

Penerapan K-Nearest Neighbor Untuk Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tulang Belakang

Arvin Rasheda¹, Toni Arifin²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
e-mail: ¹arvinrasheda121@gmail.com, ²toni.arifin@ars.ac.id

Abstrak

Tulang sangat dibutuhkan manusia untuk melakukan kegiatan sehari-hari, karena adanya tulang manusia dapat berdiri tegak, tulang juga menjadi tempat melekatnya otot-otot yang ada pada manusia, sebagai pelindung jaringan lunak pada manusia dan juga menjadi tempat sumsum tulang. Sistem pakar biasa digunakan sebagai alternatif untuk memecahkan suatu masalah. Salah satu implementasi yang dapat diterapkan Sistem Pakar (Expert System) adalah dalam bidang kesehatan, yaitu sistem pakar untuk diagnosa penyakit tulang belakang. Di Indonesia sendiri untuk pakar spesialis penyakit tulang belakang masih kurang merata penyebarannya, mengakibatkan masyarakat kesulitan dalam mendiagnosa penyakit tersebut. Aplikasi dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Kotlin dan database SQLite. Penelitian ini bertujuan untuk membantu dan mempermudah masyarakat untuk mendiagnosa Penyakit Tulang belakang, dengan menerapkan metode K-Nearest Neighbor pada sistem pakar. Jumlah data training sebanyak 30 Data, lalu data uji sebanyak 10 data, dan untuk pengujian akurasi dihitung menggunakan confusion matrix. Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor dipilih karena dapat mendiagnosa dengan mengacu pada kondisi kasus sebelumnya yang bertujuan mendapatkan hasil diagnosa yang lebih baik. Dan diperoleh akurasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tulang Belakang ini adalah sebesar 90% dari data yang diuji.

Kata kunci: Sistem Pakar, *K-Nearest Neighbor*, Penyakit Tulang Belakang

Abstract

Bones are needed by humans to carry out daily activities, because human bones can stand upright, bones are also a place for attaching muscles to humans, as a protector of soft tissue in humans and also a place for bone marrow. Expert systems are commonly used as an alternative to solve a problem. One of the implementations that can be applied to the Expert System is in the health sector, namely an expert system for diagnosing spinal diseases. In Indonesia itself, specialists in spinal disease are still not evenly distributed, resulting in the community having difficulty in diagnosing the disease. Applications are made using the Kotlin programming language and SQLite database. This study aims to help and make it easier for the public to diagnose Spinal Disease, by applying the K-Nearest Neighbor method to the expert system. The amount of training data is 30 data, then the test data is 10 data, and for testing the accuracy is calculated using the confusion matrix. The application of the K-Nearest Neighbor Algorithm was chosen because it can diagnose by referring to the condition of the previous case which aims to get better diagnostic results. And the accuracy of this Spinal Disease Diagnostic Expert System is 90% of the data tested.

Keywords: Expert System, *K-Nearest Neighbor*, Spine Disease.

Corresponding Author:

Toni Arifin,

Email: toni.arifin@ars.ac.id

1. PENDAHULUAN

Tulang belakang merupakan salah satu bagian penting dalam susunan tulang manusia, yang berisi tulang leher (*vercival*), tulang bagian tengah belakang (*thoracal*), dan tulang bawah belakang (lumbal/pinggang) [1]. Minimnya pengetahuan tentang tulang dan juga kurangnya kesadaran masyarakat mengenai hal ini, membuat tingginya angka frekuensi terjadinya penyakit tulang belakang. Hingga saat ini banyak penyakit yang terlambat di diagnosis yang menyebabkan banyak penyakit yang mencapai tahap kronis seperti kelumpuhan bahkan hingga kematian [2]. Saat ini menurut Kementerian Kesehatan di Indonesia, Dokter Spesialis Bedah Tulang dan sendi hanya terdapat 500 dokter yang melayani total 250 juta dari penduduk di Indonesia [3]. Jumlah pasien dirumah sakit saat ini hampir setiap hari terus bertambah dengan berbagai macam penyakit yang berbeda [4]. Oleh karena itu perlu suatu sistem yang dapat diakses oleh pengguna tanpa harus bertemu langsung dengan seorang pakar secara cepat dan relevan [5].

