

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aksara Bali merupakan salah satu warisan budaya yang memiliki nilai historis tinggi dan masih digunakan dalam berbagai aspek kehidupan, seperti upacara adat, pendidikan, dan literatur klasik (Sukreni Riawati et al., 2021). Pengangge Suara memiliki peran penting dalam membentuk fonetik dan makna kata dalam bahasa Bali. Sebagai bagian dari aksara tradisional, Pengangge Suara digunakan untuk memberikan vokalisasi pada aksara dasar, sehingga memungkinkan pembaca memahami pengucapan yang tepat dalam teks berbahasa Bali (Simarmata & Turnip, 2014). Namun seiring perkembangan zaman, semakin sedikit individu yang mampu membaca dan menulis Aksara Bali dengan baik, sehingga diperlukan upaya pelestarian yang lebih aktif agar aksara ini tetap dikenal dan digunakan oleh generasi mendatang. Pemerintah Provinsi Bali telah mengambil langkah strategis dalam pelestarian Aksara Bali melalui Peraturan Gubernur Bali Nomor 80 Tahun 2018 tentang Pelindungan dan Penggunaan Bahasa, Aksara, dan Sastra Bali. Peraturan ini mengamanatkan penggunaan Aksara Bali pada papan nama fasilitas umum serta mendorong penyelenggaraan Bulan Bahasa Bali untuk meningkatkan kesadaran masyarakat (jdih.baliprov.go.id).

Selain sebagai warisan budaya, akses terhadap Aksara Bali juga penting bagi individu dengan keterbatasan komunikasi, seperti penderita tuna wicara dan disabilitas motorik, yang mengalami kesulitan dalam berkomunikasi secara verbal (Ary Setiawan et al., 2014). Dalam konteks inklusivitas, teknologi digital dapat menjadi solusi untuk memperluas penggunaan dan pembelajaran Aksara Bali, termasuk dalam sistem komunikasi alternatif yang mendukung individu dengan kebutuhan khusus (Sukma Wijaya & Widyastuti, 2022). Namun, tidak semua individu yang mengalami gangguan bicara dapat menggunakan metode komunikasi alternatif seperti tulisan atau bahasa isyarat, terutama jika mereka juga memiliki keterbatasan motorik (Sudarma et al., 2016). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif untuk memungkinkan mereka berkomunikasi tanpa memerlukan gerakan fisik.

Menjawab tantangan ini, pendekatan berbasis neural interface telah menjadi solusi inovatif dalam pengembangan sistem komunikasi alternatif, khususnya bagi individu dengan keterbatasan verbal (Antara et al., 2021). Salah satu konsep yang menarik perhatian adalah imagined spelling, yaitu proses menerjemahkan sinyal otak yang dihasilkan saat seseorang membayangkan huruf atau kata menjadi teks atau bentuk komunikasi lain (Lopez-Bernal et al., 2022). Teknologi ini memanfaatkan Electroencephalogram (EEG), yang mampu merekam aktivitas otak melalui elektroda di kulit kepala. EEG bersifat non-invasif dan mudah digunakan, sehingga menjadi pendekatan potensial dalam sistem komunikasi alternatif (Rakshit et al., 2016). Jika diterapkan pada Aksara Bali, terutama Pengangge Suara, teknologi ini dapat menjadi langkah strategis untuk pelestarian Aksara Bali sekaligus meningkatkan aksesibilitasnya bagi individu dengan gangguan komunikasi.

Meskipun memiliki potensi besar, pengolahan sinyal EEG masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam aspek presisi dan akurasi klasifikasi. Sinyal EEG sangat rentan terhadap gangguan eksternal, seperti gerakan tubuh dan kondisi lingkungan, serta faktor internal, seperti kondisi psikologis pengguna (Wirawan et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan model yang mampu menangkap pola kompleks dalam sinyal EEG secara akurat agar sistem komunikasi berbasis imagined spelling dapat diterapkan secara efektif.

Berbagai pendekatan telah dikembangkan dalam penelitian pengenalan ucapan imajiner berbasis EEG. Misalnya, Relevance Vector Machine (RVM) telah digunakan dalam klasifikasi vokal Jepang, tetapi kurang optimal dalam menangkap informasi spasial EEG (Matsumoto & Hori, 2014). Support Vector Machine (SVM) dengan pendekatan sonifikasi dan tekstifikasi mampu meningkatkan akurasi, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam mempertahankan struktur temporal sinyal EEG (González-Castañeda et al., 2017). Sementara itu, penerapan Convolutional Neural Network (CNN) mulai menunjukkan peningkatan akurasi dalam klasifikasi sinyal EEG, namun model CNN konvensional masih belum cukup optimal dalam menangani kompleksitas spasial dan temporal EEG (Cooney et al., 2019).

