

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Pneumonia didefinisikan sebagai proses infeksius akut yang menyerang sistem respirasi, yang disebabkan oleh agen patogen berupa bakteri, virus, maupun jamur. Kondisi ini mengklarifikasikan diri sebagai salah satu entitas patologis dengan angka kematian tertinggi secara global [1], [2]. Infeksi ini menyebabkan inflamasi pada alveoli yang dapat terisi cairan atau nanah, sehingga menghambat proses pertukaran oksigen di dalam paru-paru. Gangguan tersebut berpotensi menimbulkan komplikasi serius, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak, lanjut usia, serta individu dengan gangguan sistem imun [3], [4], [5].

Di Indonesia, pneumonia masih menjadi masalah kesehatan utama, terutama pada kelompok balita, dengan prevalensi nasional mencapai 3,8% dan jumlah kasus tercatat sebanyak 102.576 kasus pada tahun 2023 dengan sebaran yang bervariasi antar provinsi. Tingginya angka kejadian tersebut menunjukkan bahwa pneumonia masih memerlukan perhatian serius dalam upaya deteksi dini dan penanganan yang lebih efektif [6].

Dalam praktik klinis, pemeriksaan radiografi dada (*Chest X-Ray*) digunakan sebagai metode diagnostik utama untuk mendeteksi pneumonia karena mampu menampilkan struktur paru-paru, area konsolidasi, serta berbagai abnormalitas yang berkaitan dengan infeksi paru [7], [8]. Akan tetapi, interpretasi citra radiografis masih secara signifikan bergantung pada evaluasi subjektif yang dilakukan oleh dokter spesialis radiologi. Ketergantungan ini berpotensi menimbulkan variasi interpretasi antarpemeriksa dan meningkatkan risiko kesalahan diagnosis, terutama ketika jumlah pasien meningkat dan waktu evaluasi menjadi terbatas [9].

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, *Vision transformer* (ViT) muncul sebagai arsitektur *deep learning* baru yang mengadaptasi model transformer yang awalnya dikembangkan untuk pemrosesan bahasa alami ke dalam tugas visi komputer [10], [11]. ViT bekerja dengan membagi citra menjadi *patch* berukuran tetap dan memprosesnya sebagai suatu urutan menggunakan mekanisme *self-attention*. Desain ini memungkinkan ViT untuk memodelkan dependensi global di seluruh citra secara lebih efektif dibandingkan CNN tradisional [12]. Berbagai studi terbaru melaporkan kinerja ViT yang kompetitif, bahkan dalam beberapa kasus lebih unggul, pada berbagai tugas klasifikasi citra, termasuk aplikasi pencitraan medis seperti deteksi penyakit dan analisis citra radiologis. Kemampuan ViT dalam menangkap representasi citra secara holistik menjadikannya sangat sesuai untuk

analisis citra rontgen dada, di mana pola opasitas paru secara global serta kelainan struktural berperan penting dalam deteksi pneumonia yang akurat.

Selain pendekatan pembelajaran terawasi (*supervised learning*), teknik pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*) juga memiliki peran penting dalam mengeksplorasi distribusi data dan mengungkap struktur laten, khususnya ketika data berlabel terbatas atau mengandung *noise*. Algoritma klustering memungkinkan pengelompokan sampel data berdasarkan kesamaan intrinsik tanpa bergantung pada label kelas yang telah ditentukan sebelumnya. Di antara berbagai metode tersebut, algoritma *K-Means* merupakan salah satu metode yang paling banyak diaplikasikan, karena kesederhanaan, efisiensi komputasi, serta kemudahan interpretasinya. Dalam konteks analisis citra medis, algoritma *K-Means* telah diterapkan untuk berbagai keperluan, meliputi segmentasi citra, pengelompokan fitur, dan analisis eksploratif data, sehingga memberikan wawasan terhadap struktur mendasar dari dataset yang kompleks [13].

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma *K-Means Clustering* telah berhasil diterapkan dalam berbagai bidang analisis citra medis, seperti identifikasi abnormalitas pada retina, deteksi osteoporosis melalui citra panoramik gigi, serta pengelompokan data pasien dengan infeksi saluran pernapasan. Hasil-hasil tersebut mengindikasikan bahwa metode ini memiliki potensi yang besar untuk diadaptasi dalam analisis citra radiografi dada guna mendeteksi anomali pneumonia[5].

