

SINERGI AI DAN MACHINE LEARNING UNTUK PREDIKSI MULTIKELUHAN PADA DIAGNOSIS PENYAKIT KEPALA : SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Hafidz Ridwan Cahya, Arnoldy Mahesa Riadhino,
Naufal Ramadhani Adiyatma, Tri Lathif Mardi Suryanto
Sistem Informasi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya
23082010093@student.upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Era baru dalam diagnosis medis menghadirkan kecerdasan buatan (AI) dan machine learning (ML) sebagai arsitek perubahan, membongkar batasan metode tradisional untuk menjawab kompleksitas penyakit kepala dengan presisi yang belum pernah ada sebelumnya. Penelitian ini mengeksplorasi potensi sinergi kecerdasan buatan (AI) dan *machine learning* (ML) dalam prediksi multikeluhan pada diagnosis penyakit kepala melalui tinjauan literatur sistematis (*Systematic Literature Review/SLR*). Dengan mengikuti pedoman PRISMA, studi ini mengidentifikasi artikel-artikel relevan dari tahun 2022 hingga 2024 yang dipublikasikan di basis data seperti Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Hasil analisis menunjukkan bahwa algoritma seperti *Deep Neural Networks* (DNN) dan *Multilayer Perceptron* (MLP) berhasil meningkatkan akurasi diagnosis hingga 99,6%. AI juga membuktikan kemampuannya dalam memproses data medis yang kompleks, menghasilkan prediksi yang lebih cepat dan akurat. Namun, penelitian ini menemukan sejumlah tantangan, termasuk variabilitas data medis, keterbatasan teknik klasifikasi, dan perlunya validasi model pada populasi yang lebih luas. Studi ini menyimpulkan bahwa penerapan AI dan ML dapat merevolusi proses diagnosis penyakit kepala, memberikan solusi yang lebih efisien dan mendalam, serta menginspirasi inovasi lebih lanjut di sektor kesehatan.

Kata kunci : *Artificial Intelligence, Machine Learning, Diagnosa Penyakit Kepala, Systematic Literature Review*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam bidang kesehatan telah membuka peluang baru dalam proses diagnosa dan perawatan pasien [1], terutama melalui penerapan *Artificial Intelligence* (AI) dan *Machine Learning* (ML) [2]. AI melibatkan berbagai teknologi seperti model machine learning, pemrosesan bahasa alami (Natural Language Processing/NLP), visi komputer, dan komputasi yang memungkinkan analisis data medis dalam jumlah besar dan kompleks dengan lebih cepat [3], dan menggunakan hasil analisis data tersebut untuk membantu pengambilan keputusan klinis [4].

Penyakit kepala sering kali melibatkan berbagai keluhan yang beragam, sehingga proses diagnosanya menjadi tantangan tersendiri bagi tenaga medis [5]. Setiap pasien dapat memiliki gejala yang berbeda-beda meski memiliki jenis penyakit yang sama, seperti nyeri yang bervariasi intensitasnya, pusing, dan keluhan lain yang saling berkaitan. Prediksi multikeluhan menggunakan metode AI dan ML dapat membantu mengidentifikasi pola-pola tersebut dengan lebih baik [4], memberikan peluang bagi tenaga medis untuk membuat keputusan yang lebih tepat berdasarkan hasil analisis data [6].

Tinjauan literatur sistematis (*Systematic Literature Review/SLR*) ini bertujuan untuk mengevaluasi berbagai penelitian terkait penggunaan AI dan ML dalam diagnosa penyakit kepala, khususnya yang berfokus pada prediksi multikeluhan. Melalui SLR ini, peneliti berharap dapat mengidentifikasi dan memberikan pemahaman mengenai teknik dan metode yang paling banyak digunakan dan berdampak besar untuk beberapa masalah kesehatan khususnya penyakit kepala setelah

diimplementasikan, tantangan yang dihadapi, serta potensi pengembangan di masa depan. Studi ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan bagi para praktisi dan akademisi dalam memanfaatkan teknologi AI dan ML untuk meningkatkan kualitas layanan kesehatan, khususnya dalam konteks diagnosa penyakit kepala yang lebih cepat dan tepat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Literatur Sistematis (SLR)

Tinjauan Literatur Sistematis (*Systematic Literature Review/SLR*) merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menjelaskan hasil-hasil penelitian terkait topik spesifik, fenomena, atau pertanyaan penelitian tertentu [7]. SLR membantu peneliti dalam menyusun pemahaman yang komprehensif mengenai studi-studi yang ada [8].

2.2. Artificial Intelligence (AI)

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) adalah teknologi yang membantu dalam berbagai tugas medis, seperti pencatatan, diagnosa, dan pengambilan keputusan klinis. *Generative AI* (GenAI), salah satu jenis AI, mampu menghasilkan data berdasarkan input tertentu dan berpotensi meningkatkan efisiensi di sektor kesehatan [9].

