



Klasifikasi Menggunakan Metode *Random Forest* untuk Awal Deteksi Diabetes Melitus Tipe 2

Reza Fauzan Nur Iskandar^{1✉}, Deden Hardan Gutama², Dhina Puspari Wijaya³, Dita Danianti⁴

Prodi Informatika, Universitas Alma Ata, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia^(1,2,3,4)

DOI: 10.31004/jutin.v7i3.26916

✉ Corresponding author:
[hardan@almaata.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Klasifikasi;
Random Forest;
Diabetes;
Pembelajaran Mesin;
Kecerdasan Buatan

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMTP2) merupakan salah satu penyakit kronis dengan angka prevalensi yang semakin meningkat. Deteksi dini DMTP2 menjadi krusial dalam upaya pengelolaan dan pencegahan penyakit ini. Dalam penelitian ini, kami mengusulkan penggunaan metode *Random Forest* untuk klasifikasi awal DMTP2 berdasarkan faktor resiko. Dataset diperoleh dari UPTD Puskesmas Jatiroto dengan jumlah 1111 data dengan 6 atribut faktor DMTP2 dan 1 label. Pada tahap *Pre-processing*, pengolahan data awal meliputi pembersihan *missing value*, *feature engineering*, dan pemisahan data latih dan uji. Selanjutnya, model *Random Forest* dilatih menggunakan data yang telah divalidasi menggunakan *K-Fold Cross Validation*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model yang diusulkan menghasilkan akurasi rata-rata dari setiap *fold* sebesar 97%. Tahapan akhir melakukan evaluasi model dengan perhitungan *precision*, *recall*, dan *F1-Score* berturut-turut didapatkan hasil sebesar 95%, 97%, dan 96%. Evaluasi model berfokus pada *predicted* label sehingga model dapat melakukan prediksi dengan baik pada kasus permasalahan DMTP2 berdasarkan konfigurasi data yang sejenis.

Keywords:
Classifier;
Random Forest;
Diabetes;
Machine Learning;
Artificial Intelligence

Abstract

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a chronic disease with increasing prevalence. Early detection of DMTP2 is crucial in managing and preventing this disease. In this study, we propose the use of Random Forest method for early classification of T2DM based on risk factors. The dataset was obtained from UPTD Puskesmas Jatiroto with a total of 1111 data with 6 attributes of DMTP2 factors and 1 label. In the pre-processing stage, initial data processing includes cleaning missing values, feature engineering, and separation of training and test data. Next, the Random Forest model is trained using data that has been validated using K-Fold Cross Validation. Experimental results show that the proposed model produces an average accuracy of each fold of 97%. The final stage of evaluating the model by calculating precision, recall, and F1-Score, respectively, obtained results of 95%, 97%, and 96%. Model evaluation focuses on predicted labels so that the model

can predict well in the case of DMTP2 problems based on similar data configurations.

1. LATAR BELAKANG

Teknologi informasi berperan penting dalam era modern, terutama di sektor kesehatan. Namun, industri kesehatan menghadapi tantangan seperti kenaikan biaya layanan, kekurangan tenaga kesehatan berkualitas, dan permintaan akan layanan yang lebih baik. Tantangan ini mendorong penyedia layanan kesehatan untuk mempertimbangkan penyertaan dan penggunaan model layanan kesehatan baru berdasarkan penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang inovatif dan canggih (Al-Jaroodi et al., 2020).

AI dan machine learning telah merevolusi banyak aspek dunia kesehatan dengan solusi komputasi yang efisien dan hemat biaya. Kemunculan kecerdasan buatan telah mengubah konsep sistem kesehatan dengan membantu dalam diagnosis, pengobatan, dan manajemen penyakit (Ghimire et al., 2020). Penelitian diatas mengemukakan bahwasannya AI sangat dibutuhkan pada era modern ini, khususnya di bidang kesehatan, pendidikan dan keuangan. Dikarenakan lebih efisien dan hemat biaya, AI mempunyai peluang yang besar untuk dikembangkan.

