

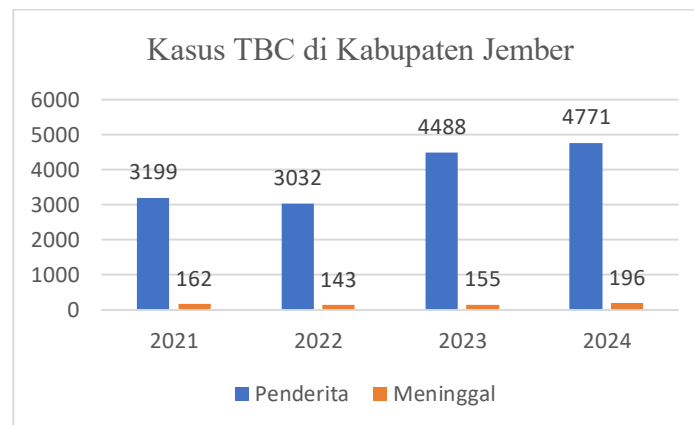
BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tuberkulosis Paru adalah penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Tuberkulosis Paru disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang menyebar melalui droplet udara yang dikeluarkan penderita melalui percikan batuk atau bersin (Mar'iyah & Zulkarnain, 2021). Apabila tidak segera dilakukan pemeriksaan dan pengobatan, penderita Tuberkulosis Paru dapat mengalami komplikasi yang berisiko menyebabkan kematian (Kemenkes, 2020).

Menurut *World Health Organization* (WHO) dalam *Global Tuberculosis Report 2025*, pada tahun 2024 terdapat sekitar 10,7 juta kasus Tuberkulosis Paru di seluruh dunia dengan jumlah kematian mencapai 1,23 juta jiwa, menjadikan Tuberkulosis paru sebagai penyebab kematian tertinggi akibat satu agen infeksius secara global. Indonesia menempati peringkat kedua dunia sebagai negara dengan jumlah kasus Tuberkulosis Paru tertinggi setelah India, dengan estimasi sekitar 1,1 juta kasus baru dan 118.000 kematian pada tahun 2024. Tingginya angka kasus tersebut menunjukkan bahwa Tuberkulosis Paru masih menjadi tantangan kesehatan masyarakat yang serius, baik di tingkat global maupun nasional, sehingga memerlukan upaya deteksi dan penanganan yang lebih optimal.

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi dengan jumlah kasus Tuberkulosis Paru tertinggi di Indonesia setelah Jawa Barat. Sepanjang tahun 2024, Jawa Timur mencatat sebanyak 116.752 kasus Tuberkulosis Paru, menjadikannya provinsi dengan kontribusi kasus terbesar kedua secara nasional. Dari estimasi tersebut, Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur berhasil menemukan sebesar 61,10% kasus pada tahun 2024, yang menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan antara estimasi kasus dengan kasus yang benar-benar terdeteksi dan tertangani oleh layanan Kesehatan (Dinas Komunikasi dan Informatika Provinsi Jawa Timur 2024).



Gambar 1. 1 Jumlah Kasus TBC di Kabupaten Jember Tahun 2021-2024

Sumber: Dinkes Kab. Jember

Kabupaten Jember sendiri merupakan salah satu kabupaten dengan jumlah kasus Tuberkulosis Paru terbesar di provinsi Jawa Timur. Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Jember, jumlah kasus Tuberkulosis Paru mengalami fluktuasi dengan tren yang cenderung meningkat dalam kurun waktu 2021 hingga 2024. Pada tahun 2021, jumlah penemuan kasus Tuberkulosis Paru tercatat sebanyak 3.199 kasus dengan angka kematian sebanyak 162. Pada tahun 2022, jumlah penderita penyakit Tuberkulosis Paru mengalami penurunan dengan angka penderita sebanyak 3.032 kasus dan penderita yang meninggal dunia sebanyak 143 kasus. Namun, pada tahun 2023 angka penderita Tuberkulosis Paru di kabupaten Jember meningkat sebesar 48,03% dari jumlah kasus pada tahun sebelumnya, pasien Tuberkulosis Paru pada tahun 2023 sebanyak 4.488 penderita dan yang mengalami kematian sebanyak 155 kasus. Pada tahun 2024 jumlah kasus penderita Tuberkulosis Paru terus meningkat di angka 4.771 kasus dan angka kematian sebanyak 196 kasus.

Penyakit Tuberkulosis Paru tidak hanya membahayakan kehidupan penderitanya, tetapi peningkatan kasus juga berdampak pada aspek fisik, ekonomi, dan sosial penderita. Secara fisik, penderita Tuberkulosis Paru umumnya mengalami kelemahan tubuh yang menghalangi mereka untuk produktivitas dan kondisi ekonomi penderita. Selain itu, penderita Tuberkulosis Paru juga kerap mengalami dampak sosial, berupa pengucilan dari masyarakat sekitar karena

dianggap dapat menularkan penyakit kepada orang-orang di dekatnya (Nabilla et al., 2024).

