

# Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web

Faisal Hadi<sup>1</sup>, Mutasar<sup>2\*</sup>, Chaeroen Niesa<sup>3</sup>, Amrullah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Fakultas Komputer dan Multimedia, Prodi Informatika, Universitas Islam Kebangsaan Indonesia

\*Corresponding Email: mutasarstmik@gmail.com

## ABSTRAK

Sistem pakar merupakan sistem komputer yang berisi seperangkat aturan untuk memecahkan masalah seperti seorang pakar. Diabetes mellitus merupakan penyakit kronis dikarenakan terdapat gangguan pada sistem metabolisme dalam tubuh, yaitu saat organ pankreas tidak dapat menghasilkan hormon insulin sesuai dengan kebutuhan. Diabetes mellitus dibagi dalam dua tipe yaitu: Diabetes mellitus tipe 1 dan diabetes mellitus tipe 2. Faktor yang paling mempengaruhi seseorang terdiagnosa penyakit diabetes mellitus yaitu faktor keturunan dan obesitas. Salah satu cara untuk mencegah penyakit diagnosa mellitus ini dengan memberikan informasi yang akurat dan jelas di harapkan dapat di terapkan di kehidupan setiap hari. Forward chaining atau yang dapat disebut juga runut maju merupakan penalaran yang dilakukan dari sebuah fakta atau statement yang mengarah pada kesimpulan yang dihasilkan dari fakta tersebut merupakan metode penelitian yang akan digunakan dalam sistem pakar. Sistem pakar ini diharapkan dapat membantu masyarakat umum untuk mendiagnosa penyakit diabetes mellitus sendiri. Sistem pakar diagnosa penyakit diabetes mellitus ini dirancang dengan basis web yang menggunakan bahasa pemrograman yaitu PHP dan MySQL. Pada sistem pakar diagnosa penyakit diabetes mellitus ini, akan diajukan beberapa pertanyaan untuk menemukann jawaban. Setelah semua pertanyaan dapat terjawab, maka akan diketahui hasil diagnosa seperti nama gejala penyakit, definisi penyakit.

**Kata Kunci:** Sistem Pakar, Diabetes Mellitus, Forward Chaining

## ABSTRACT

*An expert system is a computer system that contains a set of rules to solve problems like an expert. Diabetes mellitus is a chronic disease because there are disturbances in the metabolic system in the body, when the pancreas cannot produce the hormone insulin as needed. Diabetes mellitus is divided into two types, namely: Diabetes mellitus type 1 and Diabetes mellitus type 2. The factors that most influence a person being diagnosed with diabetes mellitus are heredity and obesity. One way to prevent the diagnose of diabetes mellitus is to provide accurate and clear information that is expected to be applied in everyday life. Forward chaining or what can also be called forward tracing is reasoning made from a fact or statement that leads to conclusions resulting from these facts is a research method that will be used in an expert system. This expert system is expected to help the general public to diagnose diabetes mellitus by themselves. This expert system for diagnose diabetes mellitus is designed with a web base using programming languages, namely PHP and MySQL. In this expert system for diagnose diabetes mellitus, several questions will be asked to find answers. After all the questions can be answered, the results of the diagnosis will be known such as the name of the symptoms of the disease, the definition of the disease, and ways to prevent diabetes mellitus.*

**Keywords:** Expert System, Diabetes Mellitus, Forward Chaining

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, dikembangkan teknologi yang mampu mengadopsi proses dan cara berpikir manusia, yaitu Artificial Intelligence (Kecerdasan Buatan). Teknologi ini mengandung pengetahuan dan pengalaman yang dimasukkan oleh pakar ke dalam suatu area pengetahuan tertentu

sehingga dapat digunakan oleh siapa saja untuk memecahkan berbagai masalah spesifik. Salah satu penerapannya adalah dalam menentukan diagnosis komplikasi penyakit diabetes mellitus.

Diabetes Mellitus (DM) adalah penyakit yang ditandai oleh gangguan kesehatan di mana kadar gula darah menjadi tinggi akibat kekurangan produksi insulin, hormon yang dihasilkan pankreas untuk mengatur tingkat glukosa dalam tubuh. Penyakit ini sering menjadi perhatian, terutama bagi individu dengan obesitas. Namun, Diabetes Mellitus juga dapat menyerang mereka yang tidak mengalami obesitas. Terdapat dua jenis utama DM: DM tipe 1 atau Insulin Dependent Diabetes Mellitus (IDDM), yang disebabkan oleh kekurangan insulin, dan DM tipe 2 atau Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus (NIDDM), yang disebabkan oleh insulin yang tidak berfungsi dengan baik.