Diabetes Melitus (DM) adalah penyakit kompleks yang membutuhkan perawatan medis berkelanjutan, dengan banyak strategi pengurangan resiko multifactorial di luar kontrol glikemik ("A M E R I C A N D I A B E T E S A S S O C I A T I O N STANDARDS OF MEDICAL CARE IN DIABETES-2018," 2018). DM berdampak besar pada dunia kesehatan. Sebagai contoh, International Diabetes Federation (IDF) memperkirakan sedikitnya terdapat 463 juta orang pada usia 20-79 tahun di dunia menderita diabetes pada tahun 2019. Angka prevalensinya mencapai 9,3% dari total penduduk dengan usia yang sama. Berdasarkan dari jenis kelamin-nya, prevalensi diabetes di tahun 2019 mencapai 9% pada perempuan dan 9,65% pada laki-laki (*Infodatin 2020 Diabetes Melitus*, 2020). Kasus di Indonesia, WHO (*World Health Organization*) berasumsi bahwa jumlah orang yang terkena DM di Indonesia dari tahun 2000 sejumlah 8,4 juta dan pada tahun 2030 diperkirakan akan meningkat hingga 21,3 juta jiwa

Menurut Pradana dalam jurnal komparasi metode sebagai klasifikasi penyakit serangan jantung, salah satu kontribusi dalam bidang teknologi untuk memberikan informasi dan solusi mengenai resiko penyakit jantung dengan menerapkan metode pengolahan data atau *data mining* (Pradana et al., 2022). Penelitian oleh Cahya et al. menunjukkan bahwa untuk menangani masalah Diabetes Melitus (DM), salah satu pendekatan adalah menggunakan klasifikasi dengan machine learning, yang memerlukan data mining (Cahya et al., 2021). Penelitian A. Paul et al. mengusulkan penggunaan metode Random Forest (RF) karena kemampuannya yang cepat dan akurat dalam klasifikasi DM. RF tidak hanya menghapus fitur berlebihan tetapi juga secara dinamis mengubah ukuran forest untuk meningkatkan akurasi klasifikasi (Paul et al., 2018).

Breiman (2001) menjelaskan bahwa Random Forest (RF) adalah metode dalam machine learning yang digunakan untuk mengklasifikasikan data dalam jumlah besar (Breiman, 2001). RF pertama kali ditemukan oleh Tin Kam Ho pada tahun 1995 sebagai algoritma ensemble untuk data mining dengan tujuan klasifikasi dan regresi (Kam Ho, 1995). RF termasuk dalam kategori data mining yang menggunakan Supervised Learning. Setiap pohon dalam forest ditanam dengan sampel bootstrap dari dataset pelatihan. Selama pertumbuhan pohon keputusan acak, subset fitur dipilih secara acak pada setiap node. Jumlah pohon di RF ditingkatkan secara iteratif di setiap iterasi yang diusulkan (Paul et al., 2018).

Menurut Primajaya & Sari (2018), Random Forest (RF) memiliki akurasi tinggi dan kesalahan rendah, serta mampu menangani dataset training yang besar. Mereka menggunakan teknik penghapusan data kosong pada atribut tertentu dan mengubah data menjadi numerik. Hasil evaluasi menggunakan confusion matrix menunjukkan akurasi 10-Fold Validation sebesar 71,09% dan akurasi keseluruhan data sebesar 99,45% (Primajaya & Sari, 2018). Penelitian oleh Chea et al. (2022) menyimpulkan bahwa RF lebih akurat dibandingkan Support Vector Machine (SVM). Mereka menggunakan hyperparameter Grid Search untuk mencari parameter terbaik dalam algoritma RF. Hasil pengujian menunjukkan RF memiliki presisi, akurasi, recall, dan F1-Measure yang lebih tinggi daripada SVM. Presisi RF mencapai 99%, akurasi 98%, recall 98%, dan F1-Measure 98% (Junus et al., 2023).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dalam menganalisis faktor risiko Diabetes Melitus tipe 2, berbagai metode machine learning dapat digunakan. Namun, Random Forest (RF) memiliki keunggulan dalam klasifikasi dan prediksi karena menggabungkan hasil dari beberapa Decision Tree. RF juga dapat menangani data besar, melakukan seleksi fitur otomatis, dan memiliki keunggulan lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini memilih RF sebagai metode utama karena keunggulannya dibandingkan dengan metode data mining lainnya. Menurut

Paul et al., kinerja klasifikasi RF meningkat seiring dengan peningkatan jumlah pohon yang terbentuk (Paul et al., 2018).