2.3. Machine Learning (ML)

Teknologi Machine Learning (ML) semakin banyak dimanfaatkan di dunia medis untuk mengurangi risiko bias yang biasanya terjadi akibat keterbatasan manusia, sekaligus meningkatkan keakuratan dalam analisis data kompleks [10]. Dalam

studi migrain, pendekatan ML digunakan untuk memahami tingkat kompleksitas migrain dengan aura melalui pengolahan data citra MRI, dengan algoritma seperti Support Vector Machine (SVM) yang mampu mengidentifikasi pola penting [11]. Inovasi ini menjadi landasan dalam pengembangan metode diagnosis dan perawatan berbasis data yang lebih canggih di masa mendatang [10] [11].

2.4. Diagnosa Penyakit Kepala

Sakit kepala primer seperti migrain, sakit kepala tipe tegang (TTH), dan kluster adalah jenis sakit kepala yang umum. Migrain ditandai dengan nyeri hebat di satu sisi kepala, sedangkan TTH cenderung bersifat ringan hingga sedang dengan sensasi tertekan di sekitar kepala. Sakit kepala kluster lebih jarang tetapi sangat menyakitkan, sering terasa di sekitar mata. Diagnosa biasanya mengacu pada *International Classification of Headache Disorders* (ICHD) dengan mempertimbangkan gejala klinis dan riwayat pasien [12].

2.5. Penggunaan Teknologi dalam Kesehatan

Penggunaan teknologi dalam bidang kesehatan telah berkembang pesat, terutama dengan hadirnya kecerdasan buatan (AI) dan data multi-modal yang membantu proses diagnosa medis. Teknologi AI memadukan berbagai jenis data medis seperti gambar medis, sinyal fisiologis, dan informasi genetik untuk menghasilkan diagnosis yang lebih komprehensif. Misalnya, pencitraan medis seperti MRI dan CT digunakan untuk memberikan representasi visual struktur tubuh yang membantu dalam identifikasi penyakit. Selain itu, sinyal fisiologis seperti EKG dan EEG menyediakan informasi real-time tentang aktivitas jantung dan otak, yang berguna dalam mendeteksi gangguan kardiovaskular dan neurologis [13].

2.6. Framework PRISMA

PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) adalah pedoman internasional yang dirancang untuk membantu peneliti melaporkan kajian sistematis dan meta-analisis dengan transparansi dan konsistensi. PRISMA menyediakan daftar periksa dan diagram alur untuk mendokumentasikan proses seleksi studi,

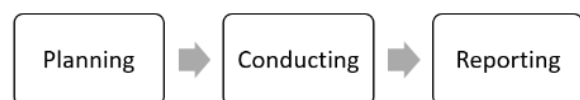
memastikan bahwa semua langkah dalam proses kajian dilaporkan secara jelas. Pedoman ini mencakup tahap pencarian literatur, seleksi studi, ekstraksi data, dan analisis hasil [14].

2.7. Research Question

Research question adalah pertanyaan yang menjadi fokus utama dalam sebuah penelitian, yang dirumuskan untuk mengarahkan dan membimbing studi tersebut. Pertanyaan ini bertujuan untuk mengeksplorasi aspek-aspek tertentu dari topik yang diteliti, membantu peneliti dalam mengidentifikasi masalah yang ingin diselesaikan, serta menentukan metodologi yang akan digunakan [15].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, menelaah, dan mengevaluasi penelitian terkait dalam suatu bidang berdasarkan pertanyaan penelitian spesifik [7]. SLR dilakukan secara sistematis dengan mengikuti protokol tertentu. Hasilnya digunakan untuk memahami pengetahuan yang ada dan mengembangkan pengelolaan informasi secara lebih efisien.



Gambar 1. Tahapan metode slr

Sesuai dengan gambar 1 diatas, metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu *Planning* (perencanaan), *Conducting* (pelaksanaan), dan *Reporting* (pelaporan). Pada tahap *Planning*, dilakukan identifikasi kebutuhan kajian dan pengembangan protokol penelitian. Tahap *Conducting* mencakup proses pencarian, seleksi, dan evaluasi literatur secara sistematis berdasarkan protokol yang telah disusun. Tahap terakhir, *Reporting*, bertujuan untuk mendokumentasikan hasil kajian secara transparan dan menyeluruh, sehingga dapat digunakan oleh peneliti lain untuk referensi atau pengembangan penelitian lebih lanjut [16].

