

Sistem Deteksi Pneumonia Paru-Paru dengan Pengolahan Citra Digital dan Machine Learning

Ilham Jawaz¹, Reni Rahmadewi²

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang; email: jawas271@gmail.com, reni.rahmadewi@ft.unsika.ac.id

[Dikirimkan: 18 Januari 2024, Direvisi: 21 Mei 2024, Diterima: 28 Mei 2024]

Corresponding Author: Ilham Jawaz

INTISARI — Penelitian ini berfokus pada penggunaan pengolahan citra digital, khususnya dalam konteks sistem machine learning untuk diagnosis penyakit paru-paru. Dalam eksplorasi ini, sistem diusulkan yang mengintegrasikan Python dan kerangka kerja terkait untuk mengimplementasikan langkah-langkah penting dalam pengolahan citra. Proses ini melibatkan input citra, pemrosesan untuk meningkatkan kualitas, segmentasi area paru-paru, dan ekstraksi fitur penting. Setelah citra diproses dan area paru-paru diidentifikasi, sistem menerapkan algoritma klasifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Algoritma ini didesain untuk memanfaatkan informasi fitur yang diekstraksi untuk mengambil keputusan yang tepat dalam mengklasifikasikan citra. Pengujian dilakukan menggunakan dataset yang mengandung citra paru-paru normal dan kasus pneumonia. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi, yang memberikan gambaran tentang seberapa baik sistem dapat membedakan antara kedua kategori citra. Sebelum pengolahan citra, sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 75%. Setelah pengolahan citra, tingkat akurasi meningkat menjadi 78%. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi besar penggunaan pengolahan citra digital dalam konteks sistem machine learning untuk diagnosis penyakit paru-paru. Hasil-hasilnya dapat memberikan landasan yang kuat untuk pengembangan sistem yang lebih canggih dalam diagnosis medis berbasis citra. Penelitian lebih lanjut dapat memperluas penggunaan metode lain dalam pengolahan citra yang dapat meningkatkan akurasi deteksi pneumonia secara signifikan.

KATA KUNCI — Pneumonia, Histogram Equalization, Machine Learning, X-ray, Paru-paru

I. PENDAHULUAN

Pneumonia adalah penyakit peradangan paru-paru yang disebabkan oleh infeksi bakteri, virus, jamur, atau parasit[1]. *Pneumonia* dapat menyebabkan gejala seperti demam, batuk, sesak napas, nyeri dada, dan menggigil[2]. *Pneumonia* merupakan penyakit yang ada pada paru-paru yang bisa dilihat lebih detailnya dengan foto *rontgen*[3]. *Pneumonia* merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia, terutama di negara-negara berkembang[4]. Menurut data WHO, *pneumonia* menyebabkan sekitar 2,5 juta kematian pada tahun 2019, yang sebagian besar adalah anak-anak di bawah usia 5 tahun[5]. Deteksi dini *pneumonia* sangat penting untuk mengurangi risiko komplikasi dan mempercepat penanganan medis.

Selain itu, dokter juga dapat melakukan pemeriksaan radiologi, seperti *rontgen* dada, CT-Scan, atau MRI, untuk melihat gambaran paru-paru pasien [6]. *Rontgen* dada yaitu menggunakan sinar-X untuk menghasilkan gambar dua dimensi dari organ dalam tubuh[7]. CT-Scan yaitu menggabungkan teknologi rontgen atau sinar-X dengan sistem komputer khusus[8]. Tujuannya adalah untuk melihat kondisi dalam tubuh dari berbagai sudut dan potongan[9]. MRI yaitu menggunakan medan magnet dan energi gelombang radio untuk menghasilkan gambar struktur dan organ dalam tubuh[10]. Pemeriksaan radiologi ini dapat membantu dokter untuk menentukan lokasi, luas, dan jenis *pneumonia*, serta untuk membedakannya dengan penyakit paru-paru lainnya[11]. Namun, pemeriksaan radiologi memiliki beberapa keterbatasan, seperti membutuhkan peralatan yang mahal, memerlukan tenaga ahli yang terlatih, dan berpotensi menimbulkan efek samping akibat radiasi[12]. Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif yang dapat membantu dalam mendiagnosis *pneumonia*. [13] Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *machine learning*[14].

