

Klasifikasi Tuberkulosis Dan Pneumonia Pada Gambar X-Ray Anak Menggunakan Metode Ekstraksi Statistika Orde Satu

Classification of tuberculosis and pneumonia in child x-ray images using statistical first order extraction method

1st Muhammad Akbar Brillianto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

brilliantoakbar@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Hilman Fauzi T.S.P
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

hilmanfauzitsp@telkomuniversity.ac.id

3rd Thomhert Suprpto Siadari
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

thomhert@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Tuberkulosis dan Pneumonia merupakan salah satu jenis penyakit yang dapat menginfeksi bagian pada paru-paru manusia. Salah satu metode yang paling umum dalam mendiagnosis kedua penyakit tersebut dengan melakukan rontgen dada pasien anak penderita penyakit tuberkulosis dan pneumonia. Dalam proses ini dibutuhkan sistem otomatis yang dapat mendeteksi ciri dan perbedaan penyakit pneumonia dan tuberkulosis pada yang akurat dan cepat. Sehingga, pada penelitian ini metode KNN dengan menggunakan ekstraksi ciri statistika orde satu akan diimplementasikan ke dalam sistem pengklasifikasian dengan membagi tiga kelas yaitu, normal, tuberkulosis dan pneumonia. Parameter performansi yang harus diperhatikan pada penelitian ini yaitu akurasi KNN dengan perhitungan parameter seperti *Mean*, *Median*, *Mode*, *Skewness*, *Kurtosis*, *Entropy*, dan *Standard Deviation*. Metode pengujian yang dilakukan yaitu delapan parameter, lima parameter, dan satu parameter terbaik, hasil terbaik parameter yaitu pada nilai akurasi *Entropy* dibandingkan pengujian parameter lainnya. Nilai akurasi *Entropy* yang di dapat 75% yang merupakan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan pengujian dua jenis parameter lainnya masing-masing sebesar 58% di pengujian lima parameter dan 63% di pengujian delapan parameter.

Kata Kunci — citra X-Ray, tuberkulosis, pneumonia, KNN, ekstraksi ciri

Abstract—*Tuberculosis and Pneumonia are one type of disease that can infect parts of the human lungs. One of the most common methods of diagnosing these two diseases is to perform chest X-rays of pediatric patients with tuberculosis and pneumonia. In this process, an automatic system is needed that can detect the characteristics of pneumonia and tuberculosis in an accurate and fast manner. Thus, in this study the KNN method using first-order statistical feature extraction will be implemented into a classification system by dividing three classes, namely, normal, tuberculosis and*

pneumonia. Performance parameters that must be considered in this study are the accuracy of KNN by calculating parameters such as Mean, Median, Mode, Skewness, Kurtosis, Entropy, and Standard Deviation. The testing method carried out is eight parameters, five parameters, and one parameter is the best, the best parameter results are the entropy accuracy value compared to other parameter tests. The entropy accuracy value obtained is 75%, which is a greater value than the test of the other two types of parameters, each of which is 58% in the five-parameter test and 63% in the eight-parameter test.

Keywords— *X-ray image, tuberculosis, pneumonia, KNN, feature extraction*

I. PENDAHULUAN

Paru-paru merupakan organ tubuh yang paling utama dalam sistem pernafasan manusia, jika fungsi paru-paru terganggu maka kesehatan seluruh tubuh akan terganggu. Salah satu penyakit yang ada pada paru-paru yaitu tuberkulosis dan pneumonia. Kedua penyakit ini biasanya ditandai dengan awal mula gejala sesak nafas dan batuk terus menerus, walaupun pada penyakit tuberkulosis terkadang gejala batuk yang disertai darah pada dahak [1]. Pada tahun 2019 secara global atau dunia, diperkirakan 1,2 juta anak menderita penyakit tuberkulosis yang sering diabaikan oleh penyedia layanan kesehatan dan sulit untuk mendiagnosisnya atau mengobati, sedangkan untuk kawasan negara Indonesia terkonfirmasi pada anak ada 81.340 kasus [2]. Kemudian pada tahun 2017, penyakit pneumonia dapat menyumbangkan 15% dari semua kematian anak dibawah usia lima tahun dan menewaskan 808.694 anak secara global, pada kawasan negara Indonesia penyakit pneumonia pada anak lebih dari 19.000 anak

meninggal akibat dari penyakit pneumonia yang menyerang mereka [3].

