

IMPLEMENTASI K-NEAREST NEIGHBOR DENGAN JARAK MINKOWSKI UNTUK DETEKSI DINI COVID-19 PADA CITRA CT-SCAN PARU-PARU

Implementation Of K-Nearest Neighbor With Minkowski Distance For Early Detection Of Covid-19 In CT-Scan Images Of The Lungs

Afivatu Pratama Agustin^{*1}, Abd. Charis Fauzan², Harliana³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Indonesia

e-mail: ^{*}afiv.pa@gmail.com, ²abdcharis@unublitar.ac.id,

³harliana@unublitar.ac.id

Abstrak

Covid-19 merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*. Virus corona memiliki kemampuan daya tular yang sangat mudah. Deteksi virus corona pada umumnya dilakukan dengan uji laboratorium dan pencitraan medis seperti CT-Scan paru-paru. Pencitraan medis sangat diperlukan untuk mengurangi resiko penularan karena tidak kontak langsung dengan pasien. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai akurasi tertinggi dari hasil klasifikasi citra CT-Scan paru-paru menggunakan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) dengan jarak Minkowski. Klasifikasi kelas yang digunakan yaitu covid dan non covid. Data penelitian berupa CT-Scan paru-paru Covid-19 berjumlah 349 dan 397 data CT-Scan non Covid-19. Terdapat dua skenario yang digunakan untuk mengetahui hasil akurasi tertinggi yang pertama 47% data digunakan untuk data uji, 53% data untuk data latih, dan yang kedua 20% data sebagai data uji dan 80% data sebagai data latih. Akurasi terbaik diperoleh hasil 80% dengan nilai K=1 pada skenario ke-2.

Kata kunci—Covid-19, K-Nearest Neighbor, Jarak Minkowski

Abstract

Covid-19 is an infectious disease caused by *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*. The corona virus has the ability to transmit very easily. Detection of the corona virus is generally carried out by laboratory tests and medical imaging such as CT scans of the lungs. Medical imaging is very necessary to reduce transmission because it is not in direct contact with patients. Based on this, this study aims to obtain the highest Accuracy value from the classification of CT-Scan images of the lungs using the K-Nearest Neighbor (K-NN) method with Minkowski distance. The class classification used is covid and non covid. The research data in the form of a CT-Scan of the lungs of Covid-19 revealed 349 and 397 non-Covid-19 CT-Scan data. There are two scenarios that are used to find out the highest Accuracy results, the first 47% of the data is used for test data, 53% of the data for training data, and the second 20% of test data and 80% of the data as training data. The best Accuracy is 80% with the value of K=1 in the 2nd scenario.

Keywords—Covid-19, K-Nearest Neighbor, Minkowski Distance

PENDAHULUAN

Coronavirus Disease 2019 atau yang sering disebut dengan istilah COVID-19 merupakan penyakit menular, mirip dengan influenza yang disebabkan oleh *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2). Istilah COVID-19 diresmikan oleh WHO (*World Health Organization*) pada tanggal 11 Februari 2020. Infeksi virus umumnya dikaitkan dengan infeksi saluran pernafasan pada bagian atas, gejalanya yaitu demam, sakit kepala, dan batuk [1]. Covid-19 memiliki kemampuan daya tular yang sangat mudah dan berbeda dengan jenis virus lainnya. Virus dapat tersebar ketika berjabat tangan dengan orang yang terinfeksi, menyentuh benda atau permukaan yang terinfeksi, sering menyentuh hidung atau mulut atau bersentuhan dengan kotoran dari seseorang yang terinfeksi virus [2].

