

Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Pengambilan Keputusan Klinis dan Manajemen Pasien Gawat Darurat di Bidang Anestesiologi: Sebuah Scoping Review

Ririn Zuhairini^{1*}, Waode Natasyah², Waode Nurfadillah³, Indry Filzani Putri⁴,
Nur Sapikah⁵

¹⁻⁵ Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia

Korespondensi penulis: ohorella511@gmail.com

Abstract. *Anesthesiology and emergency care require rapid and accurate clinical decision-making. Artificial intelligence (AI) offers substantial potential to support triage, monitoring, and decision-making in critical and emergency anesthesiology settings. This scoping review maps the use of AI in clinical decision-making and emergency patient management in anesthesiology and identifies existing research gaps. A literature search was conducted in ScienceDirect, PubMed, Cochrane Library, and Google Scholar for articles in Indonesian or English published between 2020 and 2025. Study selection followed Tricco's scoping review framework, and methodological quality was assessed using Joanna Briggs Institute (JBI) tools. Ten articles met the inclusion criteria. AI was shown to improve triage accuracy and efficiency (predictive accuracy up to 99.1% and reductions in waiting time of around 30%). Machine learning models effectively predicted critical care needs and emergency risk, while AI-based clinical decision support systems (CDSS) enhanced the speed and quality of clinical decisions. Key challenges include data bias, ethical and privacy issues, clinician readiness, and integration with hospital information systems. AI and CDSS have strong potential to improve patient safety and clinical decision-making in emergency anesthesiology. Strengthening AI literacy, supportive regulation, and transparent, context-appropriate predictive models are needed for safe and sustainable implementation.*

Keywords: *Anestesi; Artificial Intelligence (AI); Health Personnel; Human-AI Interaction; Triage.*

Abstrak. Anestesiologi dan pelayanan gawat darurat menuntut keputusan yang cepat dan akurat. Artificial Intelligence (AI) berpotensi mendukung triase, pemantauan, dan pengambilan keputusan klinis pada situasi kritis. Scoping review ini memetakan pemanfaatan AI dalam pengambilan keputusan klinis dan manajemen pasien gawat darurat di bidang anestesiologi serta mengidentifikasi kesenjangan riset. Pencarian literatur dilakukan di ScienceDirect, PubMed, Cochrane Library, dan Google Scholar untuk artikel berbahasa Indonesia/Inggris terbit 2020–2025. Seleksi mengikuti kerangka Tricco dan kualitas dinilai dengan Joanna Briggs Institute (JBI). Sebanyak 10 artikel dianalisis. AI meningkatkan akurasi dan efisiensi triase (akurasi hingga 99,1% dan pemangkasan waktu tunggu sekitar 30%). Model machine learning mampu memprediksi kebutuhan perawatan kritis dan risiko kegawatdaruratan, sementara CDSS berbasis AI mempercepat dan memperbaiki kualitas keputusan klinis. Tantangan utama meliputi bias data, isu etika–privasi, kesiapan tenaga medis, dan integrasi sistem. AI dan CDSS berpotensi meningkatkan keselamatan pasien dan kualitas keputusan klinis pada anestesiologi gawat darurat. Diperlukan penguatan literasi AI, regulasi pendukung, dan pengembangan model yang transparan agar implementasi berjalan aman dan berkelanjutan.

Kata kunci: Anestesi; Artificial Intelligence (AI); Interaksi Manusia-AI; Tenaga Kesehatan; Triage.

1. LATAR BELAKANG

Bidang anestesiologi merupakan salah satu cabang kedokteran yang sangat bergantung pada ketepatan, kecepatan, dan keamanan dalam pengambilan keputusan klinis. Peran Anestesiologi tidak hanya terbatas pada pemberian anestesi umum, tetapi juga mencakup pemantauan menyeluruh terhadap kondisi fisiologis pasien sebelum, selama, dan setelah tindakan pembedahan. Dalam dua dekade terakhir, kemajuan teknologi informasi dan komputasi telah membawa perubahan signifikan pada praktik anestesi, terutama dengan

munculnya konsep *Artificial Intelligence* (AI) yang mampu mendukung proses pengambilan keputusan secara real-time untuk meningkatkan keselamatan pasien dan efisiensi kerja klinis (Bogon et al., 2024).

