

## KNN Dan Gabor Filter Serta Wiener Filter Untuk Mendiagnosis Penyakit *Pneumonia* Citra X-RAY Pada Paru-Paru

Felix Antony<sup>1</sup>, Hafiz Irsyad<sup>2</sup>, Muhammad Ezar Al Rivani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>STMIK GI MDP; Jalan Rajawali No. 14 Palembang, 0711-376400

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, STMIK GI MDP, Palembang

e-mail: <sup>1</sup>felixantony1999@gmail.com, <sup>2</sup>hafizirsyad@mdp.ac.id, <sup>3</sup>meedzhar@mdp.ac.id

### Abstrak

*Pneumonia* adalah salah satu jenis penyakit paru-paru yang disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, ataupun parasit. Salah satu cara untuk mengetahui penyakit *pneumonia* adalah dengan rontgen atau x-ray. Hasil rontgen akan dianalisis untuk mengetahui apakah terdapat *pneumonia* atau tidak. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi hasil rontgen apakah terdapat *pneumonia* atau tidak pada hasil rontgen. metode yang digunakan untuk klasifikasi adalah K-Nearest Neighbor (KNN) dan metode ekstraksi Gabor Filter serta Wiener Filter. Tahapan yang dilakukan pada citra sebelum di Klasifikasi yaitu Resize, selanjutnya dilakukan ekstraksi menggunakan Gabor Filter, Image Enhancement menggunakan Wiener Filter dan di klasifikasi menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN) menghasilkan akurasi terbaik sebesar 79,62%.

**Kata kunci :** K-Nearest Neighbor, Gabor Filter, Wiener Filter, Paru-paru, *Pneumonia*

### Abstract

*Pneumonia* is a type of lung disease caused by bacteria, viruses, fungi, or parasites. One way to find out *pneumonia* is by X-ray or x-ray. X-ray results will be analyzed to find out whether there is *pneumonia* or not. This study aims to classify the x-ray results whether there is *pneumonia* or not on the x-ray results. The method used for the classification of K-Nearest Neighbor (KNN), the Gabor Filter extraction method and Wiener Filter for Image Enhancement. Stages carried out in the image before the classification are resize, then extraction using Gabor Filter, image enhancement using Wiener Filter and in classification using K-Nearest Neighbor (KNN) produces the best accuracy of 79,62%

**Keywords :** K-Nearest Neighbor, Gabor Filter, Wiener Filter, Lungs, *Pneumonia*

## 1. PENDAHULUAN

Paru-paru [1] [2] merupakan organ pernafasan yang berhubungan dengan sistem pernafasan dan sirkulasi darah dalam tubuh makhluk hidup yang bernafas dengan udara. Fungsi utama paru-paru adalah melepaskan karbondioksida dari peredaran darah ke udara. Dalam proses pernafasan, udara memasuki mulut atau hidung, dan melewati *trakea* (tenggorokan), *bronkus*, *bronkiolus* serta *alveoli*. *Aveoli* menyebarkan oksigen ke seluruh tubuh, sedangkan karbondioksida dikeluarkan dari seluruh tubuh.

*Pneumonia* (paru-paru basah) [3] adalah kondisi dimana seseorang mengalami infeksi yang terjadi pada kantung-kantung udara dalam paru-paru orang tersebut. Infeksi yang ditimbulkan *pneumonia* bisa terjadi pada salah satu sisi paru-paru maupun keduanya. Katung udara yang

terinfeksi tersebut akan terisi oleh cairan. Infeksi virus, bakteri maupun jamur adalah penyebab utama *pneumonia*.

SARS-CoV-2 yang menyebabkan COVID-19 adalah salah satu jenis virus yang bisa menyebabkan *pneumonia*. *Pneumonia* akibat COVID-19 bisa menyebabkan komplikasi berbahaya, salah satunya adalah *acute respiratory distress syndrome (ARDS)*. *Pneumonia* merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi pada anak-anak di seluruh dunia. Badan Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa 15% kematian anak-anak berusia dibawah 5 tahun disebabkan oleh penyakit ini. WHO juga menyatakan bahwa pada tahun 2017, terdapat lebih dari 800.000 anak meninggal akibat *pneumonia*.

