

Stroke seringkali menyebabkan kecacatan yang signifikan, terutama hilangnya fungsi motorik, yang sangat membatasi kemampuan pasien untuk melakukan aktivitas sehari-hari. BCI menawarkan jalur yang menjanjikan untuk mengembalikan sebagian tingkat kemandirian dengan memungkinkan kontrol perangkat eksternal, seperti prostetik dan kursi roda, melalui sinyal otak. Aspek penting dari sistem ini adalah interpretasi sinyal *motor imagery* (MI), yang melibatkan simulasi mental gerakan. Namun, membedakan antara tugas MI yang berbeda, seperti membayangkan gerakan maju dengan mundur, tetap menjadi tantangan besar karena sifat sinyal elektroensefalografi (EEG) yang berisik dan kompleks.

Penelitian ini berfokus pada pelatihan algoritma untuk klasifikasi sinyal MI melalui teknik pemrosesan sinyal digital, khususnya dengan menerapkan Common Spatial Pattern (CSP). Metode CSP digunakan untuk memaksimalkan perbedaan varians antara kelas MI, yang secara teori dapat meningkatkan keterpisahan sinyal. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun CSP efektif dalam memisahkan kelas berdasarkan varian, dimana CSP dapat meningkatkan perbandingan rasio antara varian kelas maju dengan kelas mundur setelah implementasi CSP. Akan tetapi metode ini tidak secara signifikan meningkatkan kinerja algoritma pembelajaran mesin yang bertugas mengklasifikasikan sinyal-sinyal tersebut. Model pembelajaran mesin mengalami kesulitan untuk mencapai akurasi tinggi yang menyoroti kompleksitas dan keterbatasan pendekatan saat ini. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun CSP dapat meningkatkan fase awal pemrosesan sinyal, diperlukan penyempurnaan lebih lanjut pada teknik pembelajaran mesin dan proses *preprocessing* untuk mengembangkan sistem BCI yang lebih efektif dan andal. Hal ini ditunjukkan pada akurasi yang dihasilkan dari model terbaik hanya 49,6%, yang menunjukkan klasifikasi acak, yang disebabkan oleh ketidakmampuan *classifier* untuk mencari pola dari fitur. Penelitian ini menekankan tantangan yang terus berlanjut dalam pengembangan BCI dan perlunya inovasi berkelanjutan untuk menciptakan teknologi asistif yang benar-benar meningkatkan kualitas hidup bagi individu dengan gangguan motorik.

Kata kunci : Rehabilitasi Stroke, Motor Imagery, Pemrosesan Sinyal EEG, Common Spatial Pattern, Teknologi Asistif.

ABSTRACT

Stroke is a major global health issue, often resulting in significant disability due to the loss of motor function, which hinders patients' ability to perform essential daily activities. Brain Computer Interfaces (BCI) have emerged as a promising assistive technology, allowing individuals to control external devices, such as prosthetics or wheelchairs, using brain signals. A key component of BCI systems is the interpretation of Motor Imagery (MI) signals, which involve the mental simulation of physical movements. However, the accurate classification of different MI tasks, such as imagining forward versus backward movements, is challenging due to the inherently noisy and complex nature of electroencephalography (EEG) signals.

This research aims to overcome these challenges by applying advanced digital signal processing techniques, particularly the Common Spatial Pattern (CSP) algorithm, to enhance the classification accuracy of MI signals. The study involves a comprehensive preprocessing of EEG data, including filtering to eliminate noise and artifacts, followed by the application of CSP to improve the separability of the forward and backward MI signal classes. The results indicate that CSP is effective at separating classes based on variance, which enhanced the variance ratio between the front and backward motor imagery, after applying CSP to the data. However, it does not significantly enhance the performance of machine learning algorithms tasked with classifying these signals. The machine learning models struggled to achieve high accuracy, highlighting the complexity and limitations of current approaches. These findings suggest that while CSP can improve the initial signal processing phase, the machine learning fails to understand the pattern, which the best model achieved only 49,6% in accuracy. Further refinement of machine learning and preprocessing techniques is needed to develop more effective and reliable assistive systems. This research underscores the ongoing challenges in BCI development and the need for continued innovation to create assistive technologies that truly enhance the quality of life for individuals with motor impairments.

Keywords : Stroke, Motor Imagery, EEG Signal Processing, Common Spatial Pattern, Assistive Technology