Kegawatdaruratan dalam bidang anestesi merupakan situasi kritis yang memerlukan respons cepat dan tepat untuk mencegah morbiditas dan mortalitas. Data global menunjukkan bahwa insiden kejadian gawat darurat perioperatif, seperti henti jantung intraoperatif dan komplikasi respirasi, masih mencapai angka yang signifikan dengan mortalitas berkisar 1–4% tergantung kompleksitas tindakan bedah dan kondisi pasien (Duran et al., 2023). Di rumah sakit dengan volume pembedahan tinggi, perioperative cardiac arrest dilaporkan sekitar 4–7 kasus per 10.000 anestesi, sedangkan komplikasi respirasi berat terjadi pada 0,3–0,5% dari tindakan anestesi elektif. Temuan ini menegaskan pentingnya kesiapsiagaan anestesilog dalam menghadapi situasi gawat darurat yang kompleks dan dinamis (Singhal et al., 2023). Kondisi ini menegaskan pentingnya kesiapsiagaan anestesiologi dalam menghadapi situasi gawat darurat yang kompleks dan dinamis.

Keterkaitan antara anestesiologi dan kegawatdaruratan sangat erat karena keduanya beroperasi dalam kondisi klinis yang memerlukan keputusan cepat dan tepat untuk mempertahankan keselamatan pasien. Anestesilog berperan penting dalam tim tanggap darurat rumah sakit, terlibat langsung dalam manajemen *airway obstruction*, *cardiac arrest*, serta krisis perioperatif yang membutuhkan stabilisasi cepat. Dalam konteks ini, anestesilog sering kali dihadapkan pada beban kerja tinggi, situasi tekanan waktu, dan risiko kesalahan klinis akibat kelelahan fisik maupun mental. Studi terbaru menegaskan bahwa kelelahan merupakan salah satu faktor utama yang menurunkan tingkat kewaspadaan dan meningkatkan risiko kesalahan dalam pengambilan keputusan anestesi, terutama dalam situasi gawat darurat yang dinamis (Redfern et al., 2023).

Salah satu komponen vital dalam sistem kegawatdaruratan adalah proses triase, yaitu pengelompokan pasien berdasarkan tingkat urgensi medis. Triase konvensional masih sangat bergantung pada penilaian subjektif tenaga medis sehingga rentan terhadap kesalahan klasifikasi, terutama dalam kondisi beban pasien tinggi. Pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) dalam sistem triase terbukti mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi pelayanan di instalasi gawat darurat. Berbagai studi menunjukkan bahwa algoritma AI, seperti *machine learning* dan *neural networks*, mampu mengidentifikasi pasien berisiko tinggi dengan akurasi hingga 99% serta mempercepat proses klasifikasi dibandingkan metode manual (Yi et al., 2025a).

Dalam konteks anestesiologi, penerapan *Clinical Decision Support System* (CDSS) berbasis AI menjadi salah satu inovasi penting dalam mendukung pengambilan keputusan klinis di situasi gawat darurat. CDSS membantu anestesilog dengan memberikan rekomendasi berbasis algoritma prediktif untuk mencegah komplikasi intraoperatif seperti hipotensi, hipoksemia, atau henti jantung. AI juga digunakan untuk memantau kedalaman anestesi, mengoptimalkan dosis obat, dan memprediksi kebutuhan intervensi secara real-time (Kapoor & Garg, 2024).

Berdasarkan fenomena tersebut, scoping review ini bertujuan untuk memetakan bukti ilmiah mengenai pemanfaatan *Artificial Intelligence* dalam pengambilan keputusan klinis dan manajemen pasien gawat darurat di bidang anestesi. Kajian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman komprehensif terkait perkembangan, tantangan, serta arah masa depan integrasi AI dalam meningkatkan keselamatan dan efektivitas layanan anestesi pada situasi gawat darurat.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam review ini Adalah scoping review. Kajian ini mengikuti kerangka yang telah di tetapkan oleh Tricco (2017) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Mengidentifikasi Pertanyaan Scoping Review

Pertanyaan review ini Adalah Bagaimana AI dimanfaatkan untuk mendukung pengambilan keputusan klinis dan manajemen pasien gawat darurat di bidang anestesiologi, apa tipe aplikasinya, luaran yang dievaluasi, dan kesenjangan riset saat ini?. Perumusan pertanyaan penelitian ini menggunakan kerangka model PCC yang diuraikan pada table berikut:

Tabel 1. Kerangka Model PCC.