Berdasarkan latar belakang dan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi terhadap penyakit DM tipe 2 dengan membangun model klasifikasi dari dataset yang bersumber dari UPTD Puskesmas Jatiroto menggunakan metode *Random Forest* (RF).

2. METODE

2.1 Diabetes Melitus Tipe 2

DM merupakan suatu kelompok penyakit metabolic dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena Kerja insulin dan kelainan insulin ataupun salah satu dari keduanya (Endokrinologi Indonesia PEDOMAN PENGELOLAAN DAN PENCEGAHAN DIABETES MELITUS TIPE, 2021). Faktor DM tipe 2 tidak jauh dari gaya hidup yang tidak sehat dan kontrol konsumsi makanan yang tidak beraturan, seperti berlebihan dalam mengkonsumsi makanan mengandung gula, usia, bahkan riwayat keturunan dari penderita.

DM tipe 2 terus meningkat secara signifikan dikarenakan meningkatnya jumlah penderita terus menerus, namun di sisi lain pencegahan bisa dilakukan. Penelitian mengangkat permasalahan klasifikasi terhadap penderita DM tipe 2 berdasarkan beberapa faktor umum penderita DM tipe 2.

2.2 Data Mining

Pengertian Data Mining atau disebut juga Knowledge Discovery in Database (KDD) Adalah suatu kegiatan mengekstrak pengetahuan maupun informasi penting, menggunakan teknik tertentu dari suatu set data berukuran besar. Dapat digunakan untuk memperbaiki pengambilan keputusan dari informasi yang diperoleh dari Data Mining tersebut. Data Mining sendiri terbagi menjadi 2 pengelompokan jenis, yaitu *Supervised Learning* dan *Unsupervised Learning*. Klasifikasi prediksi sendiri tergolong sebagai *Supervised Learning*. Yang merupakan metode pelatihan pada set data berlabel untuk algoritma *Machine Learning*. (Dzakiyullah et al., 2021)

Selain itu, data mining merupakan rangkaian proses untuk menggali nilai tambah berupa informasi yang belum diketahui secara manual dari database. Data mining terutama digunakan untuk mencari informasi dalam database yang besar, sehingga sering disebut Knowledge Documentation Database (KDD) (Dr. Suyanto, 2017).

2.3 Random Forest

Metode *machine learning Random Forest* yaitu salah satu metode di dalam machine learning yang digunakan untuk proses mengklasifikasikan data dalam jumlah yang besar. RF termasuk dalam kategori data mining yang Teknik pembelajarannya menggunakan Supervised Learning (Dzakiyullah et al., 2019). RF adalah pengembangan dari metode Classification and Regression Tree (CART) dengan menerapkan agregasi bootstrap dan metode pemilihan fitur secara acak (Yoga Religia et al., 2021).

RF disebut juga sebagai induk dari DT, karena pada dasarnya mengambil beberapa pohon yang telah tersusun pada tahapan DT. Kumpulan pohon tersebut digunakan untuk mengklasifikasi data ke suatu kelas. Dari banyaknya penggunaan pohon yang terkumpul, maka akan menambah tingkat akurasi yang banyak, yang nantinya hasilnya akan semakin baik [39]. Pada penelitian ini, terdapat beberapa parameter *Random Forest* yang digunakan meliputi *n_estimators*, *criterion*, *max_features*, dan *min_samples_leaf*.