Berdasarkan dampak peningkatan jumlah penderita maupun kematian akibat Tuberkulosis Paru, diperlukan upaya pencegahan melalui deteksi dini. Laporan Global Tuberkulosis WHO tahun 2024 menegaskan bahwa diagnosis awal Tuberkulosis Paru merupakan komponen utama dalam strategi eliminasi TB (*End TB Strategy*), mengingat pengujian diagnostik yang cepat dan akurat merupakan langkah esensial yang memungkinkan pasien mendapatkan rejimen pengobatan paling efektif sedini mungkin. Dengan pengobatan yang direkomendasikan WHO berupa obat anti-TB selama 4-6 bulan, sekitar 85% penderita Tuberkulosis Paru dapat disembuhkan, sebaliknya tanpa pengobatan tingkat kematian akibat Tuberkulosis Paru dapat mencapai hampir 50% (World Health Organization, 2024). Kementerian Kesehatan RI melalui Biro Komunikasi dan Informasi Publik mengajak seluruh pemangku kepentingan untuk terus mendukung penelitian mengenai Tuberkulosis Paru serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pencegahan, deteksi dini, dan pengobatan. Sejalan dengan hal tersebut, Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur juga mengimbau masyarakat untuk aktif melakukan *screening* mandiri guna menilai risiko dirinya terhadap Tuberkulosis.

Salah satu tantangan dalam melakukan deteksi dini Tuberkulosis Paru adalah kemiripan gejala klinis dengan penyakit Pneumonia. Berdasarkan Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tuberkulosis, gejala klinis Tuberkulosis Paru meliputi batuk berdahak, batuk darah, nyeri dada, sesak napas, demam, penurunan berat badan, kurangnya nafsu makan, keringat malam, dan malaise (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020). Sementara itu, Pedoman Tatalaksana Pneumonia yang diterbitkan oleh Perhimpunan Dokter Paru Indonesia menyebutkan bahwa gejala klinis Pneumonia meliputi batuk, nyeri dada, demam, dan sesak napas ('Burhan, 2022). Kesamaan gejala klinis antara kedua penyakit tersebut, khususnya pada gejala batuk, nyeri dada, sesak napas, dan demam seringkali menyulitkan proses identifikasi awal sebelum dilakukan pemeriksaan laboratorium lebih lanjut, sehingga berpotensi menyebabkan keterlambatan penanganan (Wei dkk., 2020). Untuk mengatasi permasalahan

tersebut, penelitian ini memanfaatkan data rekam medis pasien yang memuat riwayat diagnosis Tuberkulosis Paru dan Pneumonia sebagai dasar dalam membangun sistem deteksi dini. Informasi dari rekam medis tersebut dapat diolah menggunakan teknik *data mining* untuk menghasilkan klasifikasi yang membantu membedakan kedua kondisi tersebut berdasarkan pola gejala yang dialami pasien.

Data mining merupakan proses menggali informasi baru dengan pencarian pola atau aturan tertentu dari sekumpulan data yang berjumlah besar (Rahmawati dkk, 2020). Data Mining bertujuan untuk mengelola data yang besar, kompleks, heterogen, dan beragam secara lebih efektif dibandingkan metode pengolahan data tradisional (Diki Wahyudi, 2023). Dalam bidang kesehatan, *data mining* dapat digunakan untuk menemukan pola tersembunyi dalam rekam medis, salah satunya melalui teknik klasifikasi untuk mendeteksi penyakit Tuberkulosis Paru sejak dini, yang sangat penting untuk mencegah komplikasi dan meningkatkan peluang kesembuhan pasien. Salah satu algoritma klasifikasi yang banyak digunakan dalam bidang kesehatan adalah algoritma Naïve Bayes, karena kemampuannya dalam menangani data medis yang memiliki banyak variabel serta menghasilkan prediksi yang efektif meskipun dengan data yang terbatas.

