

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jatuh merupakan permasalahan yang kerap terjadi dalam kehidupan sehari-hari, baik secara disengaja maupun tidak disengaja. Meskipun demikian, peristiwa jatuh sering kali dianggap sepele dikarenakan frekuensinya yang cukup tinggi dan dianggap sebagai kejadian yang lumrah. Menurut *World Health Organization* (WHO), peristiwa jatuh merupakan penyebab utama kedua untuk kematian terkait cedera diseluruh dunia, dengan perkiraan 646.000 kematian per tahun [1]. Selain itu, sekitar 37,3 juta peristiwa jatuh memerlukan perhatian medis setiap tahunnya, yang menyebabkan beban signifikan pada sistem pelayanan kesehatan. Insiden ini menyebabkan hilangnya 17 juta *Disability Adjusted Life Years* (DALY), yang merepresentasikan hilangnya potensi tahun produktif akibat kematian dini atau disabilitas. Dampak ekonomi yang ditimbulkan sangat besar, terutama pada lansia yang sering memerlukan rawat inap, perawatan jangka panjang, dan dukungan finansial. Meskipun kelompok usia diatas 70 tahun memiliki risiko kematian akibat jatuh yang paling tinggi, proporsi signifikansi dari hilangnya DALY juga terjadi pada populasi usia muda, yaitu 15 hingga 29 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa dampak jatuh dapat terjadi diberbagai kelompok usia [1].

Di Jerman, lebih dari 50% cedera pada individu berusia di atas 60 tahun disebabkan oleh jatuh, sementara sekitar 30% lansia berusia 65 tahun ke atas dikomunitas mengalami jatuh setiap tahunnya [2]. Di Amerika Serikat, 55% kematian akibat cedera tidak disengaja pada lansia tahun 2012-2013 disebabkan oleh jatuh, dengan tingkat kematian akibat cedera jatuh pada kelompok usia ini hampir dua kali lipat antara tahun 2000 hingga 2013 [2]. Di Indonesia sendiri, prevalensi jatuh pada lansia di tahun 2021 mencapai 49.4%, dengan faktor utama berupa gangguan keseimbangan sebesar 68% dan faktor lingkungan sebesar 31% [3]. Penelitian [3] yang dilakukan untuk mengidentifikasi pelaksanaan prosedur operasional standar penggunaan

Morse Fall Scale dalam menilai risiko jatuh pada pasien rawat inap efektif mengkategorikan risiko hingga 66%. Skala ini didasarkan pada data statistik lansia, termasuk riwayat jatuh, diagnosis sekunder, alat bantu jalan, terapi intravena, jenis gaya berjalan, dan status mental, yang membutuhkan riwayat data yang panjang. Faktor risiko jatuh pada lansia umumnya diklasifikasikan menjadi dua yaitu secara intrinsik, seperti gangguan keseimbangan, cara berjalan, defisiensi vitamin D, dan penurunan kognitif, serta secara ekstrinsik, seperti faktor lingkungan [4].

Penelitian yang bertujuan untuk memprediksi gerak jatuh manusia diharapkan dapat mengurangi risiko dan dampak fatal melalui pencegahan dan intervensi yang lebih efektif. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pencegahan berbasis penilaian *real-time* untuk menilai peristiwa berdasarkan perilaku dan gerakan manusia. Dengan mewujudkan sistem prediksi gerakan jatuh manusia yang dapat memprediksi pergerakan jatuh di masa depan, kita dapat mengembangkan perangkat mekanis untuk mencegah benturan serius sebelum kejadian aktualnya terjadi, sehingga mengurangi tingkat cedera fatal akibat kecelakaan tersebut. Untuk mengimplementasikan sistem ini, salah satu komponen penting yang dibutuhkan adalah estimasi pose manusia (HPE), yang mendeteksi dan menganalisis pose tubuh manusia secara real time. Dengan estimasi pose yang akurat, sistem dapat mengenali tanda-tanda awal potensi jatuh, memungkinkan langkah pencegahan yang lebih cepat dan efektif.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi gerakan tubuh manusia dengan menggunakan pendekatan deep learning seperti Convolutional Neural Network (CNN), Gated Recurrent Units (GRU), dan Long Short-Term Memory (LSTM) untuk deteksi jatuh berbasis sensor [5]. Secara umum, prediksi gerakan jatuh manusia dapat dikategorikan dalam dua jenis. Jenis pertama adalah berbasis sensor, seperti yang terlihat pada studi sebelumnya yang menggunakan sensor akselerometer dan giroskop. Sebagai contoh, salah satu studi menerapkan algoritma K-Nearest Neighbors dan Decision Tree untuk menentukan status jatuh menggunakan data sensor [6]. Namun, sistem sensor embedded ini tidak praktis digunakan

karena harus dilekatkan pada tubuh manusia. Sebaliknya, jenis kedua adalah sistem deteksi jatuh berbasis gambar yang menggunakan akurasi deteksi objek untuk mengidentifikasi jatuh saat aktivitas seperti berjalan, duduk, dan berdiri. Sistem ini memanfaatkan teknik estimasi pose manusia untuk mengenali jatuh dengan menganalisis pose model secara *real-time* [7].

