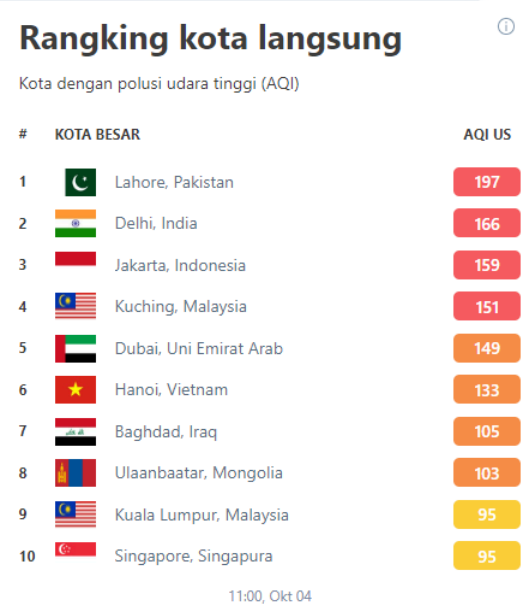
# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

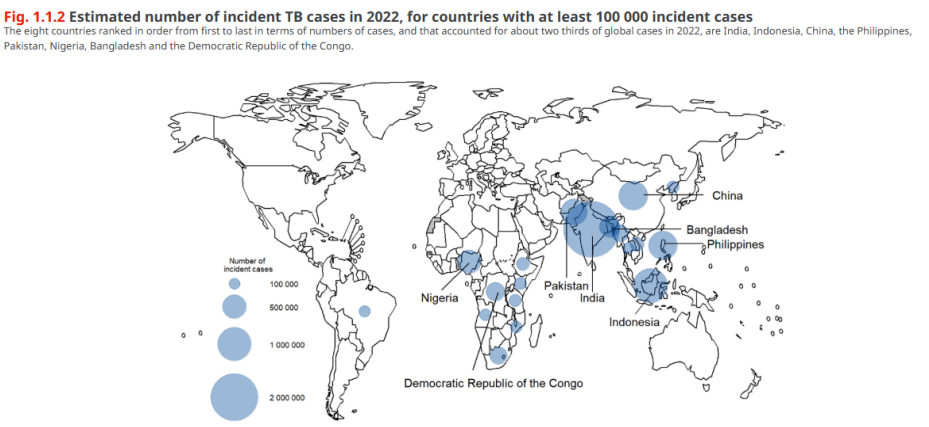
Paru-paru berperan penting dalam proses pertukaran gas di sistem pernapasan, memungkinkan darah dan udara untuk saling menukar oksigen dan karbondioksida [1]. Salah satu permasalahan yang sering timbul dalam sistem pernapasan adalah penurunan kualitas udara akibat pencemaran. Hal ini mengakibatkan udara yang dihirup mengandung banyak polutan yang dapat menyebabkan gangguan pada pernapasan, termasuk pada sistem paru-paru. [2]. Gambar 1.1 menunjukkan kondisi kualitas udara yang semakin menurun, terutama di wilayah perkotaan padat seperti Jakarta, yang sempat masuk kedalam kota dengan tingkat polusi yang buruk menghadapi tantangan serius dalam menjaga kesehatan sistem pernapasan [3][4].




Gambar 1.1 Kota dengan Polusi Udara Tinggi [4]

Masalah polusi udara telah menjadi perhatian utama di banyak kota, termasuk Jakarta, karena dampak negatifnya terhadap kesehatan. Dalam

sepuluh tahun terakhir, studi yang diterbitkan oleh Energy Policy Institute (EPIC) dari Universitas Chicago mencatat peningkatan hingga 30% dalam konsentrasi polutan halus di udara Jakarta dan sekitarnya. Menurut lembaga tersebut, kondisi ini dapat mengakibatkan pengurangan usia harapan hidup penduduk Jakarta dan sekitarnya sekitar 2,3 tahun. Perbandingan ini didasarkan pada asumsi bahwa penduduk dapat menghirup udara yang memenuhi standar 2.5 PM dari WHO [4]. Kondisi pencemaran udara ini secara langsung meningkatkan risiko gangguan pada organ pernapasan, khususnya paru-paru, yang sangat rentan terhadap paparan polutan jangka panjang.