Sistem pakar termasuk kedalam cabang ilmu Kecerdasan buatan yang bertujuan untuk membuat kepakaran seorang pakar berupa pengalaman dan pengetahuannya ke dalam sistem komputer [6]. Sistem pakar saat ini banyak dipakai dalam bidang kedokteran untuk mendiagnosa suatu penyakit dari beberapa gejala [7]. Dengan adanya Sistem Pakar akan sangat berdampak positif bagi para pakar karena sangat membantu dalam mendiagnosa suatu penyakit lebih akurat, serta penderita mampu mendapatkan penanganan terhadap penyakit yang di derita lebih cepat [8].

Sebelumnya telah ada penelitian tentang diagnosa penyakit diabetes melitus dengan menggunakan beberapa algoritma yaitu *K-Nearest Neighbor* dengan akurasi 100%, *Logistic Regression* sebesar 76%, *Decision Tree* sebesar 80%, *Naive Bayes* 86%, dan *Support Vector Machine (SVM)* dengan akurasi sebesar 80% [9]. Lalu ada juga penelitian pada penyakit thyroid yang menggunakan algoritma *Support Vector Machine (SVM)*, *Naive Bayes*, dan *K-Nearest Neighbor* dengan akurasi sebesar 82% , 85% , dan 85% [10]. Ada pun penelitian yang melakukan komparasi algoritma untuk pendeteksian kejang pada penyakit epilepsi dengan hasil akurasi terbaik adalah *K-Nearest Neighbor* 92,7%, lalu *random tree forest* 86,6% dan terakhir *Naive Bayes* dengan akurasi sebesar 55% [11]. Dari hasil beberapa komparasi algoritma diatas diperoleh hasil akurasi terbaik ada pada metode *K-Nearest Neighbor* sebagai metode yang akan digunakan untuk mendiagnosa sebuah penyakit. Maka dari itu sistem pakar ini akan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian akan digunakan metode penelitian dan pengembangan yang biasa disebut *Research and Development*, dimana hasil analisis kebutuhan dan juga keefektifan suatu produk diharapkan dapat berguna di masyarakat luas nanti.

2.1. Sistem Pakar

Sistem Pakar merupakan suatu program komputer yang dibuat untuk mensimulasi penilaian maupun perilaku manusia atau organisasi yang sebelumnya telah memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam bidang tertentu [12].

2.2. *K-Nearest Neighbor*

Algoritma *K-Nearest Neighbor* adalah metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dengan cara mencari jarak terdekat dari tiap kasus (cases) yang akan di ukur kemiripannya (similarity) dengan suatu kasus yang baru [13]. Adapun rumus yang digunakan untuk mencari kedekatan kasus sebagai berikut :

$$S = \frac{(s1 * w1) + (s2 * w2) + \dots + (sn * wn)}{w1 + w2 + \dots + wn}$$

Dimana S merupakan Similarity, w (Weight) dan s merupakan Nilai Kondisi. Nilai kondisi disini ditentukan dengan ketentuan jika Kondisi baru sama dengan kondisi lama maka nilai kondisinya adalah 1 dan jika kondisi baru tidak sama dengan kondisi lama maka nilai kondisinya adalah 0 [14].

2.3. Desain Penelitian

Untuk membangun aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tulang Belakang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor memiliki Langkah Langkah sebagai berikut:



Gambar 1. Desain Penelitian

Gambar 1 menerangkan bahwa pada desain penelitian dimulai dengan pengumpulan data, perancangan sistem hingga pengujian dan validasi hasil.

