghasilkan informasi dari sinyal *Elektroensephalogram (EEG)* yang diolah. Sinyal *EEG* merupakan sinyal bioelektrik yang berasal dari permukaan kulit manusia, biasanya sinyal ini bersifat kompleks dan dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang aktivitas otak. Sinyal *EEG* berupa gelombang listrik yang sangat kecil membuat pendeteksian visual secara langsung menjadi sangat sulit Sinyal *EEG* direkam

untuk memberikan informasi tentang aktivitas listrik otak. Dalam kedokteran, sinyal *EEG* telah digunakan untuk mendiagnosis kerusakan otak dan gangguan kejiwaan. *Wireless EEG* menawarkan kemudahan dan kenyamanan dalam merekam sinyal karena lebih murah dan dapat digunakan untuk mengetahui kondisi mental seseorang, termasuk tingkat konsentrasi [5].

Dalam artikel ini terlihat dilakukan pengolahan sinyal *EEG* yang didapat dari hasil percobaan untuk mengetahui tingkat emosi seseorang pada kurun waktu tertentu. Bentuk sinyal *EEG* berbeda pada setiap orang dan dipengaruhi oleh berbagai variabel seperti kondisi emosi, kondisi mental, usia, tingkat aktivitas, dan kesehatan. Berbagai penelitian yang telah dilakukan, mengklasifikasi beberapa variabel antara lain: variabel emosionalitas [6], variabel kelelahan [7], variabel mental [8], variabel konsentrasi [9], serta rasa kantuk dan tertidur [10].

Pengolahan data sinyal *EEG* (*electroencephalography*) berbasis filosofis merupakan pendekatan interdisipliner yang sangat menarik dan dapat membuka perspektif baru dalam memahami fungsi otak. Dalam konteks ini, tidak hanya mengkaji data dari sudut pandang teknis atau biologis, tetapi juga mempertimbangkan aspek metafisik, epistemologis, dan bahkan ontologisnya. Metafisika mencoba untuk “memahami hakikat realitas dalam arti luas: benda dan fakta apa yang pada akhirnya membentuk segala sesuatu yang ada”. Epistemologis adalah studi tentang pengetahuan dan keyakinan: Epistemologi “berkaitan dengan apakah kita manusia mempunyai kapasitas untuk menemukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan tersebut [metafisika], dan jika tidak, batasan apa terhadap pengetahuan kita yang ditentukan oleh kemampuan manusia kita yang terbatas”. Ontologi adalah cabang metafisika yang berkaitan dengan objek dan jenis objek yang ada menurut teori metafisika (atau bahkan fisik) seseorang, sifat-sifatnya, dan hubungannya satu sama lain (seperti apakah beberapa di antaranya merupakan “sub-objek”) [2]. Dalam artikel ini berusaha memberikan pandangan filsafat ilmu berdasarkan ontologi untuk pengolahan data sinyal *EEG* yang sumber datanya diambil dari gelombang otak.

Dari penjelasan berdasarkan falsafah sains dapat diartikan bahwa eksperimen, yang secara historis menandai titik balik perkembangan ilmu pengetahuan modern, salah satu tugas utama filsafat sains adalah memahami bagaimana teknik seperti eksperimen, observasi, dan pembangunan teori, serta kebutuhan untuk menguji teori tersebut dibutuhkan algoritma. Algoritma adalah seperangkat aturan yang memungkinkan kita menghitung jawaban atas pertanyaan tertentu. Kontribusi penelitian ini adalah dapat memberitahu bagi pembaca bahwa ilmu filsafat berpengaruh pada perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada teknologi pemantauan data sinyal *EEG*.

## 2. METODE

Berdasarkan sudut pandang ilmu filsafat dalam persepsi ontologi, seperti telah dijelaskan pada pendahuluan, berdasarkan hal tersebut metode penyusunan artikel adalah penelitian kepustakaan, meliputi pencarian referensi buku, artikel ilmiah dan referensi relevan terkait sinyal *EEG* untuk dapat mengetahui algoritma apa saja yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat emosi yang didapat dari gelombang otak [11]. Selain itu temuan penelitian terkait dengan sinyal *EEG* tersebut digunakan sebagai data pendukung, yang kemudian disintesis sedemikian rupa sehingga dapat memberikan informasi yang lebih bermakna. Terlihat pada Gambar 1 tahapan penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Penjelasan tahapan pada gambar 1, sebagai berikut:

Melakukan Pencarian Pustaka: dilakukan pencarian sumber penelitian melalui sumber pustaka yang terdiri dari buku dan artikel ilmiah.