3.1. Pertanyaan Penelitian

Tabel 1. *Research Question* (RQ)

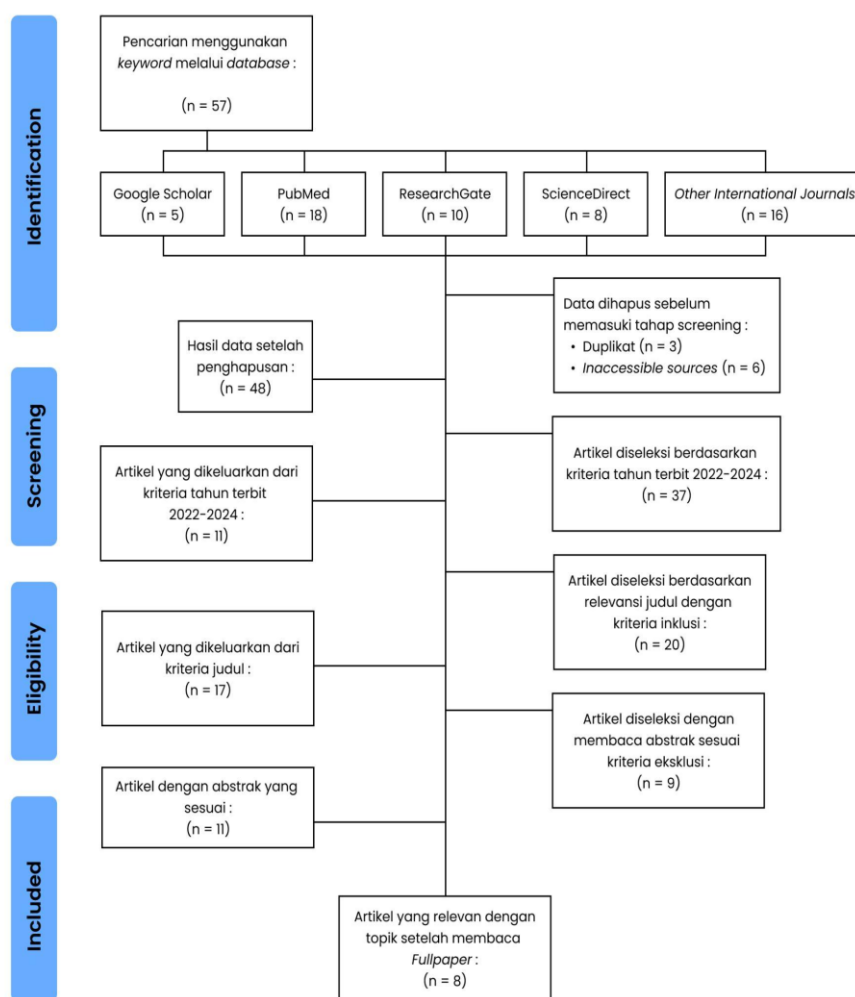
<i>Research Question</i>	<i>Tujuan</i>
Bagaimana sinergi AI dan <i>Machine Learning</i> di bidang kesehatan dapat mengefisienkan proses prediksi dalam diagnosa penyakit?	Menganalisis peran sinergi AI dan <i>machine learning</i> di bidang kesehatan dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi prediksi diagnosis penyakit.
<i>Research Question</i>	<i>Tujuan</i>
Metode atau teknik apa yang paling optimal dan efektif dalam mendukung sistem prediksi diagnosa multikeluhan pada penyakit kepala?	Mengidentifikasi metode AI dan <i>machine learning</i> yang paling efektif untuk sistem prediksi diagnosis multikeluhan pada penyakit kepala.
Apa saja tantangan utama dalam pengoptimalan AI dan <i>Machine Learning</i> untuk diagnosa multikeluhan penyakit kepala dibandingkan dengan metode konvensional?	Menganalisis tantangan utama dalam penerapan AI dan <i>machine learning</i> untuk diagnosis multikeluhan penyakit kepala dibandingkan metode konvensional.

Pada tahap awal, peneliti memulai *Systematic Literature Review* (SLR) dengan merumuskan pertanyaan penelitian (Research Question). Pertanyaan ini berfungsi untuk mengarahkan penelitian dalam menjawab permasalahan utama yang telah dirumuskan. Melalui proses ini, peneliti dapat mengumpulkan dan mengevaluasi berbagai sumber yang relevan dengan topik yang akan dikaji. Dalam penelitian ini, topiknya adalah sinergi AI dan *machine learning* untuk memprediksi keluhan multi-gejala dalam diagnosa penyakit kepala.

3.2. Proses Pencarian

Pada proses pencarian peneliti akan mencari artikel yang akan di *review* dengan menggunakan

diagram PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk melakukan proses pencarian dan seleksi artikel. Pencarian akan dilakukan melalui beberapa database dan portal jurnal, termasuk *Google Scholar*, *ScienceDirect*, *ResearchGate*, *PubMed*, serta portal jurnal nasional dan internasional lainnya. Artikel yang relevan dengan kata kunci '*AI and Machine Learning for Healthcare*', '*Headache prediction*', '*AI*' dan '*Machine Learning*', serta '*Machine Learning Classification*' dan '*Diagnosa penyakit*', dipublikasikan antara tahun 2022 hingga 2024, akan diidentifikasi dan disimpan untuk tahap seleksi lebih lanjut sesuai dengan diagram alur PRISMA.