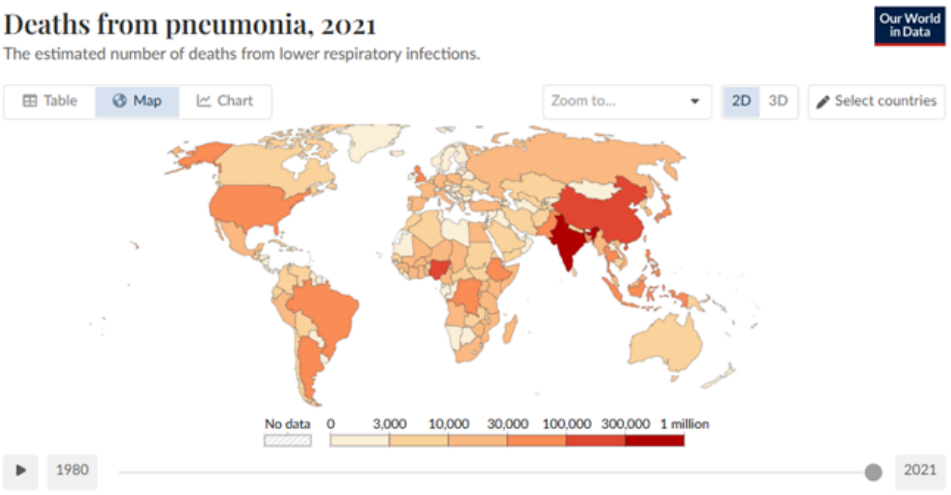



Gambar 1.2 Negara dengan Insiden TB Tertinggi [6]

Gangguan pada paru-paru adalah masalah serius yang dapat mengancam sistem pernapasan manusia. Jika tidak dikelola dengan cermat, kondisi ini akan memiliki konsekuensi fatal. Gangguan ini dapat mengakibatkan kesulitan dalam bernapas, pembatasan aktivitas, serta kekurangan oksigen jika tidak segera ditangani, berpotensi berujung pada kematian. Paru-paru sering kali menghadapi beberapa masalah seperti Pneumonia, Tuberkulosis, dan Bronkitis [5].

Salah satu penyakit paru yang masih menjadi perhatian global adalah Tuberkulosis (TB). Gambar 1.2 menunjukkan bahwa Indonesia merupakan

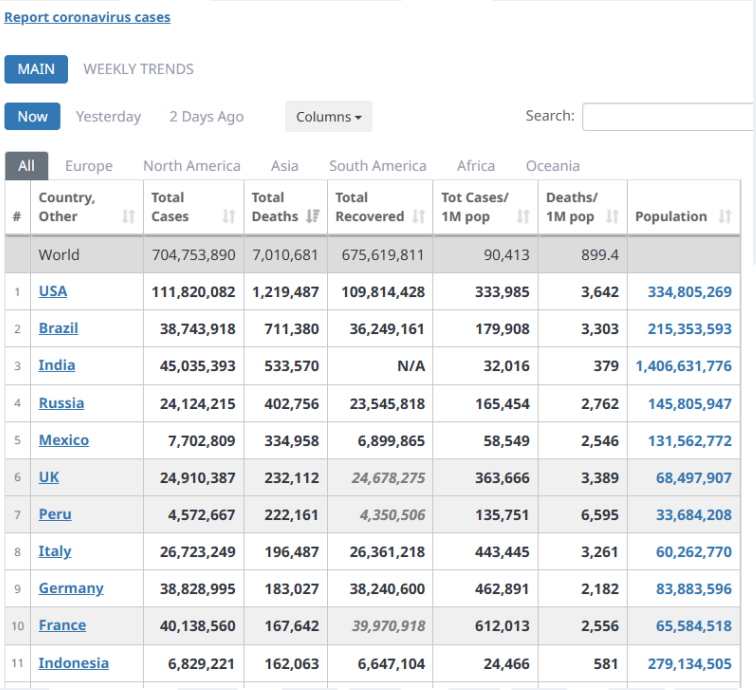
salah satu negara dengan kasus TB terbanyak di dunia. Berdasarkan estimasi terbaru WHO tahun 2022, diperkirakan terdapat 10,6 juta kasus tuberkulosis (TB) secara global, setara dengan 133 kasus per 100.000 penduduk. Wilayah Asia Tenggara, termasuk Indonesia, menyumbang sekitar 46% dari total kasus global [6]. Menurut WHO, sebanyak 116 ribu jiwa meninggal akibat TB di Indonesia pada tahun tersebut, termasuk 9.400 penderita HIV yang juga terjangkit TB. Hal ini menjadikan TB sebagai salah satu penyakit menular paling mematikan di Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir, peningkatan jumlah kasus penyakit paru-paru telah mendorong perkembangan teknologi berbasis digital untuk mendukung sistem pelayanan kesehatan. Menurut laporan WHO Global Tuberculosis Report 2023, Indonesia menempati peringkat kedua dengan beban TB tertinggi di dunia setelah India, menunjukkan urgensi pemanfaatan teknologi untuk mempercepat deteksi dan pengobatan [7].