Selama beberapa dekade ini, banyak peneliti yang telah mencoba untuk mengatasi diagnosis dan penyembuhan penyakit tuberkulosis. Salah satu tantangan utama dalam mendiagnosisnya adalah membedakan penyakit tuberkulosis dan infeksi pada paru-paru lainnya seperti pneumonia [4]. Dalam mendiagnosis penyakit tuberkulosis dan pneumonia ini yang paling umum digunakan dalam praktik medis adalah melakukan rontgen pada bagian dada pasien, data citra yang diperoleh dari teknik rontgen tersebut dinamakan dengan citra *chest x-ray* atau CXR, teknik ini digunakan karena mudah, praktis dan ekonomis [5].

Menggunakan *K-Nearest Neighbors* (KNN) merupakan cara atau teknik yang efisien dalam *medical science*. Terdapat beberapa penelitian yang telah digunakan dalam KNN untuk mendeteksi beberapa penyakit manusia seperti dada, mata, paru-paru, otak, dan lain-lain. Dengan menggunakan citra medis mereka dapat menunjukkan bahwa kinerja *K-Nearest Neighbors* sebanding dengan pada spesialis medis [6]. Umumnya para tenaga medis lainnya dapat mendiagnosis penyakit tuberkulosis dan pneumonia memerlukan pemeriksaan fisik penunjang seperti tes darah, pemeriksaan dahak, kultur dari dahak, dan foto rontgen. Metode ini juga digunakan untuk mendeteksi hasil dari citra rontgen pada pasien yang terkena tuberkulosis dan pneumonia dengan cara mengklasifikasi apakah pasien tersebut terkena atau tidak dari penyakit tersebut. Pada penelitian sebelumnya [7] telah dilakukan sebuah penelitian tentang ekstraksi ciri citra digital *x-ray* paru dengan diagnosis tuberkulosis menggunakan metode statistik yang dimana penelitian tersebut menggunakan data sebanyak 78 citra dengan 19 citra normal dan 59 citra abnormal, tentunya pada penelitian sebelumnya memiliki kekurangan dari nilai-nilai parameter yang sudah diperhitungkan tidak memenuhi kriteria dan fitur *cropping* pada citra tidak begitu maksimal [7]. Oleh karena itu, pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan sebuah penelitian dengan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) menggunakan ekstraksi ciri statistika orde satu dengan menambahkan tahap *preprocessing* nya seperti mengubah ke fitur *grayscale*, *cropping*, dan *resizing*. Kemudian akan dilakukan perhitungan menggunakan delapan parameter sehingga akan muncul tingkat keakurasian citra, kemudian akan menjadi pembandingan dari percobaan delapan parameter, lima parameter, dan satu parameter terbaik.

II. KAJIAN TEORI DAN METODE

A. Machine Learning

Machine learning merupakan subbidang dari *artificial intelligence*. *Machine*

learning, didefinisikan sebagai sebuah aplikasi komputer dan algoritma matematika dengan menggunakan metode pembelajaran yang berasal dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang, adapun proses *deep learning* ini yang dimaksud melalui dua tahap antara lain yaitu latihan (*training*) dan pengujian (*testing*) [8]. *Machine learning* ini sangatlah membantu dalam berbagai bidang dalam mengatasi suatu masalah hingga masalah tersebut selesai, khususnya pada bidang medis. *Machine learning* dapat membuat mudah dalam mengerjakan sesuatu, contohnya para tenaga medis dapat mendiagnosis penyakit secara akurat seperti membedakan citra *x-ray* dari pasien tersebut terjangkit penyakit atau tidak. Para tenaga medis akan dibuat mudah dan praktis dalam melakukan suatu pekerjaan saat mendiagnosis penyakit yang kadang sulit dilihat secara kasat mata melalui citra *x-ray*, dengan adanya sistem *machine learning* ini dapat dengan mudah mengetahui jenis penyakit dan memberikan hasil dalam bentuk yang lebih optimal atau akurat [9]. Dalam perkembangan teknologi masa kini, hampir semua kalangan sudah menikmati perkembangan teknologi yang ada. Untuk perkembangan teknologi informasi dibidangnya kesehatan sudah hampir marak digunakan di setiap rumah sakit [9].

