

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Salah satu gangguan neurodegeneratif yang beban kasusnya terus meningkat secara global, sejalan dengan penuaan populasi dan perubahan demografi disebut *parkinson* (PD). Studi pemodelan berbasis *Global Burden of Disease* (GBD) memproyeksikan peningkatan tajam jumlah penyandang PD hingga beberapa dekade ke depan, sehingga kebutuhan layanan klinis, rehabilitasi, dan sistem pemantauan jangka panjang diperkirakan akan semakin besar [1]. Selain itu, analisis epidemiologi berbasis GBD juga menunjukkan kenaikan insidensi, prevalensi, dan DALY pada banyak wilayah, menegaskan urgensi penguatan strategi deteksi dini dan monitoring progresi penyakit secara lebih terukur [2].

Pada tingkat klinis, sejumlah gejala PD mencakup spektrum gejala motorik termasuk tremor, bradikinesia, rigiditas, gangguan postur, serta gangguan berjalan (*gait*). Tantangan utama dalam tata laksana PD adalah bahwa gejala motorik dapat berfluktuasi sementara penilaian klinis rutin cenderung bersifat periodik dan bergantung pada observasi. Kondisi ini membuka ruang terjadinya subjektivitas dan keterbatasan resolusi waktu dalam menangkap perubahan gejala pada aktivitas sehari-hari, sehingga dibutuhkan pendekatan yang lebih objektif dan berkesinambungan untuk memantau gejala motorik [3]

Perkembangan *wearable sensors* dan *digital biomarkers* menawarkan peluang untuk mengukur manifestasi motorik secara kuantitatif, termasuk pada konteks mobilitas dan *gait*. Sejumlah studi dan tinjauan sistematis dalam 3 tahun terakhir menunjukkan bahwa sensor inersia (*accelerometer/gyroscope*) maupun sensor tekanan/*force* pada *insole* dapat memberikan sinyal yang informatif untuk mendeteksi PD, membedakan tingkat keparahan, hingga memantau progresi motorik [4]. Bukti berbasis *wearable* juga digunakan untuk mengidentifikasi perubahan progresi motorik PD menggunakan pendekatan *machine learning* [5].

Dalam domain *gait*, sinyal *Vertical Ground Reaction Force* (VGRF)/*plantar pressure* semakin sering dipakai karena merepresentasikan pola tumpuan kaki dan dinamika langkah yang terkait dengan gangguan motorik. Analisis komparatif VGRF pada PD vs kontrol sehat memperlihatkan adanya perbedaan pola gaya yang

tetap relevan bahkan setelah dilakukan pencocokan kecepatan berjalan (speed-matched), sehingga memperkuat nilai VGRF sebagai kandidat biomarker berbasis gait [5]. Selain itu, karya-karya terbaru juga menunjukkan pemanfaatan dataset berbasis force/pressure sensors untuk diagnosis dan klasifikasi tingkat keparahan PD; beberapa studi secara eksplisit menyatakan ketersediaan data dari PhysioNet sebagai sumber data terbuka untuk riset [6].

Sejalan dengan meningkatnya data sensorik, pendekatan deep learning, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), menjadi dominan untuk mengekstraksi pola kompleks dari sinyal time-series maupun representasi citra hasil transformasi sinyal [6]. Studi open-access menunjukkan CNN mampu mendeteksi PD tahap awal dari uji berjalan 6 menit dengan memanfaatkan data *wearable*, menandakan potensi CNN untuk menangkap pola halus yang sulit terlihat melalui fitur manual semata [7]. Pendekatan CNN juga digunakan pada sinyal berbasis tekanan/*force* (mis. melalui transformasi Gramian Angular Field atau pemodelan deep learning lain) untuk diagnosis dan penilaian *severity* PD [8]. Bahkan, tren 2026 mengarah pada pemodelan yang lebih kaya struktur untuk VGRF sebagai upaya merepresentasikan relasi antar sensor plantar dan dinamika konduksi tekanan selama berjalan [9].

Namun, tantangan penting dalam pemodelan sinyal gait adalah dimensi fitur yang tinggi, noise, redundansi antar kanal/sensor, serta risiko *overfitting* terutama bila ukuran sampel terbatas atau variasi kondisi pasien tinggi. Karena itu, strategi *feature selection* tetap relevan, termasuk pada pipeline yang melibatkan deep learning, baik untuk meningkatkan rasio sinyal noise, efisiensi komputasi, maupun keterjelasan kontribusi fitur/sensor [10]. Studi metodologis terkini menegaskan bahwa metode seleksi fitur dapat membantu memilih fitur yang lebih relevan dan efisien dalam konteks data klinis [11]. Di sisi lain, literatur juga menyoroti meningkatnya adopsi pendekatan *hybrid feature selection* pada data berdimensi tinggi untuk meningkatkan kualitas subset fitur dan stabilitas optimasi [12]. Contoh implementasi *chi-square* sebagai bagian seleksi fitur juga muncul pada kajian kesehatan berbasis deep model, menunjukkan peran filter yang efisien untuk menyaring fitur awal sebelum tahap pemodelan lanjutan [13].

