

Komparasi Algoritma Untuk Klasifikasi Penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut)

Musriatun Napiah¹, Rachmat Adi Purnama², Mugi Raharjo³, Waeisul Bismi⁴

^{1,2,4}Universitas Bina Informatika
e-mail: ¹musriatun.mph@bsi.ac.id, ²Rachmat.rap@bsi.ac.id, ⁴Waeisul.wbn@bsi.ac.id

³Universitas Nusa Mandiri
e-mail: ³mugi.mou@nusamandiri.ac.id

Diterima	Direvisi	Disetujui
09-08-2022	09-11-2022	30-11-2022

Abstrak - ISPA merupakan infeksi saluran pernafasan akut yang terjadi pada sinus, tenggorokan, saluran udara, atau paru-paru. Infeksi ini sering disebabkan oleh virus, terkadang bakteri juga dapat menyebabkan kondisi ini. Salah satu masalah dalam dunia medis adalah tidak seimbangnya antara banyaknya jumlah pasien dan ketersediaan dokter. Dalam paparannya pada Rapat Integrasi P2PML 2021, dr Siti Nadia menjelaskan bahwa infeksi saluran pernapasan akut, khususnya pneumonia, masih menjadi penyebab utama kematian pada bayi dan anak kecil. Dalam penelitian ini bertujuan untuk menggunakan data dari pasien ISPA yang ada di Puskesmas Kelurahan Penjaringan 1 untuk mengetahui bagaimana penyakit tersebut menyebar, dan terdeteksi keberadaannya dengan gejala yang dirasakan menggunakan metode machine learning dengan perbandingan tiga algoritma dengan melalui proses akuisisi data - *preprocessing* - *Classification* - *output*. Dengan adanya pembelajaran mesin pada kumpulan data klinis dan paraklinis diharapkan bisa untuk mendiagnosis secara akurat. Hasil dari penelitian menggunakan *machine learning* yang digunakan *Naïve Bayes*, hasil akurasi yang di peroleh sebesar 98% dengan *Kappa Score* 95%, *K-Nearest Neighbour* hasil akurasi yang di peroleh sebesar 94% dengan *Kappa Score* 87%, sedangkan dengan menggunakan SVM di peroleh akurasi sebesar 99% dengan *Kappa Score* 97%.

Kata kunci: *ISPA, machine learning, Naïve Bayes, K-NEAREST NEIGHBOUR, SVM*

Abstract - Acute respiratory infections (ARI) are infections that occur in the sinuses, throat, airways, or lungs. This infection is often caused by a virus, sometimes bacteria can also cause this condition. One of the problems in the medical world is the imbalance between the large number of patients and the availability of doctors. In her presentation at the 2021 P2PML Integration Meeting, Dr. Siti Nadia explained that acute respiratory infections, especially pneumonia, are still the main cause of death in infants and young children. In this study, the aim of this study was to use data from ARI patients in the Puskesmas Kelurahan Penjaringan 1 to find out how the disease spreads, and detect its presence with the perceived symptoms using the machine learning method with a comparison of three algorithms through the process of data acquisition - preprocessing - Classification - output. . With machine learning on clinical and paraclinical data sets, it is expected to be able to diagnose accurately. The results of the research using machine learning used *Naïve Bayes*, the accuracy results obtained are 98% with a *Kappa Score* of 95%, *K-Nearest Neighbor* the accuracy results obtained are 94% with a *Kappa Score* of 87%, while using SVM at the harvesting level of 99% with a *Kappa Score* of 97%.

Keywords: *ARI, Machine Learning, Naïve Bayes, K-NEAREST NEIGHBOUR, SVM*

PENDAHULUAN

Manusia yang terinfeksi serius pada saluran pernapasan akut sering disebut juga dengan penyakit ISPA. Penyebab utama kematian pada anak usia dini atau bayi yakni infeksi saluran pernapasan akut, terutama pneumonia. Diprediksi pada tahun 2012 lebih dari 1,1 juta anak balita meninggal karena pneumonia (2 bayi per menit), dari total 6,5 juta kematian balita. Namun, sedikit perhatian telah diberikan pada penyakit ini. Menurut Riskesdas

(2007), pneumonia menjadi penyebab kedua kematian terbanyak pada bayi (23,8%) dan anak kecil (15,5%). Virus serta bakteri merupakan penyebab yang sering terjadi dalam kondisi tersebut. Salah satu masalah dalam dunia kedokteran adalah kurangnya jumlah tenaga dokter. Selain itu, sebagian besar penduduk tidak memiliki pelatihan medis, jadi jika Anda mengalami gejala penyakit, Anda mungkin tidak mengerti cara mengobatinya. Penyakit yang serius. (Laila, 2016) ISPA sering terjadi pada anak-anak, berdasarkan pengamatan epidemiologi

diketahui bahwa kejadiannya biasanya lebih tinggi di kota daripada di pedesaan. Alasannya dimungkinkan karena polusi yang ada di perkotaan (Y. Putra & Wulandari, 2019)

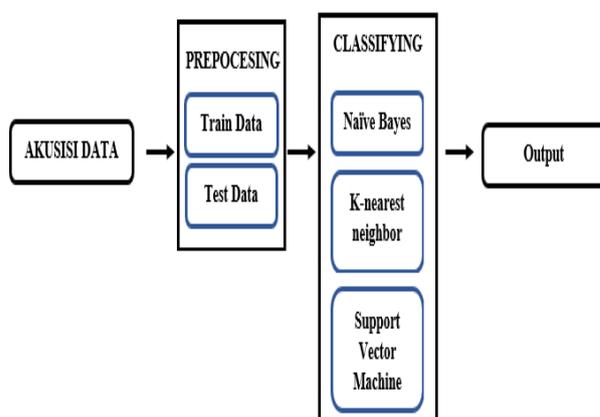
Penyakit adalah suatu keadaan dimana tubuh tidak dalam keadaan normal akibat tidak berfungsinya atau gagalannya sistem dan mekanisme keseimbangan tubuh. Inkompatibilitas pada fungsi internal dan external pada fungsi system tubuh karenanya menyebabkan gangguan sehingga terjadinya stress (Putry & Sari, 2022)

Dalam mengurangi dampak masalah kesehatan pada anak dibutuhkan mekanisme perawatan pasien yang optimal. Mengetahui lebih banyak tentang ISPA pada ibu dapat membantu deteksi dini dan pencegahan ISPA. Pengobatan ISPA meliputi pengendalian demam (demam), nutrisi yang cukup, hidrasi, kenyamanan, dan risiko ISPA ringan atau berat yang memerlukan perawatan medis profesional.. (Marleni et al., 2022)

Bahasa pemrograman *Python* adalah bahasa pemrograman (*source code*) yang cukup sederhana sehingga mudah digunakan, ditulis, diingat dan digunakan kembali. *Python* juga memiliki keunggulan seperti keterbacaan, efisiensi, keserbagunaan, interoperabilitas, dan dukungan komunitas yang wajar. (Retnoningsih & Pramudita, 2020) Algoritma Nave Bayes, algoritma K-Nearest Neighbors (KNN), dan algoritma Support Vector Machine (SVM) diusulkan dalam penelitian ini. Keunggulan dalam penelitian ini yakni memberikan durasi waktu yang lebih efisien serta hasil yang lebih akurat dan juga akurasi yang lebih baik dalam mengklasifikasikan ISPA menggunakan metode yang diusulkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian kali ini menggunakan metode *machine learning* dalam mengklasifikasi penyakit ISPA. Metode yang diusulkan adalah sebagai berikut pada gambar.



Sumber : Peneliti (2022)

Gambar 1. Metode Penelitian

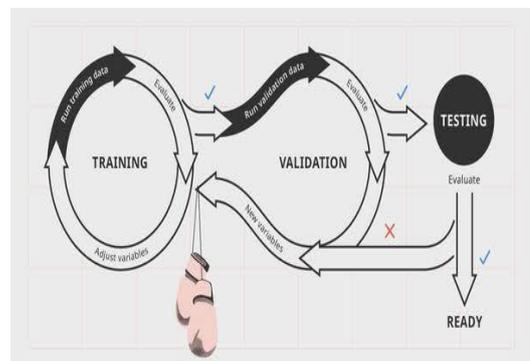
1. Dataset

Puskesmas Kelurahan Penjaringan 1 merupakan sumber dari dataset yang peneliti gunakan dalam penelitian ini. Dataset ini terdiri dari dua kelas yaitu kelas non ISPA dan kelas ISPA dengan jumlah data pasien sebanyak 201. Ini diklasifikasikan dengan tujuan mendeteksi penyakit ISPA secara akurat dan akurat.

2. Pre-processing

Preprocessing adalah salah satu langkah terpenting dalam pemrosesan data. Data mungkin memiliki berbagai masalah yang dapat mempengaruhi hasil pengolahan data. Preprocessing merupakan salah satu langkah untuk menghilangkan berbagai masalah yang dapat mempengaruhi hasil pengolahan data.(Cahya et al., 2021) pada fase ini dilakukan analisis terhadap data yang telah diproses sebelumnya dan fase klasifikasi dipindahkan. Langkah-langkah yang digunakan untuk proses *pretreatment* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Train Data
Proses ini merupakan salah satu tahapan untuk CNN melakukan proses training agar mendapatkan nilai akurasi yang tinggi (Peryanto et al., 2020).
2. Test Data
Proses ini digunakan untuk mengetahui performa dari algoritma yang dilatih dimana ketika ditemukan data baru yang sebelumnya belum pernah di *training* (Retnoningsih & Pramudita, 2020).

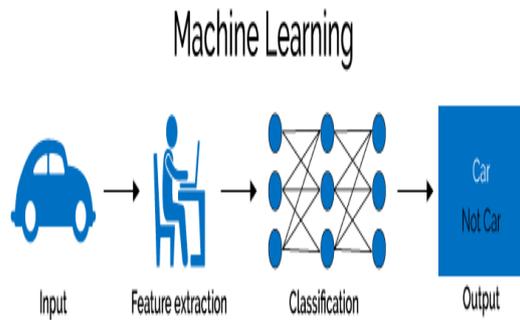


Sumber : Medium.com (A. Putra, 2019)

Gambar 2. Proses *training* dan *testing* data

3. Machine Learning

Mesin yang dibuat serta dibangun dalam pembelajaran otomatis tanpa perlu arahan pemakai sering disebut juga Machine learning (ML). Pembelajaran mesin ini memanfaatkan disiplin ilmu lain seperti nilai statistik, unsur matematika, dan penambangan data (*data mining*) agar memungkinkan pembelajaran mesin ini dapat menganalisis data tanpa memprogram ulang atau mengurutkan kembali. Pembelajaran mesin bisa mendapatkan informasi tentang perintah.



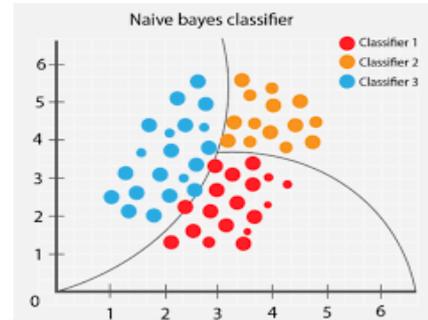
Sumber : dqlab.id (DQLab, 2021)

Gambar 3. Konsep *Machine Learning*

Machine learning adalah kecerdasan buatan yang digunakan untuk menggantikan atau meniru perilaku dari manusia untuk pemecahan masalah dan otomatisasi. Seperti namanya, ML mencoba meniru cara manusia dan makhluk cerdas lainnya belajar dan menggeneralisasi. ML setidaknya memiliki dua tujuan utama: klasifikasi dan prediksi. ML ditandai dengan pelatihan, pembelajaran, atau proses pelatihan. Oleh karena itu, ML harus belajar dari data pelatihan. Klasifikasi umumnya dipergunakan dalam mengklasifikasikan sebuah kumpulan data ke setiap grup atau kategori tertentu, dimana klasifikasi merupakan pembelajaran mesin klasik dalam data mining. Di dalam static dan teknik matematika pada metode klasifikasi seperti *linear programming*, *neural network*, *random forest* akan mengembangkan perangkat lunak pembelajaran dalam mengklasifikasikan item data ke dalam beberapa bagian kelompok. (Raharjo, 2019)

Klasifikasi adalah teknik ML di mana mesin mengklasifikasikan atau mengkategorikan objek berdasarkan karakteristik tertentu, sementara manusia mencoba membedakan antar objek. Mesin menggunakan prediksi atau regresi untuk menyimpulkan data input berdasarkan data yang dipelajari dalam pelatihan. Teknik ML yang paling populer adalah sistem keputusan, mesin vektor pendukung (SVM), dan jaringan saraf. (Ahmad Hania, 2017)

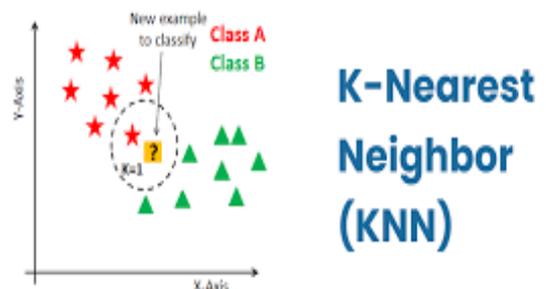
Teroma bayesian yang menyediakan fungsi klasifikasi yang mirip dengan pohon keputusan (*random forest*) dan jaringan saraf (*neural network*) merupakan dasar pada Bayesian. Ketika diterapkan metode Klasifikasi Bayesian pada sebuah database yang berisi data yang besar dianggap terbukti sangat akurat dan cepat (Annur, 2018).



Sumber : kdagiit.medium.com (KGP, 2021)

Gambar 3. Algoritma *Naive Bayes*

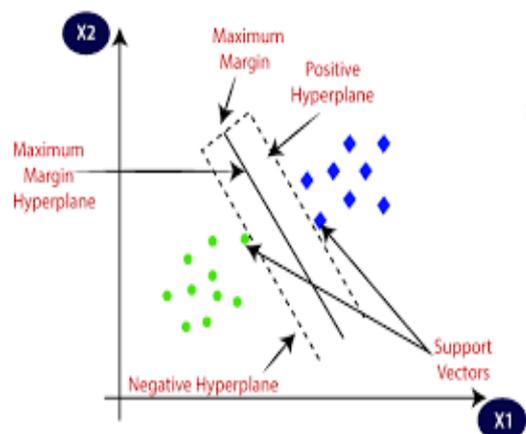
(Whidhiasih et al., 2013). KNN merupakan metode yang dipergunakan dalam klasifikasi terbimbing serta berdasarkan data latih yang terdekat dengan objek. Pada data pelatihan (*tarin*) diproyeksikan ke ruang multidimensi di mana setiap bagian dimensi mewakili fitur data.. (Isman et al., 2021)



Sumber : trivusi.web.id (Trivusi, 2022a)

Gambar 4. Algoritma K-NEAREST NEIGHBOUR

Support vector machine (SVM) merupakan teknik metode dalam pencarian batas keputusan yang dapat memisahkan dua kumpulan data dari dua kelompok yang berbeda serta memiliki keunggulan dalam mencari jarak, sehingga dapat mempercepat proses komputasi. (Octaviani et al., 2014)



Sumber : trivusi.web.id (Trivusi, 2022)

Gambar 5. Algoritma SVM

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Dataset

Dataset yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 201 pasien dengan 2 class yaitu ispa dan non ispa. Dengan menggunakan 22 atribut yaitu ID, Gender, Usia, Tinggi Badan, Berat Badan, Suhu, Tekanan Darah, *clinical Screening* (Demam, Batuk, Pilek, Nyeri Tenggorokan, Sesak Nafas, Keluhan Lain, Diabetes), *PTM Screening* (Hipertensi, Penyakit Jantung, Asma), dan Status. Dataset pasien dapat dilihat pada Gambar 6.

ID	Gender	0-40	45-54	55-59	60-69	70	Tinggi Badan	Berat Badan	Suhu	Tekanan Darah
1	0	0	0	0	1	0	150	56	36	184
2	0	0	0	0	1	0	155	52	36.7	122
3	1	0	0	0	1	0	164	62.1	36.7	143
4	1	0	1	0	0	0	160	52	36.7	130
5	1	0	1	0	0	0	160	73	36.7	110
6	0	0	1	0	0	0	155	73	36	126
7	1	0	0	0	1	0	168	85	36	133
8	1	0	0	1	0	0	155	74	36	126
9	0	0	0	1	0	0	166	75	36	122
10	0	0	0	1	0	0	150	54	36.6	130
11	1	0	0	0	1	0	165	65	36.7	0
12	0	1	0	0	0	0	116	29	36.6	0
13	1	0	1	0	0	0	162	80	36.6	141
14	0	0	1	0	0	0	154	63	36.6	130
15	1	0	0	0	1	0	168	51	39.5	155
16	1	0	0	1	0	0	0	88	36.6	136
17	1	0	1	0	0	0	157	65	36.6	165
18	0	1	0	0	0	0	160	55	36.6	117

Demam	Batuk	Pilek	Nyeri Tenggorokan	Sesak Nafas	Keluhan Lain	Diabetes	Hipertensi	Penyakit Jantung	Asma	Status
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Sumber : Peneliti (2022)

Gambar 6. Dataset Pasien Ispa dan Non Ispa

2. Arsitektur Model Machine Learning

Model machine learning dalam penelitian ini terdapat tiga yaitu Naïve Bayes, K-Nearest Neighbour, SVM.

Pada tahap awal testing kami memulainya dengan metode naïve bayes terlebih dahulu menggunakan aplikasi *Python*, dimulai dengan melakukan import pada *numpy.matplot*, *pandas* dll

NAIVE BAYES ALGORITHM

```
In [1]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
from pandas import read_csv
from sklearn.model_selection import KFold
from sklearn.model_selection import cross_val_score
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.naive_bayes import GaussianNB
import warnings

In [2]: filename = 'Dataset ISPA.csv'
names = [
    'ID',
    'Gender',
    '0-40',
    '45-54',
    '55-59',
    '60-69',
    '70',
    'Height',
    'Weight',
    'Temperature',
    'Blood Pressure',
    'Fever',
    'Cough',
```

Sumber: Peneliti (2022)

Gambar 7. Klasifikasi Naïve Bayes

Hasil akurasi yang diperoleh dengan menggunakan arsitektur *naïve bayes* dapat dilihat pada Gambar 7.

```
===== Report =====
precision  recall  f1-score  support

NON ISPA  0.99   0.97   0.98   114
ISPA      0.97   0.99   0.98   87

accuracy          0.98   201
macro avg         0.98   0.98   0.98   201
weighted avg      0.98   0.98   0.98   201

===== Confution Matrix =====
[[111  3]
 [ 1 86]]

===== Cohen Kappa =====
[0.9595776772247361]
```

Sumber: Peneliti (2022)

Gambar 8. Metode Naïve Bayes

Hasil nilai akurasi dari algoritma Naïve bayes yang diperoleh sebesar 98% dan dengan nilai *Kappa Score* sebesar 95%.

Selanjutnya kami melakukan test dengan metode yang kedua yaitu KNN.

KNN ALGORITHM

```
In [1]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
from pandas import read_csv

from sklearn.model_selection import KFold
from sklearn.model_selection import cross_val_score
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
import warnings

In [2]: filename = 'Dataset ISPA.csv'
names = [
    'ID',
    'Gender',
    '0-40',
    '45-54',
    '55-60'
```

Sumber : Peneliti (2022)

Gambar 9. Klasifikasi dengan KNN

```
===== Report =====
precision  recall  f1-score  support

NON ISPA   0.91   0.99   0.95   114
ISPA       0.99   0.87   0.93   87

accuracy                    0.94   201
macro avg   0.95   0.93   0.94   201
weighted avg 0.94   0.94   0.94   201

===== Confution Matrix =====
[[113  1]
 [ 11 76]]
===== Cohen Kappa =====
[0.8767249310027598]
```

Sumber : Peneliti (2022)

Gambar 10. Metode K-NEAREST NEIGHBOUR

Pada algoritma KNN di peroleh nilai akurasi sebesar 94% dengan *Kappa Score* 87%.

```
Model SVM http://localhost:8888/nbcovm

In [1]: from pandas import read_csv
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import KFold
from sklearn.model_selection import cross_val_score
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.svm import SVC
import warnings

In [8]: filename = 'Dataset ISPA.csv'
names = [
    'ID',
    'Gender',
    '0-40',
    '45-54',
    '55-59',
    '60-69',
    '70'
```

Sumber : Peneliti (2022)

Gambar 11. Klasifikasi dengan SVM

Sedangkan untuk SVM diperoleh nilai akurasi yang sangat tinggi yaitu 99% dengan *Kappa Score* sebesar 97%.

```
===== Report =====
precision  recall  f1-score  support

NON ISPA   0.99   0.99   0.99   114
ISPA       0.99   0.99   0.99   87

accuracy                    0.99   201
macro avg   0.99   0.99   0.99   201
weighted avg 0.99   0.99   0.99   201

===== Confution Matrix =====
[[113  1]
 [  1 86]]
===== Cohen Kappa =====
[0.9797338173018754]
```

Sumber : Peneliti (2022)

Gambar 9. Metode SVM

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil tiga algoritma machine learning dengan mengklasifikasi penyakit ISPA dari 201 dataset pasien Puskesmas Kelurahan Penjaringan 1 berdasarkan class yaitu ISPA dan Non ISPA. Hasil akurasi yang diperoleh untuk metode K-Nearest Neighbour sebesar 94% dengan *kappa score* 87%, kemudian metode naïve bayes diperoleh akurasi sebesar 98% dengan *kappa score* 95%, dan terakhir untuk metode SVM diperoleh akurasi tertinggi sebesar 99% dengan *kappa score* 97%. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil akurasi tertinggi diraih pada metode SVM yaitu 99% kemudian disusul dengan naïve bayes dan K-NEAREST NEIGHBOUR.

REFERENSI

Ahmad Hania, A. (2017). Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, & Deep Learning. *Jurnal Teknologi Indonesia*, June. <https://amt-it.com/mengenal-perbedaan-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning/>

Annur, H. (2018). Klasifikasi Masyarakat Miskin Menggunakan Metode Naive Bayes. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 160–165. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.303.160-165>

Cahya, F. N., Hardi, N., Riana, D., & Hadiyanti, S. (2021). Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *Sistemasi*, 10(3), 618. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i3.1248>

DQLab. (2021). *No Title*. <https://www.dqlab.id/memahami-perbedaan-algoritma-machine-learning-vs-deep-learning>

Isman, Andani Ahmad, & Abdul Latief. (2021). Perbandingan Metode KNN Dan LBPH Pada Klasifikasi Daun Herbal. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(3), 557–564. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i3.3006>

- KGP, K. I. (2021). *No Title*.
<https://kdagiit.medium.com/naive-bayes-algorithm-4>
- Laila, S. (2016). Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ispa Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Android. *Jurnal TECHNO Nusa Mandiri, XIII*(2), 89.
- Marleni, L., Halisyia, S., Tafdhila, Zuhana, Salsabila, A., Meijery, D. A., & Risma, E. (2022). PENANGANAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) PADA ANAK DI RUMAH RT 13 KELURAHAN PULOKERTO KECAMATAN GANDUS PALEMBANG Lily. [*JURNAL KREATIVITAS PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (PKM)*], 5, 2013–2015.
- Octaviani, P. A., Yuciana Wilandari, & Ispriyanti, D. (2014). Penerapan Metode Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) pada Data Akreditasi Sekolah Dasar (SD) di Kabupaten Magelang. *Jurnal Gaussian*, 3(8), 811–820.
[http://download.portalgaruda.org/article.php?article=286497&val=4706&title=PENERAPAN METODE KLASIFIKASI SUPPORT VECTOR MACHINE \(SVM\) PADA DATA AKREDITASI SEKOLAH DASAR \(SD\) DI KABUPATEN MAGELANG](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=286497&val=4706&title=PENERAPAN METODE KLASIFIKASI SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) PADA DATA AKREDITASI SEKOLAH DASAR (SD) DI KABUPATEN MAGELANG)
- Peryanto, A., Yudhana, A., & Umar, R. (2020). Rancang Bangun Klasifikasi Citra Dengan Teknologi Deep Learning Berbasis Metode Convolutional Neural Network. *Format : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 8(2), 138.
<https://doi.org/10.22441/format.2019.v8.i2.007>
- Putra, A. (2019). *No Title*.
<https://medium.com/@anrelputranew/proses-data-test>
- Putra, Y., & Wulandari, S. S. (2019). Faktor Penyebab Kejadian Ispa. *Jurnal Kesehatan*, 10(1), 37.
<https://doi.org/10.35730/jk.v10i1.378>
- Putry, N. M., & Sari, B. N. (2022). Komparasi Algoritma Knn Dan Naïve Bayes Untuk Klasifikasi Diagnosis Penyakit Diabetes Melitus. *Evolusi: Jurnal Sains Dan Manajemen*, 10(1), 45–57.
- Retnoningsih, E., & Pramudita, R. (2020). Mengenal Machine Learning Dengan Teknik Supervised Dan Unsupervised Learning Menggunakan Python. *Bina Insani Ict Journal*, 7(2), 156.
<https://doi.org/10.51211/biict.v7i2.1422>
- Trivusi. (2022a). *No Title*.
<https://www.trivusi.web.id/2022/06/algoritma-knn.html>
- Trivusi. (2022b). *No Title*.
<https://www.trivusi.web.id/2022/04/algoritma-svm.html>
- Wahyudi, I., Bahri, S., & Handayani, P. (2019). *Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Budaya Indonesia*. V(1), 135–138.
<https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2>
- Whidhiasih, R. N., Wahanani, N. A., & Supriyanto. (2013). Klasifikasi Buah Belimbing Berdasarkan Citra RED-GREEN-BLUE. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, System Embedded & Logic*, 1(1), 29–35.