Sistem pakar dirancang untuk mencari solusi yang memuaskan layaknya seorang pakar, memberikan saran, atau kesimpulan yang konsisten terhadap masalah yang dihadapinya. Kekurangan pengetahuan tentang gejala dan penanganan diabetes mellitus, serta terbatasnya jumlah dokter spesialis, menjadi salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan jumlah penderita diabetes mellitus.

## **II. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Analisis Permasalahan**

Diabetes Mellitus (DM) adalah penyakit gangguan kesehatan di mana kadar gula darah seseorang menjadi tinggi akibat kekurangan produksi insulin, hormon yang diproduksi oleh pankreas untuk mengatur tingkat glukosa dalam tubuh. Bagi sebagian besar orang yang mengalami obesitas, penyakit DM menjadi salah satu kondisi yang mengkhawatirkan. Namun, penyakit ini tidak hanya dialami oleh mereka yang mengalami obesitas, tetapi juga oleh individu dengan berat badan normal. DM terbagi menjadi dua tipe utama: DM Tipe 1 (Insulin Dependent Diabetes Mellitus/IDDM): disebabkan oleh kekurangan insulin. DM Tipe 2 (Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus/NIDDM): disebabkan oleh insulin yang tidak berfungsi dengan baik. Saat ini, belum tersedia sistem yang mampu menerapkan pengetahuan dan kemampuan seorang dokter dalam mendiagnosis penyakit DM. Oleh karena itu, keberadaan sistem pakar untuk diagnosis DM diharapkan dapat memudahkan pasien dalam melakukan diagnosis. Sistem pakar dirancang untuk mengadopsi kemampuan dan pengetahuan dokter dalam proses diagnosis. Dalam praktiknya, dokter sering menghadapi ketidakpastian saat menganalisis informasi pasien. Oleh karena itu, metode Forward Chaining dipilih untuk diterapkan dalam sistem pakar diagnosis DM, karena metode ini mampu mengakomodasi ketidakpastian dengan menghasilkan nilai yang menggambarkan tingkat keyakinan seorang pakar. Sistem pakar yang dikembangkan berupa aplikasi berbasis web. Hal ini dikarenakan keterbatasan jumlah dokter spesialis penyakit dalam, terutama di beberapa kota, sehingga aplikasi ini dapat membantu pasien melakukan diagnosis DM di mana saja, seolah-olah sedang berkonsultasi langsung dengan seorang dokter spesialis.

### **2.2 Pengumpulan Data**

#### **a) Pengamatan atau Observasi**

Langkah ini dilakukan untuk mengamati dan mempelajari secara langsung proses identifikasi penyakit DM oleh dokter spesialis. Informasi yang dikumpulkan meliputi cara mendiagnosis gejala DM. Permasalahan yang dihadapi selama proses diagnosis dan Penggolongan jenis DM dan gejalanya pada pasien. Setelah melakukan observasi, ditemukan bahwa belum ada sistem yang mampu mengidentifikasi dan memberikan saran pengobatan untuk DM. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang memiliki kemampuan dan pengetahuan seperti dokter spesialis dalam mendiagnosis penyakit ini.

#### **b) Studi Literatur**

Tahap ini melibatkan pengumpulan referensi yang relevan dengan permasalahan, termasuk teori-teori terkait diagnosis DM, penggunaan metode Forward Chaining dalam sistem pakar, dan teori pendukung lainnya. Dari studi literatur, diperoleh informasi tentang jenis dan gejala DM serta penyebab terjadinya penyakit ini.

#### **c) Wawancara**

Pengumpulan data juga dilakukan melalui wawancara dengan dokter spesialis. Informasi yang diperoleh meliputi: Gejala DM pada manusia. Jenis-jenis penyakit dalam yang berkaitan dengan DM. Nilai Certainty Factor (CF), yaitu tingkat keyakinan dokter terhadap jenis penyakit dan gejala DM.

