

Diagnosis Leptospirosis Menggunakan Sistem Pakar Metode Faktor Kepastian Beserta Prediksi Regresi Linear

*Using Certainty Factor Method of Expert System for Leptospirosis Diagnose with Linear
Regression Prediction*

Rosyid Ridlo Al-Hakim¹, Aviasenna Andriand²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta

²Jurusan Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman

¹rosyidridlo10@gmail.com*, ²sennaavia@gmail.com

Abstract

Leptospirosis is one of the diseases transmitted from the urine of animals infected with leptospira bacteria to humans directly or indirectly. Leptospirosis, if underestimated, can cause death. Leptospirosis can be diagnosed through the clinical symptoms experienced. One of the health informatics systems utilizes artificial intelligence technology to deal with human health problems through an expert system. Expert systems for diagnosing leptospirosis have not been widely studied. This study aims to develop an expert system of certainty factor methods for leptospirosis diagnosis along with linear regression prediction for future symptoms. This expert system can assist doctors or health workers in diagnosing patients indicated by leptospirosis with good accuracy.

Keywords: Health Informatics, Intelligent System, Artificial Intelligence, Telemedicine, Disease Screening.

Abstrak

Leptospirosis merupakan salah satu penyakit yang ditularkan dari urine hewan terinfeksi bakteri leptospira kepada manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Leptospirosis apabila dianggap remeh dapat menyebabkan kasus kematian. Leptospirosis dapat didiagnosis melalui gejala-gejala klinis yang dialami. Salah satu sistem informatika kesehatan yang memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan untuk menangani permasalahan kesehatan manusia melalui sistem pakar. Sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit leptospirosis belum banyak diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar metode faktor kepastian untuk keperluan diagnosis leptospirosis beserta prediksi regresi linear untuk gejala-gejala di masa mendatang. Sistem pakar ini dapat digunakan untuk membantu dokter atau tenaga kesehatan dalam melakukan diagnosis terhadap pasien terindikasi leptospirosis dengan akurasi yang baik.

Kata kunci: Informatika Kesehatan, Sistem Cerdas, Kecerdasan Buatan, Telemedisin, Skrining Penyakit.

Pendahuluan

Leptospirosis merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Leptospira interrogans* semua serotipe yang dapat menyerang manusia dan hewan [1]. Leptospirosis atau demam banjir atau *flood fever* umumnya berkaitan dengan terjadinya wabah ketika musim banjir [1], [2]. Menurut laporan CDC [3], Indonesia telah menetapkan surveilans sentinel untuk leptospirosis di dua rumah sakit kabupaten dan delapan puskesmas di DKI Jakarta, dan sekarang sedang diperluas ke fasilitas perawatan kesehatan tambahan di Jawa Timur.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan telah sampai pada penanganan penyakit pada manusia [4], salah satunya pemanfaatan sistem pakar dalam bidang kesehatan [5]–[7]. Penanganan kesehatan dengan sistem pakar dapat melalui deteksi dini [8], diagnosis [9]–[11], klasifikasi penyakit [12]–[15], dan citra medis [7], [16]–[18]. Sistem pakar yang telah digunakan untuk diagnosis penyakit antara lain seperti COVID-19 [9], [19]–[22], stroke [23], diabetes [24]–[26], limfoma [27], paru-paru [28], THT [29], kaki gajah [30], hingga penyakit pada anak [31], kegawatdaruratan [32], dan gizi buruk [33].

Riset-riset terdahulu yang memanfaatkan sistem pakar untuk bidang kesehatan manusia telah memainkan peran penting dalam membantu dokter atau tenaga medis termasuk fasilitas kesehatan dalam menangani masalah kesehatan manusia. Namun, riset terkait sistem pakar untuk diterapkan pada diagnosis penyakit leptospirosis telah mulai menarik untuk diteliti. Beberapa risetnya antara lain menggunakan metode faktor kepastian pada tahun 2016 dengan menghasilkan tingkat kepercayaan sebesar 99,74% [34]. Kemudian pada tahun 2017 dikembangkan kembali jenis sistem pakar lainnya untuk diagnosis leptospirosis dengan fuzzy [35]. Selanjutnya, pada tahun 2018 yang mengembangkan penelitian serupa pada tahun 2016, menghasilkan tingkat kepercayaan sebesar 87,20% [36]. Kemudian, di tahun yang sama sistem pakar dikembangkan dengan metode berbeda berupa *rule-based reasoning* memberikan inferensi pengobatan dari penyakit leptospirosis [37]. Setahun kemudian, di tahun 2019 penelitian sistem pakar dengan metode Teorema Bayes dibantu mesin inferensi *forward chaining* memberikan hasil diagnosis leptospirosis yang lebih baik [38]. Sementara itu, penelitian tahun 2020 memanfaatkan sistem pakar metode fuzzy Tsukamoto memberikan tingkat kepercayaan sebesar 75,22% dalam mendiagnosis leptospirosis [39]. Selanjutnya, sistem pakar metode fuzzy Tsukamoto yang digunakan untuk mendiagnosis leptospirosis telah dibandingkan performanya dengan metode Dempster Shafer [40]. Sementara itu, riset terkini yang menerapkan sistem pakar untuk diagnosis leptospirosis menggunakan metode Naïve Bayes telah memberikan tingkat akurasi 63% untuk gejala ringan dan 37% untuk gejala berat [41]. Berdasarkan riset-riset terdahulu inilah penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar dengan metode faktor kepastian dalam mendiagnosis penyakit leptospirosis dengan memberikan prediksi menggunakan analisis regresi linear untuk kepentingan prediksi diagnosis di masa mendatang.

Metode Penelitian

Desain penelitian yang digunakan berupa riset eksperimental. Metode penelitian yang digunakan berupa riset kuantitatif, dengan tahapan penelitian mengacu pada penelitian Hariadha et al. [11] dan Al Hakim et al. [42] yang terdiri atas tahapan studi literatur, pengumpulan data, pemodelan matematika (kalkulasi faktor kepastian), dan desain kerangka kerja sistem pakar. Studi literatur dilakukan dengan perangkat lunak *Publish or Perish 8* dan melalui survei berbasis web dengan kata kunci "*leptospirosis AND diagnosis OR detection OR prediction*" pada basis data Google Scholar, CrossRef, PubMed, Sciencedirect, Clarivate, IEEE, Dimensions.Ai, dan Lens. Data dikumpulkan berdasarkan data sekunder dari riset-riset terkait dengan leptospirosis dengan mengumpulkan data gejala dan bobot nilai yang digunakan dalam diagnosis klinis, proses ini juga termasuk bagian dari pengumpulan pengetahuan bagi sistem pakar. Data tersebut digunakan sebagai *dataset* untuk melatih pembelajaran sistem pakar. Analisis *dataset* berdasarkan perhitungan faktor kepastian untuk mendapatkan persentase tingkat kepercayaan terhadap hasil diagnosis dari sistem pakar pada penelitian ini. Selain itu, untuk melakukan prediksi diagnosis leptospirosis di masa mendatang berdasarkan *dataset* gejala yang ada, digunakan analisis regresi linear. *Dataset* yang didapatkan didominasi bersumber dari *Diagnosis of Leptospirosis-Modified Faine's Criteria* [2], [43], [44], kemudian bobot setiap gejala dicari nilai faktor kepastian pakar dan pasien. Daftar gejala (*dataset*) yang digunakan sebagai representasi pengetahuan sistem pakar antara lain Bagian A: Data Klinis dan Bagian B: Faktor Epidemiologi, yang secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Set data gejala penyakit leptospirosis.

Nama Gejala	Kode Gejala	Skor Klinis	Nilai Faktor Kepastian Pakar (CF_{rule})	Nilai Faktor Kepastian Pasien (CF_{user})
Bagian A: Data Klinis				
Sakit kepala	L01	2	0,20	0,30
Demam	L02	2	0,20	0,30
Suhu tubuh > 39°	L03	2	0,20	0,30
Konjungtiva merah	L04	4	0,40	0,10
Meningismus	L05	4	0,40	0,20
Nyeri otot	L06	4	0,40	0,20
Konjungtiva merah + Meningismus + Nyeri otot	L07	10	1,00	0,80

Penyakit kuning	L08	1	0,10	0,20
Albuminuria atau retensi nitrogen	L09	2	0,20	0,20
Bagian B: Faktor Epidemiologi				
Faktor curah hujan	L10	5	0,50	0,70
Kontak langsung	L11	4	0,40	0,80
Kontak dengan hewan terinfeksi	L12	1	0,10	0,30

Sumber: diadopsi dari *Diagnosis of Leptospirosis-Modified Faine's Criteria* [2], [43], [44].

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan faktor kepastian dalam mendiagnosis penyakit leptospirosis menghasilkan tingkat kepercayaan sebesar 91,36%, hal ini disebabkan sebesar 8,64% merupakan faktor-faktor lain yang tidak diteliti atau tidak menjadi bagian utama dari diagnosis leptospirosis, termasuk dalam hal ini segala bentuk kesalahan yang sistem tidak mampu menjelaskannya. Nilai tingkat kepercayaan ini dapat menjadi tolak ukur tingkat keberhasilan diagnosis oleh sistem pakar dalam menyelesaikan deteksi penyakit leptospirosis. Tabel 2 menjabarkan perhitungan nilai faktor kepastian sistem pakar.

Tabel 2 Perhitungan faktor kepastian pada set data gejala penyakit leptospirosis.

Nama Gejala	Kode Gejala	Nilai Faktor Kepastian Pakar (CF_{rule})	Nilai Faktor Kepastian Pasien (CF_{user})	Nilai Akhir Faktor Kepastian ($CF_{rule} * CF_{user}$)	Kombinasi Faktor Kepastian ($CF_{combine}$)
Bagian A: Data Klinis					
Sakit kepala	L01	0,2	0,3	0,06	0.1164
Demam	L02	0,2	0,3	0,06	0.1694
Suhu tubuh > 39°	L03	0,2	0,3	0,06	0.2026
Konjungtiva merah	L04	0,4	0,1	0,04	0.2664
Meningismus	L05	0,4	0,2	0,08	0.3251
Nyeri otot	L06	0,4	0,2	0,08	0.8650
Konjungtiva merah+ Meningismus+ Nyeri otot	L07	1,0	0,8	0,80	0.8677
Penyakit kuning	L08	0,1	0,2	0,02	0.8730
Albuminuria atau retensi nitrogen	L09	0,2	0,2	0,04	0.8730
Bagian B: Faktor Epidemiologi					
Faktor curah hujan	L10	0,5	0,7	0,35	0.9136
Kontak langsung	L11	0,4	0,8	0,32	0.0300
Kontak dengan hewan terinfeksi	L12	0,1	0,3	0,03	0.9136

Sistem pakar dengan metode faktor kepastian menghasilkan persentase tingkat kepercayaan sebesar 91,36% berdasarkan 12 gejala yang didapatkan. Penelitian serupa dengan metode faktor kepastian untuk diagnosis penyakit leptospirosis bernilai 99,74% [34] dan 87,20% [36], sehingga studi ini memberikan persentase tingkat kepercayaan dengan rentang kisaran 87,20% hingga 99,74%. Tingkat kepercayaan pada sistem pakar yang didasarkan perhitungan faktor kepastian apabila berada di atas 85% termasuk dalam kategori baik dan layak digunakan untuk pasien dengan pengawasan dokter secara langsung [11].

Hasil prediksi diagnosis berdasarkan set data gejala yang didapatkan menghasilkan persamaan (1), dengan tingkat signifikansi tidak berbeda nyata (nilai $p > 0,05 = 0,83$).

$$Y = 0,4712 + 0,3902 \times CF_{rule} - 0,1903 \times CF_{user} \quad (1)$$

dengan Y merupakan nilai $CF_{combine}$ yang didapatkan dari hasil kalkulasi faktor kepastian antara pakar dan pasien, CF_{rule} merupakan nilai faktor kepastian pakar atau dokter (rentang 0 hingga 1 dalam desimal) untuk gejala leptospirosis baru yang mungkin dijumpai di masa mendatang, dan CF_{user} merupakan nilai faktor kepastian pasien (rentang 0 hingga 1 dalam desimal) untuk gejala leptospirosis baru yang mungkin dijumpai di masa mendatang. Nilai prediksi ini mempunyai nilai koefisien regresi linear sebesar 0,041 yang bermakna

lemah. Hasil prediksi ini terbatas pada jumlah gejala klinis dan faktor epidemiologinya yang diadopsi dari *Diagnosis of Leptospirosis-Modified Faine's Criteria* [2], [43], [44], tanpa menggunakan data hasil uji laboratorium.

Studi ini dapat dijadikan rujukan dalam pengembangan sistem pakar dalam bentuk aplikasi. Beberapa platform yang dapat diterapkan program algoritma sistem pakar seperti laman web [20], Android [9], [10], dan iOS [45], [46]. Meskipun telah banyak digunakan metode-metode sistem pakar selain faktor kepastian, studi ini dapat membuktikan metode faktor kepastian masih layak digunakan untuk sistem pakar dalam mendiagnosis penyakit leptospirosis, hanya saja terbatas pada set data yang tidak dimuat dalam sistem, yakni hasil uji laboratorium.

Kesimpulan

Sistem pakar metode faktor kepastian masih mempunyai tingkat kelayakan yang baik dalam mendiagnosis penyakit leptospirosis, dengan memberikan tingkat kepercayaan sebesar 91,36% dan mampu melakukan prediksi terhadap gejala-gejala penyakit leptospirosis di masa mendatang berdasarkan set data faktor kepastiannya. Karena terbatas pada kemampuan metode faktor kepastian, set data hasil uji laboratorium belum dapat dimuat dalam sistem, sehingga saran penelitian selanjutnya dapat menjadi pertimbangan untuk memasukkan set data hasil uji laboratorium terhadap keputusan penyakit leptospirosis pada standar kedokteran, baik dalam metode sistem pakar yang serupa maupun metode-metode lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan Terima Kasih kepada Research Management Center (RMC) Jakarta Global University (JGU) yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] N. H. Rampengan, 'Leptospirosis', *J. Biomedik*, vol. 8, no. 3, pp. 143–150, 2016.
- [2] S. Shivakumar, 'Leptospirosis - Current Scenario in India', in *Medicine Update*, vol. 18, New Delhi (IN): www.apiindia.org, 2008, pp. 799–809.
- [3] CDC (Centers for Disease Control and Prevention), 'CDC in Indonesia', Atlanta (US), Aug. 2021. Accessed: Jul. 13, 2022. [Online]. Available: www.cdc.gov/globalhealth/countries/indonesia
- [4] J. A. Widiyans, N. Puspitasari, and A. Febriansyah, 'Disease Diagnosis System Using Certainty Factor', in *2019 International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)*, Oct. 2019, pp. 303–308. doi: 10.1109/ICEEIE47180.2019.8981421.
- [5] Suyanto, *Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning, dan Learning*. Bandung: Informatika, 2014.
- [6] M. Dirhamsyah, I. B. M. Ibrahim, S. Fonna, T. A. Sukhairi, H. Riza, and S. Huzni, 'Toward Automation of Structural Health Monitoring: An AI Use Case for Infrastructure Resilience in A Smart City Setting', in *2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, Aug. 2022, pp. 01–05. doi: 10.1109/ICISS55894.2022.9915041.
- [7] D. Ivanova, 'Artificial Intelligence in Internet of Medical Imaging Things: The Power of Thyroid Cancer Detection', *2018 Int. Conf. Inf. Technol.*, 2018, doi: 10.1109/infotech.2018.8510725.
- [8] P. Penikalapati and A. N. Rao, 'Healthcare analytics by engaging machine learning', *Sci. Inf. Technol. Lett.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–39, 2020, doi: 10.31763/SITECH.V1I1.32.
- [9] R. R. Al Hakim, E. Rusdi, and M. A. Setiawan, 'Android Based Expert System Application for Diagnose COVID-19 Disease: Cases Study of Banyumas Regency', *J. Intell. Comput. Heal. Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2020, doi: 10.26714/jichi.v1i2.5958.
- [10] R. R. Al-Hakim *et al.*, 'Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Tiroid dengan Gejala Psikologis Beserta Pengobatan Etnobotaninya', *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 7, pp. 1771–1778, 2022, doi: 10.25126/jtiik.2022976763.
- [11] E. Hariadha, D. Nugraha, R. R. Al Hakim, A. Pangestu, M. Yusro, and M. H. Satria, 'Using Certainty Factor for Symptoms Diagnosis of Thyroid Disorders', in *2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, 2022, pp. 01–05. doi: 10.1109/ICISS55894.2022.9915219.
- [12] R. R. Al Hakim, M. H. Satria, Y. Z. Arief, A. D. Setiawan, A. Pangestu, and H. A. Hidayah, 'Artificial Intelligence for Thyroid Disorders: A Systematic Review', *Sci. Inf. Technol. Lett.*, vol. 2, no. 2, Nov. 2021, doi: 10.31763/sitech.v2i2.694.
- [13] M. H. B. A. Yazid, M. S. Talib, and M. H. Satria, 'Flower Pollination Neural Network for Heart Disease Classification', *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 551, p. 012072, 2019, doi: 10.1088/1757-

- 899X/551/1/012072.
- [14] E. Turanoglu-Bekar, G. Ulutagay, and S. Kantarcı-Savas, 'Classification of Thyroid Disease by Using Data Mining Models: A Comparison of Decision Tree Algorithms', *Oxford J. Intell. Decis. Data Sci.*, vol. 2016, no. 2, pp. 13–28, 2016, doi: 10.5899/2016/ojids-00002.
- [15] M. Abdar, M. Zomorodi-Moghadam, R. Das, and I. H. Ting, 'Performance analysis of classification algorithms on early detection of liver disease', *Expert Syst. Appl.*, vol. 67, pp. 239–251, 2017, doi: 10.1016/j.eswa.2016.08.065.
- [16] F. Bini *et al.*, 'Artificial Intelligence in Thyroid Field—A Comprehensive Review', *Cancers (Basel)*, vol. 13, no. 19, p. 4740, 2021, doi: 10.3390/cancers13194740.
- [17] N. M. Thomasian, I. R. Kamel, and H. X. Bai, 'Machine intelligence in non-invasive endocrine cancer diagnostics', *Nat. Rev. Endocrinol.*, vol. 18, no. 2, pp. 81–95, 2022, doi: 10.1038/s41574-021-00543-9.
- [18] I. Nozomi, F. Aldi, and R. B. Sentosa, 'Views on Deep Learning for Medical Image Diagnosis', *J. Appl. Eng. Technol. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 547–553, Dec. 2022, doi: 10.37385/JAETS.V4I1.1367.
- [19] I. Sinuraya, A. Triayudi, and I. D. Sholihati, 'Sistem Pakar Diagnosis Covid-19 Berbasis Mobile Application Android Dengan Metode Certainty Factor', *Sisfotenika*, vol. 10, no. 2, pp. 203–2013, 2020.
- [20] R. A. D. Yunas, A. Triayudi, and I. D. Sholihati, 'Implementasi Sistem Pakar untuk Mendeteksi Virus Covid-19 dengan Perbandingan Metode Naïve Bayes dan Certainty Factor', *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 5, no. 3, pp. 338–345, Sep. 2021, doi: 10.35870/JTIK.V5I3.221.
- [21] F. A. Nugroho, A. F. Solikin, M. D. Anggraini, and K. Kusriani, 'Sistem Pakar Diagnosa Virus Corona Dengan Metode Naïve Bayes', *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 9, no. 1, p. 88, Apr. 2021, doi: 10.30646/TIKOMSIN.V9I1.553.
- [22] M. Nasir, A. R. Rahayu, I. P. R. Sunjaya, M. S. Widialestari, and A. Prayitno, 'Implementation of The Naïve Bayes Method in the COVID-19 Self-Assessment of Cianjur Regency Government Officials', *J. Tek. Inform. C.I.T Medicom*, vol. 14, no. 1, pp. 16–26, Mar. 2022, doi: 10.35335/CIT.VOL14.2022.239.PP16-26.
- [23] M. M. Islam, S. Akter, M. Rokunojjaman, J. H. Rony, A. Amin, and S. Kar, 'Stroke Prediction Analysis using Machine Learning Classifiers and Feature Technique', *Int. J. Electron. Commun. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 17–22, Dec. 2021, doi: 10.24042/ijecs.v1i2.10393.
- [24] F. Aris and B. Benyamin, 'Penerapan Data Mining untuk Identifikasi Penyakit Diabetes Melitus dengan Menggunakan Metode Klasifikasi', *Router Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [25] N. S. Artzi *et al.*, 'Prediction of gestational diabetes based on nationwide electronic health records', *Nat. Med.*, vol. 26, no. 1, pp. 71–76, Jan. 2020, doi: 10.1038/S41591-019-0724-8.
- [26] D. R. Ente, S. A. Thamrin, S. Arifin, H. Kuswanto, and A. Andreza, 'Klasifikasi Faktor-Faktor Penyebab Penyakit Diabetes Melitus Di Rumah Sakit Unhas Menggunakan Algoritma C4.5', *Indones. J. Stat. Its Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 80–88, 2020, doi: 10.29244/ijsa.v4i1.330.
- [27] D. Aldo and A. -, 'Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Limfoma dengan Metode Certainty Factor', *SATIN - Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 60–69, Jun. 2019, doi: 10.33372/STN.V5I1.459.
- [28] N. Rasyid, T. B. Nawaf, A. Nuraminah, and M. P. Pulungan, 'Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Paru - Paru Menggunakan Metode Certainty Factor', *J. Ilm. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 18–27, Mar. 2022.
- [29] Kristian Siregar and Paska Marto Hasugian, 'Penerapan Metode Certainty Factor untuk Mendiagnosa Penyakit THT', *JUKI J. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 46–50, Apr. 2021, doi: 10.53842/JUKI.V1I2.16.
- [30] N. A. Hasibuan, H. Sunandar, S. Alas, and S. Suginam, 'Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kaki Gajah Menggunakan Metode Certainty Factor', *Jurasik (Jurnal RIs. Sist. Inf. dan Tek. Inform.)*, vol. 2, no. 1, p. 29, Jul. 2017, doi: 10.30645/JURASIK.V2I1.16.
- [31] D. Maulina, 'METODE CERTAINTY FACTOR DALAM PENERAPAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT ANAK', *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–32, Jul. 2020, doi: 10.24076/JOISM.2020V2I1.171.
- [32] A. Jatmiko, J. Santoso, and H. Armanto, 'Pemanfaatan Expert System Untuk Penentuan Kegawatdaruratan Pasien Balita Di IGD', *Appl. Technol. Comput. Sci. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 63–75, Dec. 2018, doi: 10.33086/ATCSJ.V1I2.854.
- [33] C. Kirana, L. Tommy, and M. I. Wijaya, 'Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gizi Buruk Pada Balita Dengan Metode Certainty Factor', *J. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 2, pp. 141–154, Oct. 2019, doi: 10.36774/JUSITI.V8I2.615.
- [34] P. Syahromi, 'SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT LEPTOSPIROSIS MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR DENGAN PENELUSURAN FORWARD CHAINING', *JURIKOM (Jurnal RIs. Komputer)*, vol. 3, no. 1, Feb. 2016, doi: 10.30865/JURIKOM.V3I1.61.
- [35] N. Abu Bakar @ Che Din, 'Diagnosis of Leptospirosis using Fuzzy Expert System (L-FES) / Norhafishah Abu Bakar @ Che Din', Universiti Teknologi MARA, Terengganu (MY), 2017. Accessed: Feb. 01, 2023. [Online]. Available: <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/69530/>