Penelitian mengenai *pneumonia* pernah dilakukan sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Nu'man, Sri Kusumadewi, Nurlaili Muzayyanah pada tahun 2020 [4] membahas mengenai Sistem Inferensi *Fuzzy* Untuk Membantu Diagnosis Penyakit *Pneumonia* Anak dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* yang bertujuan untuk mendiagnosis *pneumonia* dengan klasifikasi yang benar berdasarkan gejala yang diderita pasien dengan akurasi sebesar 80%, sensitifitas sebesar 75%, dan spesifitas sebesar 83%. Setelah mengetahui diagnosis yang didapat, maka perlakuan yang tepat dapat memberikan dan tingkat kesalahan dalam mendiagnosis anak-anak dapat diminimalisir. Hasil dari pengujian terhadap 10 data uji memberikan rekomendasi diagnosis 8 dari 10 data yang sesuai dengan hasil rekam medis.

Penelitian mengenai *pneumonia* juga pernah dilakukan oleh I Md. Dendi Maysanjaya [5] pada tahun 2020 membahas mengenai Klasifikasi *Pneumonia* pada Citra *X-rays* Paru-paru dengan *Convolutional Neural Network (CNN)* yang bertujuan menguji kinerja CNN dalam menangani *dataset* baru yang diperoleh dari platform Kaggle sejumlah 5.840 citra, yang terdiri atas 1.575 citra paru-paru normal dan 4.265 citra paru-paru *pneumonia*. Data dibagi menjadi data latih dan data uji, dengan jumlah data secara berurutan 5.216 citra dan 624 citra dengan hasil yang diperoleh nilai *gap* pada *loss* data sebesar 47.43%. dan rata-rata nilai akurasi 89.5%.

Penelitian mengenai *pneumonia* juga pernah dilakukan oleh Beny My Sapata, Dwi Juniati pada tahun 2019 [6] membahas mengenai klasifikasi penyakit paru berdasarkan citra *x-ray thorax* menggunakan metode *fractal box counting* yang bertujuan mendiagnosis hasil citra *x-ray* dengan hasil dari akurasi terbesar 79.65% pada nilai  $K = 5$ , dan akurasi terendah 71.28% pada nilai  $K=7$ .

Penelitian mengenai *pneumonia* juga pernah dilakukan oleh Reni Rahmadewi dan Rahmadi Kurnia pada tahun 2016 [7] membahas mengenai klasifikasi penyakit paru berdasarkan citra *rontgen* dengan metode segmentasi Sobel yang bertujuan menganalisis gambar *rontgen* berdasarkan pengolahan citra untuk mempermudah mendapatkan hasil diagnosa. Hasil pengujian yang didapat dari perbandingan piksel antara hasil deteksi tepi terhadap *region* paru, yang mengklasifikasikan penyakit *pneumonia* dengan interval presentase perbandingan jumlah piksel putih (deteksi tepi) dengan total piksel paru (segmentasi) sebesar 2,00% - 2,50%.

Penelitian mengenai *pneumonia* juga pernah dilakukan oleh Risha Ambar wati, Hafiz Irsyad, M Ezar Al Rivian (2020) [8] membahas mengenai Klasifikasi *Pneumonia* Menggunakan Metode *Support Vector Machine* yang mendapatkan hasil pengujian bahwa performa SVM dengan fitur GLCM untuk jenis citra paru-paru yang mengidap *pneumonia* dengan dataset testing 600 mendapatkan nilai *accuracy* 62,66%, sedangkan dataset testing 750 mendapatkan nilai *accuracy* 59,2% sehingga metode SVM tidak cukup baik untuk mengklasifikasi penyakit *pneumonia*.

*Gabor Filter* [9] telah digunakan dalam aplikasi pemrosesan gambar, seperti segmentasi tekstur dan deteksi tepi. Untuk mengakomodasi ruang *tag* lokal dan perubahan orientasi, hasil beberapa fase yang sesuai dengan yang berbeda ruang dan orientasi *tag*, yang digabungkan untuk membuat peta fase terakhir dengan tanggapan lokal. *Gabor filter* terdiri dari filter yang sesuai dengan *tag* yang berbeda jarak dan sudut orientasi. Besarnya keluaran filter *Gabor* di lokasi tertentu bervariasi untuk pengaturan parameter filter yang berbeda dimaksimalkan ketika parameter cocok dengan ruang *tag* lokal dan orientasi.