Adapun proses tahapan dalam metode RF, sebagai berikut:

1. Penentuan jumlah pohon yang akan dibangun pada penelitian ini, dalam *sourcecode* sering disebut dengan *n_estimators*.
2. Melakukan *Bagging (Bootstrap Aggregating)*, adalah proses dimana dataset akan dimasukan kedalam setiap *decision tree* (DT) yaitu dengan mengambil sampel atribut dan sampel baris pada dataset.
3. Melakukan pembentukan model DT, setelah diubahnya pada menjadi tabel kontingensi, akan dilakukan pembentukan model DT dengan menggunakan parameter Gini Impurity dengan rumus sebagai berikut:

$$Gini = 1 - \sum_{i=1}^n (P_i)^2 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

K: Nomor label kelas

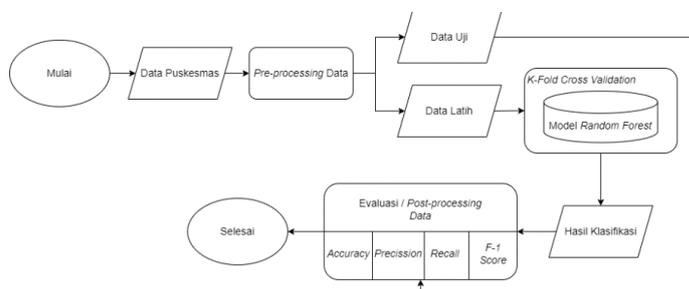
P_i : Proporsi dari kelas label I terhadap total sampel

n : jumlah kelas dalam dataset

4. Lakukan tahapan pembentukan model DT secara berulang hingga ditemukan node atau subpohon keputusan terakhir.
5. Setelah semua tahapan diatas dilakukan secara berulang, maka yang akan menjadi atribut terbaik adalah yang mempunyai mayoritas terbanyak berdasarkan hasil dari setiap tree yang telah dihitung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur yang diusulkan disajikan pada **Gambar 3. 1** dibawah ini dalam bentuk diagram model. Gambar menunjukkan Alur Penelitian yang dilakukan dalam pembangunan model.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu *Quantitative-Experimental*, yaitu penelitian kuantitatif yang merujuk pada penggunaan algoritma atau metode *machine learning* yang tersedia secara bebas dan pendekatan eksperimental untuk menguji kinerja model klasifikasi berdasarkan dataset yang digunakan. Dari konsep model penelitian yang telah diusulkan, dapat dijelaskan diagram model yang diusulkan sebagai berikut:

3.1 Pemahaman Dataset

Penelitian ini menggunakan *secondary* dataset POSBINDU 2022 yang didapatkan dari UPTD Puskesmas Jatiroto. Dalam dataset terdiri 1111 dataset dengan 23 variabel yang akan diolah kembali berdasarkan konsep jurnal dari Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 2019 dengan pembahasan mengenai pencegahan penyakit kronis berdasarkan dataset BRFSS 2019 (Xie et al., 2019). Pada penelitian, variabel fitur dipilih berdasarkan faktor DM tipe 2 serta label riwayat penderita DM tipe 2.

3.2 Pre-processing Data

Tahap ini berupa proses pengolahan data yang dilakukan sebelum masuk pada tahapan permodelan. Pada penelitian ini, *pre-processing* dilakukan dengan memilih variabel yang digunakan untuk permodelan berdasarkan faktor DM tipe 2.

Tabel 3. 1 Informasi Dataset

No.	Variabel	Variabel Baru	Tipe Data	Nilai	
1.	Usia	X1	Numerik	0. 31-40 tahun, 1. 41-50 tahun, 2. 51-60 tahun, 3. 61-70 tahun, 4. 71-80 tahun, 5. >81 tahun	
2.	BMI	X2	Numerik	0. BMI < 18.5, 1. BMI <=18.5 BMI < 25, 2. BMI <=25 BMI <30, 3. BMI <=30 BMI <9999	
3.	Fitur	Jenis Kelamin	X3	Kategorik	0. Perempuan, 1. Laki-Laki
4.		Kurang Aktivitas Fisik	X4	Kategorik	0. Tidak, 1. Ya
5.	Merokok	X5	Kategorik	0. Tidak, 1. Ya	
6.	Status Perkawinan	X6	Kategorik	0. Menikah, 1. Belum Menikah, 2. Janda/Duda	
7.	Label	Riwayat PTM	Y1	Kategorik	0. Tidak Ada, 1. Penyakit Diabetes

Kemudian mengidentifikasi dataset terkait *missing value*, lalu mengelompokkan nilai kelas pada setiap fitur dan label. Pada dataset numerikal, proses dilakukan dengan teknik *loop while*. Pada dataset kategorikal, pengelompokkan kelas dilakukan menggunakan teknik *replace*.