Machine Learning adalah salah satu cabang dari ilmu *artificial intelligence* yang bertujuan untuk mengembangkan sistem yang dapat belajar secara mandiri[15]. Pada saat proses klasifikasi sistem membandingkan gambar yang dimasukkan sebagai *input* dengan gambar yang telah digunakan sebagai latihan sistem[16]. Dalam konteks mendiagnosis *pneumonia*, *machine learning* dapat memberikan kontribusi berupa pendeteksian otomatis tanda-tanda *pneumonia* pada gambar radiologi, segmentasi *area* yang terkena *pneumonia*, klasifikasi jenis *pneumonia*, dan prediksi hasil pengobatan[17]. Pada penelitian ini pengolahan citra digital akan diimplementasikan pada sistem *machine learning* tersebut dengan tujuan mengetahui apakah pengolahan citra dapat meningkatkan akurasi klasifikasi sistem *machine learning* atau tidak[18]. Metode pengolahan citra digital yang akan diimplementasikan pada sistem ini adalah *histogram equalization*. Dengan menggunakan metode ini dapat membantu meningkatkan kontras gambar dengan cara mendistribusikan intensitas piksel secara merata di seluruh rentang nilai.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data:

1) Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mencari serta mempelajari berbagai sumber referensi atau teori yang berhubungan dengan penelitian ini, seperti halnya buku, jurnal dan berbagai artikel yang bersangkutan dengan penelitian ini[19].

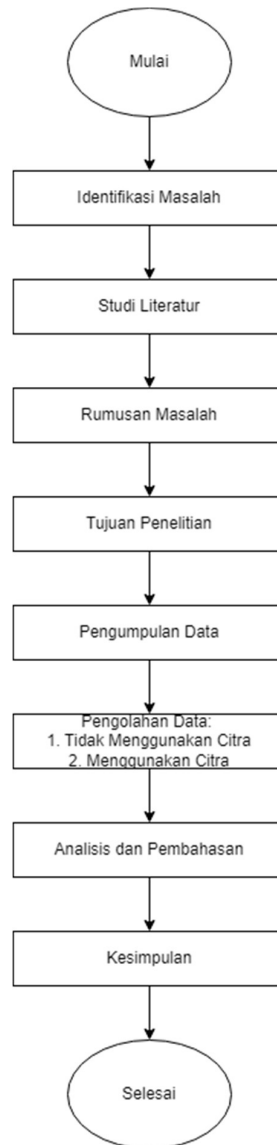
2) Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mencari *datasheet* yang akan digunakan untuk sistem *Machine Learning*.

3) Pengolahan Data

Metode pengolahan data bertujuan untuk menampilkan hasil dari uji coba yang dilakukan[20].

Perancangan sistem ini meliputi sebagian besar langkah kerja dari sistem *machine learning* klasifikasi penyakit paru-paru. Adapun *flowchart* dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Penelitian

A. IDENTIFIKASI MASALAH

Pneumonia sebagai penyakit serius yang memerlukan deteksi dini untuk mengurangi risiko komplikasi. Kualitas gambar sangat dibutuhkan untuk mengenali area yang mencurigakan. Penelitian lebih lanjut akan terus mengoptimalkan metode ini untuk mengidentifikasi kasus *pneumonia* secara efisien dan memungkinkan penanganan yang lebih cepat dan lebih baik bagi pasien.

B. STUDI LITERATUR

Studi literatur digunakan untuk memeriksa berbagai referensi seperti jurnal ilmiah, buku, dan artikel terkait, kami membangun landasan teoretis yang kuat sebelum melangkah lebih jauh dalam penelitian kami sendiri. Metode ini memungkinkan kami untuk memahami perkembangan baru dalam bidang penelitian, memahami perspektif yang beragam, dan mengidentifikasi kekurangan penelitian terdahulu.

C. RUMUSAN MASALAH

Pengembangan Sistem ini merupakan salah satu tantangan utama untuk menciptakan sistem yang mampu mendeteksi tanda-tanda *pneumonia* pada citra *X-ray* paru-paru dengan akurasi yang tinggi. Ini melibatkan pemilihan dan implementasi algoritma yang tepat, serta penyesuaian dan peningkatan berkelanjutan berdasarkan hasil tes. Proses pengolahan citra digital harus dioptimalkan untuk meningkatkan kualitas gambar dan memudahkan sistem dalam mengidentifikasi area yang mencurigakan. Ini

melibatkan peningkatan teknik pengolahan dan penyesuaian parameter untuk mencapai hasil terbaik. Sistem harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat memberikan hasil yang akurat dan membantu dalam diagnosis dini *pneumonia*.

D. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada tantangan deteksi *pneumonia* pada citra X-ray paru-paru, suatu masalah yang penting dalam bidang medis. Tujuan utama adalah untuk mengembangkan solusi yang efektif dengan menggabungkan dua teknologi canggih: pengolahan citra digital dan *machine learning*. Pengolahan citra digital digunakan untuk meningkatkan kualitas gambar dan menyoroti area yang mencurigakan, sementara *machine learning* digunakan untuk menganalisis pola dan fitur dalam citra tersebut. Dengan pendekatan ini, penelitian ini berharap dapat memberikan alat yang kuat dan akurat untuk mendeteksi *pneumonia* pada tahap awal, sehingga meningkatkan peluang pemulihan pasien.

E. PENGUMPULAN DATA

Proses pengumpulan *datasheet* dimulai dengan mencari data gambar paru-paru yang diperoleh dari hasil citra X-ray. Ini melibatkan penelusuran berbagai sumber data, untuk mendapatkan citra X-ray paru-paru yang berkualitas. Setelah data ditemukan, langkah selanjutnya adalah mengekstrak informasi yang relevan dari citra tersebut. Informasi ini kemudian disimpan dalam *datasheet*, yang akan digunakan sebagai *input* untuk sistem deteksi *pneumonia*. Pengumpulan *datasheet* ini merupakan langkah penting dalam penelitian ini, karena kualitas dan jumlah data yang dikumpulkan akan berdampak langsung pada akurasi dan efektifitas sistem yang sedang dikembangkan.

F. PENGOLAHAN DATA

Dalam penelitian ini, proses pengolahan data dibagi menjadi dua bagian utama: satu yang tidak menggunakan pengolahan citra dan satu lagi yang menggunakan pengolahan citra.

Bagian pertama, yang tidak menggunakan pengolahan citra, melibatkan analisis data mentah seperti yang diperoleh dari citra X-ray. Ini memungkinkan sistem untuk memahami pola dasar dan fitur dalam data tanpa manipulasi atau penyesuaian apa pun.

Bagian kedua, yang menggunakan pengolahan citra, melibatkan serangkaian teknik untuk meningkatkan kualitas gambar dan menyoroti area yang mencurigakan. Teknik ini dapat mencakup peningkatan kontras, penajaman, pengurangan noise, dan lainnya.

Dengan cara ini memungkinkan peneliti untuk membandingkan efektifitas sistem dalam kedua skenario tersebut dan dapat menentukan apakah pengolahan citra memberikan peningkatan signifikan dalam deteksi *pneumonia*.

G. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengeksplorasi penggunaan metode pengolahan citra digital, khususnya teknik yang dikenal sebagai *histogram equalization*, dalam sistem deteksi *pneumonia*. Teknik ini, yang bertujuan untuk meningkatkan kontras dalam citra, telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi sistem dalam mendeteksi *pneumonia* pada citra X-ray paru-paru. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggabungan teknologi pengolahan citra dengan *machine learning* dapat membawa peningkatan signifikan dalam efisiensi deteksi kasus *pneumonia*. Ini menunjukkan potensi besar dari pendekatan ini dalam meningkatkan kualitas dan kecepatan diagnosis *pneumonia*.

Selain itu, penemuan ini juga membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut tentang bagaimana teknologi pengolahan citra dan *machine learning* dapat digabungkan dalam berbagai aplikasi medis lainnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada bidang deteksi *pneumonia*, tetapi juga pada bidang kesehatan secara lebih luas. Akhirnya, meskipun hasil ini sangat menjanjikan, masih banyak pekerjaan yang harus dilakukan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk terus mengoptimalkan dan memperbaiki sistem ini, serta untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam berbagai kondisi dan populasi pasien.

H. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, proses menyimpulkan hasil melibatkan penyandingan antara tinjauan pustaka dan hasil uji coba. Tinjauan pustaka memberikan kerangka teoritis dan konteks pengetahuan yang ada, sementara hasil uji coba memberikan data empiris dan temuan aktual dari penelitian. Tinjauan pustaka dilakukan untuk memahami pengetahuan yang ada dan menetapkan dasar teoritis untuk penelitian. Ini melibatkan penelusuran dan analisis literatur relevan untuk memahami metode, teknik, dan temuan sebelumnya yang terkait dengan topik penelitian. Kemudian, hasil uji coba dianalisis dan dibandingkan dengan tinjauan pustaka. Ini melibatkan interpretasi data, identifikasi pola, dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil uji coba.

Akhirnya, hasil dari kedua proses ini disandingkan untuk menyimpulkan penelitian. Ini melibatkan integrasi pengetahuan dari tinjauan pustaka dengan temuan dari hasil uji coba untuk mencapai kesimpulan yang komprehensif dan berwawasan luas. Dengan demikian, proses ini memungkinkan penelitian untuk memberikan kontribusi yang signifikan dan berarti ke dalam bidang pengetahuan yang ada.