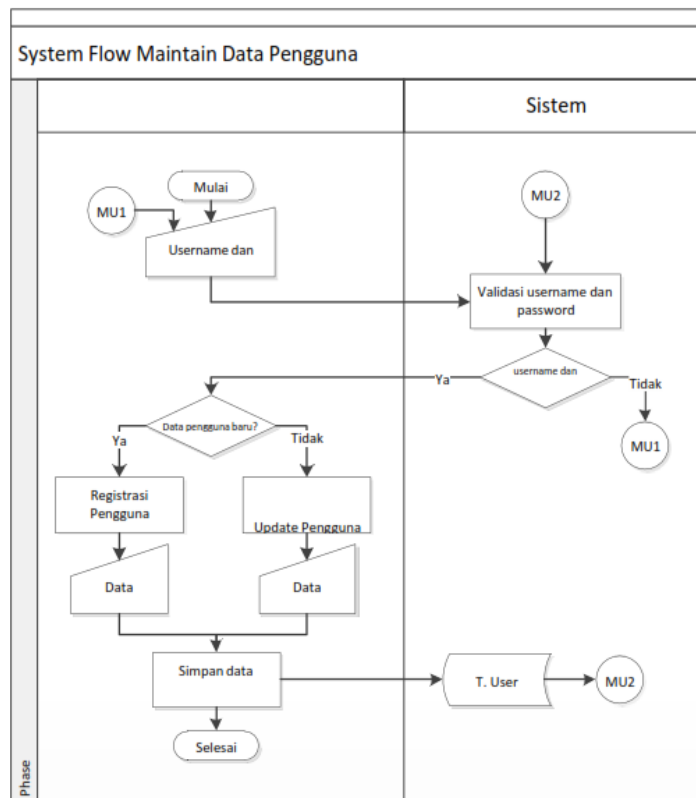
Hasil wawancara memberikan informasi mendetail tentang cara mendiagnosis DM dan nilai CF rule untuk menentukan jenis penyakit serta gejala yang relevan. Data ini menjadi bahan penting dalam pembuatan sistem pakar.

Tahap ini melibatkan pengumpulan referensi yang relevan dengan permasalahan, termasuk teori-teori terkait diagnosis DM, penggunaan metode Forward Chaining dalam sistem pakar, dan teori pendukung lainnya. Dari studi literatur, diperoleh informasi tentang jenis dan gejala DM serta penyebab terjadinya penyakit ini.

**2.3 Perancangan Aplikasi Sistem Pakar**

**2.3.1 System Flow**

*System flow* merupakan gambaran alur kerja yang menggunakan simbol-simbol tertentu untuk menjelaskan aliran kerja dalam sistem pakar diagnosis penyakit Diabetes Mellitus. Dengan adanya *system flow*, analis dapat dengan mudah memahami sistematika aplikasi dan alur kerjanya. *System flow* ini dirancang untuk memudahkan admin dalam mengelola data pengguna aplikasi dengan efektif. Gambaran visual *system flow* proses ini dapat dilihat pada Gambar 1.