Pada penelitian penggunaan metode *Gabor Filter* pernah dilakukan sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Khairunnisa, Rismayanti, dan Rully Alhari pada tahun 2018 [10], membahas mengenai Analisis Identifikasi Wajah menggunakan *Gabor Filter* dan *Skin Model* yang mendapatkan hasil pengujian bahwa akurasi paling tinggi adalah 93.6349%, dan akurasi paling rendah berkisar 82,45%, sehingga identifikasi wajah manusia bisa dengan cepat dan akurat dengan menggunakan *Gabor Filter* dan *Skin Model* dimana informasi wajah yang telah didapat diekstraksi menggunakan *Gabor Filter*. Kombinasi kedua metode tersebut menghasilkan proses yang lebih cepat dimana pada ekstraksi *Gabor Filter* tidak semua piksel dari citra yang diproses melainkan hanya area wajah hasil seleksi *Skin Color Model* sehingga proses menjadi lebih cepat dibandingkan dengan memproses keseluruhan piksel dari citra.

*Wiener Filter* [11] dengan tujuan agar *filter* ini dapat menghitung estimasi optimum pada sinyal dari *noisy measurement*. *Wiener Filter* berdasarkan pencapaian statistika dan menghasilkan *Minimum Mean Square Error* (MMSE). *Wiener Filter* memiliki karakteristik *Assumption* (sinyal dan *noise* diproses secara stokastik linear tetap dengan diketahui karakteristik atau diketahui *autocorrelation and crosscorrelation*), *Requirement* (dapat direalisasikan), *Performance Requirement* (berupa MMSE).

Penelitian mengenai penggunaan metode *Wiener Filter* pernah dilakukan sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Nono Heryana, dan Rini Mayasari (2016) [12] membahas mengenai Implementasi *Noise Removal* Menggunakan *Wiener Filter* untuk Perbaikan Citra Digital dengan tujuan untuk meminimalkan *Mean Square Error* untuk keseluruhan proses *invert filter*, *smoothing noise* dan metode Wiener Filter optimal dalam melakukan perbaikan citra, terutama citra yang memiliki *Gaussian Noise*, sehingga citra asal memiliki *Gaussian noise* Ketika diproses menggunakan metode *Wiener Filter* akan mengalami peningkatan kualitas citra.

Penelitian penggunaan metode *Wiener Filter* juga pernah dilakukan oleh Ribka Delima Sinaga (2017) [13] membahas mengenai *Weiner Filter*, dapat memperbaiki kualitas citra. *Weiner Filter* dapat meminimumkan galat restorasi. Namun, kualitas citra gambar yang dihasilkan tidak dapat dipertahankan sehingga gambar yang sudah diproses akan tampak sedikit blur.