B. Ekstraksi Ciri Orde Satu

Ekstraksi ciri citra adalah sebuah tahapan dengan cara mengekstraksi ciri atau informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali atau dibedakan dengan suatu objek lainnya. Citra yang sudah diekstraksi kemudian digunakan sebagai parameter atau nilai masukan pada tahapan klasifikasi [10]. Ada beberapa parameter yang akan digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Mean

Menunjukkan ukuran *disperse* dari suatu citra. Parameter *mean* dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Mean} = \sum_{n=0}^n f_n P_f(n) \quad (1)$$

2. Median

Menunjukkan sebagai nilai tengah dari data citra yang telah diurut dari urutan terkecil hingga terbesar [11]. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Median} =$$

$$\frac{1}{2} \left(x \left(\frac{n}{2} \right) + x \left(\frac{n}{2} + 1 \right) \right) \quad (2)$$

3. Modus

Menunjukkan sebagai nilai yang paling sering keluar dari suatu data. Berbeda dengan median, penentuan modus tidak perlu mengurutkan dalam suatu data, melainkan cukup menggunakan pengamatan terhadap data [12]. Adapun rumus dari modus sebagai berikut :

$$\text{Mode} = T_b + \left(\frac{d_1}{d_1 + d_2} \right) l \quad (3)$$

4. Skewness

Menunjukkan sebagai tingkat kemiringan relative kurva pada grafik dari suatu citra yang digunakan [10]. *Skewness* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu = \frac{1}{\sigma^3} \sum_{n=0}^N (f_n - \mu)^3 p(f_n) \quad (4)$$

5. Kurtosis

Menunjukkan sebagai tingkat keruncingan relative kurva pada grafik dari suatu citra yang digunakan [10]. Adapun rumusnya sebagai berikut :

$$\beta = \frac{1}{\sigma^4} \sum_{n=0}^N (f_n - \mu)^4 p(f_n) \quad (5)$$

6. Entropy

Menunjukkan sebagai ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra yang digunakan [10]. Adapun rumusnya sebagai berikut :

$$H = - \sum_{n=0}^N p(f_n) \cdot \log p(f_n) \quad (6)$$

7. Variance

Menunjukkan variasi elemen pada histogram dari suatu citra [10]. Adapun rumusnya sebagai berikut :

$$\sigma^2 = \sum_{n=0}^N (f_n - \mu)^2 p(f_n) \quad (7)$$

8. Standard Deviation

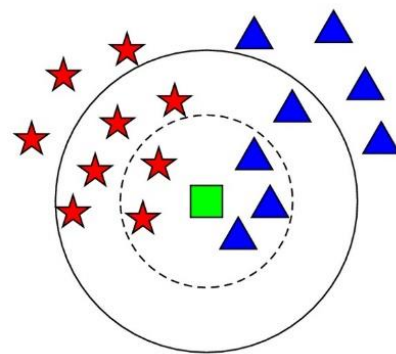
Menunjukkan sebuah akar dari suatu variansi elemen pada histogram dari suatu citra [10]. Adapun rumusnya sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\sum_{n=0}^N (f_n - \mu)^2 p(f_n)} \quad (8)$$

C. K-Nearest Neighbour

K-Nearest Neighbour atau klasifikasi KNN merupakan sebuah metode salah satu algoritma *machine learning* dengan pendekatan *supervised learning* yang paling sederhana, atau metode non-parametrik sederhana untuk diklasifikasi. Tujuan daripada KNN ini adalah

untuk melakukan klasifikasi dari sebuah objek baru berdasarkan data-data yang di akuisisi [13]. Metode KNN ini dibagi menjadi dua fase klasifikasi, yaitu pembelajaran (*training*) dan klasifikasi atau pengujian (*testing*) [14]. Pada fase *training*, metode ini hanya melakukan penyimpanan vektor dari fitur dan klasifikasi dari data *training*. Pada fase klasifikasi, fitur yang sama akan dihitung untuk data yang akan diuji coba. Jarak dari vektor data *training* akan dihitung dan sejumlah K buah tetangga yang paling dekat akan diambil. Sebuah titik akan diprediksi jenisnya berdasarkan pada klasifikasi terbanyak dari nilai tetangga di sekitarnya, sebuah ilustrasi ditampilkan dibawah ini.