Melakukan Review: dilakukan review untuk menentukan sumber pustaka yang digunakan dan relevan dengan penelitian yang dilakukan.

Menyusun Ontologi dari hasil review dipilih sumber pustaka yang mengandung kaidah ontology.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Irama Otak [12]

Banyak kelainan otak yang didiagnosis melalui inspeksi visual sinyal *EEG*. Para ahli klinis di bidangnya sudah familiar dengan manifestasi ritme otak dalam sinyal *EEG*. Pada orang dewasa yang sehat, amplitudo dan frekuensi sinyal tersebut berubah dari satu kondisi manusia ke kondisi lainnya, seperti saat terjaga dan tidur. Karakteristik gelombang juga berubah seiring bertambahnya usia. Ada lima gelombang otak utama yang dibedakan berdasarkan rentang frekuensinya yang berbeda. Pita frekuensi dari frekuensi rendah hingga tinggi masing-masing disebut *alfa* ( $\alpha$ ), *theta* ( $\theta$ ), *beta* ( $\beta$ ), *delta* ( $\delta$ ), dan *gamma* ( $\gamma$ ). Gelombang *alfa* dan *beta* diperkenalkan oleh Berger pada tahun 1929. Jasper dan Andrews (1938) menggunakan istilah '*gamma*' untuk merujuk pada gelombang di atas 30 Hz. Irama *delta* diperkenalkan oleh Walter (1936) untuk menunjuk semua frekuensi di bawah rentang *alfa*. Dia juga memperkenalkan gelombang *theta* yang memiliki frekuensi dalam kisaran 4–7.5 Hz. Gagasan tentang gelombang *theta* diperkenalkan oleh Wolter dan Dovey pada tahun 1944.

Gelombang *delta* berada dalam kisaran 0.5–4 Hz. Gelombang ini terutama berhubungan dengan tidur nyenyak dan mungkin muncul saat terjaga. Sangat mudah untuk mengacaukan sinyal artefak yang disebabkan oleh otot-otot besar di leher dan rahang dengan respons *delta* yang sebenarnya.

Hal ini karena otot berada di dekat permukaan kulit dan menghasilkan sinyal yang besar, sedangkan sinyal yang diinginkan berasal dari dalam otak dan sangat dilemahkan saat melewati tengkorak. Namun demikian, dengan menerapkan metode analisis sinyal sederhana pada *EEG*, sangat mudah untuk melihat kapan respons tersebut disebabkan oleh pergerakan yang berlebihan.

Gelombang *theta* berada dalam kisaran 4–7.5 Hz. Istilah *theta* mungkin dipilih untuk merujuk pada dugaan asal-usulnya dari thalamus. Gelombang *theta* muncul saat kesadaran beralih ke arah kantuk. Gelombang *Theta* telah dikaitkan dengan akses terhadap materi bawah sadar, inspirasi kreatif, dan meditasi mendalam. Gelombang *theta* sering kali disertai frekuensi lain dan tampaknya terkait dengan tingkat gairah. Diketahui bahwa penyembuh dan mediator berpengalaman memiliki gelombang *alfa* yang frekuensinya secara bertahap menurun dalam jangka waktu yang lama. Gelombang *theta* memainkan peran penting pada masa bayi dan anak-anak. Kontingen yang lebih besar dari aktivitas gelombang *theta* pada orang dewasa yang terjaga adalah tidak normal dan disebabkan oleh berbagai masalah patologis. Perubahan ritme gelombang *theta* diperiksa untuk studimaturasi dan emosional.