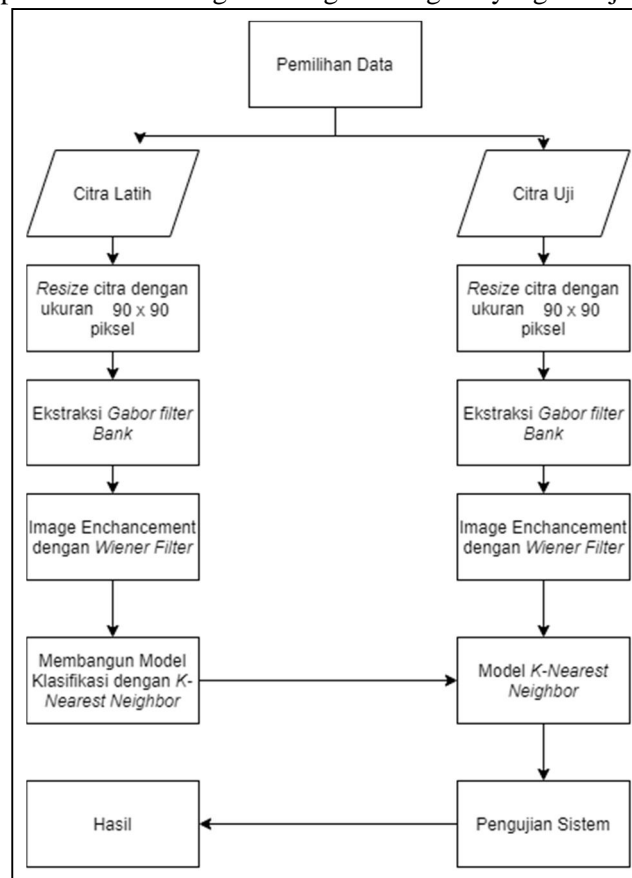
*K-Nearest Neighbor* (K-NN) [14] termasuk kelompok *Instance Based Learning*. Algoritma ini juga merupakan salah satu teknik *lazy learning*. KNN dilakukan dengan mencari kelompok k objek dalam data *training* yang paling dekat dengan objek pada data baru atau data testing. Nilai k secara umum ditentukan dalam jumlah ganjil untuk menghindari munculnya jumlah jarak yang sama dalam pengklasifikasian. Dekat jauhnya data *testing* dengan data *training* dihitung berdasarkan jarak *Euclidean*. Penelitian penggunaan metode klasifikasi KNN membahas mengenai Klasifikasi pada Penyakit *Dental Caries* Menggunakan Gabungan *K-Nearest Neighbor* dan Algoritme Genetika [15] yang mendapatkan nilai *fitness* tertinggi sebesar 0,9 dengan akurasi sebesar 88% dengan nilai K optimal.

Penelitian mengenai penggunaan metode klasifikasi KNN pernah dilakukan sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Esi Putri Silmina, Tikaridha Hardiani pada 2018 [16] membahas mengenai Perancangan Sistem Pakar Penyakit Pneumonia Pada Balita Menggunakan algoritma K-NN (*K-Nearest Neighbor*) yang bertujuan untuk mendiagnosis penyakit Pneumonia pada balita, dengan 2 jenis hasil diagnosis yaitu Pneumonia ringan dan Pneumonia berat. Hasil dari pengujian terhadap 22 data *training* terdapat 81% nilai *similarity* terbesar.

Penelitian mengenai pneumonia dan penggunaan metode klasifikasi KNN pernah dilakukan sebelumnya oleh Chandra Wijaya, Hafiz Isyard, dan Wijang Widhiarso pada 2020 [17] membahas mengenai Klasifikasi Pneumonia Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* dengan Ekstraksi GLCM yang bertujuan untuk mengklasifikasikan hasil rontgen apakah ada pneumonia secara cepat dan tepat melalui suatu program. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa akurasi terbaik per kelas adalah 66,20% untuk K=5.

## 2. METODE PENELITIAN

Jalannya proses penelitian ini mengikuti langkah-langkah yang tersaji pada Gambar 1.



**Gambar 1. Metodologi Penelitian**

### 2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini yaitu melakukan pengumpulan informasi berupa jurnal terbaru dan teori tentang klasifikasi *Pneumonia*, metode ekstraksi menggunakan *Gabor Filter*, dan metode klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor* yang digunakan peneliti sebagai referensi dan apa yang harus dilakukan untuk memecahkan masalah.

### 2.2 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pembelajaran mengenai topik masalah penelitian berdasarkan jurnal terbaru dan teori tentang klasifikasi *Pneumonia*, metode ekstraksi menggunakan *Gabor Filter*, dan metode klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor*.

### 2.3 Pengambilan Data

Pada tahap ini, dilakukan pengambilan data. Data yang diambil adalah gambar sinar *x-ray* pada paru-paru yang terkena dan tidak terkena *pneumonia* yang ada di 'Chest X Ray (*Pneumonia*)' yang berada pada website Kaggle.