GAMBAR 1
ILUSTRASI NILAI K PADA METODE KNN

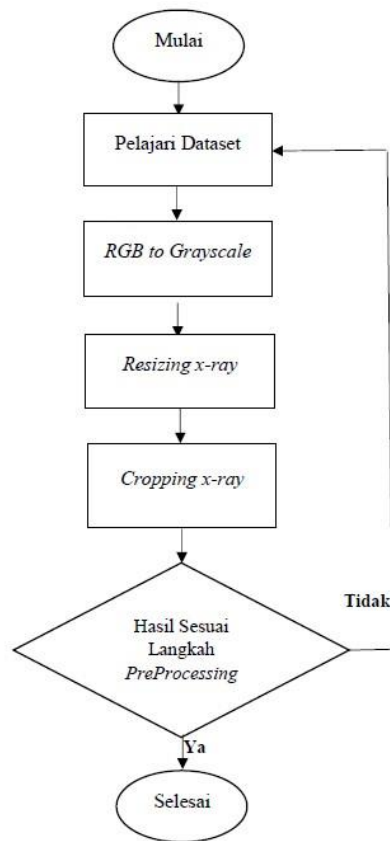
Nilai K yang terbaik untuk KNN tergantung pada nilai data yang sudah dihitung. Secara umum nilai K yang tinggi akan mengurangi efek *noise* pada klasifikasi, tetapi membuat Batasan antara setiap klasifikasi menjadi lebih kabur. Beberapa tahap melakukan metode KNN antara lain, menentukan nilai parameter K, hitung jarak menggunakan *Euclidean distance*, urutkan jarak yang terbentuk, pasangkan kelas yang sesuai, dan cari jumlah data kelas tetangga terdekat.

D. Akuisisi Dataset

Bagian ini merupakan tahap pengambilan data sebelum melakukan pelatihan data. Dataset citra X-Ray pada penelitian ini, diperoleh dari dataset *pediatric pneumonia chest x-ray* yang diperoleh dari Daniel Kermany, Kang Zhang, dkk., dan untuk dataset *tuberculosis chest x-ray* diperoleh dari penelitian Yun Liu, Yu-Huan Wu, Yungfen Ban, Ming-ming Chen, dan Huifang Wang., pada dataset *pediatric pneumonia chest x-ray* terdiri dari 5232 gambar dataset tersebut terbagi menjadi dua yaitu 3883 hasil foto rontgen paru-paru pneumonia dan 1349 hasil foto rontgen paru-paru normal. Untuk dataset *tuberculosis x-ray* terdiri dari 662 gambar dari dataset menjadi dua yaitu 336 foto rontgen paru-paru penyakit dan 326 paru-paru normal.

E. Perancangan

Setelah melakukan pengumpulan *dataset*, tahap selanjutnya adalah perancangan model sistem, pada bagian ini perancangan model sistem terdiri dari tahapan *preprocessing* hingga tahapan klasifikasi. *Preprocessing* merupakan tahapan atau metode pemrosesan dataset yang dilakukan sebelum melakukan pelatihan. *Preprocessing* memiliki fungsi untuk mempermudah sistem dalam mempelajari citra atau gambar yang akan dilakukan pelatihan. *Preprocessing* pada penelitian ini terdiri dari mengubah citra *grayscale*, *resizing*, dan *cropping*, dibawah ini merupakan flowchart dari proses tahapan *preprocessing* yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