Population (P)	Concept (C)	Context (C)
Pasien (dewasa & anak)	Pemanfaatan teknologi Artificial Intelligence dalam pengambilan keputusan klinis dan manajemen pasien.	Lingkungan pelayanan gawat darurat dan praktik anestesiologi.

Mengidentifikasi Artikel yang Relavan

Pencarian literatur menggunakan tiga database yaitu *cienceDirect*, *Pubmed*, *Cochrane Library* dan pencarian manual *Google Scholar*. Selanjutnya identifikasi artikel yang relevan didasarkan pada kriteria sebagai berikut :

- a. Kriteria inklusi dan eksklusi

Table 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi.

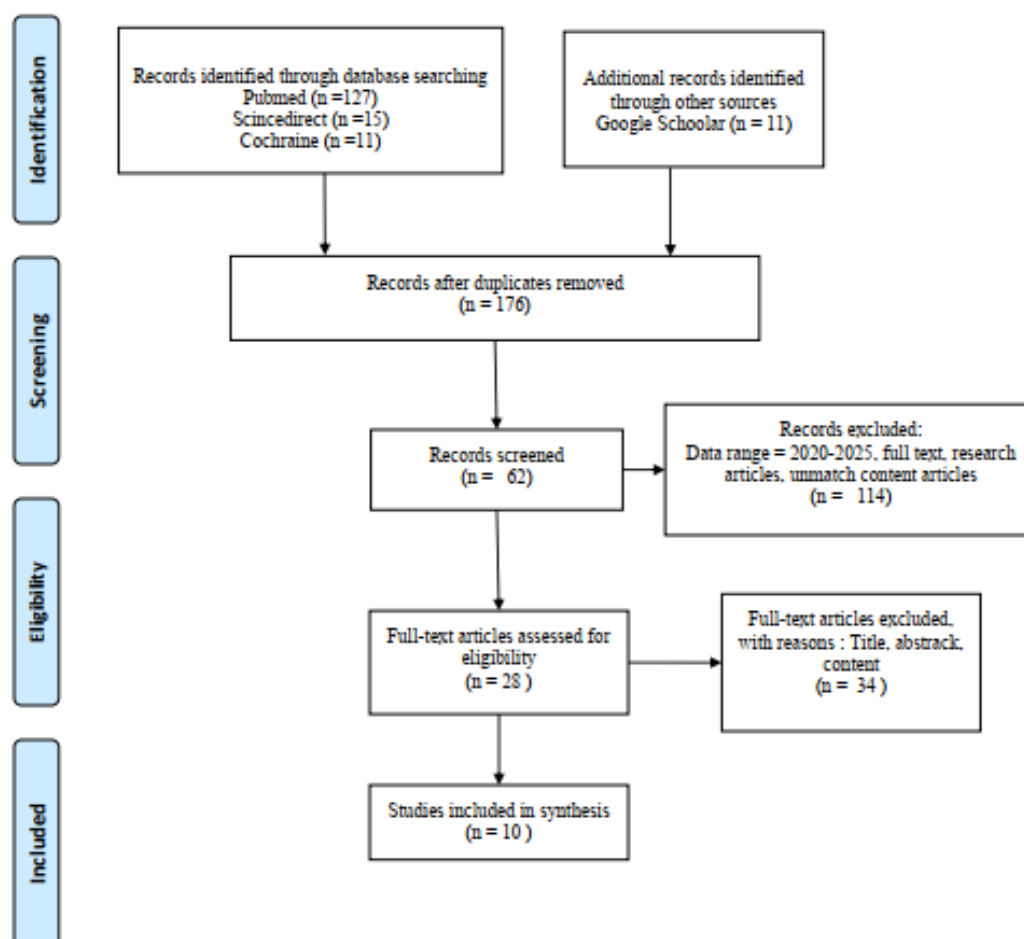
Kriteria inklusi	1. Penelitian diterbitkan dalam Bahasa Inggris dan Indonesia 2. Artikel yang diterbitkan tahun 2020-2025
Kriteria eksklusi	1. Meta-analysis artikel 2. Protocol review

b. Istilah pencarian utama

Strategi pencarian literatur menggunakan database yang digunakan dalam pertanyaan penelitian yang digunakan sebagai dasar menentukan kata (Harari et al., 2020). Kata kunci yang digunakan adalah *Clinical Decision Support Systems*AND Health Personnel* AND Triage* AND anestesi* AND Human-AI interaction**.