Literatur sebelumnya telah membuktikan bahwa algoritma *K-Means Clustering* telah berhasil diimplementasikan dalam analisis citra medis dengan pencapaian tingkat akurasi yang memadai. Dalam penelitian yang dilaksanakan oleh Tahier et al., algoritma *K-Means* diterapkan untuk keperluan segmentasi dan klasifikasi citra paru-paru, dengan tingkat akurasi yang dilaporkan mencapai 93% dalam membedakan jaringan normal dan area lesi[8]. Sementara itu, dalam studi kasus penyakit ISPA oleh Fauzia et al. (2020), tingkat akurasi diukur melalui nilai *error Sum of Square Error* (SSE) yang menunjukkan konsistensi pengelompokan dengan nilai 232,6 hingga 260,3 [14]. Terakhir, penelitian Andika dan Anisa (2020) pada segmentasi citra daun mendukung temuan bahwa *K-Means* mampu menghasilkan segmentasi yang akurat dan cepat, sejalan dengan penelitian Rahman et al. yang menunjukkan performa akurasi sekitar 91% dalam proses segmentasi citra kesehatan[15].

Penelitian berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) pada citra *Chest X-Ray* dilaporkan mampu mengklasifikasikan penyakit paru dengan tingkat akurasi sebesar

92,5%[16]. Pengembangan model berbasis *Long Short-Term Memory* (LSTM) yang dikombinasikan dengan ekstraksi fitur citra menunjukkan peningkatan performa dengan akurasi mencapai **94,1%** dalam mendeteksi kelainan paru-paru[17]. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa citra radiografi dada memiliki karakteristik visual yang kuat untuk membedakan kondisi paru normal dan abnormal.

Berdasarkan penelitian penelitian sebelumnya, kami para peneliti mengimplementasikan metode *K-Means Clustering* untuk melakukan segmentasi citra radiografi dada karena algoritma ini tidak hanya efektif dalam mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik, serta sekaligus memfasilitasi pengambilan keputusan berbasis data secara objektif. Pendekatan clustering seperti *K-Means* memungkinkan hasil segmentasi digunakan sebagai dasar analisis lanjutan serta berpotensi dikembangkan ke arah sistem pemantauan dan pendukung keputusan kesehatan di masa depan. Dengan kemampuannya dalam membentuk kelompok data yang representatif, *K-Means Clustering* dapat memberikan gambaran pola awal perbedaan kondisi paru normal dan abnormal secara sistematis. Sehubungan dengan hal tersebut, diharapkan bahwa penerapan metode *K-Means Clustering* dapat menghasilkan segmentasi data yang akurat sebagai landasan dalam mendukung penyusunan strategi analisis dan interpretasi medis yang lebih efektif, efisien, serta berbasis data.[18].

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode pengolahan citra medis, khususnya dalam penerapan algoritma *K-Means Clustering* untuk deteksi pneumonia pada citra radiografi dada. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem pendukung keputusan di bidang medis serta membantu dokter radiologi dalam melakukan identifikasi kelainan paru secara lebih cepat, objektif, dan konsisten.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode *K-Means Clustering* dalam melakukan segmentasi citra radiografi dada (*Chest X-Ray*) untuk mendukung deteksi pneumonia?
2. Bagaimana kinerja segmentasi citra menggunakan metode *K-Means* dalam mengelompokkan area paru normal dan abnormal?
3. Bagaimana potensi hasil segmentasi *K-Means* dalam mendukung analisis lanjutan menggunakan pendekatan *deep learning* seperti *Vision transformer* (ViT)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian :

1. Mengimplementasikan metode *K-Means Clustering* untuk melakukan segmentasi citra radiografi dada.
2. Menganalisis kemampuan *K-Means* dalam mengelompokkan pola citra paru berdasarkan karakteristik visualnya.
3. Mengevaluasi potensi hasil segmentasi sebagai dasar pengembangan sistem deteksi pneumonia berbasis kecerdasan buatan.
4. Memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pengolahan citra medis untuk meningkatkan akurasi dan objektivitas analisis radiografi dada.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan berupa citra radiografi dada (*Chest X-Ray*) dalam format digital.
2. Metode segmentasi yang digunakan terbatas pada algoritma *K-Means Clustering*.
3. Penelitian berfokus pada proses segmentasi citra dan analisis pola pengelompokan, bukan pada diagnosis klinis secara langsung.
4. Evaluasi kinerja metode dilakukan berdasarkan parameter clustering yang digunakan dalam penelitian.
5. Penelitian tidak membahas aspek klinis lanjutan seperti terapi atau penanganan pasien.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini yaitu:

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan pengolahan citra medis, khususnya dalam penerapan algoritma *K-Means Clustering* pada citra radiografi dada.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan segmentasi citra medis dan pengembangan metode berbasis clustering maupun *deep learning*.
3. Meningkatkan objektivitas dan efisiensi dalam proses analisis citra radiografi dada.
4. Mendukung pengembangan sistem pendukung keputusan (*Decision Support System*) di bidang kesehatan.
5. Membantu tenaga medis, khususnya dokter radiologi, dalam melakukan identifikasi awal kelainan paru secara lebih cepat, sistematis, dan berbasis data.