Gambar 1.3 Peta Persebaran Kasus Kematian Pneumonia [8]

Selain tuberkulosis, penyakit yang juga memberikan dampak besar terhadap kesehatan masyarakat adalah pneumonia. Gambar 1.3 menunjukkan penyakit infeksi saluran pernapasan bawah pneumonia juga masih menjadi beban kesehatan yang signifikan di tingkat global maupun

nasional. Berdasarkan estimasi jumlah kematian akibat pneumonia pada tahun 2021, Indonesia menempati urutan ke sepuluh dengan 40.234 kematian, setelah Amerika Serikat, Filipina, dan Republik Demokratik Kongo. Angka ini menunjukkan bahwa pneumonia masih menjadi salah satu penyebab utama kematian akibat infeksi pernapasan di Indonesia, menandakan pentingnya penanganan terpadu terhadap penyakit-penyakit paru, tidak hanya terbatas pada tuberkulosis tetapi juga pneumonia sebagai bagian dari tantangan kesehatan masyarakat [8].



Report coronavirus cases

MAIN WEEKLY TRENDS

Now Yesterday 2 Days Ago Columns Search:

All Europe North America Asia South America Africa Oceania

| # | Country, Other | Total Cases | Total Deaths | Total Recovered | Tot Cases/ 1M pop | Deaths/ 1M pop | Population |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | World | 704,753,890 | 7,010,681 | 675,619,811 | 90,413 | 899.4 | |
| 1 | USA | 111,820,082 | 1,219,487 | 109,814,428 | 333,985 | 3,642 | 334,805,269 |
| 2 | Brazil | 38,743,918 | 711,380 | 36,249,161 | 179,908 | 3,303 | 215,353,593 |
| 3 | India | 45,035,393 | 533,570 | N/A | 32,016 | 379 | 1,406,631,776 |
| 4 | Russia | 24,124,215 | 402,756 | 23,545,818 | 165,454 | 2,762 | 145,805,947 |
| 5 | Mexico | 7,702,809 | 334,958 | 6,899,865 | 58,549 | 2,546 | 131,562,772 |
| 6 | UK | 24,910,387 | 232,112 | *24,678,275* | 363,666 | 3,389 | 68,497,907 |
| 7 | Peru | 4,572,667 | 222,161 | *4,350,506* | 135,751 | 6,595 | 33,684,208 |
| 8 | Italy | 26,723,249 | 196,487 | 26,361,218 | 443,445 | 3,261 | 60,262,770 |
| 9 | Germany | 38,828,995 | 183,027 | 38,240,600 | 462,891 | 2,182 | 83,883,596 |
| 10 | France | 40,138,560 | 167,642 | *39,970,918* | 612,013 | 2,556 | 65,584,518 |
| 11 | Indonesia | 6,829,221 | 162,063 | 6,647,104 | 24,466 | 581 | 279,134,505 |