Gelombang *alfa* muncul di bagian posterior kepala dan biasanya ditemukan di daerah oksipital otak. Mereka dapat dideteksi di seluruh bagian lobus posterior otak. Untuk gelombang *alfa*, frekuensinya berada pada kisaran 8–13 Hz, dan biasanya muncul sebagai sinyal berbentuk bulat atau sinusoidal. Namun, dalam kasus yang jarang terjadi, hal ini dapat bermanifestasi sebagai gelombang tajam. Dalam kasus seperti ini, komponen negatif tampak tajam dan komponen positif tampak bulat, mirip dengan morfologi gelombang *ritme rolandic mu* ( $\mu$ ). Gelombang *alfa* dianggap menunjukkan kesadaran yang rileks tanpa perhatian atau konsentrasi apa pun. Gelombang *alfa* adalah ritme yang paling menonjol di seluruh aktivitas otak dan mungkin mencakup rentang yang lebih luas daripada yang diyakini sebelumnya. Puncak dapat secara teratur terlihat dalam rentang gelombang *beta* pada frekuensi bahkan hingga 20 Hz, yang memiliki karakteristik keadaan gelombang *alfa* daripada gelombang *beta*. Sekali lagi, sering kali respons terlihat pada 75 Hz, yang muncul dalam pengaturan *alfa*. Sebagian besar subjek menghasilkan gelombang *alfa* dengan mata tertutup, itulah sebabnya dikatakan bahwa gelombang tersebut hanyalah pola menunggu atau pemindaian yang dihasilkan oleh wilayah visual di otak. Hal ini dikurangi atau dihilangkan dengan membuka mata, dengan mendengar suara-suara asing, dengan kecemasan, atau konsentrasi mental atau perhatian.

Albert Einstein dapat memecahkan masalah matematika yang kompleks sambil tetap berada dalam kondisi *alfa*, meskipun umumnya gelombang *beta* dan *theta* juga ada. Gelombang *alfa* memiliki amplitudo lebih tinggi di area oksipital dan biasanya memiliki amplitudo kurang dari 50  $\mu$ V. Asal usul dan signifikansi fisiologis gelombang *alfa* masih belum diketahui, namun penelitian lebih lanjut harus dilakukan untuk memahami bagaimana fenomena ini berasal dari sel kortikal.

Gelombang *beta* adalah aktivitas listrik otak yang bervariasi dalam kisaran 14–26 Hz (meskipun dalam beberapa literatur tidak ada batas atas yang diberikan). Gelombang *beta* adalah ritme bangun otak yang biasa dikaitkan dengan pemikiran aktif, perhatian aktif, fokus pada dunia luar, atau pemecahan masalah konkret, dan ditemukan pada orang dewasa normal. Gelombang *beta* tingkat tinggi dapat diperoleh ketika manusia berada dalam keadaan panik. Aktivitas *beta* berirama ditemui terutama di wilayah frontal dan tengah. Yang penting, ritme *beta* sentral terkait dengan ritme *mu rolandic* dan dapat diblokir oleh aktivitas motorik atau stimulasi sentuhan.

Amplitudo ritme *beta* biasanya di bawah 30  $\mu$ V. Mirip dengan ritme *mu*, gelombang *beta* juga dapat ditingkatkan karena adanya kerusakan tulang dan juga di sekitar daerah tumor.

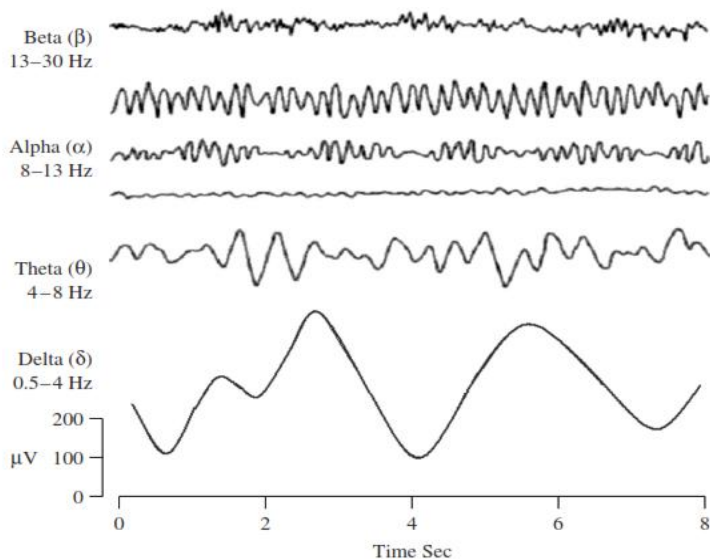
Frekuensi di atas 30 Hz (terutama hingga 45 Hz) sesuai dengan rentang *gamma* (kadang-kadang disebut gelombang *beta* cepat). Meskipun amplitudo ritme ini sangat rendah dan jarang terjadi, deteksi ritme

ini dapat digunakan untuk memastikan penyakit otak tertentu. Daerah dengan frekuensi *EEG* tinggi dan tingkat aliran darah otak tertinggi (serta pengambilan oksigen dan glukosa) terletak di daerah frontosentral.