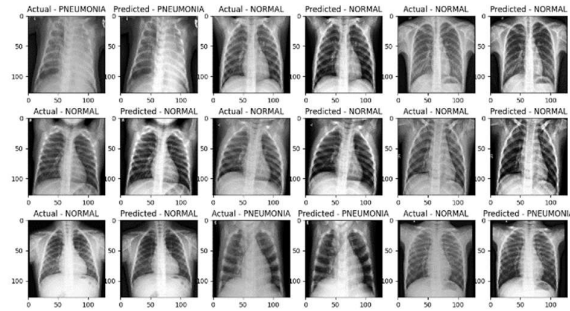
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

I. HASIL TANPA PENGOLAHAN CITRA

Peneliti melakukan percobaan tanpa pengolahan citra sebanyak lima kali percobaan. Dalam setiap percobaan menggunakan 9 gambar yang berbeda. Berikut merupakan gambar dan hasil tanpa pengolahan citra dengan 5 kali percobaan:

1) Percobaan 1

Berikut merupakan hasil gambar dari percobaan 1 tanpa pengolahan citra:

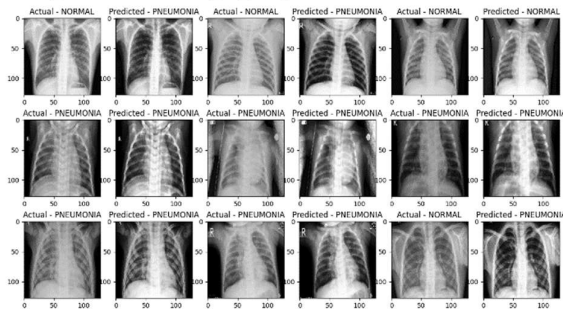


Gambar 2. Percobaan 1 Tanpa Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 2 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* terdapat 6 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 1 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

2) Percobaan 2

Berikut merupakan hasil gambar dari percobaan 2 tanpa pengolahan citra:

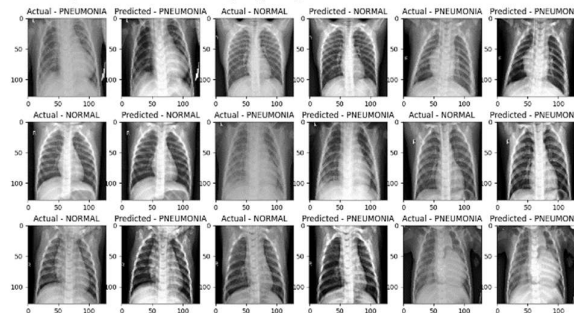


Gambar 3. Percobaan 2 Tanpa Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 5 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* terdapat 1 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 3 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

3) Percobaan 3

Berikut merupakan hasil gambar dari percobaan 3 tanpa pengolahan citra:

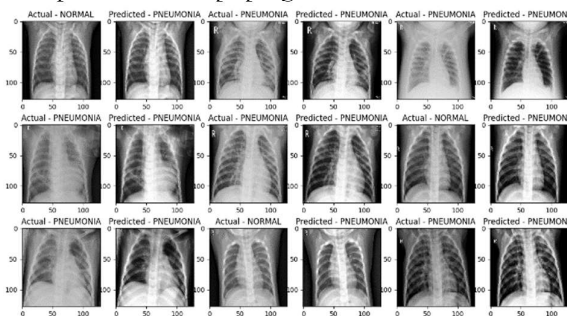


Gambar 4. Percobaan 3 Tanpa Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 4 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* terdapat 2 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 3 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

4) Percobaan 4

Berikut merupakan hasil gambar dari percobaan 4 tanpa pengolahan citra:

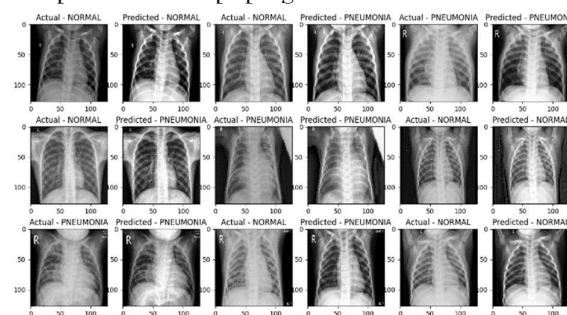


Gambar 5. Percobaan 4 Tanpa Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 6 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* tidak terdapat gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 3 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

5) Percobaan 5

Berikut merupakan hasil gambar dari percobaan 5 tanpa pengolahan citra:



