

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nyeri merupakan pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan, yang terkait dengan, atau menyerupai kerusakan jaringan yang aktual atau potensial [1]. Rasa sakit (nyeri) merupakan pengalaman subjektif yang kompleks dan merupakan salah satu indikator penting dalam evaluasi kondisi kesehatan seseorang. Pada orang dewasa, nyeri dapat dikomunikasikan secara verbal, sehingga proses identifikasi dan penanganannya relatif lebih mudah dilakukan. Namun, kondisi tersebut tidak berlaku pada bayi, yang secara perkembangan belum memiliki kemampuan komunikasi verbal. Akibatnya, penilaian nyeri pada bayi sangat bergantung pada interpretasi tanda-tanda perilaku dan respons fisiologis, seperti ekspresi wajah, tangisan, perubahan postur tubuh, serta peningkatan denyut jantung dan laju pernapasan. Metode observasional ini bersifat subjektif dan sangat dipengaruhi oleh pengalaman serta persepsi tenaga kesehatan, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan dalam penilaian nyeri bayi [2].

Berdasarkan penelitian di bidang keperawatan, tangisan bayi memiliki karakteristik yang berkaitan dengan tingkat nyeri, dan parameter frekuensi suara dapat digunakan sebagai indikator awal nyeri [3]. Penelitian ini menetapkan rentang frekuensi tangisan sebagai standar untuk menilai intensitas nyeri bayi saat imunisasi, menunjukkan pentingnya representasi data obyektif untuk penilaian nyeri bayi. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian *Systematic Literature Review* (SLR) yang dilakukan oleh Abdi Dharma dkk (2025) menunjukkan bahwa pengembangan metode deteksi nyeri berbasis teknologi yang memanfaatkan sensor dan algoritma canggih mampu memberikan pendeteksian yang lebih objektif, cepat, dan konsisten dibandingkan teknik manual konvensional [4].

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *Machine Learning* (ML) dan *Deep Learning* (DL), pendekatan komputasional mulai banyak diterapkan dalam bidang kesehatan untuk meningkatkan objektivitas dan akurasi diagnosis. ML memungkinkan sistem untuk mempelajari pola kompleks dari data dalam jumlah besar tanpa perlu pemrograman eksplisit. Dalam

konteks penilaian nyeri bayi, algoritma ML dapat dimanfaatkan untuk mengolah data visual berupa ekspresi wajah maupun data audio berupa tangisan bayi, sehingga menghasilkan sistem deteksi nyeri yang lebih konsisten dan minim subjektivitas.

Penelitian di Indonesia telah menunjukkan potensi penerapan ML dalam deteksi nyeri bayi. Studi mengenai implementasi *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi nyeri bayi melalui citra wajah dengan pendekatan *You Only Look Once* (YOLO) membuktikan bahwa model CNN mampu mengklasifikasikan ekspresi wajah bayi ke dalam beberapa kategori emosi, termasuk kondisi nyeri, meskipun masih terdapat tantangan dalam meningkatkan akurasi klasifikasi pada kondisi pencahayaan dan sudut wajah yang bervariasi [5]. Selain pendekatan visual, pemanfaatan data audio juga menunjukkan hasil yang menjanjikan. Yusdiantoro dan Sasongko (2023) menerapkan metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) sebagai ekstraksi fitur suara tangisan bayi yang dikombinasikan dengan CNN untuk mengklasifikasikan makna tangisan bayi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga mengindikasikan bahwa pola suara tangisan bayi dapat dimanfaatkan sebagai sumber data yang relevan dalam sistem deteksi nyeri berbasis ML [6].

Meskipun demikian, hasil-hasil penelitian tersebut masih tersebar pada berbagai publikasi dengan pendekatan, algoritma, dataset, dan metrik evaluasi yang beragam. Perbedaan ini menyulitkan peneliti maupun praktisi dalam memperoleh gambaran komprehensif mengenai metode yang paling efektif, tren penelitian terkini, serta tantangan dan peluang pengembangan sistem pendeteksi nyeri bayi berbasis *Machine Learning*. Beberapa studi menekankan pendekatan visual, sementara studi lainnya berfokus pada data audio atau multimodal, namun belum terdapat sintesis sistematis yang merangkum kelebihan, keterbatasan, serta celah penelitian dari berbagai pendekatan tersebut, khususnya dalam konteks penelitian di Indonesia.