Tabel 3. 2 Pemetaan Dataset

No.	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y1
0.	3.0	1	0	0	0	0	1
1.	2.0	3	0	0	0	0	0
2.	2.0	2	0	0	0	0	1
3.	2.0	3	0	0	0	0	0
4.	1.0	1	0	0	0	0	0
.....
356.	3.0	1	1	0	0	0	1

3.3 K-Fold Cross Validation

Metode statistik yang dapat digunakan sebagai validasi kinerja model, dengan data yang dikelompokkan menjadi dua bagian, data latih dan data validasi berdasarkan nilai "K" yang ditentukan. k-fold akan membagi data menjadi "k" bagian yang sama besar, untuk jumlahnya dibebaskan tetapi tidak terlalu besar dan terlalu kecil. Contoh nilai "k" yang umum digunakan adalah k = 5 atau k = 10 (Widyaningsih et al., 2021).

Ditentukan parameter "n_splits" atau jumlah iterasi "K" yang ditentukan sejumlah 10 kali iterasi serta beberapa parameter pendukung yang telah ditentukan sebelumnya. Lalu pembagian data secara menyeluruh untuk masuk kedalam setiap fold diimplementasikan dengan perintah ".iloc".

3.4 Model Random Forest

Mencakup beberapa proses pembentukan model RF seperti penentuan nilai parameter "n_estimators", "max_features", dan "min_samples_leaf". Lalu menentukan label predictor dan melakukan "fit" model terhadap dataset yang telah dilakukan pengelompokkan data latih dan data uji. Untuk klasifikasi, model yang telah dibuat dengan beberapa parameter akan di-predict sesuai dengan data uji yang telah dibagi.

3.5 Evaluasi Performa Model

Perhitungan ini menghasilkan 4 nilai perhitungan mencakupi accuracy, precision, recall, dan f1-score. Perhitungan akan diimplementasikan terhadap data uji sebagai evaluasi dari data latih yang telah dilakukan pelatihan menggunakan model RF. Pada evaluasi, akan ditentukan apakah model bekerja dengan baik pada actual variable atau predicted variable.

Tabel 3. 3 Tabel confusion matrix

	Actually Positive (1)	Actually Negative (0)
Predicted Positive (1)	348	0
Predicted Negative (0)	9	0

Berdasarkan hasil classification report permodelan menggunakan evaluasi Confusion Matrix, hasil model RF terhadap dataset terfokuskan pada predictor variable dengan performa yang robust dan model tidak terfokus pada actual variable karena pada visualisasi confusion matrix, true positif dan false negaitf mendapatkan hasil precision, recall, dan f1-score yang tinggi. Dapat disimpulkan hasil permodelan bekerja sangat baik pada predicted variable sehingga model dapat dijadikan sistem klasifikasi yang akurat.

