BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kasus kecanduan narkoba memerlukan pendekatan inovatif untuk memahami dampaknya terhadap otak [1]. Penyalahgunaan narkoba merupakan masalah kesehatan masyarakat yang serius karena berdampak langsung pada fungsi otak, terutama di area yang mengatur kontrol diri, pengambilan keputusan, dan impulsivitas. Meskipun rehabilitasi dapat mengurangi ketergantungan fisik dan psikologis terhadap zat adiktif, dampak neurologis jangka panjang sering kali tetap ada, termasuk perubahan aktivitas otak yang sulit terdeteksi secara klinis [2]. Salah satu tantangan utama dalam proses pemulihan adalah mengidentifikasi pengguna yang masih memiliki kecenderungan impulsif tinggi, karena kondisi ini dapat meningkatkan risiko kekambuhan [3]. Deteksi impulsivitas secara akurat masih menjadi kendala karena metode konvensional cenderung subjektif dan bergantung pada wawancara atau observasi perilaku. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis data untuk mengukur respons otak secara objektif, salah satunya dengan menggunakan sinyal EEG [4]. EEG mampu merekam aktivitas listrik otak secara *real-time* dan telah banyak digunakan dalam penelitian neurologi dan psikologi untuk menganalisis kondisi mental seseorang. Dengan dukungan metode pembelajaran mesin seperti KNN, sinyal EEG dapat diklasifikasikan untuk mengungkap pola-pola spesifik yang menunjukkan ciri impulsivitas [5]. Penelitian ini berfokus pada penerapan metode KNN untuk mengklasifikasikan sinyal EEG pengguna narkoba guna mendeteksi kecenderungan impulsif sebagai upaya pencegahan kekambuhan secara dini dan objektif. Seiring dengan perkembangan teknologi, komunitas ilmu komputer didorong untuk memberikan kontribusi di bidang medis [6].

Seiring dengan berkembangnya teknologi, berbagai pendekatan telah digunakan untuk mendeteksi dan mengatasi masalah impulsivitas pada pengguna narkoba. Salah satu teknologi yang paling banyak digunakan adalah pemantauan sinyal EEG untuk menganalisis aktivitas otak dan mendeteksi pola impulsif. Teknologi ini digunakan karena EEG mampu merekam aktivitas listrik otak secara *real-time* dan memberikan informasi yang sangat berguna untuk mendeteksi gangguan fungsi kognitif pada individu. Dalam penelitian ini, metode analisis yang digunakan adalah *Machine Learning* dengan metode KNN [7], diterapkan untuk mengklasifikasikan data EEG, memetakan pola impulsivitas yang tersembunyi, dan memberikan diagnosa yang lebih objektif. Beberapa studi juga telah menunjukkan keberhasilan teknik lain seperti fMRI (*functional Magnetic Resonance Imaging*) untuk memetakan perubahan otak pada pengguna narkoba yang sedang menjalani rehabilitasi, meskipun biaya dan keterbatasan akses menjadi tantangan utama [2], [4]. Pendekatan berbasis EEG dan pembelajaran mesin memberikan potensi besar dalam menyediakan solusi yang lebih terjangkau dan efektif bagi deteksi dini kecenderungan impulsif, yang penting dalam pencegahan kekambuhan narkoba. Seiring dengan kemajuan teknologi, beberapa inovasi terbaru berpotensi untuk meningkatkan efektivitas dalam mengatasi masalah impulsivitas pada pengguna narkoba. Salah satu teknologi yang sedang dalam pengembangan adalah *neurofeedback* berbasis *Artificial Intelligence* (AI) yang menggabungkan pembacaan sinyal EEG dengan metode pembelajaran mesin untuk secara *real-time* mengidentifikasi pola impulsif di otak. Teknologi ini memungkinkan pelatihan langsung kepada pengguna untuk menstabilkan aktivitas otak, sehingga mereka dapat lebih mengendalikan dorongan terhadap stimulus yang memicu

