

KLASIFIKASI PENENTUAN STATUS ZONA DI KOTA KUPANG MENGUNAKAN ALGORITMA NAIVE BAYES CLASSIFIER

Nelci Dessy Rumlaklak¹, Adriana Fanggidae² dan Yulianto Triwahyuadi Polly³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui Kupang

¹Email: dessyrumlaklak@staf.undana.ac.id

²Email: adrianafanggidae@staf.undana.ac.id

³Email: yuliantopolly@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Badan Kesehatan Dunia menjadikan *corona virus* sebagai pandemi pada tahun 2020. Virus ini melanda seluruh dunia termasuk Indonesia. Nusa Tenggara Timur (NTT) per Juni 2021 mencatat kasus positif Covid-19 sebanyak 18.741 kasus dan Kota Kupang merupakan daerah penyumbang kasus positif terbanyak. Pertambahan kasus harian covid-19 pada Kota Kupang menunjukkan kenaikan yang cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sistem klasifikasi untuk menentukan status zona di kota Kupang. Perancangan sistem menggunakan model *waterfall* digunakan untuk merancang dan membangun sistem sedangkan algoritma Naive Bayes Classifier (NBC) digunakan untuk klasifikasi. Kriteria sebagai input dalam sistem untuk proses klasifikasi yaitu data terkonfirmasi positif, data pasien sembuh dan data meninggal. Hasil proses klasifikasi terdiri dari 2 kelas yaitu Zona Hijau dan Zona Merah. Data kasus harian Covid-19 Kota Kupang bulan Januari-Juni 2021 dengan jumlah 181 sebagai data latih. 31 data uji yang diinputkan ke sistem dianalisa menggunakan metode Naive Bayes Classifier dan berhasil mendapatkan hasil klasifikasi sebagai *ouput* sistem. Pengujian pada penelitian dilakukan pada sistem yang dibangun menggunakan pengujian *blackbox* untuk menguji fungsionalitas sistem dengan hasil sesuai yang diharapkan. *Confusion matrix* digunakan untuk menguji kinerja dari metode klasifikasi dan hasil tingkat akurasi 77,91% serta nilai presisi 73,91%.

Kata kunci: *Waterfall*, klasifikasi, Naive Bayes classifier, pengujian *blackbox*, pengujian *confusion matrix*

ABSTRACT

The World Health Organization (WHO) made the corona virus a pandemic in 2020. This virus has hit the whole world, including Indonesia. East Nusa Tenggara (NTT) as of June 2021 recorded 18,741 positive cases of Covid-19 and the City of Kupang was the area that contributed the most positive cases. The daily increase in Covid-19 cases in Kupang City shows a fairly high increase. The purpose of this study is to build a classification system to determine the status of the Covid-19 zone in the city of Kupang. The system design using the waterfall model is used to design and build the system while the Naive Bayes Classifier algorithm is used for classification. The criteria as input in the system for the classification process are positive confirmed data, recovered patient data and death data. The results of the classification process consist of 2 classes, namely the Green Zone and Red Zone. Kupang City's daily Covid-19 case data for January-June 2021 with a total of 181 as training data. 31 test data entered into the system were analysed using the Naive Bayes Classifier method and succeeded in obtaining classification results as system output. Tests in the study were carried out on systems built using Blackbox testing to test the functionality of the system with the expected results. The confusion matrix is used to test the performance of the classification method and the results have an accuracy rate of 77.91% and a precision value of 73.91%.

Keywords: Waterfall, classification, Naive Bayes classifier, blackbox testing, confusion matrix testing

1. PENDAHULUAN

Coronavirus disease-2019 (Covid-19) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh jenis coronavirus yang baru ditemukan yaitu Sars-CoV-2 dan muncul pertama kali di Wuhan, Tiongkok pada bulan Desember 2019 [1]. Covid-19 dapat menginfeksi saluran pernapasan dengan gejala antara lain batuk dan sesak napas, demam >38°C, diare, nyeri otot dan lemas. *Coronavirus* mengakibatkan infeksi pada saluran pernapasan mulai dari ringan sampai dengan berat tergantung daya tahan tubuh seseorang yang terinfeksi [1]. Di awal tahun 2020, WHO mengumumkan bahwa Covid-19 menjadi sebuah pandemi karena terjadi di hampir seluruh negara di dunia. Di Indonesia, kasus pertama terdeteksi pada awal Maret 2020. Pertambahan kasus meningkat terus setiap harinya karena penularan yang sangat cepat [2].