Gambar 1.4 Jumlah Kasus Kematian Akibat COVID-19 [9]

Sementara itu, pandemi COVID-19 juga menjadi ancaman serius bagi sistem pernapasan global. termasuk di Indonesia. Gambar 1.4 menunjukkan data global kasus COVID-19, Indonesia menempati peringkat ke-20 di dunia dalam jumlah kasus COVID-19, dengan total 6.829.221 kasus terkonfirmasi dan 162.063 kematian. Tingkat kematian per satu juta penduduk mencapai 581 jiwa, mencerminkan tantangan besar dalam sistem deteksi, penanganan, dan pengendalian wabah di negara ini. Meskipun

angka kesembuhan di Indonesia relatif tinggi, yakni 6.647.104 pasien dinyatakan pulih, penyebaran virus tetap menjadi ancaman yang signifikan, terutama pada penderita yang memiliki riwayat penyakit kronis, termasuk TB dan pneumonia [9].

Dengan demikian, deteksi dini menjadi langkah krusial untuk meningkatkan angka harapan hidup dan efektivitas pengobatan. Sejalan dengan itu, penelitian oleh Zhang *et al*. menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital, seperti pemrosesan citra medis dan *machine learning*, dapat secara signifikan meningkatkan akurasi diagnosis penyakit paru-paru, terutama di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur kesehatan [10]. Deteksi dini penyakit paru-paru memiliki peran yang sangat penting dalam perawatan dan penanganannya.

Salah satu metode yang telah menjadi fokus penelitian dalam deteksi penyakit paru-paru adalah penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk menganalisis citra X-ray paru-paru [11]. Penelitian yang mengimplementasikan CNN untuk identifikasi penyakit paru-paru berdasarkan citra radiografi menjadi relevan, terutama dalam konteks masalah polusi udara yang semakin meningkat, seperti yang terjadi di Jakarta. Masalah polusi udara telah menjadi perhatian utama di banyak kota, termasuk Jakarta, karena dampak negatifnya terhadap kesehatan.

Upaya untuk mengidentifikasi penyakit paru-paru telah banyak dilakukan melalui sejumlah penelitian dengan metode yang beragam. Penelitian ini menggunakan teknologi *deep learning* dan arsitektur CNN untuk menganalisis citra radiografi paru-paru. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam deteksi dini penyakit paru-paru, seperti pneumonia dan tuberkulosis, yang dapat berkembang sebagai akibat dari paparan polusi udara yang tinggi. Contoh penelitian yang telah dilakukan adalah penelitian yang menggunakan beberapa model algoritma dengan

tujuan meningkatkan akurasi identifikasi penyakit pada citra paru-paru. Metode yang diusulkan adalah pra-pemrosesan citra menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) untuk meningkatkan kontras dan deteksi tepi, sementara model menggunakan kombinasi *Support Vector Machine* (SVM), VGG19, dan CNN (*Pretrained Model* ResNet50) untuk pelatihan dan klasifikasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa untuk CNN, akurasi validasi hingga 97% untuk berbagai kelas penyakit paru-paru, sementara untuk VGG-19, akurasi berkisar hingga 94% untuk kelas penyakit yang berbeda [12].

Penelitian lain menawarkan pendekatan baru dalam meningkatkan klasifikasi penyakit paru-paru melalui teknik *deep learning* dengan memanfaatkan model ensemble yang menggabungkan CNN dan *Long Short-Term Memory* (LSTM). Studi ini menggunakan dataset berbasis Kaggle yang mencakup berbagai patologi paru seperti kondisi normal, COVID-19, tuberkulosis, dan infeksi bakteri. Model hibrida CNN-LSTM yang diusulkan berhasil mencapai akurasi sebesar 96,2%. Keunggulan model ini terletak pada kemampuannya menangkap baik fitur spasial maupun temporal dari citra X-ray, sehingga dapat mendeteksi pola penyakit paru secara cepat dan akurat. Model ini menunjukkan potensi klinis yang signifikan karena mampu memberikan deteksi dini untuk penyakit seperti COVID-19 dan tuberkulosis, serta menunjukkan performa lebih unggul dibandingkan beberapa metode deteksi penyakit paru sebelumnya [13].