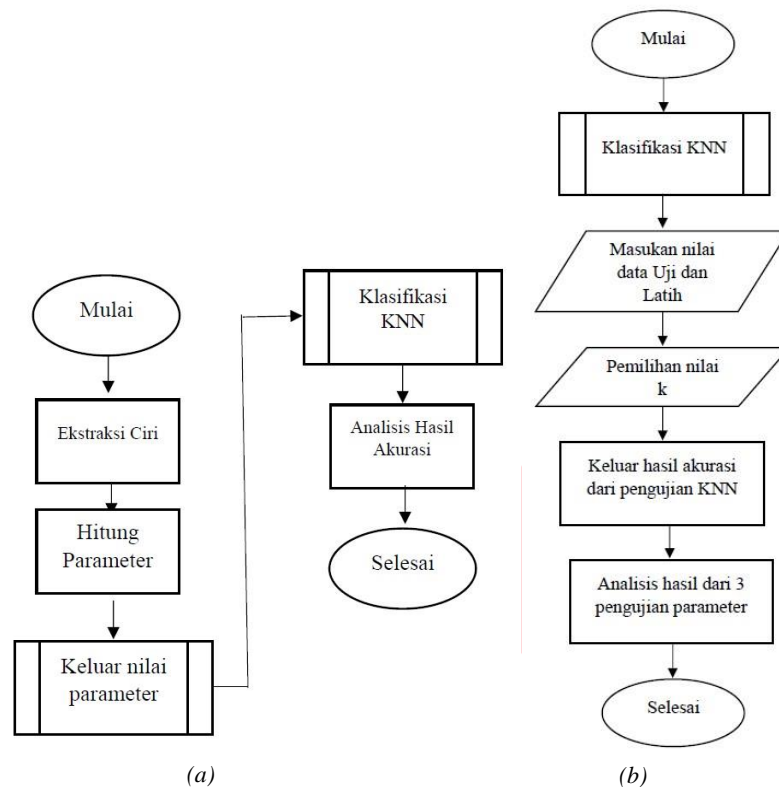
GAMBAR 2
FLOWCHART PREPROCESSING

F. Ekstraksi Ciri dan Klasifikasi

Pada bagian ekstraksi dan klasifikasi ini, setelah data-data sudah dilakukan di tahap *preprocessing* selanjutnya ada dilakukan pelatihan model. Adapun hasil perhitungan yang terdapat pada **Tabel 1** dan terdapat **Gambar 3** merupakan flowchat dari fase Ekstraksi dan Klasifikasi pada model penelitian ini.

TABEL 1
HASIL PERHITUNGAN EKSTRAKSI CIRI ORDE SATU

Perhitungan Ekstraksi Ciri Orde Satu								
Ket.	Mean	Median	Mode	Skewness	Kurtosis	Entropy	Std. Deviation	Variance
Hasil	88,11	600,80	0	4,10	7,21	1,99	33,35	1435,33



GAMBAR 3
FLOWCHART (A) EKSTRAKSI CIRI DAN (B) KLASIFIKASI

Pada tahap ekstraksi ciri orde satu yaitu mencari nilai daripada ekstraksi hasil citranya data latih dan data uji, setelah itu data itu dicari menggunakan KNN guna mencari hasil akurasi dari setiap parameter pengujiannya. kemudian disatukan dibagi menjadi tiga kelas yaitu pengujian delapan parameter, lima parameter, dan satu parameter terbaik.

III. HASILDAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, menjelaskan hasil dan pembahasan pada pengujian ini. Data yang akan digunakan pada pengujian ini ada sebanyak 24 jenis data. Data tersebut dibagi menjadi tiga kelas atau klasifikasi yaitu citra nomal, tuberkulosis, dan pneumonia. Setiap citra yang dipakai sudah dilakukan tahap *PreProcessing* setiap citra yang akan digunakan sudah di *crop* dengan ukuran 800x500 piksel. Setelah itu, dilakukan perhitungan dengan menggunakan delapan parameter yang ada seperti *mean*, *median*, *mode*, *skewness*, *kurtosis*, *entropy*, *variance*, dan *standard deviation*. Kemudian melakukan penghitungan jarak menggunakan teknik *Euclidean distances*, apabila hasil sudah ada kemudian melakukan tahap klasifikasi di KNN dengan mencari akurasi. Nilai k yang sudah ditentukan yaitu 1, 3, 5, 7, dan 9, penelitian ini akan melakukan uji tiga kali yaitu delapan parameter, lima parameter, dan satu parameter terbaik.

A. Pengujian dengan Delapan Parameter

Pada penelitian ini menggunakan delapan parameter yang merupakan *default* dari penelitian ini. Parameter yang terdiri dari *mean*, *median*, *mode*, *skewness*, *kurtosis*, *entropy*, *variance*, dan *standard deviation*, menggunakan nilai k yang terdiri dari 1, 3, 5, 7, dan 9. Sudah terlihat hasil dari pengujian delapan parameter yang tertinggi pada k = 7 dan k = 9 dengan nilai 0,63 dibandingkan nilai k yang lainnya, nilai k = 1 dan k = 5 sama-sama bernilai 0,46. Akan ditampilkan pada **Tabel 2**, pada kolom berwarna hijau merupakan nilai tertinggi.