Sejak awal masuk Indonesia di bulan Maret 2020 sampai April 2021, Kementerian Kesehatan RI melaporkan 2.178.272 kasus positif, tingkat kesembuhan 1.800.413, dan yang meninggal 58.491 jiwa. Semua provinsi di Indonesia terdapat kasus positif Covid-19 termasuk Nusa Tenggara Timur (NTT). NTT per Juni 2021 mencatat 18.741 kasus positif, yang dinyatakan sembuh 18.208 orang sedangkan yang meninggal 493 orang [3]. Pasien Covid-19 pertama di NTT muncul di Kota Kupang pada bulan April 2020 [4]. Kota Kupang sebagai ibukota provinsi menjadi kota/kabupaten dengan kasus paling banyak di NTT. Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kota Kupang, kasus Covid-19 sampai bulan Juni 2021 adalah 7.250 kasus dengan angka kesembuhan 6.890 dan yang meninggal akibat Covid-19 adalah 183 orang.

Tingkat penyebaran Covid-19 yang semakin hari semakin tinggi di Kota Kupang membuat masyarakat harus selalu tetap waspada sehingga membutuhkan informasi terkait sebaran kasus Covid-19. Informasi kasus Covid-19 yang bisa diperoleh masyarakat melalui media *online* berupa informasi jumlah kasus positif harian dan kasus kematian namun tidak berupa informasi mengenai makna dari penambahan kasus positif, pasien sembuh, dan kasus kematian. Penelitian [5] telah melakukan klasifikasi data Covid-19 di Indonesia dengan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk memprediksi kondisi pasien yang terkonfirmasi positif Covid-19 dengan 3 *output class* yaitu sembuh, isolasi, dan meninggal. Penelitian [6] dan [7] melakukan klasifikasi data Covid-19 dengan algoritma NBC. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian [7] adalah model *Waterfall* digunakan untuk membangun sistem dan pengujian sistem dilakukan dengan pengujian *blackbox* serta pengujian untuk metode NBC dengan *confusion matrix*.

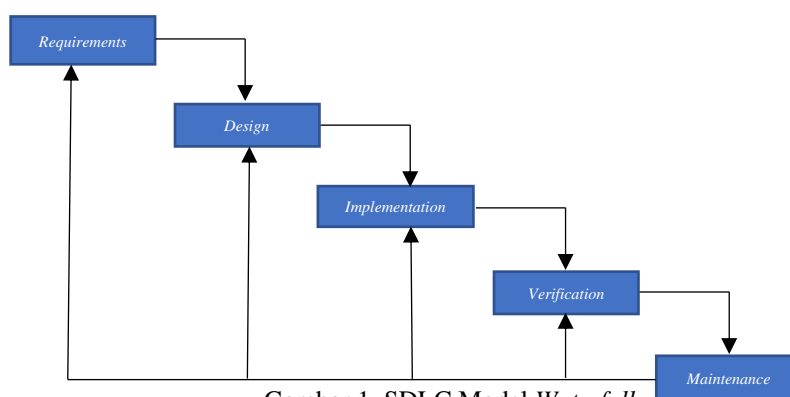
2. MATERI DAN METODE

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data harian kasus terkonfirmasi positif, pasien sembuh, dan kasus meninggal di Kota Kupang mulai 01 Januari 2021 sampai dengan 31 Juli 2021. Data kasus bulan Januari – Juni 2021 digunakan sebagai data latih dan data kasus bulan Juli 2021 digunakan sebagai data uji.

Model Waterfall

Systems Development Life Cycle (SDLC) merupakan tahapan yang dipakai dalam proses pengembangan sistem agar prosesnya dapat berjalan dengan baik dan hasil sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai [8]. Tahapan SDLC dimulai dari tahapan merencanakan sistem, kemudian menganalisis sistem, mendesain sistem, selanjutnya mengimplementasikan sistem, dan tahapan akhir yaitu melakukan pemeliharaan system [9]. Model pengembangan SDLC antara lain model *waterfall* yang digunakan dalam penelitian ini. Model *waterfall* meliputi 5 kegiatan di mana kegiatan tersebut dilakukan secara bertahap ditunjukkan pada gambar 1 [8].

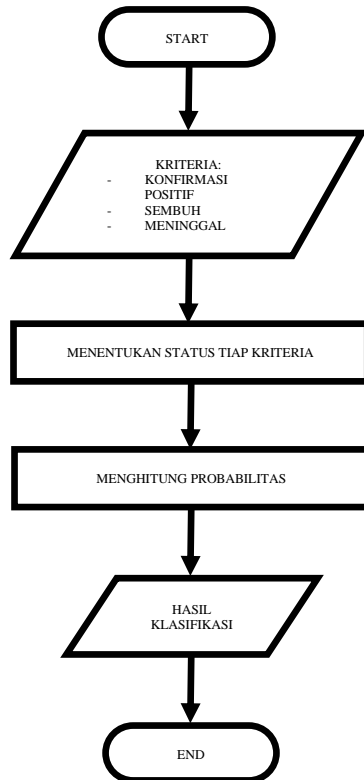


Gambar 1. SDLC Model Waterfall

Tahapan model *waterfall* pada penelitian ini adalah:

1. *Requirements*: pada tahapan ini dilakukan identifikasi masalah serta menganalisis kebutuhan sistem klasifikasi berupa data sebaran kasus Covid-19 yang diperoleh dari *website* <http://covid19.nttprov.go.id>. Dari data yang diperoleh dan metode klasifikasi yang digunakan maka ditentukan fungsi-fungsi dari sistem serta hasil akhir yang diperoleh.
2. *Design*: pada tahapan ini dilakukan rancang sistem dengan perancangan sistem terstruktur. Sistem dirancang mulai dari input data kriteria kemudian dianalisis dengan NBC dan menghasilkan *output*. Gambar 2 menunjukkan tahapan desain dengan *flowchart*. Gambar 3 dan 4 memperlihatkan desain antarmuka yang digunakan sebagai halaman pengguna untuk input data dan hasil dari proses klasifikasi.
3. *Implementation*: pembuatan sistem menggunakan bahasa pemrograman PHP *Framework* Laravel.

4. *Verification*: sistem yang dibangun diuji dengan pengujian *blackbox* untuk fungsionalitas sistem dan pengujian *confusion matrix* untuk uji metode klasifikasi.
5. *Maintenance*: tahapan terakhir di mana sistem bisa digunakan oleh penggunanya.



Gambar 2. Flowchart sistem

Gambar 3. Desain halaman input data

Gambar 4. Desain halaman output

Algoritma Naïve Bayes Classifier (NBC)

Algoritma NBC adalah algoritma probabilistik sederhana dalam teknik klasifikasi yang mendapatkan nilai probabilitasnya berdasarkan perhitungan frekuensi dan nilai kombinasi dari koleksi terkait [10]. Metode NBC akan melakukan perhitungan nilai probabilitas data uji dengan mengacu pada koleksi data latih [11]. Pada metode ini, semua atribut mempunyai bobot atribut yang sama masing-masing berpengaruh pada proses hasil klasifikasi. Penentuan hasil klasifikasi dengan algoritma NBC menggunakan persamaan 1.

$$P(a|b) = \frac{P(a)P(b|a)}{P(b)} \dots\dots\dots (1)$$

keterangan:

a = Data dengan kelas yang belum diketahui

- b = Hipotesis data a merupakan suatu kelas spesifik
- P(a|b) = Probabilitas hipotesis pada hipotesis a berdasarkan kondisi b
- P(a) = Probabilitas hipotesis a
- P(b|a) = Probabilitas b berdasarkan kondisi hipotesis a
- P(b) = Probabilitas dari b

Pengujian *Blackbox*

Berdasarkan tahapan model *Waterfall*, sistem yang dibangun harus diuji sehingga dapat diketahui apakah sistem sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai atau tidak [8]. Pengujian *blackbox* merupakan pengujian pada fungsionalitas dari sistem yang mencakup input dan *output* pada sistem.

Confusion Matrix

Kinerja sistem dalam mengklasifikasi data perlu diuji untuk mengetahui seberapa baik teknik klasifikasi yang digunakan. *confusion matrix* adalah metode pengujian untuk mengukur performa dari metode klasifikasi yang digunakan [12]. Pada pengujian ini terdapat empat (4) kategori hasil dari proses klasifikasi yaitu *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN). Tabel 1 [13] menjelaskan klasifikasi biner dengan 2 kelas *output*.

Tabel 1. *Confusion matrix*

Kelas	Prediksi (+)	Prediksi (-)
Aktual (+)	TP	FN
Aktual (-)	FP	TN

Hasil pengujian akurasi menggambarkan seberapa kuatnya metode dalam mengklasifikasi dengan benar. Presisi menyatakan akurasi antara data yang diminta dengan hasil yang diprediksi oleh metode. Perhitungan akurasi dan presisi dari metode klasifikasi yang digunakan dapat menggunakan persamaan 2-3 [13].

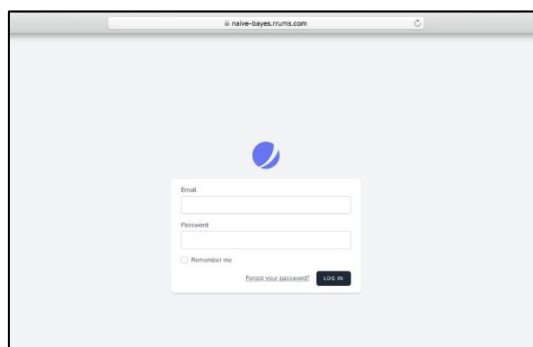
$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Sistem untuk klasifikasi dibangun berbasis *website* dengan alamat <http://naive-bayes.rums.com>. Gambar 5 memperlihatkan halaman login oleh pengguna. Pengguna diminta untuk menginputkan *email* dan *password*.



Gambar 5. Login

Setelah menginput *email* serta *password* dan admin berhasil untuk *login* ke sistem maka akan masuk ke tampilan Menu data latih yang menampilkan 181 data latih. Tabel menu data latih pada gambar 6 menampilkan data tanggal, data kriteria, status masing-masing kriteria dan status zona.

Untuk melakukan klasifikasi dari data harian kasus dapat dilakukan dengan memilih menu Form dengan menginput data tanggal dan kriteria seperti ditunjukkan gambar 7. Gambar 8 merupakan hasil dari proses klasifikasi status zona Kota Kupang menggunakan metode klasifikasi NBC.

Pembahasan

Data dalam penelitian ini adalah dataset dengan 3 kriteria yaitu konfirmasi positif, sembuh, dan meninggal. Setiap kriteria memiliki sub kriteria Negatif (N) dan Positif (P). Jumlah data adalah 212 data

yang terbagi atas 181 data latih dan 31 data uji. Hasil klasifikasi dibagi ke dalam 2 kelas status zona yaitu Zona Hijau dan Zona Merah. Zona Hijau berarti penambahan kasus harian pada Kota Kupang menjadikan status pandemi Covid-19 masih normal sedangkan Zona Merah berarti status pandemi buruk.

No	Tanggal	Konfirmasi Positif (Kupang)	Sembuh (Kupang)	Meninggal (Kupang)	Status Konfirmasi Positif	Status Sembuh	Status Meninggal	Status Zona
1	01/01/2021	0	0	0	N	N	N	HIJAU
2	02/01/2021	0	0	0	N	N	N	HIJAU
3	03/01/2021	0	0	0	N	N	N	HIJAU
4	04/01/2021	3	3	0	N	N	N	HIJAU
5	05/01/2021	16	16	0	N	N	N	HIJAU
6	06/01/2021	35	35	0	P	P	N	HIJAU
7	07/01/2021	26	26	0	N	N	N	HIJAU
8	08/01/2021	0	0	0	N	N	N	HIJAU
9	09/01/2021	19	17	2	P	P	P	MERAH
10	10/01/2021	3	3	0	N	N	N	HIJAU
11	11/01/2021	30	26	4	P	P	P	MERAH
12	12/01/2021	155	153	2	P	P	P	MERAH
13	13/01/2021	7	4	3	N	N	P	MERAH
14	14/01/2021	2	2	0	N	N	N	HIJAU
15	15/01/2021	43	38	5	P	P	P	MERAH

Gambar 6. Data latih

Gambar 7. Form pengujian

Proses untuk klasifikasi dimulai dari menentukan status kriteria data latih berdasarkan sub kriteria N atau P dengan cara menghitung perbandingan nilai kriteria terhadap nilai rata-rata dari keseluruhan data latih yang digunakan [7]. Hasil penentuan status zona untuk masing-masing data latih dengan hasil 119 hari ada pada Zona Hijau dan 62 hari berada pada Zona Merah.

Selanjutnya dilakukan penentuan klasifikasi dengan data uji. Misalnya data uji yang digunakan adalah data COVID-19 Kota Kupang pada tanggal 1 Juli 2021 yaitu kasus terkonfirmasi positif 92, sembuh 9, dan meninggal 3. Kemudian dilakukan perbandingan untuk menentukan status kriteria dan hasilnya adalah kriteria “konfirmasi positif” = N, kriteria “sembuh” = N, dan kriteria “meninggal” = P.

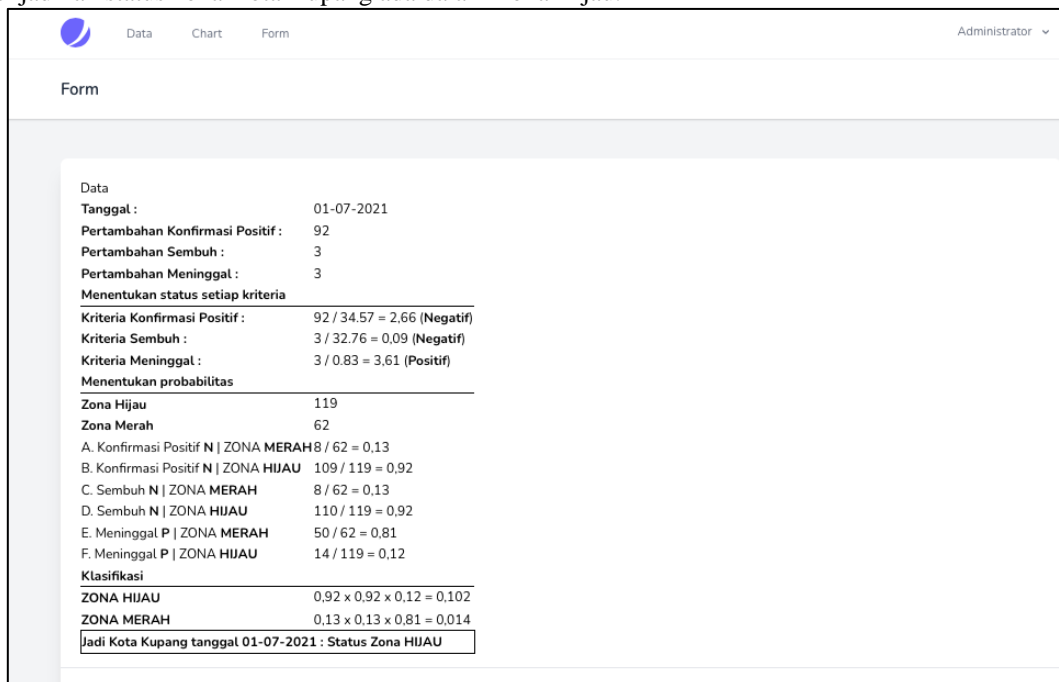
Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai probabilitas dari 3 kriteria dengan menggunakan persamaan 1. Berikut adalah hasil perbandingan nilai kriteria dan total kasus status zona.

- a) Konfirmasi Positif N/Zona Merah = $8/62 = 0,13$
- b) Konfirmasi Positif N/Zona Hijau = $109/119 = 0,92$
- c) Sembuh N/Zona Merah = $8/62 = 0,13$
- d) Sembuh N/Zona Hijau = $110/119 = 0,92$
- e) Meninggal P/Zona Merah = $50/62 = 0,81$
- f) Meninggal P/Zona Hijau = $14/119 = 0,12$

Kemudian untuk hasil klasifikasi penentuan status zona maka dilakukan perkalian seperti berikut.
 Zona Hijau = $0,92 * 0,92 * 0,12 = 0,102$

Zona Merah = $0,13 * 0,13 * 0,81 = 0,014$

Berdasarkan hasil perkalian Zona Hijau yang lebih besar maka data kasus COVID-19 tanggal 1 Juli 2021 menjadikan status zona Kota Kupang ada dalam Zona Hijau.



Data	
Tanggal :	01-07-2021
Pertambahan Konfirmasi Positif :	92
Pertambahan Sembuh :	3
Pertambahan Meninggal :	3
Menentukan status setiap kriteria	
Kriteria Konfirmasi Positif :	$92 / 34,57 = 2,66$ (Negatif)
Kriteria Sembuh :	$3 / 32,76 = 0,09$ (Negatif)
Kriteria Meninggal :	$3 / 0,83 = 3,61$ (Positif)
Menentukan probabilitas	
Zona Hijau	119
Zona Merah	62
A. Konfirmasi Positif N ZONA MERAH	$62 / 62 = 0,13$
B. Konfirmasi Positif N ZONA HIJAU	$109 / 119 = 0,92$
C. Sembuh N ZONA MERAH	$8 / 62 = 0,13$
D. Sembuh N ZONA HIJAU	$110 / 119 = 0,92$
E. Meninggal P ZONA MERAH	$50 / 62 = 0,81$
F. Meninggal P ZONA HIJAU	$14 / 119 = 0,12$
Klasifikasi	
ZONA HIJAU	$0,92 \times 0,92 \times 0,12 = 0,102$
ZONA MERAH	$0,13 \times 0,13 \times 0,81 = 0,014$
Jadi Kota Kupang tanggal 01-07-2021 : Status Zona HIJAU	

Gambar 8. Hasil klasifikasi

Hasil Pengujian *Confusion Matrix*

Setelah melakukan klasifikasi dengan 31 data uji dan membandingkan dengan data aktual maka didapatkan hasil perbandingan kelas aktual dan kelas prediksi (*output sistem*) seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji *Confusion Matrix*

Kelas	Zona Hijau	Zona Merah
Aktual: Zona Hijau	TP = 17	FN = 1
Aktual: Zona Merah	FP = 6	TN = 7
Total	23	8

Dari tabel 2 dilakukan perhitungan akurasi dan presisi dengan menggunakan persamaan 2 dan 3 yaitu:

$$\text{Akurasi} = \frac{17 + 7}{17 + 6 + 1 + 7} \times 100\% = 77,41\%$$

$$\text{Presisi} = \frac{17}{17 + 6} \times 100\% = 73,91\%$$

Hasil Uji *Blackbox*

Sistem yang telah dibangun diuji fungsi-fungsinya dengan pengujian *blackbox* dengan hasilnya sesuai dengan apa yang diharapkan yaitu sistem ini dapat melakukan proses klasifikasi dalam menentukan status zona di kota Kupang. Hasil uji *blackbox* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji *Blackbox*

Input	Fungsi	Hasil Sistem	Hasil Uji
User id, password	Login admin	Berhasil masuk ke sistem	Sesuai
Menu Data	Untuk menampilkan tabel data latih	Ditampilkan tabel data latih	Sesuai
Menu Chart	Untuk menampilkan <i>chart</i> data latih	Ditampilkan <i>chart</i> data latih	Sesuai
Menu Form	Untuk melakukan pengujian	Ditampilkan <i>form</i> pengujian	Sesuai
Tombol Proses Klasifikasi	Untuk melakukan proses klasifikasi data uji	Ditampilkan hasil proses klasifikasi	Sesuai

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil membangun sistem untuk menentukan status zona Kota Kupang berdasarkan 3 kriteria yaitu kasus positif, pasien sembuh dan kasus meninggal dengan menggunakan data harian kasus sejak bulan Januari sampai dengan Juli 2021. Hal ini terbukti dengan hasil pengujian *blackbox* yang telah menguji fungsionalitas dari sistem ini menyatakan bahwa semua fungsi pada sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Berdasarkan hasil dari uji *confusion matrix* didapati bahwa teknik klasifikasi menggunakan metode NBC dengan *dataset* kasus Covid-19 memiliki tingkat akurasi 77,41% serta nilai presisi adalah 73,91%. Hasil ini membuktikan bahwa hasil klasifikasi *dataset* dengan metode NBC dapat digunakan sebagai bahan masukan bagi pengambil keputusan.

Saran

Dilihat dari nilai akurasinya maka pada penelitian selanjutnya sangat mungkin untuk menambah kriteria ataupun menggunakan metode klasifikasi lainnya guna meningkatkan nilai akurasi. Selain itu juga, disarankan pada penelitian selanjutnya dapat menambah jumlah *dataset* dalam proses klasifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Coronavirus disease (COVID-19)." <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19> (accessed Feb. 27, 2022).
- [2] P. Vermonte and T. Y. Wicaksono, "Karakteristik dan Persebaran Covid-19 di Indonesia: Temuan Awal," *CSIS Comment.*, vol. 1, pp. 1–12, 2020.
- [3] W. R. P. COVID-19, "Peta Sebaran," *covid19.go.id*. <https://covid19.go.id/peta-sebaran> (accessed Feb. 27, 2022).
- [4] "Dia adalah pasien COVID-19 pertama di Nusa Tenggara Timur. Sekarang dia menjadi pejuang imunisasi." <https://www.unicef.org/indonesia/id/coronavirus/cerita/dia-adalah-pasien-covid-19-pertama-di-nusa-tenggara-timur-sekarang-dia-menjadi-pejuang> (accessed Feb. 27, 2022).
- [5] A. P. Wibawa, A. C. Kurniawan, H. A. Rosyid, and A. M. M. Salah, "International Journal Quartile Classification Using the K-Nearest Neighbor Method," in *2019 International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)*, Denpasar, Bali, Indonesia, Oct. 2019, pp. 336–341. doi: [10.1109/ICEEIE47180.2019.8981413](https://doi.org/10.1109/ICEEIE47180.2019.8981413).
- [6] M. Misdrum, F. Syarifuddin, and A. A. Widodo, "Klasifikasi Data Set Virus Corona Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier," *Spirit STMIK Yadika J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 12, no. 2, pp. 46–52, 2020.
- [7] M. Ikbali, S. Andryana, and R. T. K. Sari, "Visualisasi dan Analisa Data Penyebaran Covid-19 dengan Metode Klasifikasi Naïve Bayes," *J. JTIC J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 5, no. 4, pp. 389–394, 2021.
- [8] R. S. Pressman, *Rekayasa Perangkat Lunak*, 7th ed. Yogyakarta: ANDI, 2012.
- [9] R. Susanto and A. D. Andriana, "PERBANDINGAN MODEL WATERFALL DAN PROTOTYPING UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI," *Maj. Ilm. UNIKOM*, vol. 14, no. 1, May 2016, doi: [10.34010/miu.v14i1.174](https://doi.org/10.34010/miu.v14i1.174).
- [10] M. F. A. Saputra, T. Widiyaningtyas, and A. P. Wibawa, "Illiteracy Classification Using K Means-Naïve Bayes Algorithm," *JOIV Int. J. Inform. Vis.*, vol. 2, no. 3, p. 153, May 2018, doi: [10.30630/joiv.2.3.129](https://doi.org/10.30630/joiv.2.3.129).
- [11] U. ERKAN and L. GÖKREM, "The Classification of the Students Success Via the Informations Existing in E-School System," *Int. J. Educ. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 225–232, 2016.
- [12] N. Hadianto, H. B. Novitasari, and A. Rahmawati, "KLASIFIKASI PEMINJAMAN NASABAH BANK MENGGUNAKAN METODE NEURAL NETWORK," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 15, no. 2, pp. 163–170, Sep. 2019, doi: [10.33480/pilar.v15i2.658](https://doi.org/10.33480/pilar.v15i2.658).
- [13] M. Sokolova and G. Lapalme, "A Systematic Analysis of Performance Measures for Classification Tasks," *Inf. Process. Manag.*, vol. 45, no. 4, pp. 427–437, 2009, doi: [10.1016/j.ipm.2009.03.002](https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.03.002).