

Literature Reviews: Penggunaan Multilayer Perceptron untuk Klasifikasi Diabetes Melitus

Yafet Rafael Pontoh¹, Hafid Yahya², Muhdiatul Zannah³, Rahmawati⁴

Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46, Kel.Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia.

SUBMISSION TRACK

Submitted : 7 November 2024
Accepted : 13 November 2024
Published : 14 November 2024

KEYWORDS

Diabetes, Artificial Intelligence, Artificial Neural Network, Multilayer Perceptron, MLP, Classification, Diabetes Mellitus.

CORRESPONDENCE

E-mail: yafetrafael.yr@gmail.com,
hafidyahya@gmail.com,
muhdiatulzannah@gmail.com,
rhmawt5223@gmail.com

A B S T R A C T

Diabetes Mellitus or commonly known as diabetes is a chronic metabolic disease characterized by high blood sugar levels (hyperglycemia) due to impaired body ability to produce insulin. Based on data from the International Diabetes Federation (IDF), the number of diabetes sufferers will increase rapidly in 2024 to 700 million people. Therefore, we need to find out what are the triggers for contracting diabetes mellitus. One of them is by using the machine learning method. Machine learning is used to classify what factors can be the possibility of contracting diabetes mellitus. One of the well-known methods for making this classification is the Multilayer Perceptron (MLP) method, which is a type of artificial neural network (ANN) consisting of several layers, where each layer has nodes that are interconnected. Its advantage is that it is able to handle non-linear relationships between complex data features - including patient data and diseases in patients - so this method is said to be very relevant for this study. Researchers also compared the accuracy of MLP with several other algorithms, such as Random Forest, Support Vector Machine, and K-Nearest Neighbors. This is intended to evaluate the effectiveness of MLP in classifying diabetes mellitus compared to other methods. In addition, researchers also want to overcome the weaknesses of traditional methods in classifying diabetes and offer solutions based on artificial intelligence, by utilizing MLP in processing medical data and paying attention to parameters or features that can affect patients with diabetes. Several techniques in machine learning, such as regularization and hyperparameter optimization can prevent overfitting, data normalization and dimensionality reduction are used to improve the quality of input given to the model, so as to maximize accuracy and make the diagnosis process faster and more precise. The results obtained show that MLP has good performance in classifying this disease, compared to other algorithms. MLP gets more stable and higher results. Overall, it can be said that the application of MLP makes a significant contribution to improving the diabetes diagnosis system and is expected to be applied in the health system.

Pendahuluan

Diabetes Mellitus (DM), juga dikenal sebagai diabetes, adalah penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan hiperglikemia, yaitu kadar gula tinggi yang disebabkan oleh gangguan kemampuan tubuh untuk menghasilkan insulin. Insulin merupakan hormon polipeptida yang dihasilkan oleh sel-sel pulau Langerhans di pankreas yang berfungsi untuk mengendalikan metabolisme karbohidrat dan berperan penting dalam regulasi kadar glukosa dalam darah (Hasanah, 2008).

Menurut Kurniawan (2023), *Diabetes* adalah penyakit kronis jangka panjang yang dapat terjadi akibat gangguan pada metabolisme tubuh, ditandai dengan kadar gula darah yang tinggi. Kondisi ini tidak hanya dapat menyebabkan kematian dini, tetapi juga menjadi faktor pemicu untuk berbagai masalah kesehatan serius lainnya, seperti kebutaan, penyakit ginjal, dan jantung (Kurniawan, 2023).

Menurut data *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2021, mencatat sebanyak 537 juta orang dewasa di seluruh dunia menderita penyakit *diabetes*. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat tajam, dan pada tahun 2045 diperkirakan sebanyak 700 juta orang akan mengidap penyakit ini di seluruh dunia. Hal ini menjadi urgensi bagi peneliti untuk mengembangkan metode yang dapat mendiagnosa penyakit *diabetes*, sehingga dapat dilakukan pengelolaan dan pencegahan komplikasi dengan baik dan benar.