Pita gelombang gamma juga telah terbukti menjadi indikasi yang baik untuk *Event-Related Synchronization (ERS)* di otak dan dapat digunakan untuk menunjukkan lokus pergerakan jari telunjuk kanan dan kiri, jari kaki kanan, serta area yang agak luas dan bilateral, untuk gerakan lidah.

Gelombang dengan frekuensi yang jauh lebih tinggi daripada rentang aktivitas normal *EEG*, sebagian besar berkisar antara 200–300 Hz, telah ditemukan pada struktur otak kecil hewan, namun gelombang tersebut tidak berperan dalam neurofisiologi klinis.

Gambar 2. Menunjukkan ritme otak normal yang khas dengan tingkat amplitudo biasanya. Secara umum, sinyal *EEG* merupakan proyeksi aktivitas saraf yang dilemahkan oleh leptomeninges, cairan serebrospinal, duramater, tulang, galea, dan kulit kepala. Pelepasan kartografi menunjukkan amplitudo 0.5–1.5 mV dan hingga beberapa milivolt untuk lonjakan. Namun, pada kulit kepala, amplitudonya biasanya berkisar antara 10–100  $\mu$ V.

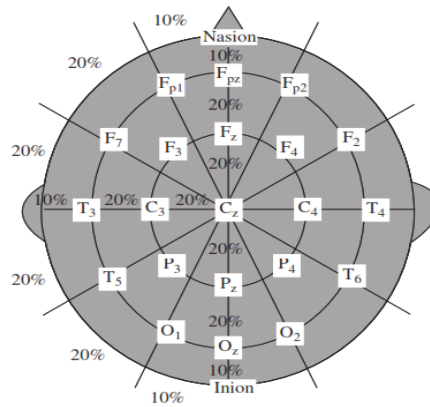


Gambar 2. Empat ritme normal otak dominan yang khas, dari frekuensi tinggi hingga rendah.

Gelombang *delta* diamati pada bayi dan orang dewasa yang sedang tidur, gelombang *theta* pada anak-anak dan orang dewasa yang sedang tidur, gelombang *alfa* terdeteksi di daerah oksipital otak ketika tidak ada perhatian, dan gelombang beta muncul secara frontal dan parietal dengan amplitudo rendah.

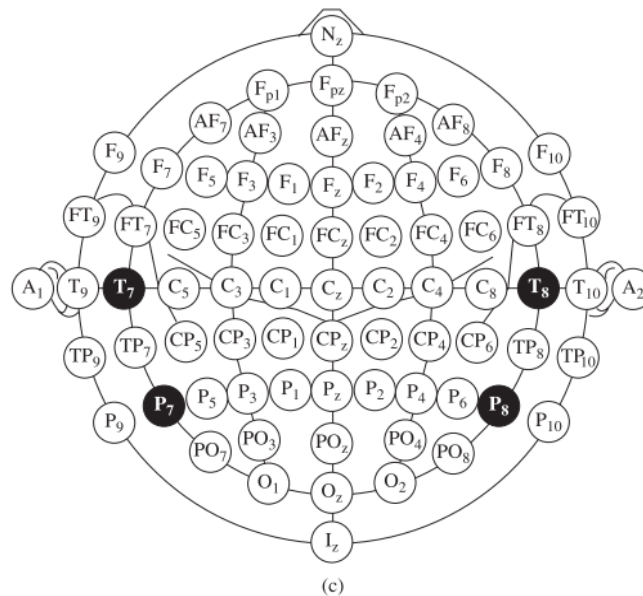
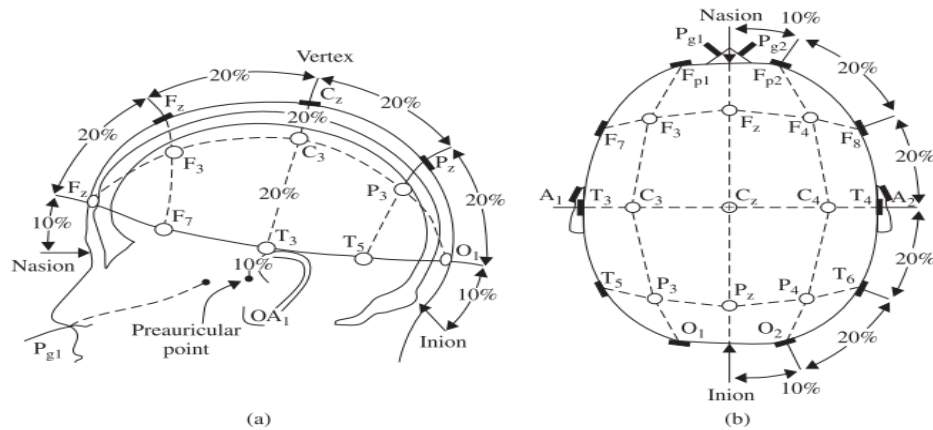
### 3.2. Perekaman dan Pengukuran EEG