Gambar 6. Percobaan 5 Tanpa Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 3 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* terdapat 3 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 3 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

Dalam tahap awal penelitian, penulis melakukan serangkaian percobaan menggunakan dataset yang telah diproses sebelumnya. Dataset ini digunakan untuk mengimplementasikan sistem deteksi *pneumonia* yang sedang dikembangkan. Percobaan ini dilakukan sebanyak lima kali untuk memastikan keandalan hasil. Dari kelima percobaan tersebut, ditemukan bahwa dari total kasus yang diteliti, terdapat 12 kasus yang menunjukkan paru-paru normal dan 33 kasus yang menunjukkan gejala *pneumonia*. Tanpa melakukan proses pengolahan citra, sistem yang dikembangkan mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 73%. Tingkat akurasi ini dihitung menggunakan metode *confusion matrix*, sebuah teknik yang umum digunakan dalam bidang *machine learning* untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi.

TABEL I

DATA TANPA PENGOLAHAN CITRA

Tanpa Menggunakan Pengolahan Citra		Actual Class	
		Pneumonia	Normal
Predict Class	Pneumonia	21	13
	Normal	0	12

Berikut merupakan hasil perhitungan menggunakan metode *confusion matrix* dengan menggunakan rumus:

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)}$$

$$Accuracy = \frac{(21 + 12)}{(21 + 13 + 12)}$$

$$Accuracy = \frac{33}{45}$$

$$Accuracy = 0,73 * 100\%$$

$$Accuracy = 73\%$$

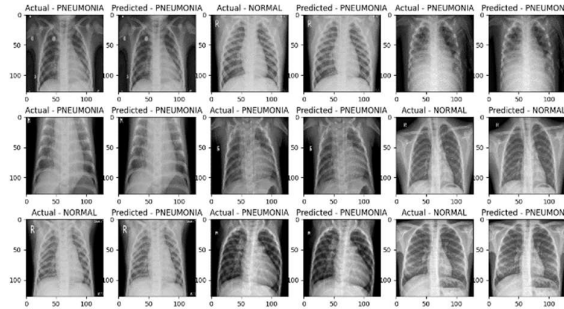
Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun tanpa pengolahan citra, sistem yang dikembangkan sudah mampu mendeteksi *pneumonia* dengan akurasi yang cukup tinggi. Namun, peningkatan dan optimasi lebih lanjut tentunya masih dibutuhkan untuk meningkatkan akurasi dan efektifitas sistem ini dalam mendeteksi *pneumonia*. Oleh karena itu, penulis melakukan uji coba untuk menggali lebih dalam dengan memperkenalkan metode pengolahan citra.

J. HASIL DENGAN MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA

Peneliti melakukan percobaan dengan menggunakan pengolahan citra sebanyak lima kali percobaan. Dalam setiap percobaan menggunakan 9 gambar yang berbeda. Berikut merupakan gambar dan hasil tanpa pengolahan citra dengan 5 kali percobaan:

1) Percobaan 1

Berikut merupakan gambar percobaan 1 dengan menggunakan pengolahan citra:

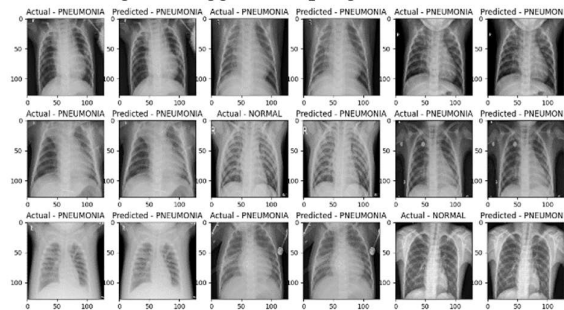


Gambar 7. Percobaan 1 Menggunakan Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 5 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* terdapat 1 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 3 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

2) Percobaan 2

Berikut merupakan gambar percobaan 2 dengan menggunakan pengolahan citra:

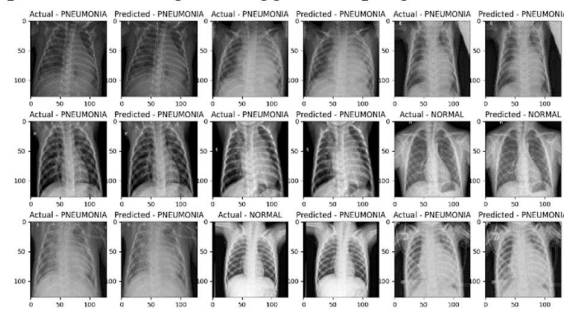


Gambar 8. Pecobaan 2 Menggunakan Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 7 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* tidak terdapat gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 2 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