Salah satu pendekatan untuk mendiagnosanya adalah dengan menggunakan algoritma *machine learning*. *Machine learning* menjadi solusi yang cepat dan akurat dalam menganalisis data medis, terutama ketika memiliki volume data yang sangat besar. Keunggulannya, *Machine learning* dapat mengenali pola-pola risiko dari faktor-faktor yang memengaruhi kemungkinan seseorang mengidap penyakit ini. Fokus utama penulis dalam pengaplikasian model *machine learning* adalah dengan menggunakan model *Multilayer Perceptron* (MLP).

Multilayer perceptron atau yang disingkat MLP adalah jenis *artificial neural network* (ANN) yang terdiri dari beberapa lapisan *neuron* (*input*, *hidden*, dan *output*). *Multilayer processing* memiliki kemampuan untuk menangkap pola kompleks dalam data dengan cara mentrain data yang melibatkan pengaturan bobot sinaptik berdasarkan data yang diberikan. Dalam kasus ini, *multilayer perceptron* dapat digunakan untuk menganalisa berbagai faktor risiko dan beberapa indikator yang menyebabkan seseorang dapat mengidap penyakit *diabetes* melitus.

Multilayer Perceptron (MLP) bekerja dengan *supervised learning*, di mana jaringan dilatih menggunakan data input dan target output yang telah diketahui. Jenis dari model *Multilayer Perceptron* ini adalah klasifikasi. Menurut Larose (2004), klasifikasi adalah proses penempatan objek berdasarkan karakteristik atau sifat yang sama dengan tujuan untuk mempelajari fungsi-fungsi yang berbeda dan memetakan masing-masing data terpilih ke dalam satu label yang sama yang telah ditetapkan sebelumnya (Anun & Zailani, 2020). Salah satu kelebihan dalam menggunakan metode klasifikasi MLP ini adalah MLP dapat mengenali pola non-linear yang sering muncul dalam data medis.

Namun, keberhasilan MLP dalam mengklasifikasi penyakit *diabetes mellitus* juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kualitas dataset, teknik preprocessing, pemilihan fitur yang tepat, serta pengaturan parameter model (seperti jumlah *layer* dan *neuron*). Menurut Fauzi & Yunial (2022), salah satu cara untuk melihat bahwa algoritma dalam *machine learning* ini bekerja secara optimal atau tidak adalah dengan melihat nilai akurasi dari algoritma tersebut, dan juga melihat apakah algoritma tersebut dapat dioptimalkan lagi nilai akurasinya dengan melakukan suatu prediksi berdasarkan data yang diolah atau tidak. Hal ini dapat dilihat dari jurnal-jurnal terkait dengan penelitian klasifikasi ini. Oleh karena itu, diperlukannya pembuatan *literature review* ini.

Literature review bertujuan untuk meninjau penelitian yang ada dalam penggunaan MLP untuk mengklasifikasi penyakit *Diabetes Mellitus*, mengidentifikasi hasil dan temuan utama, serta membantu dalam memberikan tantangan dan arah penelitian di masa mendatang dalam bidang ini.

Perumusan Masalah

Penulis membuat beberapa perumusan masalah berikut berdasarkan tujuan studi literatur review:

1. Bagaimana *Multilayer Perceptron* (MLP) berfungsi untuk mengklasifikasi *Diabetes Mellitus*?
2. Karakteristik apa saja yang dapat mempengaruhi performa MLP dalam klasifikasi *Diabetes Mellitus*?
3. Bagaimana performa MLP dibandingkan dengan metode machine learning lainnya dalam klasifikasi *Diabetes Mellitus*?
4. Bagaimana prospek penelitian dan pengembangan terkait penerapan MLP untuk klasifikasi *Diabetes Mellitus*?

Metode yang Sering Digunakan

Studi literatur review ini akan mempelajari berbagai metode yang sering digunakan untuk mengklasifikasi *diabetes mellitus* dengan *Multilayer Perceptron* (MLP) dan metode pendukung lainnya, sebagai berikut:

- *Multilayer Perceptron* (MLP)

Digunakan untuk mengklasifikasi diabetes karena kemampuannya dalam mengenali pola non-linear dalam data medis, terutama ketika mengevaluasi berbagai faktor risiko.