Tabel 3. 4 Evaluasi model

Parameter	Nilai
Accuracy	97,48%
Precision	95%
Recall	97%
F1-Score	96%

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menerapkan metode *random forest* untuk klasifikasi awal deteksi diabetes melitus tipe 2, menggunakan *secondary* dataset yang diperoleh dari UPTD Puskesmas Jatiroto. Penelitian menggunakan 7 variabel dengan 6 atribut fitur dan 1 label yaitu "Riwayat PTM". Model *random forest* pada penelitian menerapkan 4 parameter yang digunakan sebagai perhitungan model yaitu "*n_estimators*", "*criterion*", "*max_features*", dan "*min_samples_leaf*". Validasi serta evaluasi menggunakan teknik *cross validation* dengan angka iterasi "*K*" 10 dan evaluasi performa model menggunakan tabel *confusion matrix*. Perhitungan evaluasi mendapatkan hasil *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f-1 score* berturut-turut adalah 97,48%, 95%, 97%, dan 96%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION STANDARDS OF MEDICAL CARE IN DIABETES-2018. (2018). *THE JOURNAL OF CLINICAL AND APPLIED RESEARCH AND EDUCATION*, 41. www.copyright.com
- Al-Jaroodi, J., Mohamed, N., & Abukhousa, E. (2020). Health 4.0: On the Way to Realizing the Healthcare of the Future. *IEEE Access*, 8, 211189–211210. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038858>
- Breiman, L. (2001). *Random Forests* (Vol. 45). <https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/randomforest2001.pdf>
- Cahya, E., Witjaksana, P., Rohmat Saedudin, R., & Widartha, V. P. (2021). PERBANDINGAN AKURASI ALGORITMA RANDOM FOREST DAN ALGORITMA ARTIFICIAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT DIABETES.
- Dr. Suyanto, S. T., M. Sc. (2017). *DATA MINING UNTUK KLASIFIKASI DAN KLASTERISASI DATA*. INFORMATIKA.
- Dzakiyullah, N. R., Burhanuddin, M. A., Ikram, R. R. R., Ghani, K. A., & Setyonugroho, W. (2019). Machine learning methods for diabetes prediction. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(12), 2199–2205. <https://doi.org/10.35940/ijitee.L2973.1081219>
- Dzakiyullah, N. R., Pramuntadi, A., & Fauziyyah, A. K. (2021). Semi-Supervised Classification on Credit Card Fraud Detection using AutoEncoders. *Journal of Applied Data Sciences*, 2(1), 1–07.
- Endokrinologi Indonesia PEDOMAN PENGELOLAAN DAN PENCEGAHAN DIABETES MELITUS TIPE, P. (2021). *PEDOMAN PENGELOLAAN DAN PENCEGAHAN DIABETES MELITUS TIPE 2 DEWASA DI INDONESIA-2021 PERKENI i Penerbit PB. PERKENI*.
- Ghimire, A., Thapa, S., Jha, A. K., Kumar, A., Kumar, A., & Adhikari, S. (2020). AI and IoT Solutions for Tackling COVID-19 Pandemic. *Proceedings of the 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA 2020*, 1083–1092. <https://doi.org/10.1109/ICECA49313.2020.9297454>
- Infodatin 2020 Diabetes Melitus*. (2020). 1–12.
- Junus, C. Z. V., Tarno, T., & Kartikasari, P. (2023). KLASIFIKASI MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE DAN RANDOM FOREST UNTUK DETEKSI AWAL RISIKO DIABETES MELITUS. *Jurnal Gaussian*, 11(3), 386–396. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.11.3.386-396>
- Kam Ho, T. (1995). Random Decision Forests. *AT&T Bell Laboratories*, 278–282. <https://ieeexplore.ieee.org/iel3/4755/13183/00598994.pdf>
- Paul, A., Mukherjee, D. P., Das, P., Gangopadhyay, A., Chintha, A. R., & Kundu, S. (2018). Improved Random Forest for Classification. *IEEE Transactions on Image Processing*, 27(8), 4012–4024. <https://doi.org/10.1109/TIP.2018.2834830>
- Pradana, M. G., Saputro, P. H., & Wijaya, D. P. (2022). KOMPARASI METODE SUPPORT VECTOR MACHINE DAN NAÏVE BAYES DALAM KLASIFIKASI PELUANG PENYAKIT SERANGAN JANTUNG. *Indonesian Journal of Business Intelligence (IJUBI)*, 5(2), 87. <https://doi.org/10.21927/ijubi.v5i2.2659>
- Primajaya, A., & Sari, B. N. (2018). Random Forest Algorithm for Prediction of Precipitation. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining (IJAIMD)*, 1(1), 27–31.
- Widyaningsih, Y., Arum, G. P., & Prawira, K. (2021). APLIKASI K-FOLD CROSS VALIDATION DALAM PENENTUAN MODEL REGRESI BINOMIAL NEGATIF TERBAIK. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 15(2), 315–322. <https://doi.org/10.30598/barekengvol15iss2pp315-322>
- Xie, Z., Nikolayeva, O., Luo, J., & Li, D. (2019). Building risk prediction models for type 2 diabetes using machine learning techniques. *Preventing Chronic Disease*, 16(9). <https://doi.org/10.5888/pcd16.190109>
- Yoga Religia, Agung Nugroho, & Wahyu Hadikristanto. (2021). Klasifikasi Analisis Perbandingan Algoritma Optimasi pada Random Forest untuk Klasifikasi Data Bank Marketing. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(1), 187–192. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2813>