Hasil pengolahan data sinyal *EEG* yang akan digunakan sebagai dataset utama yang dihasilkan dari gelombang otak, observasi dari objek yang akan diteliti, sinyal-sinyal listrik yang dihasilkan oleh otak tidak hanya mewakili fungsi otak tetapi juga status seluruh tubuh. Memperoleh sinyal dan gambar dari tubuh manusia menjadi hal penting untuk diagnosis dini berbagai penyakit. Data tersebut dapat berupa sinyal elektrobiologis seperti *Elektrokardiogram (EKG)* dari jantung, *Elektromiogram (EMG)* dari otot, *Elektroensefalogram (EEG)* dari otak, *Magnetoencefalogram (MEG)* dari otak, *Elektrogastrogram (EGG)* dari otak, perut, dan *Electrooculogram* (atau *Electrooptigram, EOG*) dari saraf mata. Pengukuran juga dapat berupa salah satu jenis *USG* atau radiograf seperti sonograf (atau gambar *USG*), *Computerized Tomography (CT)*, *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* atau *MRI fungsional (fMRI)*, *Positron Emission Tomography (PET)*, dan *Single Photon Emission Tomography (SPET)*. Perubahan fungsional dan fisiologis di dalam otak dapat dicatat oleh *EEG*, *MEG*, atau *fMRI*. Namun penerapan *fMRI* sangat terbatas dibandingkan dengan *EEG* atau *MEG* karena sejumlah alasan penting [12]: a). Resolusi waktu rangkaian gambar *fMRI* sangat rendah (misalnya sekitar dua *frame/s*), sedangkan bandwidth *EEG* lengkap dapat dilihat menggunakan sinyal *EEG* atau *MEG*. b). Banyak jenis aktivitas mental, gangguan otak, dan malfungsi otak tidak dapat didaftarkan menggunakan *fMRI* karena pengaruhnya terhadap tingkat oksigen dalam darah rendah. c). Aksesibilitas terhadap sistem *fMRI* (dan saat ini ke *MEG*) terbatas dan mahal. d). Resolusi spasial *EEG*, bagaimanapun, terbatas pada jumlah elektroda perekam (atau jumlah kumparan untuk *MEG*).



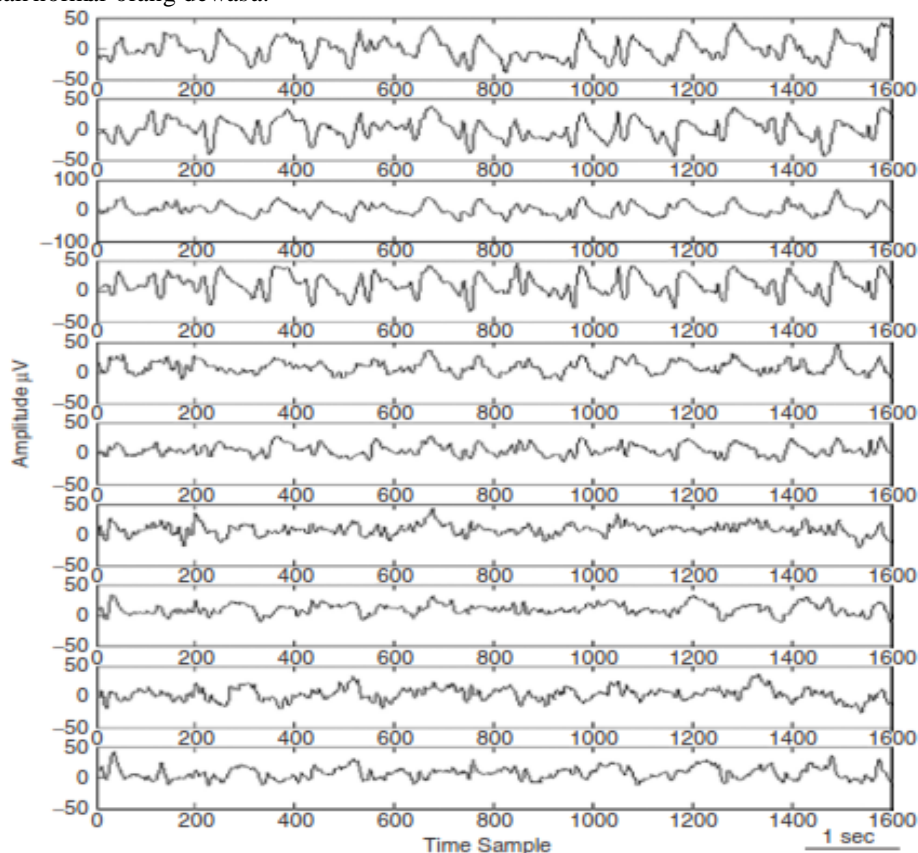
Gambar 3. Posisi elektroda EEG 10–20 konvensional untuk penempatan 21 elektroda [12].