Informasi Artikel:

Submitted: Januari 2022, Accepted: Mei 2022, Published: Mei 2022

ISSN: 2685-4902 (media online), Website: <http://jurnal.umus.ac.id/index.php/intech>

Deteksi *Covid-19* pada umumnya dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu uji laboratorium dan uji menggunakan alat pencitraan medis [3]. Uji laboratorium berupa swab nasofaring, swab tenggorokan, dahak, dan menggunakan nafas dalam. Sedangkan uji menggunakan alat pencitraan medis diantaranya adalah *X-Ray* dan *CT-Scan*. Alat-alat pencitraan medis ini memiliki peran penting dalam pengelolaan pasien yang dipastikan atau dicurigai terinfeksi virus *Covid-19*. Dalam mendiagnosis *Covid-19* dengan menggunakan alat pencitraan medis juga dapat mengurangi resiko penularan virus karena tidak terjadi kontak langsung dengan pasien [4]. Terdapat tiga metode umum untuk mendiagnosis *COVID-19*, yaitu tes darah, sinar-X, dan pemindaian komputer (CT). Di antara banyak teknologi pencitraan medis, CT adalah teknologi non-invasif, yang telah dipilih karena dianggap sebagai teknik yang menjanjikan untuk deteksi porositas internal yang canggih, dan karakterisasi [5] [6].

Pengolahan citra adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara. Pengolahan citra merupakan bagian penting yang mendasari berbagai aplikasi nyata [7]. Jenis citra digital pada umumnya dibagi menjadi tiga, yaitu *color image* (RGB), *black and white image (grayscale)* dan *binary image*. Rentang warna citra jenis *black and white* sangat cocok digunakan untuk pengolahan file gambar. Salah satu bentuk fungsinya digunakan dalam kedokteran [8].

Terdapat beberapa penelitian tentang deteksi *Covid-19* dan pengolahan citra sebelumnya dengan metode yang beragam [9]. Seperti penelitian berikut yaitu deteksi *Covid-19* menggunakan citra *X-Ray* metode yang digunakan adalah Deep Residual Network, menghasilkan akurasi dengan jumlah 99% [10]. Kemudian penelitian menggunakan metode K-NN untuk mengklasifikasi jenis buah apel, hasil dari penelitiannya adalah sistem yang dapat membedakan jenis-jenis apel dengan tingkat akurasi sebesar 90% [11]. Berikutnya penelitian menggunakan klasifikasi K-NN berdasarkan warna dan tekstur dari citra biji kopi *Euclidean distance* digunakan untuk menghitung jarak kedekatannya hasil akurasi dari penelitian yang dilakukan adalah 63% [12].

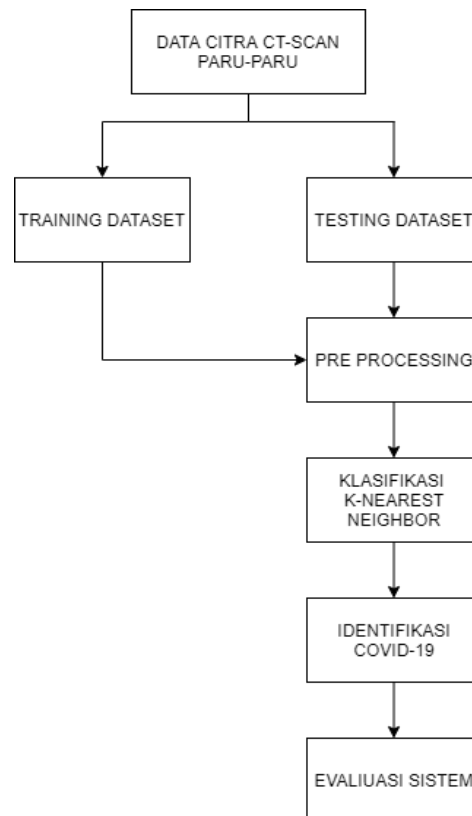
Peneliti menggunakan metode K-NN untuk mendeteksi *Covid-19* melalui citra *CT-Scan* paru-paru. Metode K-NN mampu untuk membantu klasifikasi citra *CT-Scan Covid-19* berdasarkan citra dalam database yang sebelumnya telah dikenali. Algoritma K-NN merupakan metode yang menggunakan algoritma *supervised* dimana hasil *query instance* diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada K-NN [13]. Tujuan algoritma K-NN yaitu mengklasifikasi objek yang baru menurut atribut dan data latih [14]. Metode K-NN memiliki beberapa cara untuk menghitung jarak, yaitu *Manhattan distance*, *Euclidean distance*, dan *Minkowski distance*.