3) Percobaan 3

Berikut merupakan gambar percobaan 3 dengan menggunakan pengolahan citra:

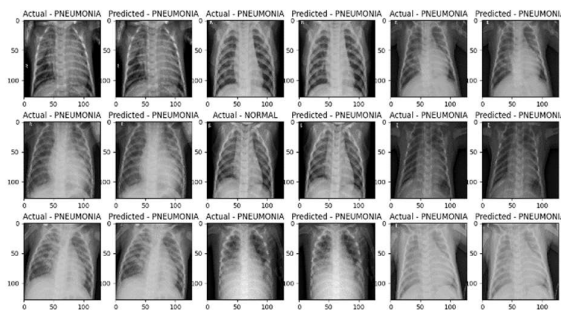


Gambar 9. Percobaan 3 Menggunakan Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 7 gambar, *actual-normal* dengan *predicted normal* terdapat 1 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 1 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted normal* tidak ada.

4) Percobaan 4

Berikut merupakan gambar percobaan 4 dengan menggunakan pengolahan citra:

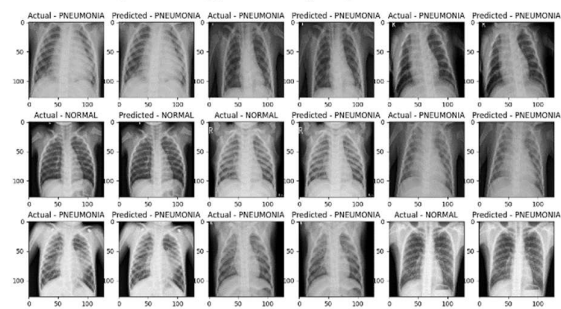


Gambar 10. Percobaan 4 Menggunakan Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 7 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* tidak terdapat gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 2 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

5) Percobaan 5

Berikut merupakan gambar percobaan 4 dengan menggunakan pengolahan citra:



Gambar 11. Percobaan 5 Menggunakan Pengolahan Citra

Hasilnya menunjukkan bahwa *actual-pneumonia* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 6 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-normal* terdapat 1 gambar, *actual-normal* dengan *predicted-pneumonia* terdapat 2 gambar, dan *actual-pneumonia* dengan *predicted-normal* tidak ada.

Dalam penelitian ini, metode pengolahan citra digital diperkenalkan sebagai upaya untuk meningkatkan akurasi sistem deteksi *pneumonia* pada citra X-ray paru-paru. Teknik ini melibatkan serangkaian proses yang dirancang untuk memperbaiki kualitas gambar, sehingga memudahkan sistem dalam mengidentifikasi pola dan fitur yang mencurigikan.

Berbeda dengan percobaan sebelumnya yang hanya mengandalkan data mentah, penelitian ini mengeksplorasi bagaimana pengolahan citra dapat memperbaiki hasil prediksi. Dengan memanfaatkan teknik pengolahan citra, sistem diharapkan dapat lebih efektif dalam mengenali tanda-tanda *pneumonia*, sehingga meningkatkan akurasi deteksi.

Selain itu, penelitian ini juga berusaha untuk memahami bagaimana teknik pengolahan citra dapat diintegrasikan dengan algoritma *machine learning* yang ada. Tujuannya adalah untuk menciptakan sistem yang tidak hanya akurat, tetapi juga efisien dan dapat diadaptasi untuk berbagai jenis data citra. Adapun hasil data setelah menggunakan pengolahan Citra:

TABEL II

DATA MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA

Menggunakan Pengolahan Citra		Actual Class	
		Pneumonia	Normal
Predict Class	Pneumonia	32	10
	Normal	0	3

Berikut merupakan hasil perhitungan menggunakan metode confusion matrix dengan menggunakan rumus:

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)}$$

$$Accuracy = \frac{(32 + 3)}{(32 + 3 + 10)}$$

$$Accuracy = \frac{35}{45}$$

$$Accuracy = 0,78 * 100\%$$

$$Accuracy = 78\%$$

Perbedaan utama antara kedua percobaan terletak pada hasil prediksi. Dalam percobaan yang menggunakan pengolahan citra, terdapat peningkatan akurasi sistem sebesar 5%. Ini menunjukkan bahwa pengolahan citra dapat memperbaiki kinerja sistem dalam mendeteksi tanda-tanda *pneumonia* pada citra X-ray. Metode *confusion matrix* yang digunakan untuk mengukur kinerja sistem, menunjukkan bahwa dengan pengolahan citra, sistem menjadi lebih tepat dalam mengenali tanda-tanda *pneumonia*. Ini berarti bahwa sistem mampu membedakan antara citra paru-paru normal dan citra yang menunjukkan gejala *pneumonia* dengan lebih baik. Pengolahan citra digital menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan akurasi sistem deteksi *pneumonia*. Teknik ini membantu dalam memperjelas fitur-fitur dalam citra yang mungkin menunjukkan adanya *pneumonia*, sehingga memudahkan sistem dalam mengidentifikasi kasus *pneumonia*. Dengan terus mengoptimalkan metode pengolahan citra ini, sistem dapat menjadi lebih efisien dalam mengidentifikasi kasus *pneumonia* pada tahap awal. Ini sangat penting karena deteksi dini *pneumonia* memungkinkan penanganan yang lebih cepat dan lebih baik bagi pasien, yang pada akhirnya dapat meningkatkan peluang pemulihan pasien.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berfokus pada eksplorasi potensi metode pengolahan citra digital, khususnya teknik yang dikenal sebagai histogram equalization, dalam meningkatkan akurasi sistem deteksi *pneumonia* pada citra X-ray paru-paru. Teknik ini dirancang untuk meningkatkan kontras dan distribusi intensitas piksel dalam citra, sehingga memudahkan sistem dalam mengenali tanda-tanda *pneumonia*.

Sebelum implementasi *histogram equalization*, sistem memiliki akurasi sebesar 73% berdasarkan perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)} \\ \text{Accuracy} &= \frac{(21 + 12)}{(21 + 13 + 12)} \\ \text{Accuracy} &= \frac{33}{45} \\ \text{Accuracy} &= 0,73 * 100\% \\ \text{Accuracy} &= 73\% \end{aligned}$$

Setelah implementasi histogram equalization dalam proses pengolahan citra, akurasi sistem meningkat menjadi 78% berdasarkan perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)} \\ \text{Accuracy} &= \frac{(32 + 3)}{(32 + 3 + 10)} \\ \text{Accuracy} &= \frac{35}{45} \\ \text{Accuracy} &= 0,78 * 100\% \\ \text{Accuracy} &= 78\% \end{aligned}$$

Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan citra dapat memainkan peran penting dalam membantu sistem mengidentifikasi tanda-tanda *pneumonia*. Meskipun peningkatan ini signifikan, masih ada ruang untuk perbaikan dan optimasi lebih lanjut. Ini menunjukkan bahwa metode pengolahan citra, seperti histogram equalization, memiliki potensi besar untuk lebih meningkatkan akurasi sistem deteksi *pneumonia*. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan terus mengoptimalkan metode pengolahan citra ini, kita dapat lebih efisien dalam mengidentifikasi kasus *pneumonia* pada tahap awal. Ini sangat penting karena deteksi dini memungkinkan penanganan yang lebih cepat dan lebih baik bagi pasien, yang pada akhirnya dapat meningkatkan peluang pemulihan pasien. Penelitian lebih lanjut dapat memperluas penggunaan metode lain dalam pengolahan citra yang dapat meningkatkan akurasi deteksi *pneumonia* secara signifikan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan deteksi *pneumonia*, tetapi juga membuka jalan untuk inovasi dan peningkatan lebih lanjut dalam bidang ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan.

REFERENSI

- [1] B. Alnur, Mulyono, Fitri Amillia, en S. Sutoyo, "JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)", *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol 7, no 1, bl 102-111, 2023, [Online]. Available at: https://www.researchgate.net/publication/335117624_Malang_City_Polytechnic_Web_Based_Student_Attendance_Information_System_Telecommunications_Engineering_Study_Program_Using_Fingerprint/fulltext/5d515fe34585153e594ef214/Malang-City-Polytechnic-Web-Based-S
- [2] O. F. Soedradjat, R. Magdalena, en N. K. C. Pratiwi, "Deteksi Gangguan Paru-Paru Berbasis Citra X-Ray Menggunakan Deep Learning", *e-Proceeding Eng.*, vol 8, no 6, bl 2891-2896, 2022.
- [3] U. P. Sanjaya, Z. Alawi, A. R. Zayn, en G. P. Dirgantoro, "Optimasi Convolutional Neural Network dengan Standard Deviasi untuk Klasifikasi Pneumonia pada Citra X-rays Paru", *Gener. J.*, vol 7, no 3, bl 40-47, 2023, doi: 10.29407/gj.v7i3.20183.
- [4] J. Yopento, E. Ernawati, en F. F. Coastera, "Identifikasi Pneumonia Pada Citra X-Ray Paru-Paru Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berdasarkan Ekstraksi Fitur Sobel", *Rekursif J. Inform.*, vol 10, no 1, bl 40-47, 2022, doi: 10.33369/rekursif.v10i1.17247.
- [5] A. A. Hipzi, G. W. Wiriasto, I. Made, en B. Suksmadana, "Klasifikasi Pneumonia Pada Augmentasi Citra X-Ray Paru-Paru Menggunakan Metode Convolution Neural Network (Cnn)", 2023, [Online]. Available at: <http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/39247>
- [6] A. S. Wiratama, M. Rifqi, en S. Maesaroh, "Efektivitas Transfer Learning Dalam Pendeteksian Penyakit Pneumonia Melalui Citra X-