Sebagai solusi atas keterbatasan tersebut, Continuous Convolutional Neural Network (Continuous CNN) menjadi pendekatan yang lebih menjanjikan. Model

ini dirancang untuk mempertahankan informasi spasial EEG secara lebih efektif, sehingga mampu meningkatkan akurasi klasifikasi pola pikir yang berkaitan dengan imagined spelling (Moon et al., 2018). Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode deep learning berbasis Continuous CNN telah menunjukkan performa unggul dalam pemrosesan sinyal EEG karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur spasial dan temporal secara lebih komprehensif dibandingkan metode konvensional. Dengan demikian, penggunaan Continuous CNN berpotensi untuk meningkatkan akurasi klasifikasi Pengangge Suara dalam Aksara Bali, sekaligus memungkinkan sistem komunikasi berbasis EEG yang lebih efektif bagi individu dengan keterbatasan verbal.

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, penelitian ini akan menggunakan metode deep learning, yaitu Continuous Convolutional Neural Network (Continuous CNN), untuk mengklasifikasikan Pengangge Suara Aksara Bali sebagai dataset primer. Model yang dikembangkan akan diimplementasikan ke dalam sebuah web application, sehingga pengguna dapat mengakses dan menggunakan sistem komunikasi ini dengan lebih mudah. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan model klasifikasi sinyal EEG berbasis imagined spelling, memberikan solusi komunikasi bagi individu dengan keterbatasan verbal, sekaligus mendukung pelestarian Aksara Bali dalam ranah digital melalui aplikasi berbasis web.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi metode *Continuous Convolutional Neural Network (Continuous CNN)* dalam klasifikasi *imagined spelling* Pengangge Suara Aksara Bali berbasis EEG?
2. Sejauh mana tingkat akurasi dan performansi metode *Continuous CNN* dalam pengenalan pola sinyal EEG untuk Pengangge Suara Aksara Bali?
3. Bagaimana pengembangan sistem berbasis aplikasi web untuk pengenalan *imagined spelling* Pengangge Suara Aksara Bali menggunakan metode *Continuous CNN*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan metode *Continuous Convolutional Neural Network (Continuous CNN)* dalam klasifikasi *imagined spelling* Pengangge Suara Aksara Bali berbasis *EEG*.
2. Menganalisis tingkat akurasi dan performansi metode *Continuous CNN* dalam pengenalan pola sinyal *EEG* untuk Pengangge Suara Aksara Bali.
3. Mengembangkan sistem aplikasi web untuk pengenalan *imagined spelling* Pengangge Suara Aksara Bali menggunakan metode *Continuous CNN*.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan dataset primer dari Mendeley yang dikembangkan oleh (Wirawan & Paramarta, 2025). Dataset ini terdiri dari 6 (enam) kelas Pengangge Suara Aksara Bali, yaitu 1) , 2) , 3) , 4) , 5) , dan 6) . Data dikumpulkan dari 31 partisipan dengan rentang usia 19-24 tahun.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam beberapa aspek berikut:

1. Pengembangan Model Klasifikasi EEG

Penelitian ini memberikan pendekatan yang lebih optimal dalam klasifikasi sinyal EEG untuk *imagined spelling* Pengangge Suara Aksara Bali menggunakan *Continuous Convolutional Neural Network (Continuous CNN)*. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam meningkatkan akurasi dan stabilitas model klasifikasi EEG di bidang pemrosesan sinyal otak.

2. Evaluasi Performa Model Deep Learning dalam Klasifikasi EEG

Penelitian ini mengevaluasi akurasi, efisiensi sumber daya komputasi, serta generalisasi model dalam klasifikasi EEG berbasis *Continuous CNN*. Hasil evaluasi ini dapat digunakan sebagai referensi untuk perbandingan dengan metode lain seperti *Recurrent Neural Networks (RNN)* atau *Transformers* dalam domain klasifikasi sinyal EEG.

3. Kontribusi dalam Pengolahan Sinyal EEG untuk Komunikasi Alternatif

Dengan memanfaatkan *Continuous CNN*, penelitian ini memberikan wawasan tentang bagaimana sinyal EEG dapat diolah secara lebih akurat untuk mendukung pengembangan sistem komunikasi berbasis pemrosesan sinyal otak, khususnya dalam penerapan Pengangge Suara Aksara Bali.

4. Referensi untuk Penelitian Lanjutan

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dalam bidang neural signal processing, baik dalam peningkatan arsitektur model, optimasi akurasi klasifikasi EEG, maupun pengembangan sistem berbasis *brain-computer interface (BCI)* di masa depan.