Misalnya, C<sub>3</sub> dan C<sub>4</sub> dapat digunakan untuk merekam sinyal terkait gerakan jari kanan dan kiri masing-masing untuk aplikasi *Brain-Computer Interfacing (BCI)*. Juga F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, P<sub>3</sub>, dan P<sub>4</sub> dapat digunakan untuk merekam sinyal ERP P300.



Gambar 4. Representasi diagram dari 10-20 pengaturan elektroda untuk 75 elektroda termasuk elektroda referensi: (a) dan (b) mewakili ukuran tiga dimensi, dan (c) menunjukkan tampilan dua dimensi dari konfigurasi pengaturan elektroda [12].

Dalam banyak aplikasi seperti *Brain-Computer Interfacing (BCI)* dan studi aktivitas mental, seringkali sejumlah kecil elektroda di sekitar wilayah yang berhubungan dengan gerakan dipilih dan digunakan dari sistem pengaturan 10-20. Gambar 5 mengilustrasikan serangkaian sinyal *EEG* selama kurang lebih tujuh detik aktivitas otak normal orang dewasa.

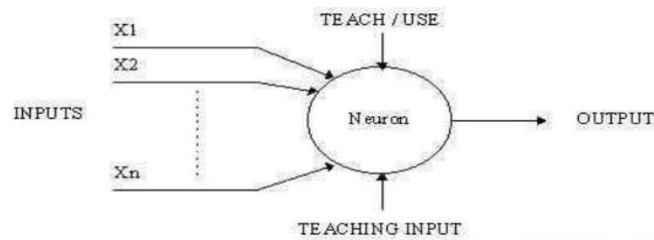


Gambar 5. Serangkaian sinyal *EEG* selama kurang lebih tujuh detik aktivitas otak normal orang dewasa.

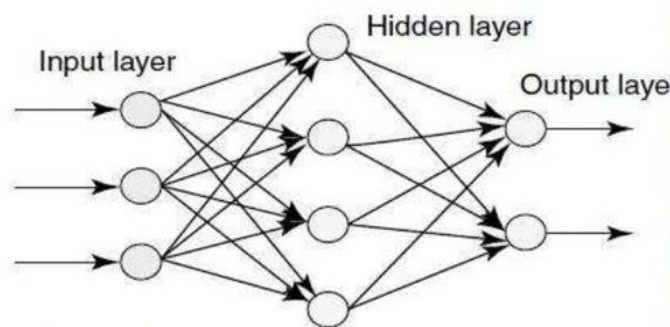
### 3.3. Algoritma Pembaca Sinyal *EEG* Berdasarkan Ontologi

Dari sumber pustaka yang didapat disusun berkaitan dengan objek dan jenis objek yang berhubungan dengan dengan pembacaan sinyal *EEG*, berdasarkan ontologi didapatkan beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk membaca sinyal *EEG*, algoritma-algoritma tersebut antara lain:

1. Algoritma *Artificial Neural Network (ANN)* adalah salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mengolah dataset yang dihasilkan dari alat *EEG* tersebut, algoritma tersebut dapat menjembatani kesenjangan antara data eksperimen dan interpretasi teoritis yang disebutkan pada aspek empirisme dan observasi [1]. Konsep *ANN* pada dasarnya diperkenalkan dari mata pelajaran biologi dimana jaringan saraf memainkan peran penting dan kunci dalam tubuh manusia. Dalam pekerjaan tubuh manusia dilakukan dengan bantuan jaringan saraf. *Neural Network* hanyalah jaringan neuron yang saling terhubung yang jumlahnya jutaan. Dengan bantuan neuron yang saling berhubungan ini, semua pemrosesan paralel dilakukan dalam tubuh manusia dan tubuh manusia adalah contoh terbaik dari pemrosesan paralel. *Neuron* adalah sel biologis khusus yang memproses informasi dari satu *neuron* ke *neuron* lain dengan bantuan beberapa perubahan listrik dan kimia. Ini terdiri dari badan sel atau soma dan dua jenis cabang seperti pohon yang menjangkau: akson dan dendrit. Badan sel memiliki nucleus yang berisi informasi tentang sifat keturunan dan plasma yang menyimpan peralatan molekuler atau bahan penghasil yang dibutuhkan oleh *neuron*. Seluruh proses penerimaan dan pengiriman sinyal dilakukan dengan cara tertentu seperti *neuron* menerima sinyal dari neuron lain melalui dendrit. *Neuron* mengirim sinyal pada lonjakan aktivitas listrik melalui penyangga tipis panjang yang dikenal sebagai akson dan akson membagi sinyal ini melalui sinaps dan mengirimkannya ke neuron lain [13].



Gambar 6. Neuron Buatan



Gambar 7. Multilayered Artificial Neural Network

Mirip dengan Neuron, *Artificial Neural Network (ANN)* biologis juga memiliki neuron yang bersifat artifisial dan mereka juga menerima input dari elemen lain atau neuron buatan lainnya dan kemudian setelah input diberi bobot dan ditambahkan, hasilnya kemudian diubah oleh fungsi transfer menjadi output. Fungsi transfer dapat berupa Sigmoid, fungsi tangen hiperbolik, atau langkah. Berdasarkan acuan dari falsafah sains, dalam artikel ini digunakan algoritma *Artificial Neural Network (ANN)* yang dapat mengeksplorasi mengenai penerapan metode klasifikasi *ANN* maka dapat diketahui emosi seseorang menggunakan data gelombang otak. Dengan menguji pengalaman emosi positif dan negatif yang ditangkap otak, hasil pengujian ini telah dilakukan oleh Adelia (2021), dengan hasil uji coba yang dilakukan menggunakan klasifikasi *Artificial Neural Network (ANN)* didapatkan nilai akurasi sebesar 46.73 [14].

2. Algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dapat digunakan juga untuk mengolah data sinyal EEG untuk mengetahui tingkat emosi seseorang, hal ini dibuktikan dalam hasil penelitian, meskipun akurasi pengenalan emosi secara keseluruhan meningkat secara signifikan, beberapa masalah menyebabkan rendahnya akurasi dalam kumpulan data *DEAP* dan *DREAMER* [15]. Ada juga hasil percobaan lain yang dilakukan menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)*, dan hasil percobaan menunjukkan bahwa bobot saluran yang berhubungan dengan emosi lebih besar dibandingkan saluran lainnya [16].
3. Algoritma *Continuous Capsule Network (CCN)* dapat juga digunakan untuk mengolah data sinyal EEG agar dapat mengetahui tingkat emosi [6].
4. Algoritma *Deep Neural Network (DNN)* dapat juga digunakan untuk mengolah data sinyal EEG agar dapat mengetahui tingkat emosi [8]. Dan masih banyak algoritma-algoritma yang dapat digunakan untuk membaca dan mengolah data sinyal EEG.

Algoritma yang didapat dari pemilihan sumber pustaka secara ontologi antara lain, *ANN*, *CNN*, *CCN* dan *DNN*.