Penelitian dengan algoritma Naïve Bayes pernah dilakukan oleh Viola Yuniza dkk, (2024) mengenai klasifikasi penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), yang menghasilkan akurasi sebesar 96,67%. Penelitian ini yang lebih relevan dilakukan oleh Fahmi & Sutisna (2024) mengenai klasifikasi gejala penyakit Tuberkulosis Paru menggunakan algoritma Naïve Bayes pada data pasien Puskesmas Pegangsaan Dua B, yang mencakup atribut data diri serta status diagnosis pasien. Penelitian tersebut masih berfokus pada pembentukan model klasifikasi tanpa implementasi ke dalam sistem yang dapat diakses langsung oleh pengguna. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan varian Bernoulli Naïve Bayes yang lebih sesuai untuk gejala klinis berbentuk biner, serta mengintegrasikan model ke dalam sistem deteksi dini berbasis web yang dapat digunakan secara langsung oleh masyarakat. Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan data diagnosis Penumonia sebagai kelas pembanding mengingat Tuberkulosis Paru dan Pneumonia seringkali tertukar dalam proses diagnosis akibat kesamaan gejala klinis yang ditunjukkan,

terutama di wilayah dengan prevalensi Tuberkulosis Paru yang tinggi seperti Indonesia. Manifestasi Pneumonia yang menonjol pada pasien Tuberkulosis Paru seringkali menutupi karakteristik khas penyakit tersebut, sehingga berisiko menyebabkan kesalahan diagnosis apabila tidak dilakukan pemeriksaan lebih lanjut (Wei et al., 2020). Pemanfaatan kedua kelas tersebut dalam penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan ketepatan model dalam membedakan pola gejala Tuberkulosis Paru dari penyakit dengan manifestasi klinis yang serupa.

Algoritma Naïve Bayes merupakan algoritma klasifikasi yang menggunakan metode probabilitas dan statistik berdasarkan Teorema Bayes, dengan asumsi bahwa setiap fitur bersifat independent satu sama lain, yang berarti keberadaan atau ketiadaan fitur lainnya. Meskipun asumsi independensi tersebut tidak selalu sesuai dengan kondisi nyata, Naïve Bayes telah terbukti efektif diterapkan dalam berbagai aplikasi klasifikasi, khususnya ketika data yang tersedia bersifat terbatas (Martantoh & Yanih, 2022). Algoritma ini banyak orang gunakan karena sangat mudah dan dapat memberikan hasil klasifikasi yang cukup akurat meskipun memiliki data yang terbatas. Algoritma Naïve Bayes memiliki beberapa varian yang disesuaikan dengan jenis data yang digunakan, yaitu Gaussian Naïve Bayes untuk data kontinu, Multinomial Naïve Bayes untuk data frekuensi, dan Bernoulli Naïve Bayes untuk data biner (Pratama dkk, 2022).

Pada penelitian ini, data gejala klinis pasien direpresentasikan dalam bentuk biner, yaitu bernilai “Ya” apabila gejala dialami pasien dan “Tidak” apabila gejala tersebut tidak dialami. Berdasarkan karakteristik data tersebut, penelitian ini menggunakan varian Bernoulli Naïve Bayes karena algoritma ini secara eksplisit memperhitungkan baik kemunculan maupun ketidakhadiran suatu gejala dalam proses klasifikasi, sehingga lebih sesuai dibandingkan varian Naïve Bayes lainnya untuk data gejala klinis yang bersifat biner (Dhuhita & Zone, 2023). Dengan memanfaatkan algoritma Bernoulli Naïve Bayes serta data rekam medis pasien Tuberkulosis Paru dan Pneumonia, penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem deteksi dini Tuberkulosis Paru berbasis web yang dapat membantu masyarakat melakukan skrining awal secara mandiri, sepat dan mudah diakses.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penelitian membangun sebuah sistem deteksi dini Tuberkulosis Paru (kode ICD-10: A15.- dan A16.-) menggunakan algoritma Bernoulli Naïve Bayes dengan harapan dapat membantu masyarakat melakukan skrining awal secara mandiri berdasarkan gejala klinis yang dialami. Algoritma ini memanfaatkan pola data riwayat diagnosis Tuberkulosis Paru dan Pneumonia (kode ICD-10: J18.9) yang telah dipelajari sebelumnya untuk menganalisis sembilan gejala klinis sesuai dengan PNPK Tata Laksana Tuberkulosis (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020), yaitu batuk berdarah, batuk disertai darah, nyeri dada, sesak napas, malaise, penurunan berat badan, penurunan nafsu makan, demam, dan keringat malam, guna menentukan kemungkinan pasien terindikasi Tuberkulosis Paru. Sistem ini ditujukan bagi masyarakat usia dewasa dengan rentang usia 15-60 tahun yang belum pernah terdiagnosis Tuberkulosis Paru sebelumnya, berdasarkan kategori usia yang ditetapkan PNPK Tata Laksana Tuberkulosis (Kemenkes RI, 2020). Model klasifikasi yang telah dibangun selanjutnya diintegrasikan ke dalam sebuah sistem berbasis web yang menggabungkan *Framework* Laravel sebagai antarmuka pengguna dan Flask API sebagai backend pemrosesan model, sehingga dapat diakses secara mudah oleh masyarakat. Dengan adanya sistem ini, diharapkan masyarakat dapat memperoleh informasi awal mengenai kemungkinan Tuberkulosis Paru secara cepat sebagai langkah awal sebelum melakukan pemeriksaan lebih lanjut oleh tenaga medis profesional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa rumusan masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Bagaimana merancang dan membangun sistem deteksi dini Tuberkulosis Paru berbasis web dengan menerapkan algoritma Bernoulli Naïve Bayes berdasarkan gejala klinis yang dialami pengguna, serta memanfaatkan data diagnosis Tuberkulosis Paru dan Pneumonia sebagai kelas klasifikasi?

- b. Bagaimana tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* dari penerapan algoritma Bernoulli Naïve Bayes dalam mengklasifikasikan TB Paru dan Tidak TB melalui sistem deteksi dini yang dikembangkan?
- c. Bagaimana hasil pengujian fungsionalitas sistem menggunakan *Black Box Testing* dan tingkat penerimaan pengguna menggunakan *User Acceptance Testing* (UAT) terhadap sistem deteksi dini Tuberkulosis Paru yang dikembangkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Merancang dan membangun sistem deteksi dini penyakit Tuberkulosis Paru berbasis web dengan menerapkan algoritma Bernoulli Naïve Bayes sebagai metode klasifikasi berdasarkan gejala klinis yang dialami pengguna, serta memanfaatkan data diagnosis TB Paru dan Pneumonia sebagai kelas klasifikasi.
- b. Mengetahui dan mengevaluasi tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* dari penerapan algoritma Bernoulli Naïve Bayes dalam mengklasifikasikan TB Paru dan Tidak TB melalui sistem deteksi dini yang dikembangkan.
- c. Mengetahui hasil pengujian fungsionalitas sistem deteksi menggunakan *Black Box Testing* dan tingkat penerimaan pengguna menggunakan *User Acceptance Testing* (UAT) terhadap sistem deteksi dini TB Paru yang dikembangkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa manfaat yang dapat diperoleh, sebagai berikut:

- a. Dapat menjadi bahan referensi untuk penelitian berikutnya terutama dalam bidang klasifikasi penyakit Tuberkulosis menggunakan algoritma Bernoulli Naive Bayes.

- b. Menghasilkan sebuah sistem deteksi dini Tuberkulosis Paru berbasis web yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk melakukan skrining awal secara mandiri, serta dapat mendukung pihak Rumah Sakit Citra Husada Jember dalam meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemeriksaan dini Tuberkulosis Paru.
- c. Penelitian ini dapat mendorong penggunaan teknologi berbasis data *mining* dalam bidang kesehatan, yang dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem deteksi penyakit lainnya.
- d. Adanya sistem deteksi dini diharapkan dapat membantu masyarakat menyadari pentingnya pencegahan serta mengurangi risiko penularan penyakit Tuberkulosis Paru.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Sistem deteksi dini ini dibangun menggunakan algoritma Bernoulli Naive Bayes dan diaplikasikan berbasis website.
- b. Proses pelatihan model klasifikasi menggunakan bahasa pemrograman Python yang diintegrasikan melalui *Flask API*, sedangkan antarmuka pengguna dibangun menggunakan *Framework* Laravel.
- c. Dataset yang digunakan berasal dari data rekam medis pasien Rumah Sakit Citra Husada Jember periode 2024-2025, dengan diagnosis Tuberkulosis Paru berkode A15.- dan A16.- serta diagnosis Pneumonia berkode J18.9 berdasarkan klasifikasi ICD-10. Variabel input berupa sembilan gejala klinis yang dialami pasien, yaitu batuk berdarah, batuk disertai darah, nyeri dada, sesak napas, malaise, penurunan berat badan, penurunan nafsu makan, demam, dan keringat malam sesuai dengan gejala klinis yang tercantum dalam Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran (PNPK) Tata Laksana Tuberkulosis (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020).
- d. Data yang digunakan dibatasi hanya pada pasien dengan kategori usia dewasa, yaitu rentang usia 15-60 tahun berdasarkan kategori usia yang ditetapkan dalam PNPk Tata Laksana Tuberkulosis (Kemenkes RI, 2020),

sedangkan data pasien di luar rentang usia tersebut tidak digunakan dalam penelitian ini.

- e. Label kelas yang digunakan dalam klasifikasi terdiri atas dua kategori, yaitu TB Paru yang diperoleh dari data diagnosis Tuberkulosis, dan tidak Tidak TB yang diperoleh dari data diagnosis Pneumonia.
- f. Sistem yang dikembangkan hanya berfungsi sebagai alat skrining awal dan ditujukan bagi pengguna yang belum pernah terdiagnosis Tuberkulosis Paru sebelumnya, sehingga tidak dimaksudkan untuk menggantikan diagnosis medis oleh tenaga kesehatan profesional.