Seleksi Artikel

Penyaringan artikel dilakukan dengan bantuan Covidence. Tahapan seleksi kemudian dideskripsikan melalui diagram alir PRISMA yang dirancang guna memperjelas proses seleksi. Diagram PRISMA pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Data Charting

Tabel 3. Data Charting.

Item Number	Author, years, country	Title	Design	results
A1	(Félix Amiot et al., 2025, France)	<i>Artificial Intelligence (AI) and Emergency Medicine: Balancing Opportunities and Challenges</i>	<i>Viewpoint / Narrative Review</i>	Artikel ini menyoroti potensi besar AI, khususnya <i>Large Language Models (LLMs)</i> seperti ChatGPT, dalam meningkatkan efisiensi, triase, dan pengambilan keputusan di instalasi gawat darurat. Namun, terdapat risiko seperti <i>hallucination</i> , bias data, dan keterbatasan transparansi. Ditekankan pentingnya <i>Explainable AI (XAI)</i> serta pelatihan tenaga medis untuk implementasi aman dan etis.
A2	(Adebayo Da’Costa et al., 2025, United Kingdom)	<i>AI-driven triage in emergency departments: A review of benefits, challenges, and future directions</i>	Narrative Review	<i>AI-driven triage</i> terbukti mengurangi waktu tunggu hingga 30%, meningkatkan akurasi prioritas pasien, dan efisiensi alokasi sumber daya di instalasi gawat darurat (IGD). Sistem ini juga menurunkan beban kerja klinisi dengan menghasilkan penilaian risiko objektif dan konsisten. Tantangan utama mencakup <i>bias algoritma</i> , kualitas data, dan kepercayaan klinisi. Rekomendasi penelitian menyoroti pentingnya penyempurnaan algoritma, integrasi dengan perangkat <i>wearable</i> , serta pelatihan tenaga medis. <i>AI</i> diharapkan menjadi solusi kunci untuk meningkatkan kecepatan, keadilan, dan efektivitas triase darurat.
A3	(Qasem Ahmed Almulihi et al., 2024,	<i>Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Emergency</i>	<i>Systematic Review</i>	Dari 17 studi dengan total 14 juta partisipan, model <i>machine learning</i> (seperti <i>random forest</i> , <i>gradient boosting</i> , dan <i>decision tree</i>)

	Saudi Arabia)	<i>Medicine Triage: A Systematic Review</i>		terbukti lebih akurat daripada sistem triase konvensional dalam memprediksi kebutuhan perawatan kritis, lama rawat inap, dan hasil klinis. Model <i>boosting</i> menjadi yang paling efektif. <i>AI</i> mempercepat diagnosis, meminimalkan kesalahan triase, dan meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan di IGD. Hasil konsisten menunjukkan <i>AI</i> mampu meningkatkan kecepatan dan ketepatan triase serta prediksi kondisi pasien secara signifikan dibanding metode manual.
A4	(Abubaker Zakria Ahmed Abdalhalim et al., 2025, Oman)	<i>Clinical Impact of Artificial Intelligence-Based Triage Systems in Emergency Departments: A Systematic Review</i>	<i>Systematic Review</i>	Berdasarkan enam studi (2020–2025) dari Korea, Jerman, Yunani, Taiwan, dan China, <i>AI</i> terbukti meningkatkan efisiensi triase, mengurangi waktu dokumentasi hingga 19%, dan menurunkan tingkat kesalahan triase (0.3–8.9%) dibanding metode konvensional. <i>Machine learning</i> dan <i>voice-based AI</i> memperbaiki akurasi dan kecepatan pencatatan, serta membantu identifikasi pasien kritis lebih cepat. Namun, tantangan utama meliputi risiko <i>undertriage</i> , keterbatasan validasi multi-center, serta rendahnya penerimaan klinisi. Disimpulkan bahwa <i>AI</i> memiliki potensi besar meningkatkan kinerja IGD, tetapi memerlukan standarisasi evaluasi, validasi lebih luas, dan algoritma yang dapat dijelaskan (<i>Explainable AI</i>) sebelum implementasi luas.
A5	(Nigil Kuttan et	<i>Transforming Emergency</i>	<i>Systematic Review</i>	Berdasarkan 82 artikel yang dianalisis menggunakan