Penelitian ini mengembangkan penelitian sebelumnya tentang deteksi gerakan manusia dengan menerapkan pendekatan deteksi objek berbasis gambar khusus untuk memprediksi gerakan jatuh manusia. Penelitian [8] setelah menggunakan pendekatan ini, penelitian memanfaatkan metode self-attention untuk memprediksi gerak manusia, di mana dataset gerakan manusia diproses untuk mendeteksi titik-titik kunci menggunakan alat pendeteksi objek You Only Look Once (YOLO) dan OpenPose. Prediksi dan estimasi gerakan kemudian dilakukan menggunakan arsitektur model berbasis self-attention. Sebaliknya, penelitian ini berfokus secara khusus pada deteksi gerakan jatuh pada dataset CAUCAFALL, dengan mengembangkan teknik-teknik tersebut untuk menangani karakteristik unik dan indikator awal dari jatuh.

Mekanisme self-attention merupakan komponen inti dari arsitektur Transformer. Berdasarkan jurnal penelitian [8], Transformer adalah model deep learning yang sepenuhnya bergantung pada self-attention untuk menghitung representasi input dan output tanpa memerlukan metode Recurrent Neural Network (RNN) atau konvolusi. Dalam Transformer, self-attention menghubungkan berbagai posisi dalam satu urutan untuk menghitung representasinya [9]. Dalam bidang visi komputer, mekanisme atensi umumnya dikategorikan menjadi *soft attention* dan *hard attention*. *Soft attention*, misalnya, banyak diterapkan dalam tugas-tugas seperti klasifikasi, deteksi, segmentasi, pemodelan, dan pemrosesan video. Beberapa kategori dari mekanisme *soft attention* yaitu *spatial attention*, *channel attention*, *mixed attention*, dan *self-attention*. *Self-attention* merupakan mekanisme yang memungkinkan setiap piksel dalam peta fitur diperlakukan sebagai variabel acak, dengan kemampuan untuk

meningkatkan atau mengurangi nilai prediktif piksel tersebut berdasarkan kesamaannya dengan piksel lain dalam gambar [10].

Dengan menggunakan self-attention untuk memprediksi gerak jatuh manusia pada penelitian ini, model diharapkan dapat mengidentifikasi pola dan hubungan yang kompleks dalam data gerakan jatuh manusia. Hal ini membuat pendekatan ini sangat berguna dalam meramalkan gerakan jatuh manusia karena dapat menangkap informasi penting dari data *keypoints* yang digunakan untuk mendeteksi gerakan tersebut. Dengan demikian, analisis pendekatan berbasis self-attention dapat meningkatkan akurasi dan keandalan prediksi gerakan jatuh manusia, serta memberikan wawasan yang lebih dalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian tersebut. Dan juga diharapkan dengan terbentuknya model untuk memprediksi gerak jatuh manusia tersebut, diharapkan dapat ikut berkontribusi untuk perkembangan teknologi prediksi gerak manusia di kemudian hari.

1.2. Rumusan Masalah

Gerak jatuh manusia merupakan kejadian yang dianggap sepele dikarenakan sering terjadi. Namun dampak dari kejadian jatuh berakibat fatal, terutama pada lansia yang dapat menyebabkan morbiditas, dan mortalitas. Meskipun pada rumah sakit sudah diterapkan metode seperti Morse Fall Scale yang ada untuk menilai risiko jatuh pada pasien rumah sakit, mereka memerlukan data riwayat yang panjang dan tidak mampu melakukan peramalan gerak jatuh secara real-time.

Rumusan masalah penelitian ini difokuskan pada penerapan metode berbasis Self-attention yang dapat digunakan untuk meramalkan gerak jatuh manusia. Dimana self-attention menghubungkan berbagai posisi dalam urutan data untuk meningkatkan representasi, yang memungkinkan identifikasi pola dan hubungan kompleks dalam data gerak jatuh sehingga diharapkan dengan pendekatan ini dapat meningkatkan akurasi dan keandalan prediksi gerak jatuh manusia.

1.3. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana model berbasis self-attention dapat digunakan dalam memprediksi gerakan jatuh manusia?
2. Bagaimana pendekatan berbasis self-attention dapat menghasilkan model yang efektif dalam memprediksi gerakan jatuh manusia?

1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian berfokus pada pengaplikasian metode Self-attention untuk memprediksi gerakan jatuh manusia menggunakan dataset dari CAUCAFall.
2. Menggunakan data video yang diubah dari hasil deteksi objek menggunakan YOLO.
3. Pengujian dan evaluasi model dilakukan menggunakan dataset video berbagai gerakan jatuh manusia CAUCAFall.
4. Tidak membahas implementasi fisik sistem, namun fokus pada pengembangan model berbasis data visual.

1.5. Tujuan Penelitian

1. Mengimplementasikan metode berbasis self-attention untuk meramalkan gerakan jatuh manusia.
2. Mengintegrasikan metode self-attention untuk menghasilkan model yang efektif dalam memprediksi gerakan jatuh manusia.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Mengembangkan model untuk memprediksi gerakan jatuh manusia dengan metode self-attention.
2. Memberikan kontribusi dan wawasan dalam perkembangan teknologi prediksi gerak manusia serta mendukung *Sustainable Development Goals* (SDG) 9: Industri, Inovasi, dan Infrastruktur melalui inovasi dalam analisis gerak berbasis kecerdasan buatan. Penelitian ini mendorong pengembangan sistem prediksi yang lebih cerdas dan akurat, yang dapat diterapkan di berbagai sektor seperti kesehatan, keselamatan

kerja, dan rehabilitasi. Selain itu hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian serupa di masa depan.