### 2.4 Ekstraksi Ciri dengan *Gabor Filter*

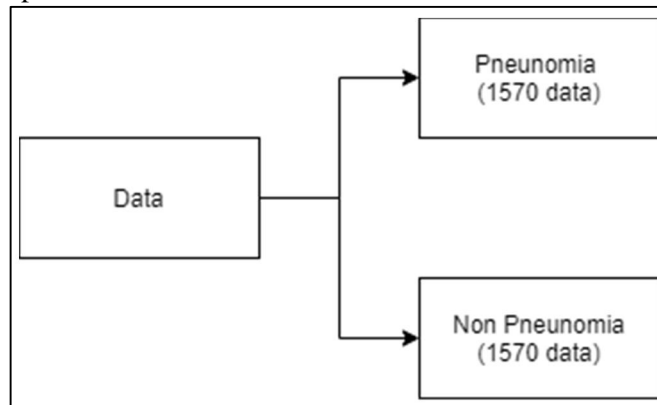
Pada tahap ini dilakukan ekstraksi fitur dengan *Gabor Filter* untuk mendapat sinyal gambar pada data yang akan diuji dan dilatih. Hasil dari ekstraksi ciri ini akan diolah kembali dengan menggunakan metode *image enhancement Wiener Filter*.

## 2.5 *Image Enhancement* dengan Wiener Filter

Pada tahap ini dilakukan *image enhancement* dengan *Wiener Filter* untuk mendapat restorasi citra pada data yang akan diuji dan dilatih. Hasil dari restorasi ciri ini akan digunakan untuk tahap selanjutnya pada pembagunan model model latih dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

## 2.6 Perancangan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan pembentukan dataset penelitian. Untuk pembagian dataset penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembagian Data

Keseluruhan dataset *pneumonia* yang dipakai adalah 5.863 data yang terdiri dari gambar yang terkena *pneumonia* dan data yang tidak terkena *pneumonia*. Namun, data yang akan digunakan dalam pengujian hanya dipilih sebanyak 3.140 secara acak dimana data yang terdiri dari 1.570 citra *pneumonia* dan 1.570 cira *non-pneumonia*. Setelah data dipilih, data dibagi menjadi 90% untuk data latih (masing-masing kelas terdiri dari 1.413 data latih) dan 10% untuk data uji (masing-masing kelas terdiri dari 157 data uji yang digunakan untuk pengujian model dan pengujian, data citra yang telah dibagi akan dilakukan tahap *resize* dengan ukuran citra 90x90.

### 1. *Resize* Citra Ukuran 90x90

Pada tahapan ini dilakukan *resize* citra dengan ukuran 90x90 piksel. Foto yang telah diubah akan digunakan pada tahapan selanjutnya.

### 2. Ekstraksi *Gabor Filter*

Pada tahapan selanjutnya, gambar yang telah diresized, akan digunakan untuk ekstraksi menggunakan *Gabor Filter*. Parameter *frequency* yang digunakan adalah 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0

### 3. *Image Enhancement* dengan Wiener Filter

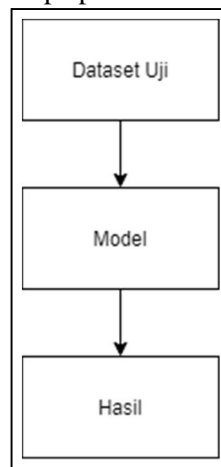
Pada tahapan selanjutnya gambar yang telah di ekstraksi, akan dilakukan *image enhancement* dengan menggunakan *Wiener Filter*. Parameter *noise* yang digunakan dalam *Wiener Filter* adalah 100, 200, 300.

### 4. Membangun Model dengan *K-Nearest Neighbor*

Pada Tahapan ini, hasil dari data uji setelah tahapan wiener akan digunakan membangun model KNN yang digunakan pada tahapan selanjutnya dengan  $K = 1$ ,  $K = 3$ , dan  $K = 5$ .

### 2.7 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan model yang telah dibangun dengan tahapan seperti yang diberikan pada Gambar 3 dimana Hasil berupa prediksi kelas data yang dimasukkan.