	al., 2025, India)	<i>Medicine with Artificial Intelligence: From Triage to Clinical Decision Support</i>			kerangka <i>PRISMA</i> , <i>AI</i> di IGD terbukti meningkatkan efisiensi triase, akurasi diagnosis, dan kecepatan pengambilan keputusan. Sistem seperti <i>TriageGO</i> membantu identifikasi pasien risiko tinggi. Tantangan utama meliputi <i>bias algoritma</i> , privasi data, dan kurangnya regulasi. Direkomendasikan pengembangan <i>explainable AI</i> dan pelatihan tenaga medis untuk penerapan aman dan efektif.
A6	(Kyle W. Eastwood et al., 2023, Canada)	<i>Needs and Expectations for Artificial Intelligence in Emergency Medicine According to Canadian Physicians</i>	<i>Cross-sectional Mixed-method Survey</i>		Survei terhadap 230 dokter gawat darurat Kanada menunjukkan bahwa <i>AI</i> dianggap berpotensi tinggi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi beban kerja administratif, khususnya dalam <i>automated charting/report generation</i> dan <i>clinical decision support</i> . Tiga area prioritas tertinggi adalah <i>AI</i> untuk dokumentasi, penggunaan komputer, dan triase pasien. Sekitar 87% responden percaya <i>AI</i> akan berdampak positif pada praktik kedokteran, dan 82% menyatakan minat tinggi terhadap penerapan <i>AI</i> di IGD. Meski demikian, hanya 23.6% memiliki pemahaman penuh tentang konsep <i>AI</i> . Hasil utama menegaskan kebutuhan <i>user-centered design</i> dan keterlibatan dokter dalam pengembangan <i>AI</i> untuk meningkatkan adopsi klinis dan kepercayaan tenaga medis.
A7	(Fatiha Farah Santi Dewi,	Peran <i>Clinical Decision Support System</i> dalam	<i>Clinical Support (CDSS)</i>	<i>Narrative Literature Review</i>	<i>CDSS</i> meningkatkan akurasi triase 20–40% dan efisiensi waktu 30–45% dibanding metode manual. Sistem <i>AI</i> -

	2025, Indonesia)	Meningkatkan Efisiensi dan Akurasi Triase di IGD: Literature Review 2015–2025			<i>based</i> lebih akurat daripada <i>rule-based</i> , tetapi menghadapi tantangan <i>bias data</i> , etika, dan infrastruktur. Di Indonesia, penerapan CDSS masih terbatas dan belum terintegrasi dalam SIMRS secara penuh.
A8	(Suryani, 2023, Indonesia)	Penerapan <i>Artificial Intelligence</i> dalam Prediksi Kegawatdaruratan Penyakit Katastropik	<i>Retrospective cohort study</i>		Model <i>AI</i> (<i>XGBoost</i>) mencapai akurasi 87%, sensitivitas 90%, dan spesifisitas 84% dalam memprediksi risiko kegawatdaruratan pada pasien penyakit katastropik. <i>AI</i> terbukti 3,2 kali lebih efektif dibanding metode konvensional dan berhubungan signifikan dengan kejadian darurat ($p<0,001$). Faktor utama prediktor kegawatan adalah usia >60 tahun, tekanan darah rendah, dan kadar laktat tinggi. Disimpulkan bahwa <i>AI</i> mampu mempercepat deteksi pasien risiko tinggi dan meningkatkan pengambilan keputusan klinis di IGD.
A9	(John Michael Hoppe et al., 2024, Germany)	<i>ChatGPT GPT-4 Outperforms Emergency Department Physicians in Diagnostic Accuracy: Retrospective Analysis</i>	<i>With Comparative Study</i>	<i>Retrospective</i>	Studi terhadap 100 pasien di unit gawat darurat menunjukkan bahwa <i>GPT-4</i> memiliki akurasi diagnostik lebih tinggi (skor 1,76/2) dibanding <i>GPT-3.5</i> (1,51/2) dan dokter residen (1,59/2). <i>GPT-4</i> secara signifikan unggul pada kasus penyakit kardiovaskular ($p=0,03$) dan endokrin/gastrointestinal ($p=0,01$). Secara keseluruhan, <i>GPT-4</i> menunjukkan potensi besar sebagai alat pendukung <i>diagnosis</i> darurat yang cepat dan akurat, meskipun masih diperlukan penelitian