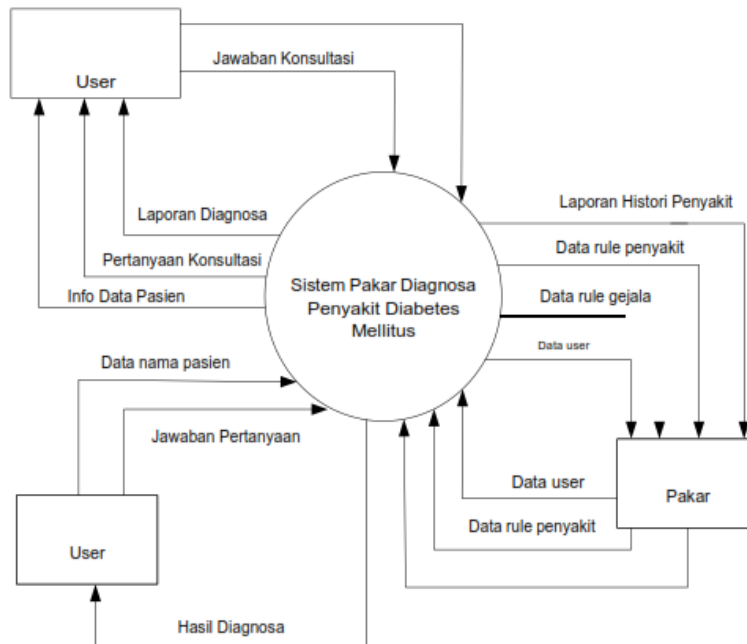


**Gambar 1.** System flow

**2.3.2 Context Diagram**

Context diagram sistem pakar diagnosis penyakit Diabetes Mellitus pada manusia melibatkan tiga entitas eksternal utama, yaitu admin, user, dan guess (pasien). Admin berperan memberikan input berupa data pengguna (user), data pertanyaan, data gejala, dan data penyakit ke dalam sistem. Admin juga menerima output berupa data yang telah diperbarui dalam sistem. User, sebagai pengguna, memberikan input berupa data pasien dan jawaban yang berisi fakta-fakta dari gejala yang dialami pasien. Sebagai hasilnya, user akan menerima output berupa laporan hasil diagnosis dan data pasien untuk melakukan pembaruan data. Sementara itu, guess memberikan input berupa jawaban berdasarkan fakta-fakta dari gejala yang dialami. Sebagai output, guess akan mendapatkan hasil diagnosis dan laporan histori konsultasi. Diagram ini

memberikan gambaran umum aliran data dan interaksi antara sistem dan ketiga entitas eksternal yang mendukung proses diagnosis penyakit Diabetes Mellitus.



**Gambar 2.** Context Diagram

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Perhitungan Forward Chaining dengan Nilai dari Pakar**

Perhitungan menggunakan metode forward chaining dengan nilai yang diberikan oleh pakar menghasilkan informasi yang lebih akurat dibandingkan dengan sekadar spekulasi. Metode ini menggunakan nilai Certainty Factor (CF) dari pakar sebagai dasar untuk menghitung tingkat keyakinan dalam diagnosis. Berikut adalah contoh perhitungan forward chaining menggunakan data gejala dari penyakit Diabetes Mellitus Tipe I:

**Tabel 1.** Data Gejala pada Penyakit Diabetes Mellitus Tipe I

Gejala	Nilai CF
Poliuria (banyak kencing)	0,90
Polidipsi (banyak minum)	0,80
BB Turun (berat badan menurun)	0,40
Rasa seperti flu dan lemah	0,75

Proses perhitungan untuk menentukan tingkat keyakinan diagnosis menggunakan forward chaining dilakukan dengan menggabungkan nilai CF setiap gejala. Rumus dasar untuk menggabungkan nilai CF adalah:

$$CF_{combine} = CF_1 + (CF_2 \times (1 - |CF_1|))$$

Langkah-langkah perhitungan:

Kombinasikan nilai CF dari dua gejala pertama:

$$CF_{combine\_1} = CF_{poliuria} + (CF_{polidipsi} \times (1 - |CF_{poliuria}|))$$

$$CF_{combine\_1} = 0,90 + (0,80 \times (1 - 0,90)) = 0,90 + (0,80 \times 0,10) = 0,90 + 0,08 = 0,98$$

Kombinasikan hasil sebelumnya dengan gejala ketiga (BB Turun):

$$CF_{combine\_2} = CF_{combine\_1} + (CF_{BB\ Turun} \times (1 - |CF_{combine\_1}|))$$

$$CF_{combine\_2} = 0,98 + (0,40 \times (1 - 0,98)) = 0,98 + (0,40 \times 0,02) = 0,98 + 0,008 = 0,988$$

Kombinasikan hasil sebelumnya dengan gejala keempat (Rasa seperti flu dan lemah):

$$CF_{combine\_3} = CF_{combine\_2} + (CF_{flu\ dan\ lemah} \times (1 - |CF_{combine\_2}|))$$

$$CF_{combine\_3} = 0,988 + (0,75 \times (1 - 0,988)) = 0,988 + (0,75 \times 0,012) = 0,988 + 0,009 = 0,997$$

Nilai CF combine akhir sebesar 0,997, yang menunjukkan tingkat keyakinan diagnosis untuk penyakit Diabetes Mellitus Tipe I berdasarkan gejala yang teridentifikasi.

Proses ini menunjukkan bagaimana nilai dari pakar digunakan untuk memberikan hasil yang lebih terukur dan akurat dalam sistem pakar diagnosis penyakit. Berikut adalah proses perhitungan forward chaining untuk Penyakit Diabetes Mellitus Tipe II menggunakan data gejala dan nilai Certainty Factor (CF) yang diberikan.