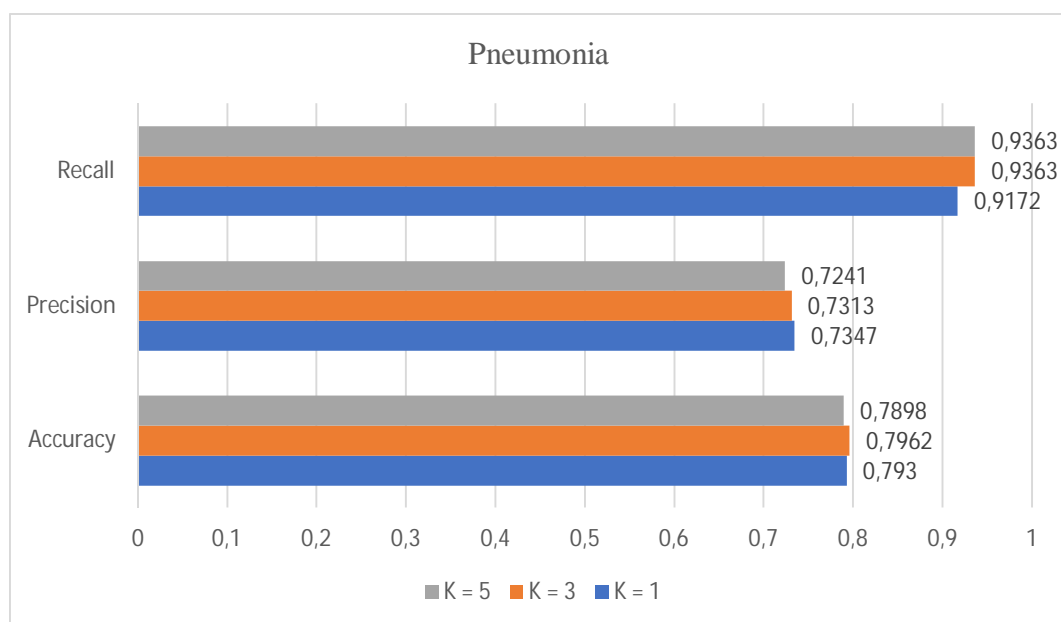
Gambar 3. Pengujian Sistem

### 2.8 Evaluasi

Pada tahapan evaluasi, akan dilakukan pengujian sebanyak 1 kali berdasarkan parameter pada *Gabor Filter* adalah 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, dan 1.0 dengan parameter *Wiener Filter* adalah 100, 200, 300 dan nilai dari k pada *K-Nearest Neighbor* adalah 1, 3, dan 5.

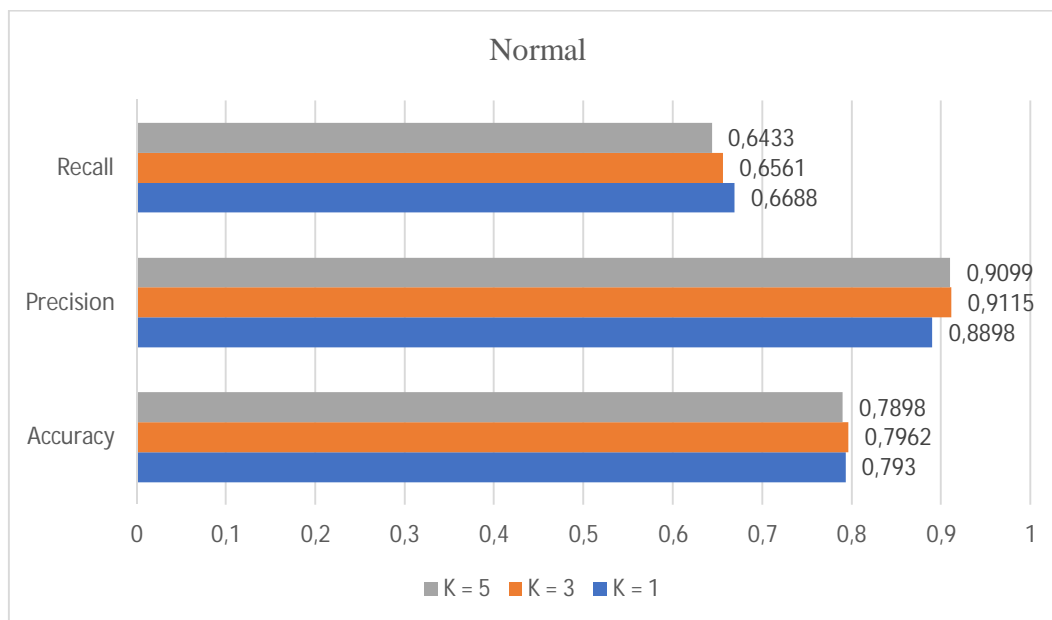
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian mengenai hasil yang didapatkan dari setiap kesimpulan pada *K-Nearest Neighbor* pada *pneumonia* untuk K = 1, K = 3, K = 5 pada gambar 4. Dan berdasarkan pada normal untuk K = 1, K = 3, K = 5 pada gambar 5.