- *Bayesian Methods*

Digunakan untuk meningkatkan akurasi prediksi dengan memanfaatkan probabilitas dalam pengambilan keputusan diagnostic bersama MLP.

- *Enhanced and Adaptive Genetic Algorithm* (EAGA)

Digunakan untuk memilih fitur yang relevan dalam dataset, membantu model klasifikasi dengan menghilangkan fitur yang tidak penting, dan meningkatkan kualitas data.

- *Random Forest* (RF)

Algoritma ensemble yang kuat untuk pengklasifikasian data kompleks dan digunakan untuk mengurangi risiko overfitting dan menghasilkan model yang stabil.

- *Long Short-Term Memory* (LSTM):

Digunakan untuk analisis prediktif untuk memproyeksikan risiko diabetes di masa depan. Cocok untuk data yang membutuhkan pemahaman terhadap urutan waktu.

- *Logistic Regression* (LR)

Digunakan untuk membandingkan performa model, terutama untuk pengklasifikasian kategori diabetes sederhana.

- *Multiple Linear Regression* (MLR)

Digunakan untuk menemukan variabel penting dalam dataset dan memodelkan hubungan antara beberapa fitur biologis dengan variabel target, seperti kadar kreatinin.

- *LightGBM dan XGBoost* (Ensemble Models)

Digunakan dalam prediksi diabetes dengan tingkat akurasi dan efisien, efektif dalam mengelola data yang besar dan kompleks, serta menonjol dalam pemrosesan cepat.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dibuat, peneliti memberikan beberapa tujuan penelitian dengan harapan dapat memberikan fokus pembahasan kepada pembaca, yaitu sebagai berikut:

1. Mengevaluasi kinerja *Multilayer Perceptron* (MLP) dalam Klasifikasi *Diabetes Mellitus*.
2. Menemukan karakteristik atau parameter penting yang mempengaruhi performa MLP dalam Klasifikasi *Diabetes Mellitus*.
3. Membandingkan Performa MLP dengan Metode *Machine Learning* lain dalam Klasifikasi *Diabetes Mellitus*.
4. Mengkaji arah penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan MLP untuk Klasifikasi *Diabetes Mellitus*.

Hasil yang Diharapkan

Dengan membuat literature review, terdapat beberapa aspek hasil yang diharapkan pada penelitian literatur review mengenai penggunaan Multilayer Perceptron (MLP) dalam klasifikasi Diabetes Mellitus:

1. Membuat tinjauan menyeluruh tentang seberapa efektif MLP dan algoritma lain dalam klasifikasi diabetes.
2. Mengidentifikasi metode yang paling akurat dan efisien untuk diagnosis diabetes berdasarkan hasil studi.
3. Membuat rekomendasi untuk parameter dan teknik terbaik dalam pemodelan MLP untuk mendukung keputusan medis.
4. Memberikan wawasan bagi peneliti masa depan tentang penggunaan MLP dan metode lain untuk klasifikasi penyakit.

Metodologi Penelitian

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR), yang berguna untuk mengumpulkan data dan informasi, mengevaluasi, dan mensintesis literatur yang sesuai dan relevan dengan topik penggunaan *Multilayer Perceptron* (MLP) dalam klasifikasi *Diabetes Mellitus*. SLR memiliki tujuan untuk menganalisis bukti-bukti yang terkait pada topik penelitian, sehingga dapat memberikan kesimpulan yang komprehensif (Triandini, Indrawan, Putra, Iswara, & Jayanatha, 2019). Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam SLR adalah sebagai berikut:

1. Certainty Factor, yaitu faktor dalam sistem pakar yang digunakan untuk memastikan keakuratan hasil dalam kondisi ambiguitas dan ketidakpastian dalam penarikan kesimpulan (Prasetya, Cahyani, Dewata, & Rosyani, 2022). Sistem pakar adalah sistem yang digunakan untuk meniru keahlian manusia di bidang tertentu dengan menggunakan basis pengetahuan. Sistem pakar dapat melakukan Analisa, memberikan solusi, dan pendukung pengambilan keputusan secara otomatis (Bendanu, Bajuri, Febrian, Ilham, & Rosyani, 2023; Anggraini, Indra, Khoirusofi, Azis, & Rosyani, 2023)
2. Research Question, memfokuskan pada beberapa pertanyaan kunci yang dapat membantu untuk mengarahkan tujuan penelitian (lihat pada *sub bab* 1.3).