Gambar 2. PRISMA diagram

Gambar 2 diatas menunjukkan diagram alir PRISMA yang menjelaskan proses seleksi artikel dalam penelitian ini. Tahap identifikasi menghasilkan 57 artikel dari berbagai *database* (*Google Scholar*, *PubMed*, *ResearchGate*, *ScienceDirect*, dan jurnal internasional lainnya). Setelah penghapusan artikel duplikat (n=3) dan sumber yang tidak dapat diakses (n=6), tersisa 48 artikel. Pada tahap penyaringan, 11

artikel yang tidak memenuhi kriteria tahun terbit (2022–2024) dihapus, menyisakan 37 artikel. Selanjutnya, 17 artikel dieliminasi karena judulnya tidak relevan, dan 9 artikel dihapus setelah abstrak diperiksa, menyisakan 11 artikel. Akhirnya, setelah membaca *full paper*, 8 artikel terpilih sebagai yang paling relevan dengan topik penelitian.

3.3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Eksklusi	Inklusi
Artikel yang tidak <i>peer-reviewed</i> atau tidak dipublikasikan dalam jurnal ilmiah terakreditasi, baik nasional maupun internasional.	Artikel yang diterbitkan dalam jurnal, prosiding, atau platform ilmiah yang diakui secara umum, meskipun tidak memiliki akreditasi resmi.
Tahun terbit paper dibawah 2022.	Tahun terbit paper 2022 - 2024.
Paper yang tidak mencakup penelitian yang relevan dengan topik AI dan <i>Machine Learning</i> untuk prediksi diagnosa multikeluhan penyakit kepala.	Paper yang mencakup topik yang relevan dengan topik AI dan <i>Machine Learning</i> untuk prediksi diagnosa multikeluhan penyakit kepala.

Tabel inklusi dan eksklusi diatas dibuat peneliti untuk digunakan sebagai pedoman guna melakukan penyaringan artikel yang telah dilakukan pencarian pada tahap sebelumnya.

3.4. Penilaian Kualitas (*Quality Assessment*)

Tabel 3. Indikator Penilaian Kualitas

QA1	Relevansi Sinergi AI dan Machine Learning dalam Diagnosa Penyakit Kepala
QA2	Metode atau Teknik Prediksi yang Digunakan
QA3	Identifikasi Tantangan Utama dan Perbandingan dengan Metode Konvensional

Tampak pada tabel indikator penilaian diatas bahwa setiap indikator QA (*Quality Assessment*) digunakan untuk menilai 8 artikel yang telah didapatkan untuk mengevaluasi kualitas dan kerelevansian dengan topik penelitian ini. Penilaian akan dilakukan dengan cara pemberian bobot atau poin dengan rentang 0-1. Keterangan untuk setiap poinnya sebagai berikut, poin 0 untuk “tidak disebutkan atau tidak relevan”, poin 0.5 untuk “Disebutkan namun kurang detail atau hanya sebagian saja”, poin 1 untuk “Dijelaskan secara lengkap, detail, dan relevan dengan fokus penelitian”.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penilaian Kualitas

Tabel 4. Hasil penilaian kualitas berdasarkan QA

Referensi	Judul	QA1	QA2	QA3	Total
[15]	Migraine Headache (MH) Classification Using Machine Learning Methods with Data Augmentation	1	1	0,5	2,5
[17]	A Machine Learning Approach to Support Triaging of Primary Versus Secondary Headache Patients Using Complete Blood Count	1	0,5	0,5	2
[18]	Machine Learning and Wearable Technology: Monitoring Changes in Biomedical Signal Patterns during Pre-Migraine Nights	0,5	0,5	0,5	1,5
[19]	An Evolving Machine-Learning-Based Algorithm to Early Predict Response to Anti-CGRP Monoclonal Antibodies in Patients with Migraine	0,5	0,5	0,5	1,5
[20]	Migraine with aura detection and subtype classification using machine learning algorithms and morphometric magnetic resonance imaging data	1	0,5	0,5	2
[21]	A Decision Support System for Primary Headache Developed Through Machine Learning	0,5	1	0,5	2
[22]	Using artificial intelligence to identify patients with migraine and associated symptoms and conditions within electronic health records	0,5	1	0,5	2
[23]	Analisis Perbandingan Kinerja Algoritma Multilayer Perceptron dan K-Nearest Neighbor pada Klasifikasi Tipe Migrain	1	1	0,5	2,5

Pada tahap hasil penilaian kualitas artikel, penilaian dilakukan dengan menggunakan Quality Assessment (QA) pada masing-masing artikel. Hasil penilaian kualitas dapat dilihat dalam Tabel 4 diatas.

4.2. Analisis Hasil RQ 1

Bagaimana sinergi AI dan Machine Learning di bidang kesehatan dapat mengefisienkan proses prediksi dalam diagnosa penyakit?

Tabel 5. Sinergi AI/ML di Bidang Kesehatan

Referensi	Judul Paper	Jawaban terhadap Research Question
[15]	Migraine Headache (MH) Classification Using Machine Learning Methods with Data Augmentation	Dengan teknik augmentasi data, algoritma seperti Deep Neural Networks (DNN) mencapai akurasi hingga 99,66% untuk klasifikasi 7 jenis migrain, mempercepat diagnosis dengan sumber daya yang lebih efisien.
[17]	A Machine Learning Approach to Support Triaging of Primary Versus Secondary Headache Patients Using Complete Blood Count	Model ML berbasis data CBC efektif membedakan sakit kepala primer dan sekunder, membantu mempercepat diagnosis dan meningkatkan efisiensi klinis.
[18]	Machine Learning and Wearable	AI dengan sensor wearable memprediksi migrain dini

Referensi	Judul Paper	Jawaban terhadap Research Question
	Technology: Monitoring Changes in Biomedical Signal Patterns during Pre-Migraine Nights	melalui analisis suhu kulit, mencapai akurasi 80,6% dengan XGBoost.
[19]	An Evolving Machine-Learning-Based Algorithm to Early Predict Response to Anti-CGRP Monoclonal Antibodies in Patients with Migraine	Algoritma ML memprediksi respons awal terapi anti-CGRP menggunakan fitur seperti MHD dan skor HIT-6 untuk personalisasi perawatan dan efisiensi biaya.
[20]	Migraine with aura detection and subtype classification using machine learning algorithms and morphometric magnetic resonance imaging data	Algoritma ML seperti LDA menggunakan data MRI untuk mendeteksi migrain dengan aura dan membedakan subtype dengan akurasi hingga 98%, meningkatkan diagnosis secara signifikan.
[21]	A Decision Support System for Primary Headache Developed Through Machine Learning	ML meningkatkan akurasi diagnosis sakit kepala primer, seperti migrain, melalui algoritma <i>logistic regression</i> dan <i>random forest</i> yang menganalisis gejala klinis, mengurangi risiko misdiagnosis.
[22]	Using artificial intelligence to identify patients with migraine and associated symptoms and conditions within electronic health records	Pemrosesan EHR tidak terstruktur dengan AI meningkatkan <i>recall</i> deteksi migrain hingga 96,8%, jauh melampaui metode tradisional (66,6%).
[23]	Analisis Perbandingan Kinerja Algoritma Multilayer Perceptron dan K-Nearest Neighbor pada Klasifikasi Tipe Migrain	AI dan ML mempermudah diagnosis migrain, dengan MLP mencapai akurasi 91%, lebih unggul dari KNN (72%).

Dari data tabel diatas, bisa kita lihat bahwa sinergi AI dan Machine Learning di bidang kesehatan mampu mengefisienkan proses prediksi dalam diagnosa penyakit dengan meningkatkan akurasi, mempercepat pemrosesan data, dan memungkinkan prediksi dini. Berbagai algoritma seperti Deep Neural Networks (DNN), Linear Discriminant Analysis (LDA), dan Multilayer Perceptron (MLP) terbukti mencapai akurasi tinggi, bahkan hingga 99,6%, dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit. Selain itu, AI mampu memproses data yang kompleks seperti rekam medis elektronik (EHR) atau sinyal biometrik dari perangkat wearable secara cepat dan efisien, menghasilkan diagnosis yang lebih tepat dibandingkan

metode tradisional. Teknologi ini juga dapat memprediksi kondisi pasien lebih dini dan merekomendasikan perawatan yang lebih personal, sehingga mendukung intervensi yang lebih efektif. Dengan semua kemampuan ini, AI dan ML tidak hanya meningkatkan efisiensi diagnosis tetapi juga menghemat waktu, tenaga medis, dan sumber daya dalam sistem layanan kesehatan.

4.3. Analisis Hasil RQ 2

Metode atau teknik apa yang paling optimal dan efektif dalam mendukung sistem prediksi diagnosis multikeluhan pada penyakit kepala?

Tabel 6. Metode yang Paling Optimal

Referensi	Judul	Metode atau Teknik
[15]	Migraine Headache (MH) Classification Using Machine Learning Methods with Data Augmentation	Menggunakan metode machine learning dengan teknik augmentasi data untuk meningkatkan akurasi klasifikasi sakit kepala.
[17]	A Machine Learning Approach to Support Triaging of Primary Versus Secondary Headache Patients Using Complete Blood Count	Memanfaatkan kecerdasan buatan untuk menganalisis data EHR dan mengidentifikasi pasien dengan migraine secara akurat.
[18]	Machine Learning and Wearable Technology: Monitoring Changes in Biomedical Signal Patterns during Pre-Migraine Nights	Mengembangkan sistem dukungan keputusan berbasis machine learning yang divalidasi dengan data yang lebih besar dan representatif.
[19]	An Evolving Machine-Learning-Based Algorithm to Early Predict Response to Anti-CGRP Monoclonal Antibodies in Patients with Migraine	Menggunakan algoritma machine learning yang terus berkembang untuk memprediksi respons awal pasien terhadap antibodi monoklonal anti-CGRP.
[20]	Migraine with aura detection and subtype classification using machine learning algorithms and morphometric magnetic resonance imaging data	Menerapkan teknologi wearable untuk memantau perubahan pola sinyal biomedis pada malam sebelum migraine.
[21]	A Decision Support System for Primary Headache Developed Through Machine Learning	Menggunakan analisis CBC dalam pendekatan machine learning untuk mendukung triaging pasien sakit kepala primer dan sekunder.
[22]	Using artificial intelligence to identify patients with migraine and associated symptoms and	Menerapkan algoritma machine learning dan data pencitraan MRI morfometrik untuk mendeteksi migraine

Referensi	Judul	Metode atau Teknik
	conditions within electronic health records	dengan aura dan mengklasifikasikan subtipe nya.
[23]	Analisis Perbandingan Kinerja Algoritma Multilayer Perceptron dan K-Nearest Neighbor pada Klasifikasi Tipe Migrain	Melakukan analisis komparatif antara algoritma Multilayer Perceptron dan K-Nearest Neighbor untuk klasifikasi tipe migraine, dengan fokus pada pemilihan fitur yang relevan.

Dari tabel diatas, kita mengetahui bahwa penelitian tentang migrain menggunakan berbagai metode, seperti machine learning untuk klasifikasi sakit kepala dan algoritma prediksi respons pengobatan, menunjukkan potensi dalam meningkatkan diagnosis dan pengelolaan. Tantangan utama meliputi validasi model dengan data yang lebih representatif dan integrasi teknologi wearable. Kolaborasi lintas disiplin diperlukan untuk mengeksplorasi efektivitas metode yang ada dan

mengidentifikasi area perbaikan. Kerangka kerja sistematis, seperti analisis komparatif algoritma, dapat mengoptimalkan diagnosis dan pengobatan, sehingga meningkatkan layanan bagi pasien migrain.

4.4. Analisis Hasil RQ 3

Apa saja tantangan utama dalam pengoptimalan AI dan *Machine Learning* untuk diagnosa multikeluhan penyakit kepala dibandingkan dengan metode konvensional?

Tabel 7. Tantangan Utama

Referensi	Judul	Tantangan
[15]	Migraine Headache (MH) Classification Using Machine Learning Methods with Data Augmentation	Tantangan terletak pada keterbatasan teknik klasifikasi yang ada, yang dapat mengurangi akurasi diagnosis sakit kepala dan mempengaruhi hasil pengobatan.
[17]	A Machine Learning Approach to Support Triaging of Primary Versus Secondary Headache Patients Using Complete Blood Count	Tantangan muncul dari variabilitas dalam pengumpulan data EHR, yang menyulitkan proses ekstraksi informasi penting untuk identifikasi pasien migraine secara akurat.
[18]	Machine Learning and Wearable Technology: Monitoring Changes in Biomedical Signal Patterns during Pre-Migraine Nights	Tantangan utama adalah perlunya validasi model dengan data yang lebih besar dan representatif, agar sistem dukungan keputusan dapat diterapkan secara efektif dalam praktik klinis.
[19]	An Evolving Machine-Learning-Based Algorithm to Early Predict Response to Anti-CGRP Monoclonal Antibodies in Patients with Migraine	Tantangan dihadapi dalam menggeneralisasi model ke populasi yang lebih luas, yang menambah kompleksitas dalam memprediksi respons pasien terhadap pengobatan migraine.
[20]	Migraine with aura detection and subtype classification using machine learning algorithms and morphometric magnetic resonance imaging data	Tantangan terkait dengan ketergantungan pada teknologi wearable, yang mungkin tidak selalu memberikan akurasi yang diperlukan, sehingga memengaruhi hasil pemantauan yang diinginkan.
[21]	A Decision Support System for Primary Headache Developed Through Machine Learning	Tantangan timbul dari penggunaan CBC sebagai alat triaging yang efisien dan akurat, yang perlu dioptimalkan untuk mendukung pengambilan keputusan klinis yang lebih baik.
[22]	Using artificial intelligence to identify patients with migraine and associated symptoms and conditions within electronic health records	Tantangan dalam mencapai akurasi tinggi saat mengidentifikasi subtype migraine menjadi hambatan yang signifikan dalam penerapan algoritma ini dalam praktik klinis.
[23]	Analisis Perbandingan Kinerja Algoritma Multilayer Perceptron dan K-Nearest Neighbor pada Klasifikasi Tipe Migrain	Tantangan utama adalah memilih fitur yang paling relevan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi, yang menjadi fokus penting dalam penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Dari tabel 7, kita dapat melihat beberapa tantangan yang dihadapi dalam pengembangan dan penerapan teknologi untuk manajemen migraine. Pengembangan teknologi untuk manajemen migrain menghadapi tantangan seperti keterbatasan teknik klasifikasi, variabilitas data, dan kebutuhan validasi model yang lebih baik. Hambatan lain termasuk generalisasi model dan ketergantungan pada teknologi wearable. Untuk mengatasinya, diperlukan kerja sama peneliti dan praktisi dalam menciptakan algoritma yang lebih akurat dan representatif, serta memperbaiki konsistensi pengumpulan data. Validasi model dengan

data yang lebih besar dan beragam sangat penting untuk memastikan efektivitas diagnosis dan pengobatan migrain. Dengan kemajuan teknologi, diharapkan akurasi dan efisiensi penanganan migrain dapat terus meningkat, memberikan manfaat lebih besar bagi pasien.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Tinjauan ini menunjukkan bahwa penerapan AI dan ML, seperti algoritma Multilayer Perceptron dan Deep Neural Networks, mampu meningkatkan akurasi hingga 99,6% dalam diagnosis penyakit kepala,

khususnya prediksi multikeluhan, dengan mengatasi tantangan variabilitas data dan keterbatasan metode konvensional. Namun, tantangan seperti validasi model, kebutuhan data yang lebih representatif, dan ketergantungan pada teknologi tertentu masih perlu diselesaikan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut disarankan untuk fokus pada pengembangan model yang lebih adaptif, validasi pada dataset yang lebih beragam, serta integrasi teknologi wearable untuk deteksi dini yang lebih efektif, guna mendukung efisiensi dan akurasi layanan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] b. L. Jimma, "artificial intelligence in healthcare: a bibliometric analysis," *telematics and informatics reports*, vol. 9. Elsevier b.v., mar. 01, 2023, Doi: 10.1016/j.teler.2023.100041.
- [2] E. A. Andika and R. Renaldy, "Perkembangan Sistem Berbasis Artificial Intelligence di Bidang Kesehatan," in *Seminar Nasional Informatika – FTI UPGRIS*, vol. 2, 2024.
- [3] R. Bartels, J. Dudink, S. Haitjema, D. L. Oberski, and Annemarie, "A perspective on a quality management system for AI/ML-Based clinical decision support in hospital care, *Frontiers in Digital Health*, 2022, Doi: <https://doi.org/10.3389/fdgth.2022.942588>
- [4] G. S. Nadella, S. Satish, K. Meduri, and S. S. Meduri, "A Systematic Literature Review of Advancements, Challenges and Future Directions of AI And ML in Healthcare," *A Double-Blind Peer Reviewed Refereed Journal*, pp. 4325-32xx, Sep. 2023.
- [5] D. A. Setiawan, D. D. Kustiyanti, and M. Suandika, "Analisis Gangguan Keamanan dan Proteksi pada Asuhan Keperawatan Tn. H dengan Diagnosa Medis Cedera Kepala Ringan (CKR) di Ruang Antasena RST Wijayakusuma Purwokerto," *Jurnal Pengabdian Mandiri*, vol. 1, no. 7, pp. 1175-1184, Jul. 2022.
- [6] J. Bajwa, U. Munir, A. V. Nori, and B. Williams, "Artificial intelligence in healthcare: Transforming the practice of medicine," *Future Healthcare Journal*, 2021, Doi: <https://doi.org/10.7861/fhj.2021-0095>.
- [7] R. van Dinter, B. Tekinerdogan, dan C. Catal, "Automation of systematic literature reviews: A systematic literature review," *Information and Software Technology*, vol. 136, p. 106589, 2021.
- [8] S. Boccaletti, E. Lucas, A. Nixon, N. Boskovic, and G. Di Dato, "Systematic literature review of the humanistic and economic burden of focal epilepsy and primary generalized tonic-clonic seizures in adults," *Epilepsia Open*, vol. 00, pp. 1-32, Oct. 2024.
- [9] B. Solaiman, "Generative artificial intelligence (GenAI) and decision-making: Legal & ethical hurdles for implementation in mental health," *International Journal of Law and Psychiatry*, vol. 97, pp. 1-32, Oct. 2024, Doi : <https://doi.org/10.1016/j.ijlp.2024.102028>
- [10] J. Kwon, H. Lee, S. Cho, C.-S. Chung, M. J. Lee, and H. Park, "Machine learning-based automated classification of headache disorders using patient-reported questionnaires," *Scientific Reports*, vol. 10, no. 14062, 2020, Doi: 10.1038/s41598-020-70992-1.
- [11] K. Mitrović, A. M. Savić, A. Radojčić, M. Daković, and I. Petrušić, "Machine learning approach for Migraine Aura Complexity Score prediction based on magnetic resonance imaging data," *The Journal of Headache and Pain*, vol. 24, no. 169, 2023, Doi: 10.1186/s10194-023-01704-z.
- [12] M. M. R. Siddiquee, J. Shah, C. Chong, S. Nikolova, G. Dumkrieger, B. Li, T. Wu, and T. J. Schwedt, "Headache classification and automatic biomarker extraction from structural MRIs using deep learning," *Brain Communications*, vol. 2023, pp. 1-10, 2022, Doi : <https://doi.org/10.1093/braincomms/fcac311>
- [13] X. Xu, J. Li, Z. Zhu, L. Zhao, H. Wang, C. Song, Y. Chen, Q. Zhao, J. Yang, and Y. Pei, "A comprehensive review on synergy of multi-modal data and AI technologies in medical diagnosis," *Bioengineering*, vol. 11, no. 3, p. 219, 2024, Doi : <https://doi.org/10.3390/bioengineering11030219>
- [14] Q. Wu, J. Wang, X. Lin, D. Han, H. Hu, and H. Gao, "Determining the Efficacy and Safety of Acupuncture for the Preventive Treatment of Menstrual Migraine: A Protocol for a PRISMA-Compliant Systematic Review and Meta-Analysis," *Journal of Pain Research*, vol. 16, pp. 101–109, 2023, Doi: <https://doi.org/10.2147/JPR.S394446>.
- [15] L. Khan, M. Shahreen, A. Qazi, S. J. A. Shah, S. Hussain, and H.-T. Chang, "Migraine headache classification using machine learning methods with data augmentation," *Scientific Reports*, vol. 14, no. 5180, 2024, Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55874-0>.
- [16] T. D. Maulana, A. A. S. Nugroho, B. A. Suryaputra, and A. Wulansari, "Tinjauan Literatur Sistematis: Manajemen Sumber Daya TI di Lingkungan Pendidikan," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 1, pp. 57-62, Feb. 2024.
- [17] F. Yang, T. Meng, B. Torben-Nielsen, C. Magnus, C. Liu, dan E. Dejean, "A machine learning approach to support triaging of primary versus secondary headache patients using complete blood count," *PLOS ONE*, vol. 18, no. 3, Mar. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282237>
- [18] V. Kapustynska, V. Abromavičius, K. Ryliskienė, S. Andruškevičius, A. Serackis, dan Š. Paulikas, "Machine learning and wearable technology: Monitoring changes in biomedical

- signal patterns during pre-migraine nights," *Healthcare*, vol. 12, no. 17, p. 1701, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/healthcare12171701>
- [19] M. Romozzi *et al.*, "An evolving machine-learning-based algorithm to early predict response to anti-CGRP monoclonal antibodies in patients with migraine," *Cephalalgia*, vol. 44, no. 12, pp. 1–10, Dec. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/03331024241262751>.
- [20] K. Mitrović, I. Petrušić, A. Radojičić, M. Daković, and A. Savić, "Migraine with aura detection and subtype classification using machine learning algorithms and morphometric magnetic resonance imaging data," *Frontiers in Neurology*, vol. 14, pp. 1–15, Jun. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1106612>.
- [21] F. Liu, G. Bao, M. Yan, dan G. Lin, "A decision support system for primary headache developed through machine learning," *PeerJ*, vol. 10, e12743, Jan. 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.7717/peerj.12743>.
- [22] D. Riskin, R. Cady, A. Shroff, N. A. Hindiyeh, T. Smith, and S. Kymes, "Using artificial intelligence to identify patients with migraine and associated symptoms and conditions within electronic health records," *BMC Medical Informatics and Decision Making*, vol. 23, no. 121, Jul. 2023. DOI: [10.1186/s12911-023-02190-8](https://doi.org/10.1186/s12911-023-02190-8).
- [23] Y. A. Rindri and A. Fitriyani, "Analisis perbandingan kinerja algoritma multilayer perceptron dan k-nearest neighbor pada klasifikasi tipe migrain," *Jurnal Teknologi dan Informasi (JATI)*, vol. 13, no. 1, pp. 44-53, Mar. 2023. DOI: 10.34010/jati.v13i1.