A10	(Nayeon Yi et al., 2025, South Korea)	<i>The Effects of Applying Artificial Intelligence to Triage in the Emergency Department: A Systematic Review of Prospective Studies</i>	lanjutan terkait keamanan data dan integrasi klinis.
			Dari 1633 studi, tujuh memenuhi kriteria dan menunjukkan bahwa <i>AI-based triage</i> meningkatkan akurasi prediksi (80,5–99,1%), mengurangi <i>undertriage</i> dan <i>overtriage</i> , serta mempercepat waktu klasifikasi. Model <i>fuzzy logic</i> mencapai akurasi 99%, sensitivitas dan spesifisitas 99%, sedangkan model <i>machine learning</i> dan <i>deep learning</i> (seperti <i>TabNet</i> , <i>SHAP14</i>) menunjukkan <i>AUC</i> 0,83–0,88. <i>AI</i> membantu perawat meningkatkan keputusan triase dan efisiensi alur pasien di IGD, meski tantangan seperti <i>bias data</i> , keterbatasan sampel, dan variasi algoritma masih ada.

Critical Appraisal

Critical appraisal dalam scoping review ini menggunakan Joanna Briggs Institute (JBI) critical appraisal tool pada 15 artikel yang telah ditemukan. Selanjutnya penulis membuat total nilai dari hasil critical appraisal pada masing-masing artikel. Chekclist JBI mampu menilai kualitas penelitian dengan desain metodologi yang beragam, sehingga memberikan evaluasi yang lebih komprehensif (Hilton, 2024)

Tabel 4. Critical Appraisal.

Article Code	Critical Appraisal Tools	results
A1	JBI Tools for Text and opinion papers	B
A2	JBI Tools for Text and opinion papers	B
A3	JBI Tools for Systematic Reviews and Research Syntheses	A
A4	JBI Tools for Systematic Reviews and Research Syntheses	A
A5	JBI Tools for Systematic Reviews and Research Syntheses	A
A6	JBI Tools for Analytical Cross Sectional Studies	A
A7	JBI Tools for Text and Opinion Papers	B
A8	JBI Tools for Retrospective cohort study	A
A9	JBI Tools for Diagnostic Test Accuracy Studies	A
A10	JBI Tools for Systematic Reviews and Research Syntheses	A

Dari 10 artikel terpilih, terdapat 7 artikel masuk dalam kategori sangat baik (A) dan 3 artikel masuk dalam kategori baik (B).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Sebanyak 176 artikel yang eligible dari science direct, scopus, cochraine dan pubmed. Ada 10 artikel yang dilakukan ekstraksi. Beberapa artikel dikeluarkan karena hanya berupa diskusi dan teori, tidak membahas tentang perawat, artikel tidak berkaitan dengan topik. Artikel dibatasi pada Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia. Hasil penyaringan artikel didapatkan 4 systematic review & research synthesis, 3 narrative/viewpoint/text & opinion, 1 survei cross-sectional/mixed-method, 1 observasional retrospektif/“cohort” dan 1 studi akurasi diagnostik komparatif.