Gambar 4. Grafik *Pneumonia* berdasarkan K = 1, K = 3, dan K = 5

Dari Gambar 4 bisa disimpulkan bahwa dari 3 parameter K untuk tingkat akurasi pada kelas *pneumonia* yang terbesar adalah *K-Nearest Neighbor* dengan parameter K = 3, *Gabor Filter* dengan *frequency* sebesar 0.5, dan *Wiener Filter* dengan *noise* 100, 200, dan 300 sebesar 79,62%, tingkat Presisi sebesar 73,13%, dan tingkat *recall* sebesar 93,63%. Pada kelas *pneumonia* terdapat tingkat presisi yang agak kurang baik dikarenakan adanya sebagian data kelas *pneumonia* dikasifikasi menjadi kelas normal.



**Gambar 5. Grafik Normal berdasarkan K = 1, K = 3, dan K = 5**

Dari Gambar 5 bisa disimpulkan bahwa dari 3 parameter K untuk tingkat akurasi pada kelas normal yang terbesar adalah *K-Nearest Neighbor* dengan parameter K = 3, *Gabor Filter* dengan Parameter 0.5, dan *Wiener Filter* dengan Parameter 100, 200, dan 300 sebesar 79,62%, tingkat Presisi sebesar 91,15%., tingkat *recall* sebesar 65,61%. Pada kelas normal terdapat tingkat *recall* yang agak kurang baik dikarenakan sebagian data yang diprediksi normal terdapat data dengan label *pneumonia*. Secara keseluruhan model *K-Nearest Neighbor* (*K-NN*), *Gabor Filter* dengan *Wiener Filter* cukup baik dalam memprediksi penyakit *pneumonia*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan dari penelitian ini bahwa:

1. Klasifikasi menggunakan KNN dengan ekstraksi fitur *Wiener Filter* dan *Gabor Filter* dapat menghasilkan performa cukup baik dalam mengklasifikasi penyakit *pneumonia* dan *non pneumonia* pada citra *x-ray*
2. Perfoma *K-NN* dengan K = 3, fitur *Gabor Filter* dengan *frequency* = 0.5 dan *Wiener Filter* dengan *noise* = 100, 200, 300 mendapatkan nilai akurasi (*accuracy*) tertinggi sebesar 79,62%, untuk nilai *precision* sebesar 91,15%, dan untuk nilai *recall* sebesar 65,61% untuk kelas paru-paru normal. Sedangkan untuk kelas paru-paru *Pneumonia* dengan tingkat akurasi sebesar 79,62%, untuk *precision* sebesar 73,13%, dan untuk *recall* sebesar 93,63% dengan jumlah 3.140 data yang terbagi menjadi 2 kelas (normal dan *pneumonia*) dengan rasio pengujian 90:10 untuk data latih dan data uji sehingga total data latih adalah 314.

## 5. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adapun saran dari penulis yang dapat dilakukan oleh peneliti selanjutnya diantara sebagai berikut:

1. Menggunakan metode klasifikasi berjenis *un-supervised learning*.
2. Memperbanyak data latih untuk pengujian agar tingkat akurasi yang didapat semakin akurat.
3. Menganalisa pengaruh ukuran citra pada klasifikasi model.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Damayanti, N. 2017, *Klasifikasi Penyakit Paru Dengan Metode Artificial Neural Network (Ann) (Studi Kasus: Rsud Kertosono) [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]*, In *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Repository*. <http://repository.its.ac.id/42312/>
- [2] Eldianto, M. N. D. 2019, *Implementasi Deep Learning pada Sistem Klasifikasi Penyakit Paru Berdasarkan Foto Rontgen Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) [Universitas Jember]*, <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/92073>
- [3] Aulia, I., Chamid, M. S., & Andari, S. 2017, Pemodelan Pneumonia pada Balita di Surabaya Menggunakan Spatial Autoregressive Models, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(1), 89–93, <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i1.22437>
- [4] Numan, N., Kusumadewi, S., & Muzayyanah, N. 2020, *Sistem Inferensi Fuzzy Untuk Membantu Diagnosis Penyakit Pneumonia Anak*, *IT Journal Research and Development*, 5(1), 53–62, [https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol5\(1\).5088](https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol5(1).5088)
- [5] Maysanjaya, I. M. D. 2020, *Klasifikasi Pneumonia pada Citra X-rays Paru-paru dengan Convolutional Neural Network*, *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(2), 190–195, <https://doi.org/10.22146/jnteti.v9i2.66>
- [6] Sapata, B. M., & Juniati, D. 2019, *Klasifikasi Penyakit Paru Berdasarkan Citra X-Ray Thorax Menggunakan Metode Fraktal Box Counting*, *MATHunesa*, 7(3), 228–235. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/view/30272>
- [7] Rahmadewi, R., & Kurnia, R. 2016, *Klasifikasi Penyakit Paru Berdasarkan Citra Rontgen Dengan Metoda Segmentasi Sobel*, *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.25077/jnte.v5n1.174.2016>
- [8] Wati, R. A., Irsyad, H., & Rivani, M. E. Al. 2020, *Klasifikasi Pneumonia Menggunakan Metode Support Vector Machine*, *Jurnal Algoritme*, 1(1), 21–32. <http://jurnal.mdp.ac.id/index.php/algoritme/article/view/429>
- [9] Ibrahim, E.-S. H. 2017, *Heart Mechanics*, <https://www.routledge.com/Heart-Mechanics-Magnetic-Resonance-Imaging/Advanced-Techniques-Clinical/Ibrahim/p/book/9780367871185>
- [10] Khairunnisa, K., Rismayanti, R., & Alhari, R. 2018, *Analisis Identifikasi Wajah Menggunakan Gabor Filter dan Skin Model*, *Jurnal Teknologi Informasi*, 2(2), 150. <https://doi.org/10.36294/jurti.v2i2.430>



- 
- [11] Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. 1980, *Book Review: Digital Image Processing. In The International Journal of Electrical Engineering & Education (Vol. 17, Issue 3)*, <https://doi.org/10.1177/002072098001700324>
- [12] Heryana, N., & Mayasari, R. 2016, *Implementasi Nose Removal Menggunakan Wiener Filter Untuk Perbaikan Implementasi Noise Removal Menggunakan Wiener Filter Untuk Perbaikan Citra Digital, UNSIKA Syntax Jurnal Informatika*, 5, 159–164.
- [13] Sinaga, R. D. 2017, *Perbandingan Metode Wiener Filter dan Trivariate Shrinkage, Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer (KOMIK)*, 1, 291–294.
- [14] Suyanto. 2018, *Machine Learning Tingkat Dasar dan Lanjut (Suyanto (ed.); 1st ed.)*, Informatika, Bandung.
- [15] Dennes Nur Dwi Iriantoro, Candra Dewi, D. F. 2018, *Klasifikasi pada Penyakit Dental Caries Menggunakan Gabungan K-Nearest Neighbor dan Algoritme Genetika, Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(8), 2926–2933.
- [16] Silmina, E. P., & Hardiani, T. 2018, *Perancangan Sistem Pakar Penyakit Pneumonia pada Balita Menggunakan Algoritme K-NN (K-Nearest Neighbor), Pseudocode*, 5(2), 56–63. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.5.2.56-63>
- [17] Wijaya, C., Irsyad, H., & Widhiarso, W. 2020, *Klasifikasi Pneumonia Menggunakan Metode K- Nearest Neighbor Dengan Ekstraksi GLCM, Jurnal Algoritme*, 1(1), 33–44. <http://jurnal.mdp.ac.id/index.php/algoritme/article/view/431>