keinginan menggunakan narkoba. Selain itu, sistem pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikombinasikan dengan EEG juga sedang diteliti untuk menciptakan pengalaman interaktif yang lebih imersif dalam proses rehabilitasi. Sistem tersebut memungkinkan pengguna berlatih pengendalian diri dalam lingkungan virtual yang dapat disesuaikan secara penuh, memberikan pelatihan yang lebih personal dan efektif. Teknologi ini juga memungkinkan pemantauan yang mendalam terhadap respons otak dalam berbagai situasi seperti stres atau godaan. Kombinasi antara EEG, AI, dan AR menawarkan pendekatan multidimensional dalam memahami serta menanggulangi impulsivitas pada pengguna narkoba. Walaupun menjanjikan, teknologi-teknologi ini masih dalam tahap eksperimen dan belum tersedia secara luas di pasar, sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut sebelum dapat diimplementasikan secara klinis. Metode KNN telah digunakan secara luas dalam pengklasifikasian sinyal EEG karena kesederhanaannya, efektivitasnya, dan kemampuannya dalam menangani data berdimensi tinggi tanpa asumsi distribusi data [8]. Dalam konteks neuroinformatika, KNN mampu membedakan antara pola aktivitas otak normal dan abnormal berdasarkan kemiripan data sinyal yang telah dilatih sebelumnya [9]. Beberapa studi menunjukkan bahwa KNN cukup andal dalam mengidentifikasi gangguan neurologis seperti epilepsi, ADHD, dan bahkan kecanduan, meskipun akurasi sangat bergantung pada pemrosesan awal sinyal dan ekstraksi fitur yang tepat [10]. Di bidang rehabilitasi narkoba, pemanfaatan KNN masih tergolong terbatas dan belum banyak diterapkan secara khusus untuk mendeteksi atau mengevaluasi impulsivitas pada pengguna narkoba. Namun, potensi penggunaannya cukup besar mengingat metode ini dapat dioptimalkan dengan kombinasi teknik feature selection atau dimensionality reduction seperti *Principal Component Analysis* (PCA) atau *Wavelet Transform* [11]. Oleh karena itu, menerapkan KNN dalam analisis EEG untuk mendeteksi pola impulsivitas pada pengguna narkoba merupakan pendekatan baru yang menjanjikan dan relatif belum banyak dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya. Implementasi ini juga dapat menjadi dasar dalam pengembangan sistem pendukung rehabilitasi berbasis kecerdasan buatan yang sederhana, cepat, dan hemat biaya [12]. Seiring dengan perkembangan teknologi, beberapa inovasi baru yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan efektivitas dalam rehabilitasi adiksi masih dalam tahap pengembangan dan belum tersedia secara luas di pasar [13]. Salah satu teknologi yang menjanjikan adalah neurofeedback berbasis AI, yang menggabungkan pembacaan sinyal EEG dengan metode pembelajaran mesin untuk memprediksi pola impulsif pada otak [14].

Dengan teknologi ini, terapi dapat dilakukan secara *real-time* untuk menstabilkan aktivitas otak yang berhubungan dengan kecanduan atau impulsivitas [15]. Meskipun teknologi ini telah digunakan dalam beberapa bidang seperti pengelolaan stres, penggunaannya dalam rehabilitasi narkoba masih terbatas [16]. Selain itu, sistem pembelajaran berbasis AR yang digabungkan dengan EEG juga menjadi area penelitian yang sedang berkembang [17]. Sistem ini memberikan pelatihan interaktif dan imersif dalam lingkungan virtual yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu, membantu pengguna mengendalikan impuls mereka dalam situasi yang menyerupai dunia nyata [18]. Namun, teknologi ini belum tersedia secara luas di pasar, mengingat masih banyak tantangan yang harus diselesaikan dalam hal integrasi, biaya, dan penerimaan pengguna. Oleh karena itu, meskipun menjanjikan, kedua teknologi tersebut masih membutuhkan penelitian dan pengembangan lebih lanjut sebelum dapat diterapkan dalam praktik rehabilitasi. Berbeda dengan teknologi yang sedang dikembangkan, beberapa metode dan teknologi telah ada dan digunakan dalam bidang rehabilitasi adiksi, meskipun penerapannya belum optimal [19]. Salah satu metode yang sudah diterapkan adalah *neurofeedback* berbasis EEG, yang digunakan untuk memantau aktivitas otak dan memberikan umpan balik kepada pengguna untuk