Implementasi K-NN pada penelitian ini, berupa sistem yang mampu mendeteksi *Covid-19*. Sistem menggunakan pengolahan citra digital berupa *CT-Scan* paru-paru yang dijadikan sebagai acuan dalam proses perhitungan dengan metode K-NN. Dan untuk menghitung nilai terdekat menggunakan perhitungan jarak *Minkowski* karena hasil perhitungan jarak *Minkowski* dapat digunakan sebagai analisis jenis kelas berdasarkan jarak kemiripan terdekat. *Minkowski distance* adalah jarak didalam ruang vector yang telah ditentukan dan bisa dianggap sebagai generalisasi dari kedua jarak *Euclidean* dan jarak *Manhattan* [11]. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai akurasi tertinggi dari hasil klasifikasi citra *CT-Scan* paru-paru menggunakan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) dengan jarak *Minkowski*. Klasifikasi kelas yang digunakan yaitu *covid* dan *non covid*.

METODE PENELITIAN

2.1 Alur Sistem

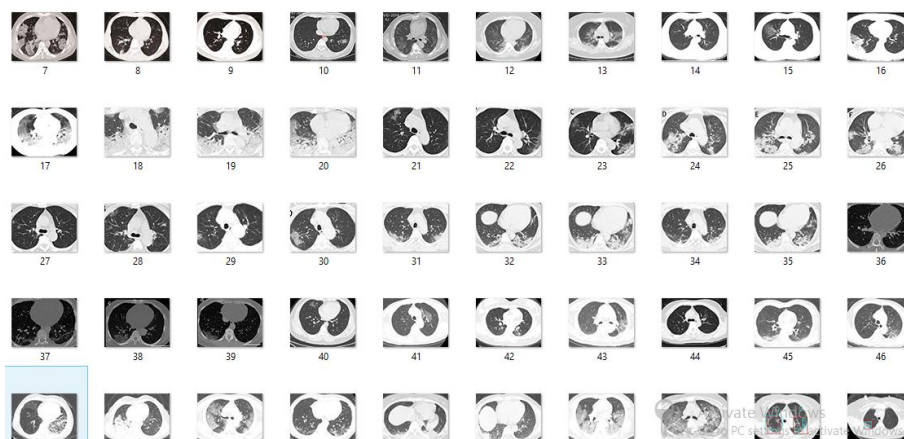
Alur dari sistem deteksi dini *Covid-19* seperti pada Gambar 1. Dimulai dari proses membagi data citra *CT-Scan* paru-paru menjadi dua jenis yaitu latih dan data uji. Berikutnya yaitu pre-prosesing, pada proses ini dilakukan resize gambar *CT-Scan* paru-paru dan citra diubah dalam bentuk *grayscale* menjadi bentuk berupa piksel yang menyerupai matrik. Kemudian dihitung jarak kedekatannya menggunakan *Minkowski* dan di klasifikasi sesuai dengan jarak terdekat menggunakan metode K-Nearest Neighbor tahap terakhir adalah evaluasi sistem.



Gambar 1. Alur Sistem

2.2 Data Set

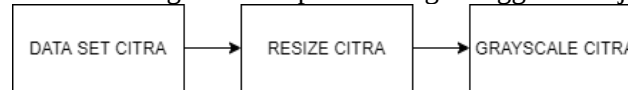
Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data yang digunakan untuk data set, yaitu berupa data CT-Scan paru-paru, sumber data berasal dari Harvard University melalui akses link berikut: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020arXiv200313865Y/abstract>. Terdapat dua jenis data set yang digunakan yaitu CT-Scan paru-paru *Covid-19* yang berjumlah 349 dan CT-Scan paru-paru Non *Covid-19* yang berjumlah 397. Data tersebut, digunakan untuk data latih dan data uji. Terdapat dua metode yang digunakan untuk membagi data yang pertama, dari jumlah keseluruhan data CT-Scan paru-paru *Covid-19* dan Non-*Covid-19*, 57% digunakan sebagai data latih, 43% digunakan sebagai data uji. Yang kedua yaitu dari jumlah keseluruhan data CT-Scan paru-paru *Covid-19* dan Non-*Covid-19*, 80% digunakan sebagai data latih dan 20% digunakan sebagai data uji. Gambar 2 adalah CT-Scan paru-paru yang digunakan untuk data set.



Gambar 2. Data set

Pre-Processing

Pre-processing merupakan proses awal yang dilakukan pada citra sebelum dilakukan pemrosesan. Tujuan dari tahap ini, untuk mendapatkan hasil berupa citra baru yang lebih baik dan siap untuk diproses [15]. Gambar 3 merupakan diagram tahap pre-processing. Pada tahap ini dilakukan resize data berupa CT-Scan paru-paru untuk menyamakan ukuran piksel dengan jumlah baris dan kolom yang sama. Citra di resize dengan ukuran 60px x 80px untuk menyamakan ukuran piksel, kemudian merubah citra RGB (*Red, Green, Blue*) menjadi *grayscale*. resize citra dan konversi citra *grayscale* dilakukan agar citra dapat dihitung menggunakan jarak Minkowski.



Gambar 3. Diagram Pre-processing

2.4 Perhitungan Jarak Minkowski

Jarak Minkowski merupakan salah satu perhitungan jarak pada algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN). Jarak Minkowski adalah jarak didalam ruang vector yang telah ditentukan dan bisa dianggap sebagai generalisasi dari kedua jarak Euclidean dan jarak Manhattan [11] Jarak Minkowski merupakan generalisasi dari kedua jarak Euclidean dan Manhattan. Rumus Jarak Minkowski ditunjukkan seperti pada Persamaan (1).

$$j(v_1, v_2) = \sqrt[p]{\sum_{k=1}^N |v_1(k) - v_2(k)|^p} \quad (1)$$

Keterangan:

v_1, v_2 : Vektor yang jaraknya akan dihitung

N: Panjang vektor.

Apabila p bernilai 1, jarak berupa *city-block*. Apabila p bernilai 2, jarak berupa Euclidean.

Perhitungan jarak Minkowski digunakan untuk menghitung jarak terdekat antara data citra masukan yang belum diketahui jenisnya dengan data citra *Covid-19* dan *Non Covid-19*.

2.5 Evaluasi sistem

Penelitian ini menggunakan *Confusion Matrix* untuk evaluasi sistem karena *Confusion Matrix* dapat digunakan untuk mengukur performa klasifikasi metode K-NN. Sehingga, Hasil klasifikasi citra CT-Scan berdasarkan jenis kelas dapat diketahui seberapa besar jumlah *Accuracy*, *Precision*, *Recall* dan nilai *F1-Score*nya.

Accuracy digunakan untuk mengetahui jumlah persentase CT-Scan paru-paru *Covid-19* yang diprediksi benar dan CT-Scan paru-paru *Non Covid-19* yang diprediksi benar. Dengan *Precision* dapat diketahui persentase CT-Scan paru-paru *Covid-19* yang benar dari keseluruhan CT-Scan paru-paru yang diprediksi *Covid-19*. Sedangkan *Recall* dapat diketahui persentase CT-Scan paru-paru yang diprediksi *Non Covid-19* dibandingkan dengan keseluruhan CT-Scan paru-paru yang sebenarnya *Covid-19*. *F1-Score* digunakan agar hasil klasifikasi ideal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi K-NN untuk deteksi dini *Covid-19* berupa sistem aplikasi desktop berbasis Java Netbeans 8.0.2, JDK 1.8.0. Data set yang digunakan dalam penelitian berupa citra CT-Scan paru-paru. Terdapat dua skenario yang digunakan untuk pengujian sistem ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel 1. Data Set

Skenario Pengujian	Data Set Citra CT-Scan Paru-paru	
	Data Latih	Data Uji
Skenario ke-1	200 (<i>Covid-19</i>)	149 (<i>Covid-19</i>)
	200 (<i>non Covid-19</i>)	197 (<i>non Covid-19</i>)
Skenario ke-2	279 (<i>Covid-19</i>)	69 (<i>Covid-19</i>)
	346 (<i>non Covid-19</i>)	78 (<i>non Covid-19</i>)

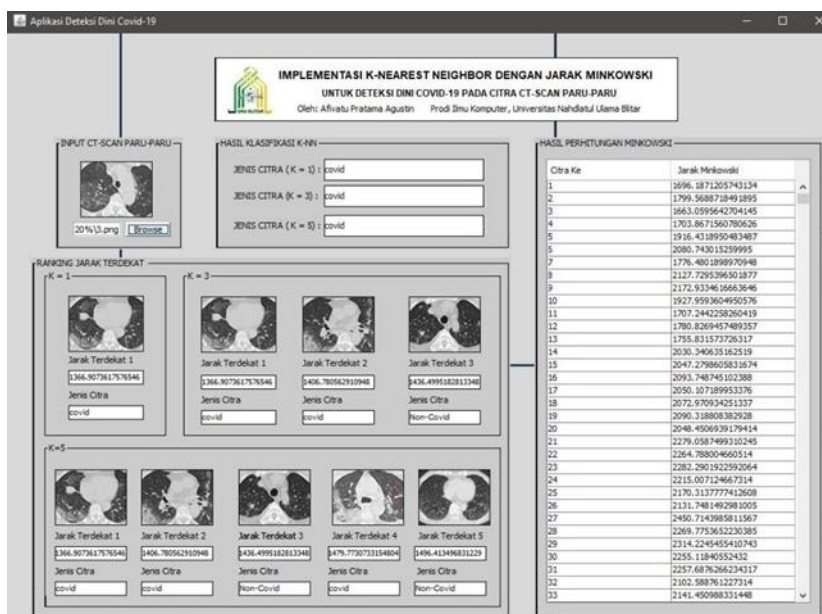
Skenario ke-1 pengujian dengan data latih berjumlah 400, meliputi 200 citra *Covid-19*, 200 citra *Non Covid-19* dan data uji berjumlah 346 meliputi 149 citra *Covid-19* dan citra 197 *Non Covid-19*. Skenario ke-2 pengujian dengan jumlah data latih 595, meliputi 279 citra *Covid-19*, citra *Non Covid-19* 316 dan data uji berjumlah 147, meliputi 69 citra *Covid-19* dan 78 citra *Non Covid-19*.

3.1 Pre-processing

Pada tahap ini akan dilakukan resize terhadap citra. Citra data set di resize dengan ukuran 60px × 80px dan mengubah jenis citra menjadi *grayscale*. Sehingga ukuran citra dataset dapat berukuran sama dan dapat dihitung kedekatannya menggunakan jarak Minkowski. Tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil berupa citra baru yang lebih baik serta siap untuk diproses.

3.2 Hasil Klasifikasi K-NN (K-Nearest Neighbor)

Metode K-NN digunakan untuk klasifikasi jenis citra sesuai kelas, terdapat dua jenis kelas pada penelitian ini yaitu *covid* dan *Non covid*. Jarak Minkowski digunakan untuk menghitung jarak Antara data citra uji yang belum diketahui jenisnya dengan data citra latih di database. Acuan perhitungan jarak yaitu dari piksel citra *grayscale*. Hasil perhitungan jarak kemudian diranking untuk mendapat nilai jarak terdekat agar dapat diperoleh jenis kelas citra yang diujikan. Nilai K yang digunakan untuk menentukan klasifikasi kelas yaitu K=1, K=3, dan K=5. Setelah dilakukan perhitungan jarak Minkowski maka diperoleh hasil klasifikasi, hasil klasifikasi sesuai dengan nilai K ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Klasifikasi kelas menurut nilai K

3.3 Evaluasi Sistem

Confusion Matrix digunakan sebagai evaluasi hasil klasifikasi kelas. Pertimbangan menggunakan *Confusion Matrix* menghasilkan nilai *Accuracy*, *Precision*, *Recall*. Hasil dari klasifikasi Skenario ke-1 dapat diperoleh Tabel *Confusion Matrix* K=1, K=3 dan K=5.

Skenario Ke-1

Tabel 2. *Confusion Matrix* K=1 Skenario Ke-1

	Sesuai	Tidak Sesuai
<i>Covid-19</i>	86	63
<i>Non Covid-19</i>	129	68

Tabel 2. Merupakan *Confusion Matrix* K=1 skenario ke-1 diperoleh dari hasil klasifikasi kelas data yang diujikan. Dari data uji berjumlah 346 diperoleh hasil 86 data positif diprediksi benar, 63 data positif yang diprediksi negatif, 129 data negatif diprediksi benar, dan 68 data negatif yang diprediksi positif.

Tabel 3. *Confusion Matrix* K=3 Skenario ke-1

	Sesuai	Tidak Sesuai
<i>Covid-19</i>	57	92
<i>Non Covid-19</i>	170	27

Tabel 3. Menunjukkan skenario ke-1 *Confusion Matrix* K=3, dari 346 data yang diujikan diperoleh hasil 57 data positif diprediksi benar, 92 data positif diprediksi negatif, 27 data negatif diprediksi positif, 170 data negatif diprediksi benar.

Tabel 4. *Confusion Matrix* k=5 Skenario ke-1

	Sesuai	Tidak Sesuai
<i>Covid-19</i>	30	119
<i>Non Covid-19</i>	186	11

Pada Tabel 4. Menunjukkan hasil *Confusion Matrix* K=5, dari data uji sebanyak 346 diperoleh hasil data positif diprediksi benar berjumlah 30, data positif diprediksi negatif berjumlah 119, 186 data negatif diprediksi benar dan 11 data negatif diprediksi positif.

Skenario ke-2

Tabel 5. *Confusion Matrix* K=1 Skenario ke-2

	Sesuai	Tidak Sesuai
<i>Covid-19</i>	48	21
<i>Non Covid-19</i>	69	9

Skenario ke-2 data yang diujikan berjumlah 147 diperoleh hasil *Confusion Matrix*, hasil K=1 Skenario ke-2 ditunjukkan pada Tabel 5. 48 data positif diprediksi benar, 21 data negatif diprediksi positif, 9 data negatif diprediksi positif dan 69 data negatif diprediksi benar.

Tabel 6. *Confusion Matrix* K=3 skenario ke-2

	Sesuai	Tidak Sesuai
<i>Covid-19</i>	32	37
<i>Non Covid-19</i>	74	4

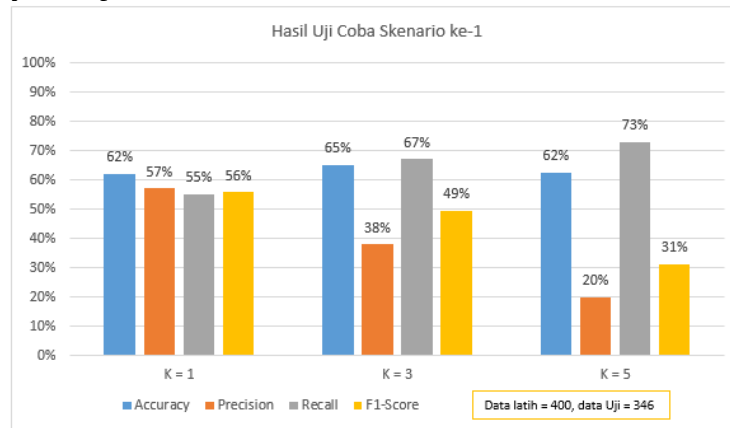
Confusion Matrix K=3 skenario ke-2 ditunjukkan pada Tabel 6. Dari 147 data yang diujikan diperoleh hasil 32 data positif yang diprediksi benar, 37 data positif diprediksi negatif, data negatif diprediksi positif benar 74 dan 4 data negatif diprediksi positif.

Tabel 7. *Confusion Matrix* K=5 skenario ke-2

	Sesuai	Tidak Sesuai
<i>Covid-19</i>	14	55
<i>Non Covid-19</i>	78	0

Tabel 7. Merupakan *Confusion Matrix* skenario ke-2 K=5. Dari data uji 147, diperoleh hasil 14 data positif diprediksi benar, 55 data positif diprediksi negatif, 78 data negatif diprediksi benar dan data negatif diprediksi positif berjumlah 0.

Pengujian sistem deteksi *Covid-19* menggunakan data citra CT-Scan paru-paru yang terdiri dari 349 data citra *Covid-19* dan 397 data citra *Non Covid-19* yang telah diperbaiki citranya melalui tahap preprocessing. uji coba sistem dilakukan sesuai dengan perbandingan data latih dan data uji sesuai skenario. Dari hasil pengujian sesuai skenario, diperoleh *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* ditunjukkan pada Gambar 5.



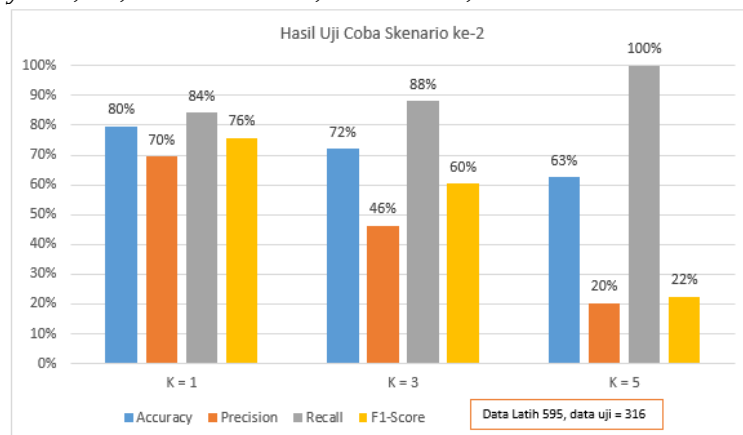
Gambar 5. Hasil Uji Coba Skenario ke-1

Uji coba menggunakan skenario ke-1 terdapat pada Gambar 5. Pada skenario ke -1 jumlah data latih yang digunakan adalah 400 citra (200 citra *Covid-19*, 200 citra *Non Covid-19*) dan data uji yang digunakan berjumlah 346 citra (149 citra *Covid-19*, 197 citra *Non Covid-19*) Hasil yang didapat dari uji coba skenario ke-1 yaitu

K=1 *Accuracy* 62%, *Precision* 57%, *Recall* 55%, *F1-Score* 56%

K=3 *Accuracy* 65%, *Precision* 38%, *Recall* 73%, *F1-Score* 49%

K=5 *Accuracy* 62,4%, *Precision* 20%, *Recall* 73%, *F1-Score* 31%.



Gambar 6. Hasil Uji Coba Skenario ke-2

Uji coba menggunakan skenario ke-2 terdapat pada Gambar 6. Pada skenario ke-2 jumlah data latih yang digunakan sebanyak 595 citra (279 citra *Covid-19*, 316 citra *Non Covid-19*). Dan 146 citra sebagai data uji (68 citra *Covid-19*, 78 citra *Non Covid-19*). Hasil yang diperoleh dari uji coba skenario ke-2 yaitu

K=1 *Accuracy* 80%, *Precision* 70%, *Recall* 84% dan *F1-Score* 76%

K=3 *Accuracy* 72%, *Precision* 46%, *Recall* 88% dan *F1-Score* 60%

K=5 *Accuracy* 63%, *Precision* 20%, *Recall* 100% dan *F1-Score* 22%

Nilai K terbaik pada skenario ke-1 adalah K=3, karena memiliki nilai akurasi terbaik yaitu 65% dibandingkan dengan K=1 yang memiliki akurasi sebesar 62% dan K=5 sebesar 62%. Nilai K terbaik pada skenario ke-2 adalah K=1, karena memiliki nilai akurasi terbanyak yaitu 80% dibandingkan dengan K=3 sebesar 72% dan K=5 sebesar 63%

KESIMPULAN

Implementasi metode K-NN untuk deteksi dini Covid-19, memperoleh hasil yang didapat dari uji coba skenario ke-1 yaitu nilai $K=1$ Accuracy 62%, Precision 57%, Recall 55%, F1-Score 55%. $K=3$ Accuracy 65%, Precision 38%, Recall 73%, F1-Score 49% dan $K=5$ memiliki Accuracy 62%, Precision 20%, Recall 73%, F1-Score 31%. Sedangkan Uji coba menggunakan skenario ke-2 hasil yang diperoleh yaitu $K=1$ dengan Accuracy 80%, Precision 70%, Recall 84% dan F1-Score 76%. $K=3$ dengan Accuracy 72%, Precision 46%, Recall 88% dan F1-Score 60%, sedangkan $K=5$ Accuracy 63%, Precision 20%, Recall 100% dan F1-Score 22%. Berdasarkan hasil skenario ke-1 dan skenario ke-2 didapat hasil akurasi terbaik adalah $K=1$ pada skenario ke-2 yaitu 80% sedangkan akurasi dengan nilai terendah adalah $K=5$ pada skenario ke-1 dengan akurasi sebesar 62%. Dari uji coba yang telah dilakukan sesuai skenario, skenario ke-2 memiliki nilai akurasi tertinggi dibandingkan dengan skenario ke-1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. A. Abdillah, "Stigma Terhadap Orang Positif Covid-19". *Yayasan Kita Menulis*, pp. 11-24. ISBN 978-623-7645-71-9 vol. 2, 2020.
- [2] Y. Khaedir, "Perspektif Sains Pandemi Covid-19: Pendekatan Aspek Virologi Dan Epidemiologi Klinik," pp. 40–59, 2020.
- [3] T. Li *et al.*, "Computer-Aided Diagnosis of COVID-19 CT Scans Based on Spatiotemporal Information Fusion," *J. Healthc. Eng.*, vol. 2021, no. Volume 2021, Article ID 6649591, pp. 1–11, 2021, doi: <https://doi.org/10.1155/2021/6649591>.
- [4] I. Ozsahin, B. Sekeroglu, M. S. Musa, M. T. Mustapha, and D. U. Ozsahin, "Review on Diagnosis of COVID-19 from Chest CT Images Using Artificial Intelligence," *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2020, no. Volume 2020, Article ID 9756518, pp. 1–10, 2020, doi: <https://doi.org/10.1155/2020/9756518> Research.
- [5] Y. Galahartlambang, T. Khotiah, and J. Jumain, "Visualisasi Data Dari Dataset COVID-19 Menggunakan Pemrograman Python," *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 3, no. 1, 2021.
- [6] U. Syiah and B. Aceh, "Peran pemeriksaan radiologis pada diagnosis Coronavirus disease 2019," pp. 53–57, 2019.
- [7] A. Kadir and A. Susanto, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Andi, 2013.
- [8] R. D. Kusumanto, A. N. Tompunu, S. Pambudi, J. T. Komputer, and P. N. Sriwijaya, "Klasifikasi Warna Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV," vol. 2, no. 2, pp. 83–87, 2011.
- [9] M. A. Alfaridzi, A. Premana, and N. A. Ramdhan, "Aplikasi Berbasis WEB-Realtime Pemantauan Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)," *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 3, no. 1, pp. 50–57, 2021.
- [10] Y. S. U. N. Hariyani, S. Hadiyoso, and T. S. Siadari, "Deteksi Penyakit Covid-19 Berdasarkan Citra X-Ray Menggunakan Deep Residual Network," vol. 8, no. 2, pp. 443–453, 2020.
- [11] I. N. Atthalla, "Klasifikasi Penyakit Kanker Payudara Menggunakan Metode K Nearest Neighbor," vol. 4, no. 1, pp. 978–979, 2018.
- [12] M. Rizal Ainur, "KLASIFIKASI MUTU BIJI KOPI MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR BERDASARKAN WARNA DAN TEKSTUR," p. 2013.
- [13] O. Saeful Bachri, R. Mohamad, and H. Bhakti, "Penentuan Status Stunting Pada Anak Dengan Menggunakan Algoritma KNN," *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 3, no. 2, pp. 130–137, 2021.
- [14] I. A. Halela, B. Nurhadiyono, S. Si, M. Kom, and F. Z. Rahmanti, "Identifikasi Jenis Buah Apel Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dengan Ekstraksi Fitur Histogram," pp. 1–8.
- [15] E. Prabowo and A. C. Fauzan, "Implementasi Algoritma Naive Bayes Classifier Untuk Penentuan Kelayakan Penerima Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) Bagi Mahasiswa," *Ilk. J. Comput. Sci. Appl. Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 165–177, 2021.