TABEL 2
HASIL AKURASI DELAPAN PARAMETER

Hasil Akurasi Delapan Parameter					
Nilai K-	1	3	5	7	9
Akurasi	0,46	0,54	0,46	0,63	0,63

B. Pengujian dengan Lima Parameter

Pada pengujian kedua ini menggunakan lima parameter yang mengacu pada penelitian

sebelumnya yang sama-sama menggunakan lima parameter, sehingga dapat menjadi pembandingan juga pada penelitian ini. Pada penelitian yang pertama nilai terbaik ada di $k = 7$ yang bernilai akurasi 0,58. Pada pengujian lima parameter ini

menggunakan lima parameter ini, parameter yang akan diuji antara lain *mean*, *variance*,

skewness, *kurtosis*, dan *entropy*. Hasil akurasi sudah terlihat yang dimana nilai $k = 7$ menjadi hasil akurasi tertinggi yaitu pada nilai 0,58 dibandingkan nilai k lainnya. Nilai terbesar kedua ada di $k = 3$ dan 5 yang bernilai 0,54 dan terendah ada di $k = 1$ dan 9 yang bernilai akurasi 0,46. Akan di tampilkan pada **Tabel 3**, pada kolom berwarna hijau merupakan nilai tertinggi.

TABEL 3
HASIL AKURASI LIMA PARAMETER

Hasil Akurasi Lima Parameter					
Nilai k-	1	3	5	7	9
Akurasi	0,46	0,54	0,54	0,58	0,46

C. Pengujian Setiap Parameter

Pada pengujian tahap akhir ini yaitu mencari nilai parameter terbaik, pengujian ini mencari dan membandingkan nilai mana yang terbaik dari setiap parameter yang dihitung. Pada **Tabel 4** nilai dengan akurasi terbaik ada di parameter *entropy* dengan $k = 9$ yang bernilai 0,75 yang berkolom warna hijau. Nilai tersebut lebih baik daripada nilai k dengan menggunakan delapan parameter dan lima parameter di pengujian sebelumnya. Sehingga dapat

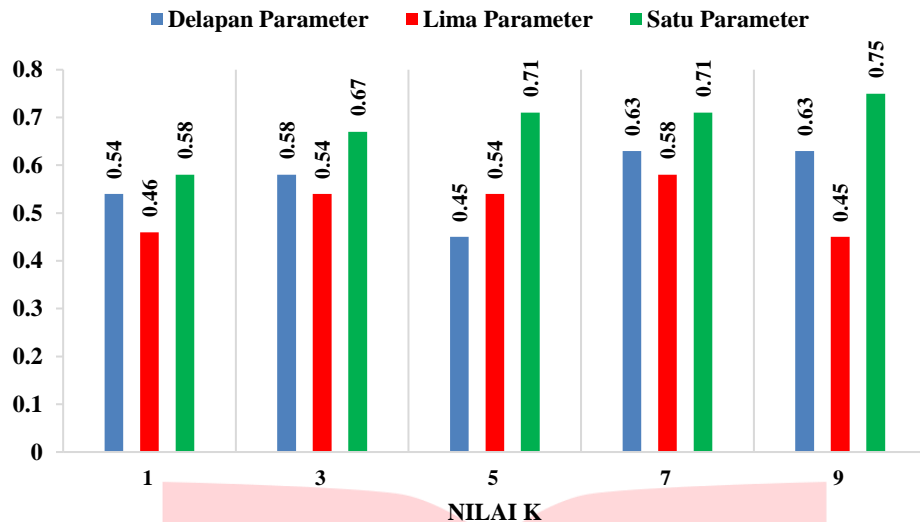
disimpulkan dari parameter sebelumnya parameter dengan menggunakan satu jenis yaitu *entropy* mendapat nilai sangat baik daripada pengujian di delapan dan lima parameter, nilai ini merupakan nilai yang terbesar dibandingkan hasil pengujian sebelumnya. Dapat disebutkan bahwa dengan menggunakan satu parameter hasil seleksi akurasi menggunakan metode KNN ini sangat baik dalam mendeteksi citra *x-ray* paru-paru karena bisa mendapatkan nilai akurasi pendeteksi yang sangat baik yaitu 0,75.

TABEL 4
HASIL AKURASI SETIAP PARAMETER

Akurasi Setiap Parameter								
Nilai K-	Mean	Median	Mode	Skewness	Kurtosis	Entropy	StD	Variance
1	0,46	0,3	0,5	0,54	0,38	0,58	0,46	0,46
3	0,71	0,5	0,5	0,67	0,46	0,67	0,5	0,54
5	0,67	0,5	0,5	0,58	0,42	0,71	0,5	0,54
7	0,67	0,5	0,5	0,67	0,42	0,71	0,54	0,54
9	0,63	0,5	0,5	0,63	0,38	0,75	0,5	0,46