2.4 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini merupakan proses peneliti melakukan pencarian data yang nantinya akan digunakan dalam penelitian. Karena sumber data yang digunakan adalah Data Sekunder, maka pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara mengumpulkan data melalui e-book, artikel, hingga jurnal online serta Literatur pada internet ataupun media lainnya. Peneliti juga melakukan Studi Pustaka yang bertujuan untuk mengumpulkan dan mengetahui detail mengenai gejala penyakit tulang belakang, serta jenis penyakit tulang belakang yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam sistem pakar ini. Data yang dianalisis merupakan data gejala penyakit tulang belakang, jenis penyakit tulang belakang, nilai pakar dan juga data sampel pengujian.

Tabel 1. Tabel Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P1	Skoliosis
P2	Lordosis
P3	Kifosis
P4	Spondylosis

Pada tabel penyakit terdapat 4 jenis penyakit yang terdiri dari kode penyakit P1 hingga P4 beserta nama masing masing penyakitnya. Data yang di kumpulkan merupakan data gejala penyakit tulang belakang , 4 jenis penyakit tulang belakang, nilai pakar dan juga data sampel pengujian [15].

Tabel 2. Tabel Gejala

Kode	Name	Nilai Pakar
G1	Baru lebih tinggi sebelah	1
G2	Tulang belikat menjadi lebih menonjol	0.8
G3	Merasakan gangguan pernapasan karena terbatasnya gerak Paru	0.4
G4	Terasa sakit tiba-tiba pada bagian leher	0.6
G5	Sering tiba-tiba kesemutan di kaki	1
G6	Otot tulang punggung sering bereaksi tegang	0.6
G7	Perut dan bokong tampak menonjol	0.8
G8	Berasa sakit saat membungkuk	0.2
G9	Terdapat lengkungan dibagian tulang belakang melebihi 50 derajat	1
G10	Otot belakang paha terasa kencang	0.6
G11	Postur tubuh berubah menjadi bungkuk	0.6
G12	Sering kesemutan yang menyebar ke bagian kepala, bahu, dan lengan	0.8
G13	Memiliki permasalahan pada pertumbuhan tulang taji	0.4
G14	Terdapat penyempitan di ruas tulang belakang	0.8
G15	Leher sering berasa kaku	1

Pada tabel gejala berisi kode gejala dari G1 hingga G15, nama gejala dan juga nilai pakar dari pengetahuan setiap gejala yang telah ditentukan oleh pakar, dengan masing masing nilai minimum adalah 0.4 dan nilai maksimum adalah 1.

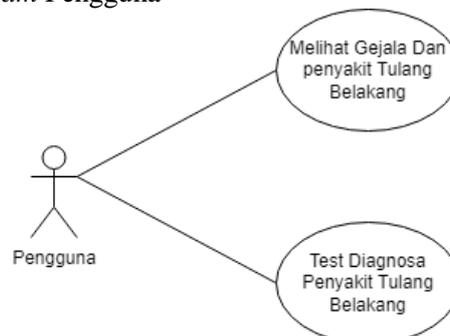
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

Dalam pembuatan sistem pakar ini terdapat beberapa informasi yang nantinya akan diolah agar menghasilkan informasi mengenai hasil diagnosa yang dihasilkan oleh sistem pakar ini. Maka dari itu diperlukan model perancangan Use Case Diagram dan Juga Class Diagram Seperti berikut ini:

1. Use Case Diagram

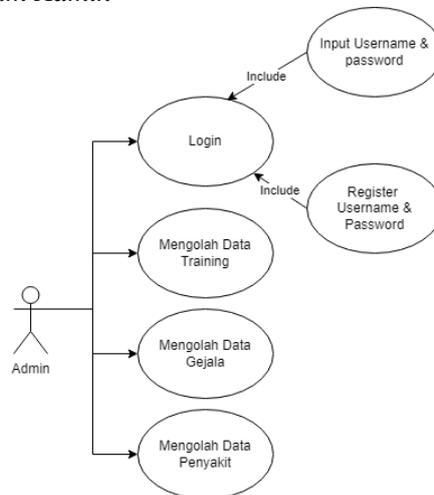
a. Use Case Diagram Pengguna



Gambar 2. Use Case Diagram Diagnosa Penyakit Tulang Belakang Halaman Pengguna

Pada gambar 2 merupakan Use Case diagram dari pengguna untuk melihat informasi dari gejala dan penyakit tulang belakang, lalu dapat melakukan test diagnosa penyakit tulang belakang.