#### 4. PENUTUP

Perkembangan ilmu pengetahuan tidak lepas dari peran Falsafah Sains. Dalam Falsafah Sains disebutkan bahwa data observasi murni tanpa intervensi eksperimen apapun tidak dapat memberi kita pengetahuan tentang sebab-akibat. Disebutkan juga algoritma adalah seperangkat aturan yang memungkinkan kita menghitung jawaban atas pertanyaan tertentu, serta terlihat dengan jelas filsafati dalam peran algoritma sebagai jembatan antara eksperimen dan teori. Melibatkan seorang ahli dalam pengolahan data dengan memanfaatkan pengalaman empirisnya. Dalam Falsafah Sains Para peneliti tidak sekadar mencatat hasil



eksperimen dan observasi dalam buku catatan, mereka seringkali ingin menjelaskan hasil tersebut dalam kerangka teori umum. Hal ini tidak selalu mudah untuk dicapai, namun keberhasilan penting untuk dicatat. Berdasarkan penyusunan secara ontologi dari sumber pustaka yang ada, didapatkan beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk membaca dan mengolah data sinyal EEG, yaitu: ANN, CNN, CCN dan DNN. Diharapkan artikel ini dapat membantu para peneliti yang mendalami bidang pembacaan sinyal EEG.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Okasha, *Philosophy of Science Very short Introduction*, vol. 7, no. 9. 2016.
- [2] W. J. Rapaport, *Philosophy of Computer Science*. New York, USA, 2019.
- [3] M. Danuri, "Perkembangan Dan Transformasi Teknologi Digital," *INFOKAM*, vol. XV, no. II, pp. 116–123, 2019.
- [4] R. Aviana and F. Fatichatul hidayah, "PENGARUH TINGKAT KONSENTRASI BELAJAR SISWA TERHADAP DAYA PEMAHAMAN MATERI PADA PEMBELAJARAN KIMIA DI SMA NEGERI 2 BATANG," *Jurnal Pendidikan Sains*, vol. 03, no. 01, pp. 1–4, 2015.
- [5] R. Karmila, E. C. Djamil, and D. Nursantika, "Identifikasi Tingkat Konsentrasi Dari Sinyal EEG Dengan Wavelet dan Adaptive Backpropagation," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, vol. 0, no. 0, p. 2016, 2016.
- [6] I. M. A. Wirawan, R. Wardoyo, D. Lelono, and S. Kusrohmaniah, "Continuous Capsule Network Method for Improving Electroencephalogram-Based Emotion Recognition," *Emerging Science Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 116–134, 2023.
- [7] M. A. Hendrawan, "Deteksi Kelelahan Mental Dengan Menggunakan Sinyal Eeg Satu Kanal," *Jurnal Sistem Informasi dan Bisnis Cerdas*, vol. 14, no. 2, pp. 78–87, 2021.
- [8] F. Siddiqui *et al.*, "Deep Neural Network for EEG Signal-Based Subject-Independent Imaginary Mental Task Classification," *Diagnostics*, vol. 13, no. 4, pp. 1–16, 2023.
- [9] D. P. Pangestu and E. C. Djamil, "Identifikasi Sinyal Elektroensefalogram Berdasarkan Perhatian Menggunakan Wavelet dan Support Vector Machine," *Prosiding SNIJA*, pp. 229–232, 2015.
- [10] I. Hussain *et al.*, "Quantitative Evaluation of EEG-Biomarkers for Prediction of Sleep Stages," *MDPI SENSORS*, vol. 22, no. 8, pp. 1–15, 2022.
- [11] J. F. Indonesia, N. F. Saminan, and U. P. Indonesia, "Frekuensi Gelombang Otak dalam Menangkap Ilmu Imajinasi dan Realita ( Berdasarkan Ontologi )," vol. 3, no. 2, pp. 40–47, 2020.
- [12] S. Sanei and J. A. Chambers, *EEG SIGNAL PROCESSING*. UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2007.
- [13] K. Sharma, A. Naik, and P. Patel, "Study of Artificial Neural Network," vol. 2, no. 4, pp. 46–48, 2015.
- [14] A. F. Zakkiyah, "Klasifikasi Emosi Untuk Mengetahui Pengalaman Emosional Melalui Sinyal EEG Menggunakan Algoritma Artificial Neural Network," vol. 3, no. 2, pp. 40–43, 2021.
- [15] I. M. A. Wirawan, R. Wardoyo, D. Lelono, and S. Kusrohmaniah, "Modified Weighted Mean Filter to Improve the Baseline Reduction Approach for Emotion Recognition," *Emerging Science Journal*, vol. 6, no. 6, pp. 1255–1273, 2022.
- [16] L. Fan, H. Shen, F. Xie, J. Su, Y. Yu, and D. Hu, "DC-tCNN: A Deep Model for EEG-Based Detection of Dim Targets," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 30, pp. 1727–1736, 2022.