D. Evaluasi Model

Hasil evaluasi model dari tiga pengujian parameter, yaitu delapan parameter, lima parameter, dan satu parameter terbaik. Hasil yang sudah diperhitungkan dari fase awal yaitu mencari hasil dari nilai ekstraksi ciri orde satu hingga melakukan pengujian menggunakan metode KNN (K-Nearest Neighbor) kemudian hasil akurasi deteksinya muncul. Oleh karena itu KNN merupakan metode pengklasifikasian, semakin banyak data CXR yang digabungkan semakin tinggi pula nilai akurasi klasifikasi citra *x-ray* paru-paru dengan penyakit tuberkulosis dan pneumonia. Dari hasil **Gambar 4**, nilai *mean* merupakan nilai terbesar dengan nilai 0,89 deteksi keakurasiannya dibandingkan lima parameter dan delapan parameter.



GAMBAR 4
GRAFIK HASIL SELURUH PARAMETER

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir, metode ekstraksi ciri orde satu dengan menggunakan perhitungan KNN dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat keakurasian dari citra *x-ray* penyakit tuberkulosis, pneumonia, dan normal pada anak. Faktor pada metode KNN menggunakan $k = 1, 3, 5, 7$, dan 9 dapat mempengaruhi nilai data uji dan latih, sehingga setelah dihitung menggunakan KNN hasil akurasi pengujian setiap parameter terlihat mana yang bagus dan buruk. Nilai *entropy* pada pengujian setiap parameter merupakan nilai terbaik di pengujian ini daripada delapan dan lima parameter dengan $k = 9$ bernilai $0,75$ atau 75% , dapat diartikan bahwa lebih baik dalam mendeteksi akurasi *x-ray* dibandingkan dua pengujian lainnya.

REFERENSI

- [1] I. M. Amalia, D. Arfianto, A. Nilogiri, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Paru-paru Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *Teknik Informatika*, 2017.
- [2] "Tuberculosis," World Health Organization, 14 Oktober 2020. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis>. [Diakses 3 April 2021].
- [3] "Pneumonia," World Health Organization, 2 Agustus 2019. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>. [Diakses 3 April 2021].
- [4] H. Naderi, F. Sheybani, S. S. Erfani, B. Amiri dan M. J. Nooghabi, "The mask of acute bacterial pneumonia may disguise the face of tuberculosis," *Electron Physician*, vol. 9, no. 3, pp. 3943-3949, 2017.
- [5] C. Qin, D. Yao, Y. Shi dan Z. Song, "Computer-aided detection in chest radiography based on artificial intelligence: a survey," *BioMedical Engineering OnLine*, vol. 17, no. 1, pp. 1-23, 2018.
- [6] A. Serener dan S. Serte, "Deep Learning for mycoplasma pneumonia discrimination from pneumonias like COVID-19," *IEEE Xplore*, 17 November 2020.
- [7] Y. Agussationo, I. Soensanti, W. Najib, "Klasifikasi Citra X-Ray Diagnosis Tuberkulosis Berbasis Fitur Statistis," *JURNAL RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol.2 No.3, pp. 736-745, 2018.
- [8] Athmaja, S., Hanumanthappa, M., dan Kavitha, V., "A Survey of Machine Learning Algorithms for Big Data Analytics," *ICIIACS*, pp. 1-4, 2017.
- [9] F. D. Telaumbanua, P. Hulu, H. Z. Nadeak, R. R. Lumbatong, A. Dharma, "Penggunaan Machine Learning Di Bidang Kesehatan," *Jutikomp*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [10] T. R. Pahlevi, R. Buaton, Nurhayati, "Identifikasi Jenis Bunga Menggunakan Ekstraksi Ciri Orde Satu dan Algoritma Multi Support-Vector Machines (Multivism)," *Jurnal Informatika Kaputama*, vol.5, no. 1, 2021.
- [11] G. Lecue, M. Lerasle, "Robust Machine Learning by median-of-means: Theory and Practice," vol. 48(2), *Project Euclid*, pp. 906-931, 2020.
- [12] K. A. T. Widhiyanti, N. W. A. Rusitayanti, N. W. Ariawati, "The Impact of Covid-19 on Online Learning Motivation in Sports Massage Learning," 2022.
- [13] P. Putra, M. H. P. Akim, S. Syahputra, "Analisis Metode K-Nearest Neighbour (KNN) dalam Klasifikasi Data Iris Bunga," *JTIK*, Vol.6, no.1, pp. 297-305, 2022.