Penelitian lain berfokus pada peningkatan interpretabilitas dalam diagnosis penyakit paru-paru seperti COVID-19, pneumonia, dan tuberkulosis menggunakan citra X-ray. Studi ini mengembangkan model berbasis DenseNet201 yang ditingkatkan dalam kerangka transfer learning, serta mengintegrasikan pendekatan *Explainable Artificial Intelligence* (XAI) seperti *SHAP*, *LIME*, *Grad-CAM*, dan *Grad-CAM++* untuk menjelaskan keputusan model secara transparan. Untuk meningkatkan kejernihan dan

detail citra, digunakan teknik pra-pemrosesan seperti *Denoising Autoencoder*, CLAHE, dan *Gamma Correction*. Studi ini juga melakukan *ablation study* untuk menentukan parameter optimal dari pendekatan yang diusulkan. Hasil model dibandingkan dengan beberapa arsitektur lain seperti EfficientNetB0, InceptionV3, dan LeNet, dan model yang disertai teknik *data augmentation* memberikan performa terbaik, dengan *accuracy* 99,20%, serta *precision* dan *recall* masing-masing sebesar 99%. Teknik XAI memberikan pemahaman visual yang signifikan terhadap proses pengambilan keputusan model, sehingga meningkatkan kepercayaan dalam diagnosis berbantuan AI. Selain itu, model terbaik diimplementasikan dalam sebuah sistem berbasis Android untuk mendukung pengambilan keputusan oleh tenaga medis [14].

Namun demikian, meskipun berbagai studi sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan penerapan *deep learning* dalam klasifikasi penyakit paru-paru, masih terdapat ruang untuk peningkatan dari segi kualitas input citra dan cakupan data pelatihan. Beberapa studi mengindikasikan bahwa kualitas citra radiografi yang rendah akibat noise atau kontras tidak optimal dapat memengaruhi performa klasifikasi model. Di sisi lain, keterbatasan jumlah dan variasi dataset juga berkontribusi pada *overfitting* serta menurunnya kemampuan generalisasi model.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan difokuskan pada pengaruh penggunaan teknik CLAHE sebagai metode pra-pemrosesan citra untuk meningkatkan kualitas visual pada data X-ray paru-paru. CLAHE diharapkan mampu meningkatkan deteksi fitur oleh model, serta berkontribusi terhadap peningkatan akurasi klasifikasi. Selain itu, penelitian ini juga akan memperluas jumlah dan keragaman data dengan menambahkan dataset tambahan, guna meningkatkan performa model dalam mengenali berbagai kondisi paru-paru seperti pneumonia, tuberkulosis, dan COVID-19.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini diarahkan untuk merumuskan solusi terhadap permasalahan yang ada yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penerapan CLAHE terhadap akurasi model dalam mendeteksi penyakit paru-paru khususnya COVID-19, pneumonia, tuberculosis, dan paru-paru normal berbasis citra X-ray?
2. Bagaimana penggunaan CNN dan CLAHE dalam analisis citra X-ray paru-paru dapat membantu proses deteksi COVID-19, pneumonia, tuberculosis, dan paru-paru normal secara lebih cepat dan efisien?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian "Penerapan CLAHE dan Convolutional Neural Network dalam Identifikasi Penyakit Paru-paru pada Citra Radiografi" terdapat beberapa batasan masalah yang digunakan. Adapun batasan masalah yang diterapkan sebagai berikut.

1. Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan metode identifikasi gangguan pada paru-paru menggunakan teknik pemrosesan citra CLAHE dan CNN berdasarkan citra radiografi paru-paru.
2. Pendekatan utama dalam studi ini adalah menganalisis citra radiografi paru-paru yang diperoleh melalui pemeriksaan X-Ray.
3. Identifikasi penyakit akan terfokus pada tiga kategori utama: COVID-19, Pneumonia, dan Tuberkulosis.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Penelitian

Mengacu pada permasalahan yang telah dijelaskan, berikut ini adalah tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini.

1. Menganalisis Pengaruh Penerapan CLAHE Terhadap Akurasi Model Deteksi Penyakit Paru-paru khususnya COVID-19, pneumonia, tuberculosis, dan paru-paru normal berbasis citra X-ray.
2. Mengembangkan sistem deteksi penyakit paru-paru berbasis citra radiografi sebagai dukungan awal penanganan medis melalui implementasi sistem berbasis Streamlit.

### 1.4.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diharapkan melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan dukungan dalam proses deteksi dini penyakit paru-paru seperti pneumonia, tuberkulosis, dan COVID-19. Identifikasi penyakit sejak tahap awal memungkinkan penanganan lebih cepat, sehingga meningkatkan kemungkinan kesembuhan pasien.
2. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam pengelolaan penyakit paru-paru yang lebih baik. Pasien dengan penyakit paru-paru dapat memantau perkembangan penyakit mereka dan merencanakan perawatan yang sesuai.
3. Model yang dikembangkan dapat dijadikan referensi untuk pengembangan penelitian selanjutnya di Universitas Multimedia Nusantara.

## 1.5 Sistematika Penulisan

**BAB 1. PENDAHULUAN**

Bab 1 menguraikan latar belakang permasalahan yang melandasi penelitian, batasan permasalahan yang dibahas, serta rumusan masalah yang menjadi fokus kajian. Di dalamnya juga dijelaskan tujuan dan

manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi guna memberikan gambaran mengenai struktur dan alur isi skripsi.

**BAB 2. LANDASAN TEORI**

Bab 2 menjelaskan mengenai teori pendukung yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan, yaitu penyakit paru-paru, CRISP-DM *framework*, algoritma CNN, CLAHE, *evaluation metrics*, dan penelitian terdahulu. Teori yang digunakan berasal dari kutipan dari sejumlah artikel jurnal serta buku-buku memiliki kaitan dengan topik penelitian.

**BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menyajikan deskripsi umum objek penelitian, metode yang digunakan, variabel yang terlibat, serta teknik-teknik yang digunakan dalam proses pengumpulan data, penarikan sampel, dan analisis data guna memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

**BAB 4. ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN**

Bab 4 menjelaskan bagaimana metodologi penelitian diterapkan pada objek studi. Proses dimulai dari pengumpulan data yang relevan, dilanjutkan dengan pengolahan data untuk memastikan kualitas dan keakuratannya. Kemudian, data dianalisis menggunakan teknik yang sesuai untuk menemukan temuan penting. Bab ini juga menjelaskan cara validasi hasil agar temuan yang diperoleh dapat dipercaya. Seluruh tahapan dijabarkan secara berurutan, mulai dari awal hingga diperolehnya hasil akhir, sehingga memberikan gambaran yang jelas tentang penerapan metodologi dalam mencapai tujuan penelitian.

## BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 membahas secara sederhana dampak dan arti penting dari hasil penelitian, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang sistem informasi dan big data. Selain itu, bab ini juga menjelaskan beberapa keterbatasan yang dihadapi dalam penelitian, seperti waktu, jumlah sampel, dan metode yang digunakan. Keterbatasan tersebut menjadi dasar untuk usulan penelitian lanjutan di masa depan agar hasil yang diperoleh bisa lebih lengkap dan mendalam. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, beberapa rekomendasi diajukan untuk membantu pengembangan teori serta perbaikan praktik, baik di dunia akademik maupun industri, guna mendorong efisiensi, efektivitas, dan inovasi dalam pemanfaatan sistem informasi dan big data.

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA