

Aplikasi Prediksi Kesehatan Menggunakan *Machine Learning*

Andry Meylani¹, Edi Surya Negara²

^{1,2}Universitas Bina Darma, Jl. Jenderal A. Yani No. 3 Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia
Telp. 0711-5155821

¹202420009@student.binadarma.ac.id, ²e.s.negara@binadarma.ac.id

Abstrak

Berdasarkan data yang dinyatakan oleh Kementerian Komunikasi dan Informasi yang menilai tingkat penggunaan perangkat seluler dan internet di Indonesia sangatlah tinggi. Salah satu penerapan teknologi perangkat seluler ada pada sistem monitoring kesehatan tubuh. Sistem pemantauan perawatan kesehatan ini akan membantu orang memantau kondisi kesehatan mereka untuk mencegah dan mengendalikan penyakit kronis dan memungkinkan tim medis untuk memantau dan membantu saat dibutuhkan. Pada penelitian ini, sebuah model prediksi kesehatan dan aplikasi mhealth dikembangkan dengan menggunakan salah satu teknik machine learning yaitu Naïve Bayes. Mhealth yang telah diintegrasikan dengan machine learning dapat menentukan kemungkinan individu menjadi sehat, cukup sehat, kurang sehat, dan tidak sehat. Data informasi prediksi kesehatan tubuh yang dikirimkan berupa suhu tubuh, detak jantung, tekanan darah sistolik dan diastolik, respirasi, dan saturasi, yang kemudian ditampilkan pada smartphone. Dengan bantuan aplikasi deteksi Kesehatan, seorang individu dapat mengetahui dan mengatasi pada tahap awal, sehingga dapat mencegah situasi menjadi lebih buruk.

Kata Kunci— *mHealth, Machine Learning, Classification, Naïve Bayes*

Abstract

Based on data stated by the Ministry of Communication and Information, the level of use of mobile devices and the internet in Indonesia is very high. One application of mobile device technology is in the body health monitoring system. This health care monitoring system will help people monitor their health conditions to prevent and control chronic diseases and allow the medical team to monitor and assist when needed. In this study, a health prediction model and mhealth application were developed using one of the machine learning techniques, namely Naïve Bayes. Mhealth which has been integrated with machine learning can determine the possibility of individuals being healthy, moderately healthy, less healthy, and unhealthy. The body health prediction information data sent are in the form of body temperature, heart rate, systolic and diastolic blood pressure, respiration, and saturation, which are then displayed on a smartphone. With the help of the Health detection app, an individual can find out and deal with it at an early stage, to prevent the situation from getting worse

Keywords— *mHealth, Machine Learning, Classification, Naïve Bayes*

1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan perangkat seluler telah meningkat dan tren ini akan berlanjut di tahun-tahun mendatang[1][2]. Karena integrasinya yang luas seiring dengan gaya hidup

pengguna, perangkat seluler dapat mendukung aktivitas pribadi di mana saja dan kapan saja. Selain itu, perangkat seluler mengintegrasikan banyak sensor yang memungkinkan perolehan sinyal yang terkait dengan berbagai aspek tujuan hidup medis atau bantuan di lingkungan yang berbeda[3][4][5].

Perangkat seluler mengintegrasikan sensor dan fitur yang membantu profesional perawatan kesehatan dalam perawatan pasien mereka dengan konektivitas permanen[1][6]. Aplikasi perangkat seluler berguna untuk mengumpulkan data terkait aktivitas fisik, citra tubuh manusia, dan aspek lain yang terkait dengan perawatan kesehatan. Aplikasi pada perangkat seluler membantu dalam praktek tindakan kesehatan, pengumpulan data klinis, dan pelayanan kesehatan. Selain itu, aplikasi ini mendukung profesional kesehatan untuk memantau kondisi kesehatan pasien mereka, memeriksa/berbagi informasi, dan melakukan diagnosis untuk beberapa masalah kesehatan[6].

Aplikasi perangkat seluler yang terkait dengan pengetahuan dan penelitian Kesehatan dikenal sebagai m-health. M-health digunakan oleh profesional perawatan kesehatan dan pasien untuk meningkatkan perawatan kesehatan dan kesehatan masyarakat. Penerapan teknologi mobile berbasis android pada sistem monitoring kesehatan tubuh dilaksanakan berdasarkan data yang dinyatakan oleh Kementerian Komunikasi dan Informasi yang menilai tingkat penggunaan internet di Indonesia sangatlah tinggi[7]. Hal itu dikarenakan jumlah pengguna smartphone smartphone yang cukup besar mencapai 167 juta atau merupakan 89% dari total penduduk Indonesia[8]. Sistem pemantauan perawatan kesehatan ini akan membantu orang memantau kondisi kesehatan mereka untuk mencegah dan mengendalikan penyakit kronis mereka dan memungkinkan tim medis untuk memantau dan membantu mereka saat dibutuhkan. Sistem ini akan sangat membantu tim medis profesional dalam memberikan cara perawatan medis yang baik bagi pasien dan memberikan tindakan tindak lanjut bagi pasien. Dengan demikian, memungkinkan untuk mengurangi korban jiwa karena pekerjaan alat ini memberikan pemantauan kesehatan yang berpotensi bermanfaat.

Menurut penelitian[9], *Application of Health Detector* (AHD) menampilkan data kesehatan tubuh dalam tiga tampilan yaitu tampilan data real-time dan grafik, status Kesehatan, serta history. Dalam tampilan data real-time, data kesehatan tubuh yang ditampilkan dalam bentuk data terbaru yang dibaca oleh sensor node serta menunjukkan grafik keseluruhan. Pada tampilan status kesehatan, menampilkan deteksi berupa sehat, indikasi atau butuh tindakan. Dalam tampilan *history*, seluruh informasi data yang sudah direkam oleh sensor node akan ditampilkan dalam bentuk tabel, yang mempermudah untuk melihat informasi data kesehatan pada waktu sebelumnya[1][9].

Semakin pesat kemajuan dalam *Artificial Intelligence* (AI) dan algoritma kognitif, banyak masalah telah diselesaikan. AI menunjukkan kinerja yang luar biasa dalam tugas yang rumit yang membutuhkan kecerdasan dan intuisi manusia untuk mengenali objek yang akurat. Keberhasilan dalam AI dikaitkan dengan kemajuan pada *Machine Learning* yang merupakan salah satu bidang dari AI[2][10]. *Machine learning* cocok untuk situasi di mana tidak ada aturan yang ditentukan untuk melakukan tugas; Sebaliknya, aturan dipelajari dari *realdata*. *Machine learning* mampu mendeteksi struktur tersembunyi dalam data dan menggunakannya untuk membuat keputusan cerdas[8].

Hingga saat ini, beberapa penelitian mengenai m-health telah berkembang pesat. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menyoroti pentingnya teknologi m-health dalam perawatan kesehatan dan manajemen diri[11]. Pada penelitian [12] berhasil merancang sebuah aplikasi m-health yang mampu memprediksi Gangguan Spektrum Autisme (*Autism Spectrum Disorder*) atau dikenal sebagai ASD. Dengan kata lain, penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi skrining autisme untuk memprediksi ciri-ciri ASD di antara orang-orang dari kelompok usia 4-11 tahun, 12-17 tahun dan untuk orang-orang berusia 18 tahun ke atas.

Menggunakan dataset AQ-10, model yang diusulkan dapat memprediksi autisme dengan akurasi masing-masing 92,26%, 93,78%, dan 97,10% untuk anak, remaja dan dewasa. Selain itu, penelitian ini telah melakukan komparasi dengan beberapa yang berbeda dalam hal kinerjanya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Random Forest-CART* menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada algoritma *Decision Tree-CART*, sedangkan algoritma yang diusulkan (penggabungan *Random Forest-CART* dan *Random Forest-ID3*) memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan *Random Forest-CART* dan *Decision Tree*- algoritma *CART*.

Santiago, dkk. pada penelitiannya [13] mengembangkan CDSS di platform Android yang mampu mengklasifikasikan melalui kuesioner sederhana jika seorang ibu yang baru saja melahirkan berisiko mengalami fase Prediksi Depresi Pascapersalinan (*Predict Postpartum Depression*) atau PPD selama minggu pertama, memungkinkan intervensi dini. Aplikasi android dirancang dan dikembangkan sebagai pendukung keputusan klinis yang mengintegrasikan model *Naïve Bayes* menunjukkan kinerja terbaik. Aplikasi seluler yang dikembangkan dapat digunakan oleh ibu yang baru saja melahirkan maupun dokter yang ingin memantau tes pasiennya. Setelah pengguna menjawab semua pertanyaan tes, klasifikasi sebagai termasuk atau tidak dari populasi berisiko PPD ditampilkan dengan cara yang jelas dan dapat dimengerti. Sehingga penelitian ini dapat memungkinkan prediksi dan deteksi dini PPD karena memenuhi persyaratan pengujian yang efektif dengan tingkat sensitivitas dan spesifisitas yang dapat diterima yang cepat dilakukan, mudah diinterpretasikan, sensitif secara budaya, dan hemat biaya.

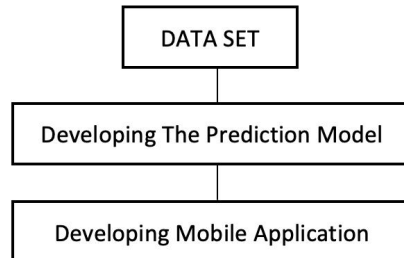
Implementasi pendekatan *machine learning* juga dilakukan pada penelitian [11]. Khan, dkk. telah mengembangkan aplikasi m-Health prediktif cerdas untuk menentukan sebelumnya kemungkinan individu menjadi diabetes, pradiabetik atau nondiabetik; untuk prediksi ini individu tidak memerlukan bantuan medis apa pun. Untuk mengimplementasikan aplikasi prediksi diabetes, sebuah algoritma telah dikembangkan berdasarkan *Naive Bayes Classifier*. Variabel yang digunakan untuk pengumpulan data berupa usia, Indeks Massa Tubuh (IMT), jenis kelamin, kadar gula HbA1c dan riwayat keturunan diabetes. Di antara total 191 responden, 36,8% adalah perempuan dan 63,2% adalah laki-laki dengan usia rata-rata 36 ± 15 (m $\pm$ sd) dan berat rata-rata 64 ± 16 (m $\pm$ sd). Meskipun 68,5% responden tidak mengetahui kadar gulanya (nilai HbA1c), namun responden penderita diabetes sangat mengetahui kadar gulanya. Data yang dikumpulkan melalui survei telah dianalisis menggunakan Korelasi Pearson dan uji χ^2 dan faktor-faktor tersebut ditemukan independen.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, penelitian mengenai prediksi kesehatan telah banyak dilakukan menggunakan pendekatan *machine learning* dengan berbagai algoritma. Penelitian-penelitian tersebut telah berhasil memprediksi suatu kondisi para pengguna. Namun, pada tinjauan Kesehatan, ada hal dasar yang dapat diprediksi yaitu kesehatan berdasarkan variable yang mudah dimengerti masyarakat misalnya, suhu tubuh, detak jantung, tekanan darah sistolik dan diastolik, respirasi, dan saturasi oksigen. Beberapa variable ini mungkin dilewatkan karena kurang adanya hubungan dengan penyakit yang akan dideteksi, namun hal ini merupakan Kesehatan yang cukup penting untuk mencegah kondisi tubuh semakin buruk. Para tenaga kesehatan dapat dengan mudah memprediksi apakah kondisi pasien sehat, cukup sehat, kurang sehat, atau tidak sehat berdasarkan data yang didapatkan. Kesimpulan yang menunjukkan suatu kondisi pengguna diambil berdasarkan data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Pada penelitian ini, sebuah model prediksi kesehatan dan aplikasi m-health dikembangkan dengan menggunakan salah satu teknik *machine learning* yaitu *Naïve Bayes*. M-health yang telah diintegrasikan dengan *machine learning* akan menentukan kemungkinan individu menjadi sehat, cukup sehat, kurang sehat, dan tidak sehat. Namun untuk prediksi ini individu tidak memerlukan bantuan medis apapun. Data informasi prediksi kesehatan tubuh yang dikirimkan berupa suhu tubuh, detak jantung, tekanan darah sistolik dan diastolik, respirasi, dan saturasi, kemudian ditampilkan pada smartphone berbasis aplikasi android.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi prediktif berupa m-health untuk mendeteksi kesehatan berdasarkan parameter yaitu suhu tubuh, detak jantung, tekanan darah sistolik dan diastolik, respirasi, dan saturasi oksigen. Metode yang digunakan terdiri dari 3 tahap yang disesuaikan dengan flowchart berikut,



Gambar 1. Flowchart penelitian

Dataset kesehatan bersumber dari *Kaggle* dataset yang diintegrasikan dengan pendekatan *machine learning*.

Berdasarkan penelitian terdahulu dan sumber lain yang telah dibahas, disimpulkan bahwa penelitian ini akan menggunakan teknik *Naïve Bayes*. Pada penelitian ini dilakukan dalam tahap; *Data collection*, *Evaluating*, dan *Developing Application*.

Data yang diambil berupa dataset pada *Kaggle* yang berjudul *Patient Severity Score for Electronic Health Records*. Dataset berisi 63632 contoh percobaan dengan 4 kelas. Data ini terdiri dari suhu tubuh, detak jantung, respirasi, sistolik, diastolik, dan saturasi.

Pada Tabel 3.1 menunjukkan kolom TEMP sebagai suhu tubuh dengan satuan celcius, PULSE sebagai detak jantung dengan satuan bpm (beats/min), RESPR sebagai respirasi yang dihitung per menit, BPSYS sebagai tekanan darah sistolik dan BPDIAS sebagai diastolic dengan satuan mmHg, POPCT sebagai saturasi oksigen dengan satuan persen (%) dan SCORE merupakan tingkat Kesehatan pasien.

Tabel 1 Contoh Dataset pada Kaggle

TEMP	PULSE	RESPR	BPSYS	BPDIAS	POPCT	SCORE
37	97	14	100	70	100	3
37	81	16	105	65	100	1
37	84	16	122	79	99	0
37	60	16	160	90	100	0
37	71	18	181	86	99	0

Berdasarkan dataset yang ada, TEMP menunjukkan bahwa suhu ideal tubuh manusia adalah 37C. Menurut data (Kemenkes, 2019) suhu tubuh untuk orang dewasa bisa antara 36,5°C–37,5°C. Sebagian besar pasien pada dataset menunjukkan suhu tubuh yang ideal (sehat).

PULSE pada dasarnya merupakan data denyut nadi atau detak jantung yang dihitung berdasarkan berapa kali detak jantung pasien per menit. Menurut (Kemenkes, 2019) denyut nadi untuk orang sehat orang dewasa adalah 60-100 kali/menit. Denyut nadi normal terjadi saat beristirahat dan meningkat saat berolahraga (lebih banyak oksigen dibutuhkan oleh tubuh). Denyut nadi tertinggi dicapai selama olahraga maksimal. Berdasarkan dataset yang ada, sebagian besar pasien menunjukkan denyut nadi yang ideal (sehat).

RESP pada dataset menunjukkan respirasi yang merupakan proses saat kita menghirup oksigen melalui hidung atau mulut. Respirasi dihitung seberapa banyak manusia bernafas per menit. Tingkat pengukuran adalah ketika seseorang beristirahat dengan menghitung jumlah napas per menit dengan menghitung berapa kali dada naik. Menurut (Kemenkes, 2019) kecepatan respirasi normal adalah 12-18 siklus per menit.

Pada tekanan darah dibuat dengan mengambil dua ukuran dan biasanya diukur 120/80 mmHg. Menurut (Kemenkes, 2019), tekanan darah sistolik berarti tekanan maksimum yang dialami oleh tubuh manusia sedangkan tekanan darah diastolik berarti tingkat minimum yang dicapai di setiap napas. BPSYS atau tekanan sistolik normal adalah 120-129 mmHg dan BPDIAS atau tekanan diastolik adalah 80-84 mmHg. Tekanan darah tinggi adalah di atas 140/90 mmHg dengan sistolik sebesar 140 dan diastolic sebesar 90 mmHg.

POPCT merupakan tingkat saturasi berarti berapa banyak oksigen yang dibawa oleh hemoglobin dalam tubuh. Saturasi oksigen normal untuk orang dewasa adalah 95 – 100%. Nilai yang lebih rendah dari 90% dianggap saturasi oksigen rendah, yang membutuhkan pasokan oksigen eksternal.

Dalam mengimplementasikan aplikasi m-health prediksi kesehatan, sebuah algoritma telah dikembangkan dengan mengintegrasikan *Naïve Bayes Classifier* untuk mengklasifikasikan pengguna dengan tingkat skor kesehatan 0,1,2, dan 3. Indikator yang menjadi tolak ukur adalah suhu tubuh, detak jantung, respirasi, tekanan darah sistolik dan diastolik, dan saturasi oksigen.

Metode *Naïve Bayes Classifier* diimplementasikan untuk menghitung ukuran probabilitas setiap kata dan memberikan penilaian untuk setiap kelas [14][15][16].

$$P(H|X) = (P(X|H) * P(H))/P(X) \quad (1)$$

Dimana nilai X adalah data kelas yang tidak diketahui, H adalah hipotesis X pada label tertentu, $P(H|X)$ adalah probabilitas H berdasarkan kondisi X (posteriori), $P(H)$ adalah probabilitas H (prior), $P(X|H)$ adalah probabilitas X dalam hipotesis H, $P(X)$ adalah probabilitas X. Pada algoritma yang digunakan, dibagi menjadi dua bagian yaitu; *training phase* dan *testing phase*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada algoritma yang digunakan, dibagi menjadi dua bagian yaitu; *training phase* dan *testing phase*. Pada bagian *training phase* difungsikan untuk mengolah data training. Tahapan *training phase* dapat dideskripsikan sebagai berikut;

1. Sistem dimulai dengan mengambil data training terkait fitur (*feature*) dan kelas (*class*) (0,1,2,3) sebagai input dan meningkatkan pengetahuan pada sistem.
2. Kemudian, *mean* (μ) dan *varian* (σ) untuk suhu tubuh, detak jantung, tekanan darah sistolik dan diastolik, respirasi, dan saturasi dihitung untuk setiap kelasnya.
3. Selanjutnya, probabilitas untuk kategori data uji suhu tubuh, detak jantung, tekanan darah sistolik dan diastolik, respirasi, dan saturasi dihitung menggunakan persamaan (2), dimana f menunjukkan kategori nilai untuk *feature* x (contohnya, '97' adalah kategori untuk *feature* 'PULSE') dan *class* H. Gambar 3 menunjukkan implementasi algoritma yang dilakukan. Lalu, k sebagai jumlah kemunculan f untuk *feature* x data training pada X.

$$P(H|X) = \frac{k}{\text{Training data pada } X} \quad (2)$$

```

48 # import dataset from csv
49 filecsv = 'ehr.csv'
50 df = pd.read_csv(filecsv, header=0, delimiter=',', encoding='utf-8')
51
52 # setting dataset
53 xtarget = df.drop(df.columns[6], axis=1)
54 ytarget = df[df.columns[6]]
55 xtrain, xtest, ytrain, ytest = train_test_split(xtarget, ytarget, test_size=0.2, random_state=42)
56
57 # using Naive Bayes Algorithm
58 pipeline = Pipeline([
59     ('algo', GaussianNB())
60 ])
61 # training data
62 pipeline.fit(xtrain, ytrain)
63
64 st.subheader('Data training : ' + str(len(xtrain)) + ' with Training accuracy : ' + str(math.ceil(pipeline.score(xtrain, ytrain)*100)) + '%')
65
66 st.subheader('User Input parameters')
67 st.write(iu)
68
69 sd = score_define()
70 st.subheader('Class labels and their corresponding index number')
71 st.write(sd)

```

Gambar 3. Training Phase

Pada *Testing Phase*, probabilitas diasumsikan menunjukkan distribusi normal (*Gaussian*) dalam $P(H|X)$ dihitung menggunakan persamaan (3), karena faktor-faktor ini merupakan kumpulan data. Tahapan pada *testing phase* dapat dideskripsikan sebagai berikut;

1. Untuk data uji, probabilitas untuk suhu tubuh, detak jantung, tekanan darah sistolik dan diastolik, respirasi, dan saturasi $P(H|X)$ dihitung menggunakan persamaan (3) dimana μ (*mean*) dan σ (*varian*), karena faktor-faktor ini diasumsikan menunjukkan distribusi normal (*Gaussian*) dalam kumpulan data.

$$P(H|X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

2. Untuk setiap set kasus uji, probabilitas posterior $P(H|X)$ adalah milik setiap *class* yang telah ditentukan menggunakan persamaan (1). Pembagian dengan bukti sengaja diabaikan karena mengskalakan hasil untuk semua kelas dengan nilai yang sama.
3. Setelah itu, *class* yang memiliki nilai posterior maksimum diambil sebagai *class* yang dihasilkan untuk kumpulan data tertentu menggunakan MAP (*maksimum a posteriori*). Gambar 2 menunjukkan implementasi algoritma yang dilakukan berdasarkan tahapan yang dideskripsikan.

```

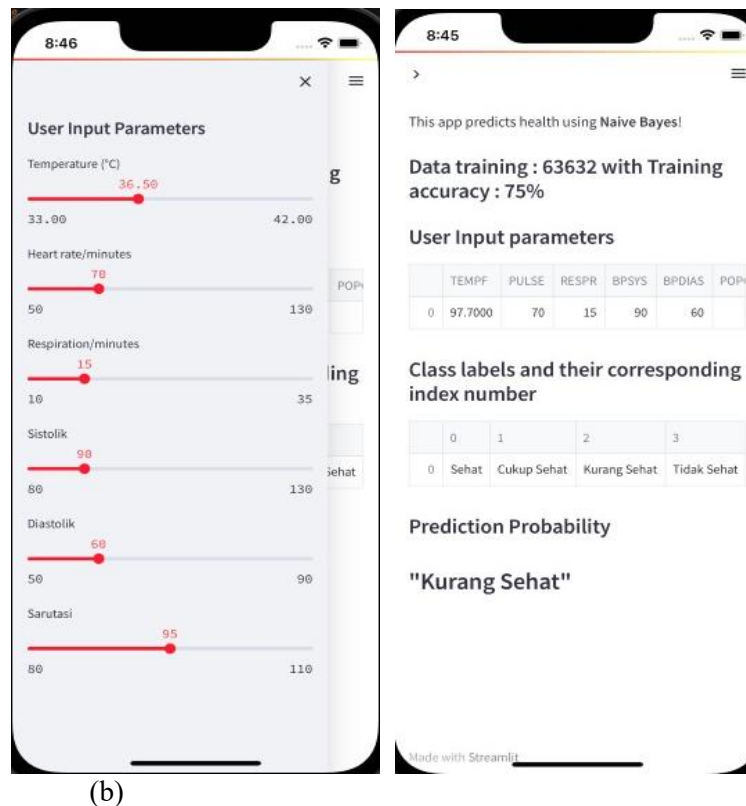
1 # prediction
2 st.subheader('Prediction Probability')
3 predictionoon = pipeline.predict(iu)
4 if predictionoon == 0:
5     st.header('"Sehat"')
6 elif predictionoon == 1:
7     st.header('"Cukup Sehat"')
8 elif predictionoon == 2:
9     st.header('"Kurang Sehat"')
10 else:
11     st.header('"Tidak Sehat"')

```

Gambar 4. Testing Phase

Algoritma prediksi yang telah diimplementasikan dengan *Phyton* diintegrasikan dengan aplikasi bernama '*Application of Health Prediction Detector*' menggunakan *Visual Studio Code*. Kemudian algoritma prediktif yang telah terintegrasi dengan aplikasi mHealth sebagai *backbone*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, pengguna harus memasukkan suhu tubuh, detak

jantung, respirasi, sistolik, diastolik, dan saturasi sebagai *input* data dan aplikasi akan memberikan hasil prediksi Kesehatan.



Gambar 2. (a) Parameter Input *User* (b) Hasil Prediksi Kesehatan

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, data yang diperoleh berfungsi sebagai basis pengetahuan untuk pengembangan sistem. Sehingga, aplikasi perangkat lunak dikembangkan menggunakan fitur dasar seperti suhu tubuh, detak jantung, respirasi, sistolik, diastolik, dan saturasi karena pengguna dapat dengan mudah memberikan input pada aplikasi untuk menerima hasil prediksi.

Singkatnya, hasil penelitian ini memberikan pendekatan yang efektif dan efisien untuk mendeteksi Kesehatan secara cepat dan mudah. Dengan bantuan aplikasi deteksi Kesehatan, seorang individu dapat mengetahui dan mengatasi pada tahap awal, sehingga dapat mencegah situasi menjadi lebih buruk.

Untuk penelitian lebih lanjut, aplikasi dapat lebih dikembangkan dengan mengklasifikasi data berdasarkan usia dan dilakukan secara *real-time*. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengembangkan aplikasi sehingga dapat berguna bagi masyarakat yang ingin mengetahui kesehatannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Edi Surya Negara, M.Kom selaku Dosen pembimbing, Prof. Dr. Ir. Marsudi Wahyu Kisworo, IPU dan Tri Basuki Kurniawan, S.Kom.,

M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Penguji Universitas Bina Darma yang membantu proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Handayani, "Application Of Health Detector (AHD) Dalam Mendeteksi Kesehatan Tubuh Berbasis Android," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 1470–1482, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.1206.
- [2] R. S. H. Istepanian and T. Al-Anzi, "m-Health 2.0: New perspectives on mobile health, machine learning and big data analytics," *Methods*, vol. 151, no. November, pp. 34–40, 2018, doi: 10.1016/j.ymeth.2018.05.015.
- [3] A. S. Handayani, "Penerapan Wireless Sensor Network Sebagai Monitoring Lingkungan Berbasis Android," pp. 224–230, 2019.
- [4] S. Abbasian Dehkordi, K. Farajzadeh, J. Rezazadeh, R. Farahbakhsh, K. Sandrasegaran, and M. Abbasian Dehkordi, "A survey on data aggregation techniques in IoT sensor networks," *Wirel. Networks*, vol. 26, no. 2, pp. 1243–1263, 2020, doi: 10.1007/s11276-019-02142-z.
- [5] I. M. Pires, G. Marques, N. M. Garcia, F. Flórez-revuelta, V. Ponciano, and S. Oniani, "A research on the classification and applicability of the mobile health applications," *J. Pers. Med.*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.3390/jpm10010011.
- [6] G. Marques and R. Pitarma, "MHealth: Indoor environmental quality measuring system for enhanced health and well-being based on internet of things," *J. Sens. Actuator Networks*, vol. 8, no. 3, 2019, doi: 10.3390/jsan8030043.
- [7] A. Maharani and R. R. Neonufa, "Cyberspace sebagai Ruang Pemulihan Trauma Masyarakat yang mengalami Cyberbullying berbasis Rasial," *J. Abdiel Khazanah Pemikir. Teol. Pendidik. Agama Kristen dan Musik Gereja*, vol. 6, no. 1, pp. 1–18, 2022, doi: 10.37368/ja.v6i1.307.
- [8] Faisal Candrasyah Hasibuan and Andri Ulus Rahayu, "Identifikasi Persediaan Makanan di dalam Lemari Pendingin Berbasis Raspberry Pi dan Deep Learning," *Electrician*, vol. 16, no. 1, pp. 94–101, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n1.2231.
- [9] A. Taqwa, A. Silvia, N. Latifah, and H. Rahmat, "Application of Health Detector," vol. 9, pp. 348–354, 2022.
- [10] W. Li et al., "A Comprehensive Survey on Machine Learning-Based Big Data Analytics for IoT-Enabled Smart Healthcare System," *Mob. Networks Appl.*, vol. 26, no. 1, pp. 234–252, 2021, doi: 10.1007/s11036-020-01700-6.
- [11] N. S. Khan, M. H. Muaz, A. Kabir, and M. N. Islam, "Diabetes Predicting mHealth Application Using Machine Learning," *WIECON-ECE 2017 - IEEE Int. WIE Conf. Electr. Comput. Eng. 2017*, no. December, pp. 237–240, 2018, doi: 10.1109/WIECON-ECE.2017.8468885.
- [12] K. S. Oma, P. Mondal, N. S. Khan, M. R. K. Rizvi, and M. N. Islam, "A Machine Learning Approach to Predict Autism Spectrum Disorder," *2nd Int. Conf. Electr. Comput. Commun. Eng. ECCE 2019*, no. April, 2019, doi: 10.1109/ECACE.2019.8679454.
- [13] D. Shin, K. J. Lee, T. Adeluwa, and J. Hur, "Machine learning-based predictive modeling of postpartum depression," *J. Clin. Med.*, vol. 9, no. 9, pp. 1–14, 2020, doi: 10.3390/jcm9092899.
- [14] R. Amanda and E. S. Negara, "Analysis and Implementation Machine Learning for YouTube Data Classification by Comparing the Performance of Classification Algorithms," *J. Online Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 61–72, 2020, doi: 10.15575/join.v5i1.505.
- [15] N. Anggraini, E. S. N. Harahap, and T. B. Kurniawan, "Text Mining - Analisis Teks Terkait Isu Vaksinasi COVID-19," *J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komun.*, vol. 23, no. 2, pp. 141–153, 2021.
- [16] P. A. Prayesy, E. S. Negara, A. Info, and C. Debtors, "Classification of the Fluency Multipurpose of Bank Mandiri Credit Payments Based on Debtor Preferences Using Naive Bayes and Neural Network Method," vol. 7, no. 1, pp. 7–16, 2022, doi: 10.15575/join.v7i1.762.