Sumber Data

Data untuk penelitian ini dikumpulkan melalui jurnal ilmiah yang dipublikasikan dalam beberapa sumber, antara lain:

- Google Scholar (Link: <https://scholar.google.com/>)
- IEEE Xplore (Link: <https://ieeexplore.ieee.org/>)
- ScienceDirect (Link: <https://www.sciencedirect.com/>)
- Springer (Link: <https://www.springer.com/>)
- PubMed (Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>)
- Mendeley (Link: <https://www.mendeley.com/>)
- Frontiers (Link: <https://www.frontiersin.org/>)
- Jurnal Riset Informasi Dan Inovasi (Link: <https://jurnalmahasiswa.com/>).
- BISIK: Jurnal Ilmu Komputer, Hukum, Kesehatan, dan Sosial Humaniora (Link: <https://www.journal.mediapublikasi.id/>)

Peneliti mencari artikel yang membahas mengenai pengaplikasian *Multilayer Perceptron* (MLP) dalam klasifikasi *Diabetes Mellitus* dengan publikasi 5-10 tahun terakhir untuk memastikan relevansi topik.

Proses Pengumpulan dan Seleksi Data

Proses pengumpulan data diawali dengan mencari jurnal menggunakan kata kunci “Multilayer Perceptron Diabetes Mellitus” dan “Machine Learning for Diabetes Classification” pada google scholar. Ketika melihat bahwa terdapat data yang melimpah pada jurnal luar, maka peneliti memutuskan untuk mengambil sumber jurnal dari luar negeri. Data diseleksi dengan kriteria:

1. Relevan terhadap topik.
2. Kejelasan dalam Analisa dan metodologi yang digunakan.
3. Akurasi mencapai 70%.

Selain itu, untuk memenuhi kebutuhan UTS machine learning, peneliti menggunakan kata kunci “Perani Rosyani” dan “Dosen Teknik Informatika Unpam” pada Google Scholar. Kriteria pengambilan datanya sebagai berikut:

1. Menyangkut pada sistem literatur review.
2. Berhubungan dengan metode dalam machine learning.
3. Dapat dijadikan sumber referensi dan merupakan pernyataan dari penulis jurnal, bukan berdasarkan jurnal lainnya.

Pembahasan

1.1 Tabel Penelitian Studi Literatur Review

No	Nama Peneliti dan Tahun	Metode yang dibahas	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	Rasna & Matdoan (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Metode Bayesian - Multilayer Perceptron 	<ul style="list-style-type: none"> - Menciptakan model prediksi untuk diagnosis diabetes. - Meningkatkan akurasi prediksi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Memprediksi diabetes dengan kombinasi MLP dan Bayesian paling akurat. - Hasil terbaik diperoleh dengan mempartisi 85-15%.
2	Mishra, Tripathy, Mallick, Bhoi, & Barsocchi (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Enhanced and Adaptive Genetic Algorithm (EAGA) - Multilayer Perceptron 	<ul style="list-style-type: none"> - Menciptakan model prediksi yang akurat untuk diagnosa diabetes Tipe 2. - Membantu dalam pengambilan keputusan medis dan deteksi diabetes dini. 	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritma EAGA berhasil menghilangkan fitur-fitur yang tidak relevan, menghasilkan akurasi maksimum sebesar 97,76% dalam mendiagnosis Diabetes Tipe 2, <i>F-Score</i> (86,8%) dan presisi (80,2%). - Membantu para ahli medis dalam membuat keputusan yang lebih tepat tentang pengobatan dan pencegahan diabetes dengan menggunakan model EAGA-MLP.
3	Butt, et al. (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Random Forest. - Multilayer Perceptron. - Logistic Regression. - Long short-term Memory (LSTM). - Moving Averages. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengklasifikasi diabetes ke dalam beberapa kategori dengan menggunakan tiga pengklasifikasian, yaitu <i>random forest</i>, <i>multilayer perceptron</i>, dan <i>logistic regression</i>. - Melakukan analisis prediktif diabetes menggunakan <i>long short-term memory</i> (LSTM), <i>moving averages</i> (MA), 	<ul style="list-style-type: none"> - Model MLP mencapai hasil terbaik dengan akurasi 86,08%, menunjukkan hasil yang cukup efektif dalam mengklasifikasikan data untuk deteksi awal diabetes. - LSTM menghasilkan akurasi prediksi terbaik sebesar 87,26%, menunjukkan potensinya untuk memperkirakan tingkat risiko diabetes di masa depan.

