

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah yang ingin diselesaikan, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang diharapkan, serta batasan ruang lingkup penelitian. Semua bagian ini disusun untuk memberi gambaran awal tentang arah dan fokus dari penelitian yang dilakukan. Bab ini juga memberikan penjelasan mengenai pentingnya topik penelitian serta alasan pemilihan metode yang digunakan.

1.1. Latar Belakang

Paru-paru merupakan organ dalam tubuh yang memiliki peran vital dalam sistem pernapasan manusia. Paru-paru berfungsi sebagai tempat pertukaran udara serta memastikan tubuh mendapatkan oksigen yang cukup dan mengangkut karbondioksida keluar tubuh. Oksigen ini berkontribusi dalam mendistribusikan energi ke seluruh tubuh melalui aliran darah. Namun, kualitas udara yang buruk akibat polusi, asap kendaraan, asap rokok, serta gaya hidup yang tidak sehat dapat menurunkan fungsi paru-paru. Selain itu, paru-paru juga rentan terhadap infeksi yang disebabkan oleh virus, bakteri, maupun jamur [1]. Apabila terdapat gangguan pada paru-paru, maka sistem pernapasan juga akan ikut terganggu. Bahkan, resiko terburuk dapat menyebabkan kematian.

Menurut laporan GOLD (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*) 2025, diperkirakan tiga juta orang meninggal per tahun akibat penyakit COPD (*Chronic Obstructive Lung Disease*) di seluruh dunia [2]. Adanya peningkatan angka perokok di negara-negara LMICs (*low and middle income countries*) dan ditambah dengan populasi lansia yang terus bertambah di negara-negara berpenghasilan tinggi, diperkirakan akan menyebabkan lebih dari 5.4 juta kematian per tahunnya akibat COPD dan penyakit terkait lainnya di tahun 2060. Selain itu, menurut *Global Initiative For Asthma*, 7 juta kematian per tahun disebabkan oleh penyakit yang berkaitan dengan polusi udara, seperti COPD, kanker paru-paru, dan infeksi saluran pernapasan [3]. Di Indonesia, Direktur Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tidak Menular, dr. Siti Nadia Tarmizi, M. Epid., menyampaikan bahwa berdasarkan data BPJS, jumlah pasien PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronis)

meningkat dari 27 juta pada tahun 2022 menjadi 33 juta pada 2023. Hingga tahun 2024, jumlahnya telah mencapai hampir 19 juta dan diperkirakan dapat meningkat hingga 35-36 juta pasien [4]. Selain itu, beliau juga menyatakan bahwa penyakit PPOK di Indonesia menjadi penyebab kematian sebanyak 60%.

Secara umum, penyakit pernapasan menyumbang angka kematian yang cukup tinggi di Indonesia. Berdasarkan data tahun 2024, terdapat tiga jenis penyakit pernapasan yang termasuk dalam sepuluh penyebab kematian tertinggi di Indonesia [5]. Penyakit tuberkulosis menempati peringkat keempat dengan 33.24 kasus per 100.000 penduduk, penyakit paru kronis berada di peringkat keenam dengan 28.89 kasus per 100.000 penduduk, dan infeksi saluran pernapasan bawah berada di peringkat kesembilan dengan 19.39 kasus per 100.000 penduduk.

Bahkan, berdasarkan *Global Tuberculosis Report 2024* yang dirilis oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), Indonesia berada di peringkat kedua tertinggi di dunia untuk jumlah kasus tuberkulosis setelah India. Total kasus mencapai 1,060,000 dengan jumlah kematian sebanyak 134 ribu jiwa [6]. Selain itu, di Indonesia kasus *pneumonia* juga mengalami peningkatan. Pada 2023 tercatat 330 kasus dengan 52 kematian, sementara pada 2024 meningkat menjadi 1278 kasus dengan 188 kematian. Hingga januari 2025 saja, tercatat sudah ada 105 kasus dengan 12 kematian [7].

Pencegahan dan deteksi dini penyakit paru-paru umumnya dilakukan oleh seorang dokter melalui berbagai metode, seperti peninjauan rekam medis, pemeriksaan fisik, rontgen (x-ray), serta auskultasi pernapasan [1]. Meskipun berbagai teknik diagnosis telah berkembang, auskultasi pernapasan tetap menjadi metode yang penting, cepat dan terjangkau dalam mendekripsi penyakit paru-paru, seperti *bronchiectasis*, COPD, dan *pneumonia*. Bahkan, seorang pulmonolog dapat mengenali IPF atau *pneumonia* pada tahap awal berdasarkan suara *crackle* saat bernapas, meskipun hasil rontgen dada tampak hampir normal [8]. Pemeriksaan ini dilakukan dengan mendengarkan suara pernapasan menggunakan stetoskop sebagai bagian dari pemeriksaan fisik awal. Dengan keahlian medis dan bantuan stetoskop, dokter dapat membedakan suara pernapasan yang normal dan tidak normal. Sehingga proses ini dapat membantu mempercepat diagnosis, penanganan pasien, pemulihan pasien, serta menghemat waktu dan biaya pengobatan.