**Tabel 2. Data Gejala pada Penyakit Diabetes Mellitus Tipe II**

Gejala	Nilai CF
Mata kabur	0,60
Luka yang sukar sembuh	0,80
Rasa kesemutan	0,50

Nilai CF combine akhir untuk penyakit Diabetes Mellitus Tipe II adalah **0,96**, yang jika dikonversi ke persentase menjadi:

$$0,96 \times 100\% = 96\%$$

Berdasarkan perhitungan, sistem pakar menunjukkan tingkat keyakinan diagnosis penyakit Diabetes Mellitus Tipe II sebesar **96%**, berdasarkan data gejala yang diidentifikasi. Nilai ini diperoleh dengan menggunakan metode *forward chaining* dan kombinasi nilai *Certainty Factor*.

### 3.2. Pembahasan Interface

Interface dalam perancangan sistem informasi merupakan antarmuka yang berfungsi sebagai media interaksi antara pengguna (user) dengan sistem. Dalam sistem ini, semua interface dirancang untuk diakses melalui halaman browser internet.

#### A. Halaman Utama

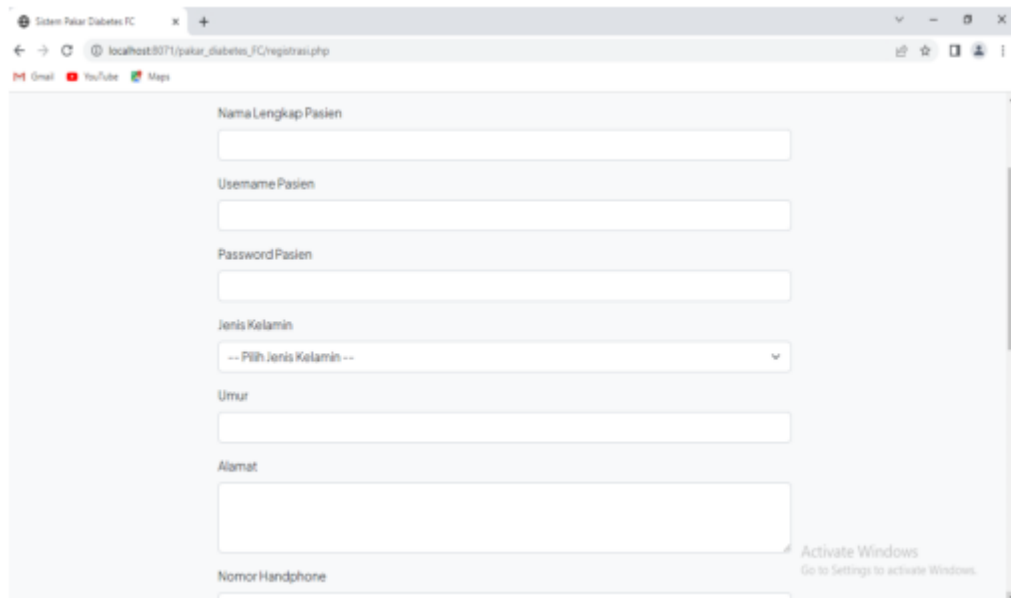
Halaman utama digunakan untuk melakukan pendaftaran administrator agar dapat membuat akun pada aplikasi. Halaman ini menyediakan formulir pendaftaran yang dirancang untuk mempermudah admin dalam mengakses sistem. Tampilan formulir pendaftaran dapat dilihat pada Gambar berikut.



**Gambar 3.** Halaman utama

### B. Halaman Pendaftaran Akun

Halaman Pendaftaran Akun merupakan antarmuka yang dirancang untuk memungkinkan pasien membuat akun pada aplikasi. Halaman ini menyediakan formulir pendaftaran yang sederhana dan intuitif, sehingga pasien dapat dengan mudah mengisi data yang diperlukan untuk membuat akun. Tampilan dari halaman ini dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 4.** Pendaftaran Akun

## IV. SIMPULAN

Aplikasi sistem pakar diagnosis penyakit Diabetes Mellitus ini memberikan kemudahan dalam pengambilan keputusan medis, baik untuk dokter maupun pasien. Dengan menggunakan metode Forward Chaining, aplikasi ini dapat membantu pasien mengetahui persentase kemungkinan penyakit diabetes yang mereka alami berdasarkan gejala yang diidentifikasi. Selain itu, Forward Chaining juga menjadi alternatif yang efektif dalam melakukan perhitungan dan diagnosis penyakit, karena mampu mengakomodasi ketidakpastian dan memberikan tingkat keyakinan yang akurat. Dengan demikian, aplikasi ini tidak hanya mempermudah proses diagnosis, tetapi juga memberikan dukungan penting dalam pengelolaan kesehatan pasien secara lebih efisien dan tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, C. F., Nisa, A. F., Mutiarawati, R., Khoirunnisa, S., & Rosyani, P. (2023). Sistem Pakar Menentukan Menu Makanan untuk Penderita Diabetes dengan Metode Forward Chaining. *Journal of Research and Publication Innovation*, 1(3), 556-561.
- [2] Aandanu, A., Hutahaean, J., & Rahayu, E. (2022). Penerapan Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Mellitus. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(2), 983-992.
- [3] Aristanto, R., & Chandra, A. Y. (2022). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus Dengan Menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Web (Studi Kasus: Puskesmas Kecamatan Sambit Ponorogo). *Jurnal Sains dan Teknologi (JSIT)*, 2(2), 60-67.
- [4] Biau, G., & Scornet, E. (2021). A random forest guided tour. *TEST*, 25(2), 197-227. <https://doi.org/10.1007/s11749-016-0481-7>
- [4] Chen, J., & Ishwaran, H. (2022). Random forests: A comprehensive guide to the theory and applications. *Journal of Statistical Software*, 100(1), 1-36. <https://doi.org/10.18637/jss.v100.i01>

- [5] Husna, A., Hasdina, N., & Rijal, H. (2024). Implement the Analytical Hierarchy Process (AHP) and K-Nearest Neighbor (KNN) Algorithms for Sales Classification. *Journal of Advanced Computer Knowledge and Algorithms*, 1(4), 84-88.
- [6] Gonzalez, J., & Garcia, A. (2023). Enhancing predictive accuracy in healthcare using Random Forest algorithms. *Journal of Biomedical Informatics*, 132, 104-115. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2023.104115>
- [7] Hasdina, N. (2024). Predictive Modeling of Broiler Chicken Production Using the Naive Bayes Classification Algorithm. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, 21(1), 22-28.
- [8] Cutler, D. R., Edwards Jr, T. C., Beard, K. H., Cutler, D. R., & Hess, K. T. (2020). Random forests for classification in ecology. *Ecology*, 81(11), 2783-2792. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[2783:RFCCIE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2783:RFCCIE]2.0.CO;2)
- [9] Hasdina, N., Dinata, R. K., Retno, S., Fajri, T. I., & Mutasar, M. (2024). Sosialisasi Peningkatan Pengelolaan dan Efisiensi Sistem Informasi Perpustakaan Kitab di Dayah Darul Ulum Desa Alue Awe Kota Lhokseumawe. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 5(2), 2003-2008.
- [10] Kumar, A., & Singh, A. (2021). Application of Random Forest in predicting the risk of heart disease. *International Journal of Health Sciences*, 15(1), 45-52. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v15n1.1234>.
- [11] Hasdina, N., Rahmat, M., & Rahmati, A. H. (2024). Decision Support System for Eligibility of Subsidized Livable Housing Using Simple Additive Weighting Method in Pulo Village. *Jurnal Elektronika dan Teknologi Informasi*, 5(1), 1-6.
- [12] Zhou, Z. H. (2021). Ensemble methods: Foundations and algorithms. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780429279780>
- [13] Friedman, J. H. (2022). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *Annals of Statistics*, 29(5), 1189-1232. <https://doi.org/10.1214/aos/1013203451>
- [14] Hasdina, N., Dinata, R. K., & Retno, S. (2023). A Web-Based Decision Support System Implementation for Evaluating Premier Smartphone Brands Using Weighted Product Method. *SMATIKA JURNAL: STIKI Informatika Jurnal*, 13(02), 329-338.
- [15] Liaw, A., & Wiener, M. (2020). Random Forest: Breiman's original implementation. R package version 4.6-14. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/index.html>
- [16] García, S., et al. (2021). A survey of data preprocessing techniques in Random Forest. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 35(3), 1-30. <https://doi.org/10.1007/s10618-021-00745-0>
- [17] Dinata, R. K., Adek, R. T., Hasdina, N., & Retno, S. (2023, August). K-nearest neighbor classifier optimization using purity. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2431, No. 1). AIP Publishing.
- [18] Hasdina, N., Fajri, T. I., & Jabar, M. (2023). Sistem Penentuan Prioritas Penerima Rehab Rumah Dhuafa Menggunakan Metode TOPSIS Berbasis Web. *INFORMAL: Informatics Journal*, 8(1), 85-93.
- [19] Hasdina, N., Dinata, R. K., & Retno, S. (2023). Analysis of the Topsis in the Recommendation System of PPA Scholarship Recipients at Universitas Islam Kebangsaan Indonesia. *Jurnal Transformatika*, 21(1), 28-37.
- [20] Komaria, V., El Maidah, N., & Furqon, M. A. (2023). Prediksi Harga Cabai Rawit di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Model Lee. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 12(2), 37-47.
- [21] Dinata, R. K., Retno, S., & Hasdina, N. (2021). Minimization of the Number of Iterations in K-Medoids Clustering with Purity Algorithm. *Rev. d'Intelligence Artif.*, 35(3), 193-199.
- [22] Dinata, R. K., Safwandi, S., Hasdina, N., & Mahendra, R. (2020). Kombinasi Algoritma Brute Force dan Stemming pada Sistem Pencarian Mashdar. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 5(2), 273-278.
- [23] Hasdina, N., & Dinata, R. K. (2020). Analisis Matthew Correlation Coefficient pada K-Nearest Neighbor dalam Klasifikasi Ikan Hias. *INFORMAL: Informatics Journal*, 5(2), 57-64.
- [24] Dinata, R. K., Safwandi, S., Hasdina, N., & Azizah, N. (2020). Analisis k-means clustering pada data sepeda motor. *INFORMAL: Informatics Journal*, 5(1), 10-17.
- [25] Dinata, R. K., Akbar, H., & Hasdina, N. (2020). Algoritma K-Nearest Neighbor dengan Euclidean Distance dan Manhattan Distance untuk Klasifikasi Transportasi Bus. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(2), 104-111.
- [26] Kumar, V., & Singh, A. (2022). Random Forest for predicting stock market trends. *Journal of Financial Markets*, 55, 100-115. <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2022.100115>.
- [27] Retno, S., Dinata, R. K., & Fortilla, Z. A. (2023). Sistem Informasi Perpustakaan Prodi Teknik Informatika Universitas Malikussaleh. *Jurnal Elektronika dan Teknologi Informasi*, 4(2), 6-13.
- [28] Alvanof, M., & Dinata, R. K. (2024). Penerapan Algoritma Random Forest dalam Deteksi dan Klasifikasi Ransomware. *Jurnal Elektronika dan Teknologi Informasi*, 5(2), 23-31.
- [29] Hasdina, N., & Dinata, R. K. (2024). Comparative Analysis of K-Medoids and Purity K-Medoids Methods for Identifying Accident-Prone Areas in North Aceh Regency. *Scientific Journal of Informatics*, 11(2), 263-272.
- [30] Lubis, A. A. M. A., Dinata, R. K., & Aidilof, H. A. K. (2024). Classification of Heart Disease Using Modified K-Nearest Neighbor (MKNN) Method. *Journal of Advanced Computer Knowledge and Algorithms*, 1(2), 31-37.
- [31] Dinata, R. K., & Rizki, A. M. (2024). Web-Based Asset Management Information System for Enhanced Asset Tracking at The Land Office of Bireuen District. *IndOmera*, 5(1), 14-20.
- [32] Dinata, R. K., Bustami, B., Retno, S., & Daulay, A. P. B. (2022). Clustering the Spread of ISPA Disease Using the Fuzzy C-Means Algorithm in Aceh Utara. *International Journal of Information System and Innovative Technology*,

- 1(2), 21-30. Zhang, Y., & Wang, L. (2023). Random Forest for feature selection in high-dimensional data. *Journal of Computational Biology*, 30(2), 123-135. <https://doi.org/10.1089/cmb.2022.0123>
- [33] Boulesteix, A. L., & Janitza, S. (2020). Random Forests in bioinformatics: A review. *Briefings in Bioinformatics*, 21(1), 1-12. <https://doi.org/10.1093/bib/bbz045>.
- [34] Retno, S., Hasdyna, N., & Yafis, B. (2024). K-NN with Purity Algorithm to Enhance the Classification of the Air Quality Dataset. *Journal of Advanced Computer Knowledge and Algorithms*, 1(2), 42-46.
- [35] Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2020). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7>.
- [36] Utami, Y. P., Triayudi, A., & Handayani, E. T. (2021). Sistem Pakar Deteksi Penyakit Diabetes Mellitus (DM) Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor Berbasis Android. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 5(1), 49-55.