		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Linear Regression</i>. 	<p>dan <i>linear regression</i> (LR).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengusulkan sistem monitoring berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) untuk memantau kadar glukosa darah pengguna, baik bagi mereka yang sudah terdiagnosis diabetes maupun individu yang memiliki diabetes sebelumnya. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengusulkan sistem pemantauan berbasis IoT yang memungkinkan pengguna untuk memantau kadar glukosa darah pasien secara real-time.
4	<i>Ghazali, et al. (2021)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Multilayer Perceptron</i>. - <i>Multiple Linear Regression</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pemilihan variabel menggunakan <i>Multilayer Perceptron</i> (MLP) <i>neural network</i> sebelum pemodelan regresi linier berganda (MLR). - Mengidentifikasi variabel penting yang paling mempengaruhi kadar kreatinin pada pasien dengan dislipidemia dan <i>diabetes</i> melitus tipe 2. 	<ul style="list-style-type: none"> - Melalui uji <i>Mean Squared Error</i> (MSE), kombinasi variabel terbaik untuk memprediksi kadar kreatinin adalah kadar urea, kolesterol total, dan asam urat. - Variabel, seperti urea, kolesterol total, asam urat, menunjukkan hubungan signifikan dengan kadar kreatinin pada pasien yang diteliti. - Kombinasi variable menghasilkan nilai MSE terendah, yang menunjukkan efektivitas model dalam prediksi kadar kreatinin.
5	<i>Devarapalli, Apparao, Rao, Kumar, & Sridhar (2012)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Multi Layer Perceptron</i> (MLP). 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengembangkan sistem <i>neural network</i> untuk memprediksi diabetes berdasarkan data nyata. - Menguji prediksi <i>diabetes</i> dengan mempertimbangkan aspek psikososial dan keberadaan <i>Brain Derived Neurotrophic Factor</i> (BDNF). - Mengidentifikasi hubungan variabel seperti usia, berat badan, tinggi badan, BMI, LDL, HDL, dan <i>C-reactive</i> protein (CRP) terhadap BDNF sebagai penanda dalam prediksi <i>diabetes</i>. 	<p>Model prototipe <i>neural network</i> berhasil memprediksi <i>diabetes</i> berdasarkan variabel biologis dan biografis dengan nilai BDNF.</p>
6	<i>Zou, et al. (2018)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - KNN (<i>K-Nearest Neighbor</i>) - SVM (<i>Support Vector Machine</i>) - <i>Decision Tree</i> - <i>Random Forest</i> - <i>AdaBoost</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengeksplorasi dan membandingkan berbagai teknik <i>machine learning</i> untuk prediksi diabetes - Mengidentifikasi fitur-fitur paling berpengaruh dalam diagnosis <i>diabetes</i>. - Mengembangkan model <i>prediktif</i> yang akurat untuk diagnosis awal <i>diabetes</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - LightGBM mencapai akurasi tertinggi sebesar 89.6%, dibanding model lainnya. - Feature yang berpengaruh adalah konsentrasi glukosa plasma dan BMI, yang menjadi indikator utama dalam diagnosis diabetes. - Model ensemble (LightGBM dan XGBoost) menunjukkan performa lebih unggul dibandingkan model

		- <i>LightGBM</i> - <i>XGBoost</i>		tradisional, dengan akurasi di atas 88%.
7	Fauzi & Yunial (2022)	- <i>Naive Bayes</i> - <i>Decision Tree</i> - <i>K-Nearest Neighbor (KNN)</i> - <i>Random Forest</i> - <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i>	- Meningkatkan akurasi dalam memprediksi penyakit diabetes. - Membandingkan kinerja dari keempat algoritma klasifikasi (Naive Bayes, Decision Tree, KNN, dan Random Forest) sebelum dan sesudah optimasi dengan PSO. - Menemukan model prediksi terbaik untuk penyakit diabetes berdasarkan hasil optimasi.	- Optimasi dengan PSO efektif dalam meningkatkan akurasi keempat algoritma klasifikasi. - Algoritma Random Forest menunjukkan kinerja terbaik baik sebelum maupun sesudah optimasi, dengan akurasi tertinggi mencapai 98.35% setelah optimasi. - Algoritma KNN mengalami peningkatan akurasi paling signifikan setelah optimasi, yaitu sebesar 8.52%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan mengenai penggunaan Multilayer Perceptron (MLP) dalam klasifikasi Diabetes Mellitus, dapat disimpulkan bahwa:

1. Efektivitas MLP dalam Klasifikasi Diabetes Mellitus.

Multilayer Perceptron (MLP) terbukti efektif dalam klasifikasi Diabetes Mellitus. Model MLP memiliki kemampuan untuk menangani hubungan non-linear dalam data medis yang kompleks, menjadikannya pilihan yang kuat dalam menganalisis data yang beragam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa MLP dapat menghasilkan akurasi yang tinggi dalam mendiagnosis diabetes, bahkan lebih baik dibandingkan dengan beberapa algoritma machine learning lainnya seperti Random Forest dan Logistic Regression.

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Performa MLP

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi performa MLP dalam klasifikasi diabetes antara lain kualitas dataset, teknik *preprocessing* (seperti normalisasi dan reduksi dimensi), pemilihan fitur yang relevan, dan pengaturan parameter model. Penggunaan teknik regularisasi dan optimasi *hyperparameter* yang tepat juga sangat berperan dalam mencegah overfitting dan meningkatkan kualitas model.

3. Perbandingan dengan Metode Machine Learning Lain

MLP menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan beberapa algoritma lainnya dalam klasifikasi *diabetes*, seperti *Random Forest* dan *K-Nearest Neighbors*. MLP mampu menangani *data* yang lebih kompleks dan menunjukkan sensitivitas serta spesifisitas yang lebih tinggi pada *dataset* yang telah melalui proses *preprocessing* yang tepat.

4. Arah Penelitian dan Pengembangan Lebih Lanjut

Penelitian di bidang penggunaan MLP untuk klasifikasi *Diabetes Mellitus* masih dapat dikembangkan lebih lanjut. Arah pengembangan ini dapat difokuskan pada peningkatan akurasi dengan mengintegrasikan MLP dengan metode lainnya, seperti Bayesian *Methods* atau *Genetic Algorithms*, untuk meningkatkan kemampuan model dalam menangani data yang lebih besar dan lebih kompleks. Selain itu, penerapan MLP dalam sistem berbasis AI untuk diagnosis medis dapat lebih ditingkatkan dengan penggunaan data yang lebih beragam dan pengoptimalan sistem untuk aplikasi dunia nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Y., Indra, M., Khoirusofi, M., Azis, I. N., & Rosyani, P. (2023, April 30). Systematic Literature Review: Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal Ilmu Komputer, Teknik Dan Multimedia*, 1-7. Retrieved from <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/Biner/article/view/2520>
- Anun, N. L., & Zailani, A. U. (2020, June 11). Penerapan Algoritma Klasifikasi Random Forest Untuk Penentuan Kelayakan Pemberian Kredit Di Koperasi Mitra Sejahtera. *Infotech: Journal of Technology Information*, VI, 7-14. doi:10.37365/jti.v6i1.61
- Bendanu, D. P., Bajuri, A., Febrian, M. A., Ilham, M., & Rosyani, P. (2023, June 1). Penerapan Teknik Forward Chaining Untuk Pengambilan Keputusan Cerdas: Literatur Review. *AI Dan SPK : Jurnal Artificial Intelligent Dan Sistem Penunjang Keputusan*, I, 126-134. Retrieved from <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk/article/view/253>
- Butt, U. M., Letchmunan, S., Ali, M., Hassan, F. H., Baqir, A., & Sheraz, H. H. (2021). Machine Learning Based Diabetes Classification and Prediction for Healthcare Applications. *Hindawi: Journal of Healthcare Engineering*. Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2021/9930985>
- Devarapalli, D., Apparao, A., Rao, M. N., Kumar, A., & Sridhar, G. R. (2012, December). A Multi Layer Perceptron (MLP) Neural Network Based Diagnosis of Diabetes using Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) Levels. *RECENT SCIENCE PUBLICATIONS ARCHIVES*, 35(12), 422-427. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/309318668_Dharmaiah_Devarapalli_A_Multi_Layer_Perceptron_MLP_Neural_Network_Based_Diagnosis_of_Diabetes_using_Brain_Derived_Neurotrophic_Factor_BDNF_Levels?enrichId=rgreq-a69618a5c0a72c3a7b23244eae03cf-XXX&enrich
- Fauzi, A., & Yunial, A. H. (2022, December). Optimasi Algoritma Klasifikasi Naive Bayes, Decision Tree, K-Nearest Neighbor, dan Random Forest menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization pada Diabetes Dataset. *JEPIN: Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, VIII(3), 470-481. Retrieved from https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=bEm6QjwAAAAJ&citation_for_view=bEm6QjwAAAAJ:0KyAp5RtaNEC
- Ghazali, F. M., Ahmad, W. A., Srivastava, K. C., Shrivastava, D., Noor, N. F., Akbar, N. A., . . . Alam, M. K. (2021). A Study of Creatinine Level among Patients with Dyslipidemia and Type 2 Diabetes Mellitus using Multilayer Perceptron and Multiple Linear Regression. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, XIII, S795-800. doi:10.4103/jpbs.JPBS_778_20
- Hasanah, U. (2008). INSULIN SEBAGAI PENGATUR KADAR GULA DARAH. *Warta Medika*, 42-49.
- International Diabetes Federation. (2021). *Diabetes Data Portal*. Retrieved from <https://diabetesatlas.org/>: <https://diabetesatlas.org/data/en/>
- Kurniawan, A. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Klasifikasi Naive Bayes. *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi dan Masyarakat*, III(2), 242-249. Retrieved from <http://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia>
- Larose, D. T. (2004). *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*. John Wiley & Sons, Inc.
- Mishra, S., Tripathy, H. K., Mallick, P. K., Bhoi, A. K., & Barsocchi, P. (2020). EAGA-MLP—An Enhanced and Adaptive Hybrid Classification Model for Diabetes Diagnosis. *Sensors*, 4036. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/s20144036>
- Prasetya, A., Cahyani, A. D., Dewata, H. C., & Rosyani, P. (2022). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Kerusakan Mata Akibat Softlens Menggunakan Metode Forward

- Chaining. *BISIK : Jurnal Ilmu Komputer, Hukum, Kesehatan Dan Sosial Humaniora*, 134-139.
- Rasna, & Matdoan, M. R. (2022). Metode Bayesian dan Multilayer Perceptondalam MengklasifikasiDiabetes Mellitus . *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 82-86.
- Triandini, E., Indrawan, A., Putra, G. W., Iswara, B., & Jayanatha, S. (2019, February 23). Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia. *Indonesian Journal of Information Systems*, 63–77. doi:10.24002/ijis.v1i2.1916
- Zou, Q., Qu, K., Luo, Y., Yin, D., Ju, Y., & Tang, H. (2018, November 06). Predicting Diabetes Mellitus With Machine Learning Techniques. (T. Huang, Ed.) *Frontiers in Genetics*, 1-10. doi:doi: 10.3389/fgene.2018.00515