- Ray Paru Manusia”, *J. Ilm. Sains dan Teknol.*, vol 7, no 1, bll 43–52, 2023, doi: 10.47080/saintek.v7i1.2551.
- [7] “19-Article Text-118-1-10-20230728.pdf”.
- [8] P. I. Prayogi, F. Hilman, en S. S. Tomhert, “Klasifikasi Penyakit Pneumonia Dan Covid-19 Berbasis Citra X-Ray Menggunakan Arsitektur Deep Residual Network”, *e-Proceeding Eng.*, vol 9, no 4, bll 1837–1843, 2022.
- [9] N. P. Ekananda en D. Rimirasih, “Identifikasi Penyakit Pneumonia Berdasarkan Citra Chest X-Ray Menggunakan Convolutional Neural Network”, *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol 27, no 1, bll 79–94, 2022, doi: 10.35760/ik.2022.v27i1.6487.
- [10] F. Antony, H. Irsyad, en M. E. Al Rivan, “KNN Dan Gabor Filter Serta Wiener Filter Untuk Mendiagnosis Penyakit Pneumonia Citra X-RAY Pada Paru-Paru”, *J. Algoritm.*, vol 1, no 2, bll 147–155, 2021, doi: 10.35957/algoritme.v1i2.893.
- [11] M. Adzka, F. Arland, en A. W. Setiawan, “Deteksi Pneumonia Menggunakan Citra Sinar-X Paru berbasis Residual Network”, *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol 9, no 2, bll 373–380, 2022, doi: 10.25126/jtiik.2022925626.
- [12] R. R. E. PRASETYO en M. ICHWAN, “Perbandingan Metode Deep Residual Network 50 dan Deep Residual Network 152 untuk Deteksi Penyakit Pneumonia pada Manusia”, *MIND J.*, vol 6, no 2, bll 168–182, 2021, doi: 10.26760/mindjournal.v6i2.168-182.
- [13] M. A. Alghozali *et al.*, “Klasifikasi Penyakit Pneumonia Citra Digital X-Ray Menggunakan Metode Convolutional Neural Network dan RGB Equalization”, vol 3, bll 229–236, 2024.
- [14] B. Nugroho en E. Y. Puspaningrum, “Kinerja Metode CNN untuk Klasifikasi Pneumonia dengan Variasi Ukuran Citra Input”, *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol 8, no 3, bll 533–538, 2021, doi: 10.25126/jtiik.2021834515.
- [15] N. Yudistira, A. W. Widodo, en B. Rahayudi, “Deteksi Covid-19 pada Citra Sinar-X Dada Menggunakan Deep Learning yang Efisien”, *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol 7, no 6, bl 1289, Des 2020, doi: 10.25126/jtiik.2020763651.
- [16] I. Gusmanda, J. Raharjo, en E. Suhartono, “Deteksi Penyakit Pneumonia Berbasis Citra XRay Menggunakan Cnn Arsitektur Vgg-19”, vol 10, no 6, bll 5178–5181, 2023.
- [17] B. M. Sapata en D. Juniati, “Ray Thorax Menggunakan Metode Fraktal Box Counting”, vol 7, no 3, 2019.
- [18] R. A. Wati, H. Irsyad, en M. E. A. R. Rivan, “Klasifikasi Pneumonia Menggunakan Metode Support Vector Machine”, *J. Algoritm.*, vol 1, no 1, bll 21–32, 2020, [Online]. Available at: [http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2652619&val=24585&title=KLASIFIKASI PNEUMONIA MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2652619&val=24585&title=KLASIFIKASI_PNEUMONIA_MENGGUNAKAN_METODE_SUPPORT_VECTOR_MACHINE)
- [19] W. Darmalaksana, “Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan”, *Pre-print Digit. Libr. UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, bll 1–6, 2020.
- [20] Ahmad en Muslimah, “Memahami Teknik Pengolahan dan Analisis Data Kualitatif”, *Proceedings*, vol 1, no 1, bll 173–186, 2021.