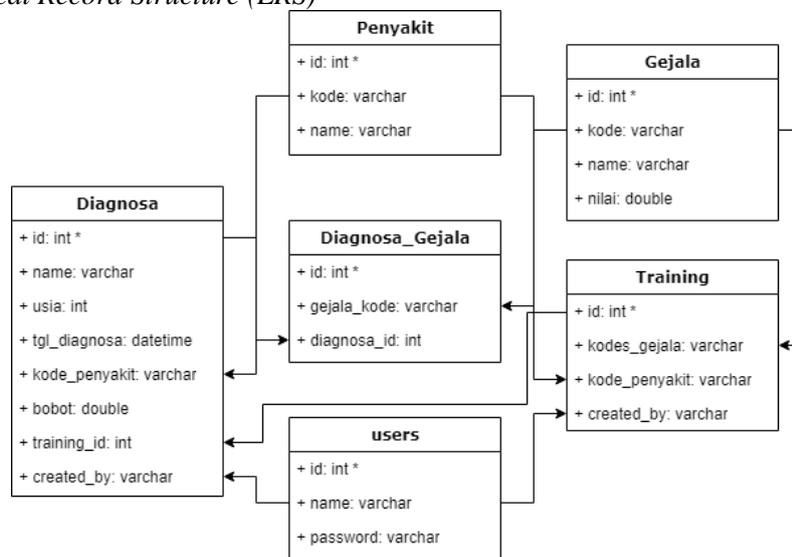
b. Use Case Diagram Admin



Gambar 3. Use Case Diagram Admin

Pada gambar 3 diatas merupakan Use Case diagram dari sisi admin untuk melakukan mengolah data master data training, data gejala dan juga data penyakit.

2. Logical Record Structure (LRS)



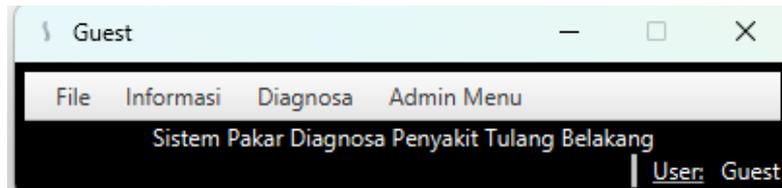
Gambar 4 LRS Diagnosa Penyakit Tulang Belakang

Merupakan Logical Record Structure dari database sistem pakar diagnosa penyakit tulang belakang. Diantaranya berisi tabel master penyakit, master gejala, dan master training yang menampung data training, yang nantinya akan dihitung kedekatannya dengan data diagnosa yang baru. Tabel user berisi user admin yang nantinya bisa mengolah data penyakit, gejala, dan training. Masing masing tabel memiliki id dengan tanda bintang sebagai primary key.

B. Implementasi

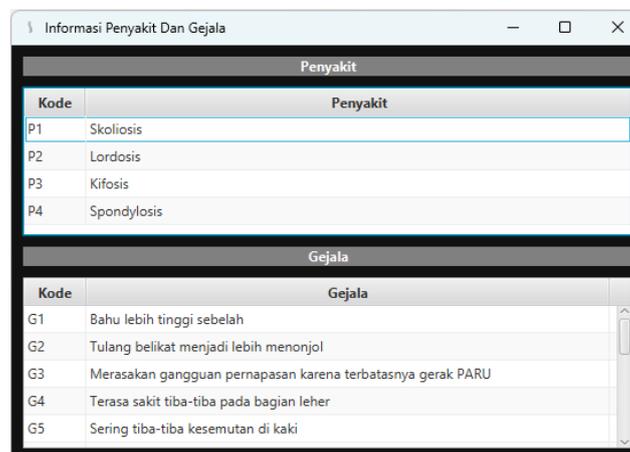
Merupakan gambaran antarmuka suatu perancangan aplikasi yang sedang atau akan dibuat. Perancangan ini dilakukan agar dapat memudahkan interaksi antara pengguna dengan suatu sistem. Dibawah ini merupakan antarmuka atau *User Interface* pada aplikasi sistem pakar penyakit tulang belakang:

1. Halaman Pengguna



Gambar 5. *User Interface* Halaman Pengguna

2. Informasi Penyakit Dan Gejala



Gambar 6. Halaman Informasi Penyakit Dan Gejala

3. Tampilan Diagnosa Penyakit Tulang Belakang

Pasien

Name:

Usia:

Alamat:

Gejala (Maksimal 5)

G1 | Bahu lebih tinggi sebelah

G2 | Tulang belikat menjadi lebih menonjol

G3 | Merasakan gangguan pernapasan karena terbatasnya gerak PARU

G4 | Terasa sakit tiba-tiba pada bagian leher

G5 | Sering tiba-tiba kesemutan di kaki

G6 | Otot tulang punggung sering bereaksi tegang

G7 | Perut dan bokong tampak menonjol

G8 | Berasa sakit saat membungkuk

G9 | Terdapat lengkungan dibagian tulang belakang melebihi 50 derajat

G10 | Otot belakang paha terasa kencang

G11 | Postur tubuh berubah menjadi bungkuk

G12 | Sering kesemutan yang menyebar ke bagian kepala, bahu, dan lengan

G13 | Memiliki permasalahan pada pertumbuhan tulang taji

G14 | Terdapat penyempitan di ruas tulang belakang

G15 | Leher sering berasa kaku

Gambar 7 Halaman Diagnosa

C. Pengujian Aplikasi

Pada bagian ini, dilakukan perhitungan dalam menentukan penyakit dari gejala yang diderita pasien menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*, lalu akan dicari kedekatan dengan kasus terdahulu yang digunakan sebagai data training.

Dari data training yang ada, akan dimasukkan Data sampel penyakit Spondylosis dengan 4 gejala terpilih dari pengujian yang pernah ada, yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Sampel Data Test

Kode	Gejala
G12	Sering kesemutan yang menyebar ke bagian kepala, bahu, dan lengan
G13	Memiliki permasalahan pada pertumbuhan tulang taji
G14	Terdapat penyempitan di ruas tulang belakang
G15	Leher sering berasa kaku

Pada data test ini berisi kode yang mana merupakan kode gejala yang dialami penderita, dan juga nama gejala yang didapatkan dari tabel gejala.

Kemudian dilanjutkan dengan penentuan nilai K, dimana dalam sampel ini peneliti menentukan bahwa Nilai K adalah 3. Perhitungan menggunakan rumus (*Similarity*) dimana akan dihitung nilai kondisi dan weight data training terhadap data sampel. Berikut ini merupakan perhitungan menggunakan rumus *Similarity*, dari data training ke-2 terhadap data sampel:

Tabel 4. Penentuan Nilai Kondisi

Kode	G1	G2	G13
Data Training ke-2	Ya	Ya	Ya
Data Sampel	Tidak	Tidak	Ya
Nilai Kondisi	0	0	1

Pada tabel diatas merupakan penentuan persamaan nilai kondisi data training ke-2 dengan data sampel, dimana dari setiap gejala data sampel yang memiliki persamaan dengan data training akan mendapatkan nilai kondisi 1. Dilanjutkan dengan menghitung jarak kedekatan data baru dengan data training dengan sebagai berikut:

$$S = \frac{(s1 * w1) + (s2 * w2) + \dots + (sn * wn)}{w1 + w2 + \dots + wn}$$

$$S = \frac{(0 * 1) + (0 * 0,8) + (1 * 0,4)}{1 + 0,8 + 0,4}$$

$$S = \frac{(0 * 1) + (0 * 0,8) + (1 * 0,4)}{1 + 0,8 + 0,4}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan kedekatan dari data training ke 2 dengan data sampel adalah sebesar 0.18. Setelah di hitung masing masing kedekatan (*Similarity*) dengan masing masing data training, dilanjutkan untuk mengurutkan data dari yang paling tinggi, setelah itu diambil 3 data sesuai jumlah K yang ditentukan, maka didapat kan data sebagai berikut:

Tabel 5. Mengurutkan Data Sesuai Jumlah K

Data Id	Kemiripan / Kedekatan
15	1
16	0,73

17	0,73
----	------

Tabel diatas merupakan pengurutan data kemiripan yang telah didapat yang berisi data training id dengan nilai kemiripan atau kedekatan. Didapatkan nilai terdekat dengan kemiripan 1 dengan data training id 15 dimana data training tersebut terdiagnosa penyakit P4 (Spondylosis). Dengan demikian penyakit yang terdiagnosa sudah sesuai dengan penyakit yang diderita oleh data sampel baru yang dimasukan.

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode *Confusion Matrix*, pengujian dilakukan untuk menghitung akurasi dari sistem pakar terhadap diagnosa penyakit tulang belakang .

Tabel 6. Hasil *Actual* dan *Predicted Class* dengan *Confusion Matrix*

No	Gejala	<i>Actual Class</i>	<i>Predicted Class</i>	<i>True/False</i>
1	G5,G6,G7,G11	Lordosis	Lordosis	<i>True</i>
2	G8,G10,G15	Spondylosis	Spondylosis	<i>True</i>
3	G8,G9,G10,G11,G15	Kifosis	Kifosis	<i>True</i>
4	G1,G2,G4,G6	Skoliosis	Skoliosis	<i>True</i>
5	G1,G4,G13,G14,G15	Spondylosis	Spondylosis	<i>True</i>
6	G3,G4,G8,G9,G10	Kifosis	Skoliosis	<i>False</i>
7	G6,G8,G9,G10,G12	Kifosis	Kifosis	<i>True</i>
8	G7,G11,G12,G13,G14	Spondylosis	Spondylosis	<i>True</i>
9	G1,G2,G3,G10,G13	Skoliosis	Skoliosis	<i>True</i>
10	G1,G2,G4,G5,G7	Skoliosis	Skoliosis	<i>True</i>

Selanjutnya dengan di berikan hasil pengujian Sistem Pakar diagnosa penyakit tulang belakang dengan Jumlah data training sebanyak 30 Data, lalu data uji sebanyak 10 data, dengan hasil pengujian dengan confusion matrik sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Pengujian Dengan *Confusion Matrix*

Jenis Identifikasi	<i>True</i>	<i>False</i>
Penyakit Tulang Belakang	9	1

$$Akurasi = \frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$$

Dengan hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa akurasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tulang Belakang ini adalah sebesar 90% dari 10 data yang diuji.