- [36] A. O. Pasaribu, M. Mesran, and Y. Hasan, 'SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT LEPTOSPIROSIS MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR', *Pelita Inform. Inf. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 138–144, Oct. 2018, Accessed: Feb. 01, 2023. [Online]. Available: <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/pelita/article/view/1072>
- [37] M. Maiyulis, M. Syahrizal, and P. G. Munthe, 'SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT LEPTOSPIROSIS MENERAPKAN METODE RULE BASED REASONING', *Inf. dan Teknol. Ilm.*, vol. 5, no. 2, pp. 118–123, Jan. 2018, Accessed: Feb. 01, 2023. [Online]. Available: <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/inti/article/view/640>
- [38] M. D. Sinaga, F. Tambunan, C. J. M. Sianturi, A. Syahputra, F. Tahel, and S. Aliyah, 'An Expert System for Diagnosing Leptospirosis Disease Using Forward Chaining and Bayes Theorem', in *2019 7th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, Nov. 2019. doi: 10.1109/CITSM47753.2019.8965338.
- [39] M. D. Sinaga, N. S. B. Sembiring, C. J. M. Sianturi, and C. J. M. Sianturi, 'PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT LEPTOSPIROSIS', *CSRID (Computer Sci. Res. Its Dev. Journal)*, vol. 12, no. 2, pp. 98–106, Mar. 2021, doi: 10.22303/CSRID.12.2.2020.98-106.
- [40] M. D. Sinaga, N. S. B. Sembiring, E. Darmayanti, R. Maulida, E. V. Haryanto, and E. Ginting, 'A Comparison of the Tsukamoto Fuzzy Method and the Dempster Shafer Method for Diagnosing Leptospirosis', in *2021 9th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 2021. doi: 10.1109/CITSM52892.2021.9587918.
- [41] R. T. Aldisa, S. Alfarisi, and M. A. Abdullah, 'Penerapan Metode Naïve Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Leptospirosis', *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 3, no. 4, pp. 521–526, Sep. 2022, doi: 10.47065/JOSYC.V3I4.2205.
- [42] R. R. Al Hakim, A. Pangestu, and A. Jaenul, 'Penerapan Metode Certainty Factor dengan Tingkat Kepercayaan pada Sistem Pakar dalam Mendiagnosis Parasit pada Ikan', *Djtechno J. Inf. Technol. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–37, 2021, doi: 10.46576/djtechno.v2i1.1254.
- [43] S. Shivakumar and P. S. Shareek, 'Diagnosis of leptospirosis using modified Faine's Criteria', *J. Assoc. Physicians India*, vol. 52, pp. 678–679, 2004.
- [44] S. Sethi *et al.*, 'Increasing trends of leptospirosis in Northern India: A clinico-epidemiological study', *PLoS Negl. Trop. Dis.*, vol. 4, no. 1, p. e579, Jan. 2010, doi: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0000579.
- [45] K. Darmaastawan, P. L. B. S. J. Amertha, and L. Jasa, 'Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Gigi dengan Metode Breadth First Search berbasis Instant Messaging LINE Messenger', *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 20, no. 1, pp. 139–146, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p16.
- [46] S. D. A. Suprayitno, M. N. Zakaria, and A. W. Yulianto, 'COVID-19 Disease Diagnosis Expert System with Certainty Factor Method using iOS-Based App', *J. Telecommun. Netw. (Jurnal Jar. Telekomun.)*, vol. 12, no. 3, pp. 160–165, 2022, doi: 10.33795/jartel.v12i3.336.