Dalam konteks tersebut, *Systematic Literature Review* (SLR) menjadi metode penelitian yang relevan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil-hasil penelitian terkait pendeteksian rasa sakit pada bayi dengan penerapan *Machine Learning*. Melalui pendekatan SLR, penelitian ini bertujuan untuk menyajikan pemetaan penelitian secara sistematis, mengidentifikasi algoritma yang paling banyak digunakan, jenis data yang dianalisis, performa model, serta tantangan yang masih

dihadapi. Dengan demikian, hasil SLR ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah yang kuat bagi pengembangan penelitian selanjutnya maupun implementasi sistem pendeteksi nyeri bayi berbasis ML di lingkungan klinis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perkembangan penelitian terkait pendeteksian rasa sakit pada bayi dengan penerapan *Machine Learning*?
2. Metode dan algoritma *Machine Learning* apa saja yang paling banyak digunakan dalam penelitian pendeteksian nyeri bayi?
3. Jenis data apa yang paling sering dimanfaatkan (visual, audio, atau multimodal) dalam sistem pendeteksi nyeri bayi berbasis *Machine Learning*?
4. Apa saja tantangan, keterbatasan, dan peluang penelitian yang diidentifikasi dari studi-studi terdahulu?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan tinjauan literatur secara sistematis terhadap penelitian pendeteksian rasa sakit pada bayi berbasis *Machine Learning*.
2. Mengidentifikasi dan mengklasifikasikan algoritma ML yang digunakan dalam penelitian terkait.
3. Menganalisis kelebihan dan kekurangan dari setiap pendekatan yang digunakan.
4. Mengidentifikasi celah penelitian sebagai dasar rekomendasi pengembangan penelitian selanjutnya.

1.3.2 Manfaat

1. Manfaat Teoritis

Memberikan sintesis ilmiah dan pemetaan penelitian terkait penerapan *Machine Learning* dalam pendeteksian rasa sakit pada bayi.

2. Manfaat Praktis

Menjadi referensi bagi peneliti dan praktisi dalam memilih pendekatan dan algoritma yang sesuai untuk pengembangan sistem pendeteksi nyeri bayi.

3. Manfaat Akademis

Menjadi landasan awal bagi penelitian lanjutan, khususnya pengembangan sistem pendeteksi nyeri bayi berbasis ML yang lebih akurat dan aplikatif.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian agar lebih terarah, maka penelitian ini memiliki keterbatasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas pendeteksian rasa sakit pada bayi dengan penerapan *Machine Learning* berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* (SLR).
2. Literatur yang dikaji terbatas pada artikel ilmiah yang relevan dan dapat diakses secara *full-text* dalam rentang tahun publikasi 10 tahun terakhir.
3. Penelitian ini tidak mencakup implementasi maupun pengujian model *Machine Learning* secara langsung menggunakan data primer.
4. Pembahasan difokuskan pada metode, algoritma, jenis data, dan metrik evaluasi yang digunakan dalam penelitian terdahulu, tanpa membahas aspek klinis secara mendalam.

1.5 Keterbaruan

1. Penelitian oleh Abuzairi dkk. (2021) menggunakan citra wajah bayi untuk mendeteksi kondisi nyeri dengan menerapkan Convolutional Neural Network (CNN) berbasis YOLO. Penelitian ini mengklasifikasikan ekspresi wajah bayi ke dalam beberapa kategori, seperti nyeri, sedih, dan netral. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendekatan CNN mampu mengenali pola ekspresi wajah bayi yang berkaitan dengan rasa sakit, namun masih bergantung pada citra statis dan kondisi pengambilan data yang terkontrol di lingkungan klinis [5]. Sementara itu, penelitian ini melakukan *Systematic Literature Review* terhadap

berbagai metode machine learning yang digunakan dalam pendeteksian rasa sakit pada bayi berbasis citra wajah, video ekspresi, suara, dan sinyal fisiologis, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai perkembangan metode dan performanya.

2. Penelitian oleh Kristian et al. (2020) menggunakan video ekspresi wajah bayi untuk mendeteksi rasa nyeri dengan mengombinasikan Deep Convolutional Neural Network (DCNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM). Pendekatan ini memanfaatkan informasi visual dan temporal dari video untuk meningkatkan akurasi klasifikasi nyeri bayi. Meskipun menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan citra statis, penelitian ini hanya berfokus pada satu jenis data, yaitu video wajah bayi [7]. Sementara itu, penelitian ini menyusun kajian sistematis terhadap berbagai pendekatan machine learning berbasis video dan multimodal untuk mendeteksi rasa sakit pada bayi, sehingga dapat mengidentifikasi tren, keunggulan, serta keterbatasan setiap metode yang telah digunakan.
3. Penelitian oleh Penelitian oleh Arafat et al. (2023) mengembangkan sistem klasifikasi tangisan bayi menggunakan machine learning berbasis Artificial Neural Network (ANN) dan fitur MFCC. Penelitian ini menekankan bahwa pemilihan algoritma dan fitur sangat mempengaruhi performa sistem dalam mengenali kondisi bayi berdasarkan suara tangisannya. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada satu algoritma dan satu jenis data. Berbeda dari penelitian tersebut, penelitian ini menyajikan keterbaruan dengan melakukan pemetaan dan perbandingan berbagai algoritma machine learning, seperti ANN, CNN, LSTM, dan pendekatan deep learning lainnya, yang digunakan dalam pendeteksian rasa sakit pada bayi berdasarkan berbagai jenis data (audio, citra, dan video) melalui metode Systematic Literature Review [8].