Berdasarkan konteks tersebut, masih terbuka ruang penelitian yang secara terstruktur mengintegrasikan: (1) sinyal gait berbasis VGRF/*pressure* dari dataset terbuka, (2) seleksi fitur *chi-square* sebagai tahap penyaringan fitur/sensor yang informatif, dan (3) CNN sebagai pemodel utama untuk mengidentifikasi gejala motorik/karakteristik gait pada PD. Integrasi ini diharapkan tidak hanya meningkatkan akurasi, tetapi juga memperbaiki efisiensi dan keterjelasan model, sehingga lebih dekat pada kebutuhan sistem keputusan klinis berbasis data.

1.2.Rumusan Masalah

Penyakit *Parkinson* merupakan gangguan *neurodegeneratif* yang ditandai dengan munculnya gejala motorik seperti gangguan berjalan, tremor, dan ketidakseimbangan postur. Identifikasi gejala motorik secara objektif masih menjadi tantangan, terutama ketika menggunakan data sensor atau gait berdimensi tinggi. Alhasil, rumusan permasalahan penelitian ini mencakup:

1. Bagaimana merancang model *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengidentifikasi gejala motorik pada pasien *Parkinson* berdasarkan data motorik yang tersedia pada dataset publik?
2. Sejauh mana penerapan *Chi-Square Feature Selection* mampu meningkatkan kinerja CNN dalam mengidentifikasi gejala motorik *Parkinson*?
3. Bagaimana perbandingan performa model CNN tanpa seleksi fitur dan CNN dengan *Chi-Square Feature Selection* berdasarkan metrik evaluasi klasifikasi?

1.3.Batasan Masalah

Terdapat sejumlah batasan dalam permasalahan penelitian supaya penelitian ini terfokus sekaligus tidak melenceng dari tujuan yang sudah ditetapkan, yakni mencakup:

1. Data yang digunakan terbatas pada dataset publik terkait gejala motorik *Parkinson*, seperti data gait, tekanan telapak kaki, atau fitur motorik numerik lainnya.

2. Metode klasifikasi yang digunakan dibatasi pada *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan penerapan *Chi-Square Feature Selection* sebagai metode seleksi fitur.
3. Evaluasi performa model difokuskan pada metrik klasifikasi standar, tanpa melibatkan validasi klinis langsung atau pengujian pada pasien secara nyata.

1.4. Tujuan Dan Manfaat

1.4.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yakni guna mengembangkan pendekatan berbasis data dalam mendukung identifikasi gejala motorik *Parkinson* secara komputasional. Sejumlah tujuan penelitian ini mencakup:

1. Mengembangkan model CNN untuk mengidentifikasi gejala motorik pada pasien *Parkinson* menggunakan dataset publik.
2. Menganalisis pengaruh *Chi-Square Feature Selection* terhadap kinerja dan efisiensi model CNN.
3. Mengevaluasi dan membandingkan performa klasifikasi antara CNN tanpa seleksi fitur dan CNN dengan seleksi fitur *Chi-Square*.

1.4.2. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diyakini bisa bermanfaat secara teoritis ataupun praktis dalam bidang *data science* kesehatan dan neurosains komputasional. Manfaat yang dikehendaki mencakup:

1. Manfaat teoretis, yaitu memberikan kontribusi ilmiah terkait integrasi metode seleksi fitur dan deep learning dalam identifikasi gejala motorik *Parkinson*.
2. Manfaat praktis, yaitu menjadi referensi awal pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis data untuk membantu identifikasi gejala motorik *Parkinson* secara objektif.
3. Manfaat akademis, yaitu sebagai rujukan bagi peneliti selanjutnya dalam pengembangan metode klasifikasi penyakit *neurodegeneratif* berbasis data sensorik.

1.5.Keterbaruan Penelitian

Keterbaruan penelitian ini terletak pada pendekatan metodologis yang digunakan untuk mengidentifikasi gejala motorik *Parkinson*. Adapun aspek keterbaruan penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini mengintegrasikan *Chi-Square Feature Selection* sebagai tahap pra-pemodelan untuk menurunkan dimensi fitur secara kuantitatif (jumlah fitur sebelum dan sesudah seleksi), sehingga mengurangi redundansi dan kompleksitas input pada pemodelan CNN.
2. Penelitian ini menerapkan CNN pada data motorik *Parkinson* non-citra dengan kombinasi seleksi fitur berbasis statistik untuk meningkatkan performa klasifikasi secara terukur melalui metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.
3. Penelitian ini menyajikan evaluasi komparatif yang objektif antara CNN murni dan *Chi-Square* + CNN berdasarkan peningkatan performa (Δ metrik), efisiensi komputasi (waktu training/inferensi), serta jumlah fitur terpilih, sehingga kontribusi seleksi fitur dapat dianalisis secara kuantitatif.