4. KESIMPULAN

Dengan pembuatan sistem pakar penyakit tulang belakang ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan metode K-Nearest Neighbor dalam sistem pakar diagnosa penyakit tulang belakang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 90% dari 10 data test, serta 30 Data training sebagai pembanding kedekatan yang dapat mendiagnosa 4 Penyakit dari 15 Gejala.
2. Sistem Pakar ini dibangun pada Platform Dekstop dengan menerapkan identifikasi yang umum dalam tes dengan memilih gejala. Sehingga dapat memudahkan pengguna dalam menggunakan aplikasi ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah sw, tuhan yang maha esa yang memberikan kemudahan dalam menyelesaikan pengerjaan skripsi, serta Rektor, Ketua Program Studi Teknik Informatika Adhirajas Reswara Sanjaya. Bapak Toni Arifin, ST., M.Kom selaku dosen Pembimbing, dan juga Orang Tua penulis, Irma Heriyani yang selalu memberi limpahan doa yang tiada henti. Serta rekan kerja dan rekan Angkatan 2018 yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Hayat, "Rancang Bangun Aplikasi Informasi Awal Penyakit Tulang Belakang dengan Metode Forward Chaining," *SATIN - Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 89–97, 2020, doi: 10.33372/stn.v6i1.617.
- [2] A. Sucipto, Y. Fernando, R. I. Borman, and N. Mahmuda, "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Diagnosa Penyakit Saraf Tulang Belakang," *J. Ilm. FIFO*, vol. 10, no. 2, p. 18, 2018, doi: 10.22441/fifo.2018.v10i2.002.
- [3] H. B. Firmansyah, "Pembangunan Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Tulang dan Sendi," *J. Sci. Appl. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 44–52, 2017, doi: 10.35472/281487.
- [4] A. D. Andini and T. Arifin, "Implementasi Algoritma K-Medoids Untuk Klasterisasi Data Penyakit Pasien Di Rsud Kota Bandung," *J. Responsif Ris. Sains dan Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 128–138, 2020, doi: 10.51977/jti.v2i2.247.
- [5] F. P. Achmad and T. Arifin, "Pengembangan Sistem Informasi Restoran Berbasis Android Dan Desktop Pada Restoran Sushi Zen Ramen," *J. Responsif Ris. Sains dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2021, doi: 10.51977/jti.v3i1.277.
- [6] S. Arfyantina and Sarjono, "Analisis Dan Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Vertigo Dengan Metode Dempster Shafer," ... *Manaj. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 43–54, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.stikom-db.ac.id/index.php/manajemensisteminformasi/article/view/1002>
- [7] D. Mohamad and T. Arifin, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Peredaran Darah Menggunakan Metode Bayes," vol. 2, no. 2, pp. 1–13, 2021.
- [8] E. S. Harahap, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Syaraf Terjepit Pada Tulang Belakang (HNP) Menerapkan Metode Case Based Reasoning," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 1, no. 4, pp. 352–357, 2020.
- [9] A. Mujumdar and V. Vaidehi, "Diabetes Prediction using Machine Learning Algorithms," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 165, no. July, pp. 292–299, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2020.01.047.
- [10] D. Jamkhandikar and N. Priya, "Thyroid Disease Prediction Using Feature Selection and Machine Learning Classifiers," vol. XII, no. 0886, pp. 175–180, 2020.
- [11] F. P. Lestari, M. Haekal, R. Edmi Edison, F. Ravi Fauzy, S. Nurul Khotimah, and F. Haryanto, "Epileptic Seizure Detection in EEGs by Using Random Tree Forest, Naïve Bayes and KNN Classification," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1505, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1505/1/012055.
- [12] A. Supriadi and H. Suhendi, "SISTEM PAKAR DIAGNOSIS GANGGUAN KECEMASAN MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR BERBASIS WEBSITE," *J. Ilm. Realt.*, vol. 16, no. 2, pp. 73–78, 2020, doi: 10.52159/realtech.v16i2.137.
- [13] I. B. Y. Semara Putra and S. Wibisono, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Anjing Menggunakan Metode Case Based Reasoning dan Algoritma K-Nearest Neighbour," *J. Inform. Upgris*, vol. 6, no. 1, 2020, doi: 10.26877/jiu.v6i1.6145.
- [14] P. S. Ramadhan, "Penerapan K-Nearest Neighbor dalam Pendeteksian Abcessus," *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 3, no. 2, pp. 61–70, 2019, doi: 10.30743/infotekjar.v3i2.1003.

- [15] R. D. Jayanti, B. Rahman, and I. Fitri, "Diagnosa Penyakit Tulang Belakang Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor," vol. 6, pp. 414–423, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3497.