membantu mengendalikan gelombang otak yang terkait dengan impulsivitas [20]. Meskipun efektif dalam beberapa aplikasi, seperti pengelolaan kecemasan atau gangguan tidur, penggunaannya untuk rehabilitasi narkoba masih terbatas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa KNN, sebuah metode pembelajaran mesin yang digunakan untuk klasifikasi data dapat mengidentifikasi pola dalam sinyal EEG yang berkaitan dengan kecanduan atau impulsivitas. Namun, meskipun KNN telah digunakan dalam klasifikasi sinyal EEG untuk mendeteksi gangguan neurologis lainnya, seperti epilepsi dan ADHD, penerapannya untuk mengidentifikasi pola impulsif pada pengguna narkoba masih jarang. Hal ini membuka peluang besar untuk mengembangkan metode KNN dengan teknik pemrosesan sinyal yang lebih canggih, seperti seleksi fitur atau transformasi wavelet, agar lebih akurat dalam mendeteksi pola otak yang terkait dengan kecanduan. Oleh karena itu, meskipun teknologi ini sudah ada, pengembangannya lebih lanjut sangat dibutuhkan untuk meningkatkan keakuratan dan efisiensinya dalam konteks rehabilitasi narkoba. Selain itu, perangkat EEG multi-saluran, amplifier, dan filter pemrosesan sinyal seperti *band-pass filter* (BPF) digunakan untuk melakukan analisis tambahan dan penerapan metode KNN dalam klasifikasi sinyal EEG [21].

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana cara mengidentifikasi kecenderungan impulsivitas pada pengguna narkoba secara objektif menggunakan sinyal EEG?
2. Apakah metode *K-Nearest Neighbors* (KNN) efektif dalam mengklasifikasikan sinyal EEG untuk mendeteksi pola aktivitas otak yang mencerminkan impulsivitas?
3. Sejauh mana akurasi metode KNN dalam membedakan tingkat impulsivitas pada pengguna narkoba dibandingkan dengan kelompok kontrol?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memastikan fokus dan keterarahan penelitian, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menganalisis sinyal EEG yang diperoleh dari subjek pengguna narkoba yang sedang menjalani rehabilitasi di salah satu Lembaga Pemasyarakatan di Provinsi Sumatera Utara.
2. Data EEG dikumpulkan saat subjek menjalani tugas kognitif tertentu yang dirancang untuk memicu respons impulsif.
3. Proses klasifikasi sinyal EEG dilakukan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) tanpa membandingkan langsung dengan algoritma pembelajaran mesin lainnya.
4. Fokus analisis terbatas pada lima jenis gelombang otak utama: Delta, Theta, Alpha, Beta 1, dan Beta 2.

5. Penelitian tidak membahas aspek medis atau psikologis lain di luar impulsivitas yang terdeteksi melalui sinyal EEG.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengembangkan metode deteksi kecenderungan impulsivitas pada pengguna narkoba secara objektif menggunakan analisis sinyal EEG.
2. Menerapkan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) untuk mengklasifikasikan sinyal EEG berdasarkan pola gelombang otak yang mencerminkan impulsivitas.
3. Mengevaluasi tingkat akurasi metode KNN dalam mendeteksi pola impulsif pada pengguna narkoba guna mendukung proses rehabilitasi dan mencegah kekambuhan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis:

- Menambah literatur dan wawasan ilmiah dalam bidang neuroinformatika dan klasifikasi sinyal EEG, khususnya dalam konteks deteksi impulsivitas pada pengguna narkoba.
- Memberikan kontribusi pada pengembangan penerapan metode machine learning, khususnya algoritma KNN, dalam bidang kesehatan mental dan rehabilitasi adiksi.

2. Manfaat Praktis:

- Memberikan alternatif metode deteksi dini yang objektif dan efisien terhadap kecenderungan impulsif pada pengguna narkoba melalui pemantauan sinyal EEG.
- Mendukung lembaga rehabilitasi dan tenaga medis dalam pengambilan keputusan berbasis data untuk mencegah kekambuhan pengguna narkoba.
- Menjadi dasar pengembangan sistem pendukung rehabilitasi berbasis teknologi yang lebih hemat biaya dan mudah diimplementasikan.