Namun, penggunaan stetoskop akustik yang umum digunakan masih memiliki beberapa kelemahan. Salah satu diantaranya berkaitan dengan hasil auskultasi yang

bergantung pada interpretasi subjektif pemeriksa. Bahkan, dokter berpengalaman sekalipun dapat memiliki pendapat yang berbeda dalam menafsirkan suara pernapasan yang didengar [9]. Selain itu, auskultasi bersifat kualitatif, sehingga sulit untuk dibandingkan antar individu maupun digunakan untuk melacak perubahan suara secara objektif dari waktu ke waktu. Kualitas suara yang terlalu bising atau terlalu lemah juga kerap menyulitkan proses auskultasi, sehingga deteksi kondisi pasien membutuhkan waktu dan upaya lebih agar mencapai tingkat akurasi yang optimal [10].

Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan teknologi di bidang kesehatan berkembang pesat dan berkontribusi dalam meningkatkan kualitas perawatan kesehatan. Salah satu inovasinya adalah penerapan pendekatan komputasional berbasis *machine learning* dan *deep learning* untuk menganalisis sinyal audio tubuh, seperti suara pernapasan, guna mengklasifikasikan jenis penyakit paru-paru secara lebih akurat [11][10][12]. Penelitian mengenai klasifikasi penyakit paru-paru berdasarkan suara pernapasan yang dilakukan oleh Sukma, dkk., menggunakan *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) sebagai ekstraksi fitur serta menerapkan *Support Vector Machine* (SVM) sebagai metode klasifikasi. Dengan menggunakan dataset ICBHI 2017, akurasi yang didapatkan sebesar 80% [13]. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani, dkk., menggunakan ekstraksi fitur MFCC serta menerapkan *Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai metode klasifikasi. Dengan dataset berjumlah 3240 yang diambil dari *Kaggle*, penelitian berhasil mencapai nilai akhir sebesar 89% [11]. Kemudian, Ariani, dkk., melakukan penelitian dengan menggunakan perhitungan dimensi fraktal *Higuchi* dari suara pernapasan dan metode *K-Nearest Neighbor* (KKN). Ekstraksi fitur yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Dengan menggunakan 117 dataset audio dari *Kaggle*, akurasi yang berhasil dicapai sebesar 83% [14].

Meskipun beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan dalam klasifikasi penyakit paru-paru berdasarkan suara pernapasan menggunakan metode SVM, CNN, maupun KNN dengan ekstraksi fitur MFCC maupun DWT, namun pendekatan tersebut masih berfokus pada domain fitur tertentu saja. Sedangkan, suara pernapasan memiliki karakteristik yang melibatkan informasi spektral (frekuensi) dan temporal (waktu). Oleh karena itu, penelitian ini menggabungkan metode ResNet101 untuk mempelajari karakteristik frekuensi dan *Bidirectional Gated Recurrent Unit* (Bi-GRU) untuk memproses dinamika temporal

suara pernapasan. Pemisahan fokus ini dirancang agar model mampu mempelajari pola-pola yang kompleks dan saling melengkapi dari kedua domain tersebut, sehingga mampu memahami data suara pernapasan secara lebih menyeluruh dan menghasilkan hasil klasifikasi yang lebih akurat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana penggunaan metode ResNet101 dan Bi-GRU dalam melakukan klasifikasi penyakit paru-paru berdasarkan suara pernapasan?
2. Bagaimana hasil evaluasi klasifikasi penyakit paru-paru berdasarkan suara pernapasan menggunakan metode ResNet101 dan Bi-GRU?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan sebagai berikut.

1. Untuk melakukan klasifikasi penyakit paru-paru berdasarkan suara pernapasan menggunakan metode ResNet101 dan Bi-GRU.
2. Untuk mengetahui hasil evaluasi klasifikasi penyakit paru-paru berdasarkan suara pernapasan menggunakan metode ResNet101 dan Bi-GRU.

1.4. Manfaat Penelitian

Berbagai manfaat yang dapat diperoleh dari adanya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sebagai referensi ilmiah dalam pengembangan sistem klasifikasi penyakit paru-paru berdasarkan suara pernapasan berbasis *deep learning*.
2. Membantu mempermudah proses deteksi dini penyakit paru-paru pada pasien, sehingga memungkinkan penanganan medis yang cepat dan tepat.
3. Sebagai dasar pengembangan aplikasi atau alat bantu untuk deteksi penyakit paru-paru, khususnya untuk daerah yang memiliki fasilitas medis yang minim.

1.5. Batasan Masalah

Untuk memperjelas fokus pembahasan sesuai dengan isu yang diangkat, ruang lingkup penelitian dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut.

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada arsitektur ResNet101 yang berfokus pada domain spektral (frekuensi) dan Bi-GRU yang berfokus pada domain temporal (waktu).
2. Dataset yang digunakan merupakan dataset sekunder dari *International Conference on Biomedical and Health Informatics (ICBHI) Scientific Challenge database* yang berbentuk audio.
3. Terdapat enam kelas penyakit paru-paru yang dikategorikan, yaitu *Bronchiectasis, Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), Health, Bronchiolitis, Upper Respiratory Tract Infections (URTI), Pneumonia*.
4. Pembuatan program klasifikasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan *Google Colab* sebagai editor untuk menulis dan menjalankan program.
5. Penelitian ini hanya berfokus pada proses klasifikasi penyakit paru-paru berdasarkan suara pernapasan tanpa mengembangkan aplikasi atau antarmuka web untuk implementasi sistem.

Halaman ini sengaja dikosongkan