Dari 10 artikel yang lolos seleksi menunjukkan sebaran geografis yang luas dan memotret lanskap riset AI di layanan gawat darurat. Penelitian ini dari berbagai negara diantaranya 1 jurnal dari Prancis, 1 jurnal dari Inggris, 1 jurnal dari Arab Saudi, 1 jurnal dari Oman, 1 jurnal dari India, 1 jurnal dari Kanada, 2 jurnal dari Indonesia, 1 jurnal dari Jerman (A9), dan 1 jurnal dari Korea Selatan (A10), dengan fokus utama pada praktik triase dan pengambilan keputusan klinis di Instalasi Gawat Darurat (IGD/ED). Artikel-artikel ini merangkum tema tentang penerapan AI di IGD/ED, mulai dari peningkatan mutu triase berbantuan AI (akurasi dan kecepatan klasifikasi pasien; pengurangan *under/over-triage*), prediksi luaran klinis dan kebutuhan sumber daya melalui model *machine/deep learning* (mis. risiko perburukan, kebutuhan rawat inap/ICU, prioritas penanganan), serta penguatan clinical decision support (CDSS) bagi dokter dan perawat dalam pengambilan keputusan real-time. Beberapa artikel menyoroti otomatisasi dokumentasi dan integrasi dengan rekam medis elektronik untuk memangkas beban pencatatan di ruang triase. Ada pula kajian akurasi diagnostik yang membandingkan performa model berbasis LLM dengan klinisi pada skenario gawat darurat tertentu. Di sisi implementasi, tema yang berulang meliputi kualitas data & bias, privasi dan keamanan, kebutuhan Explainable AI agar rekomendasi mudah dipahami, kesiapan infrastruktur, pelatihan pengguna, serta validasi multi-pusat dan evaluasi dampak klinis sebelum adopsi luas. Secara garis besar dari ke 10 artikel ini didapatkan tema :

Tema 1: Efektivitas AI dalam triase IGD

Penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam sistem triase di instalasi gawat darurat (IGD) secara nyata meningkatkan akurasi dan efisiensi klasifikasi pasien. AI mampu menganalisis data pasien secara real-time seperti tanda vital, riwayat medis, dan gejala klinis, sehingga mempercepat pengambilan keputusan dan mengurangi waktu tunggu hingga 30%, serta mempercepat penanganan pasien kritis hingga 20% (Da’Costa et al., 2025). Selain itu, sistem berbasis machine learning dan neural network menunjukkan tingkat akurasi prediksi triase

antara 80,5% hingga 99,1%, sekaligus menurunkan kasus overtriage dan undertriage (Yi et al., 2025)

Tema 2: kinerja model machine learning (ML) meningkatkan prediksi hasil klinis & pengambilan Keputusan

Penerapan machine learning (ML) dalam bidang kesehatan telah terbukti secara signifikan meningkatkan kemampuan prediksi hasil klinis dan pengambilan keputusan medis, terutama pada kondisi gawat darurat. ML berfungsi menganalisis data seperti tanda vital, hasil laboratorium, dan rekam medis elektronik untuk mengenali pola yang mungkin tidak terdeteksi oleh metode konvensional, sehingga memungkinkan diagnosis dini dan intervensi cepat. Berdasarkan tinjauan sistematis oleh Almulihi et al., (2024) yang melibatkan lebih dari 14 juta data pasien di 17 studi, algoritma seperti random forest, gradient boosting, dan deep neural network terbukti memiliki akurasi dan area under the curve (AUC) di atas 0,8, melebihi sistem triase tradisional dalam memprediksi kebutuhan perawatan kritis, lama rawat inap, dan risiko mortalitas di instalasi gawat darurat. Model gradient boosting khususnya menunjukkan kinerja paling konsisten dalam memprediksi kondisi berat seperti serangan asma, COPD, dan kebutuhan ICU (Almulihi et al., 2024). Temuan ini diperkuat oleh penelitian di Indonesia, yang menunjukkan bahwa algoritma XGBoost mencapai akurasi 87%, sensitivitas 90%, dan AUC 0,89 dalam memprediksi kegawatdaruratan penyakit katastropik seperti stroke dan infark miokard, jauh melampaui regresi logistik tradisional (suryani, 2023). Dengan kemampuan mengolah data real-time dan menghasilkan keputusan berbasis prediksi probabilistik, machine learning tidak hanya meningkatkan ketepatan diagnosis tetapi juga berperan sebagai pendukung keputusan klinis (clinical decision support) yang membantu tenaga medis menetapkan prioritas perawatan lebih cepat dan tepat, sehingga berpotensi menurunkan angka mortalitas serta meningkatkan efisiensi sistem pelayanan kesehatan.

Tema 3: persepsi & kesiapan tenaga medis

Persepsi dan kesiapan tenaga medis merupakan faktor krusial yang menentukan keberhasilan implementasi Kecerdasan Buatan (AI) dalam layanan gawat darurat. Secara umum, sistem AI seperti sistem triase berbasis AI dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keputusan klinis, namun tantangan utama yang dihadapi bukan bersifat teknis, melainkan hambatan integrasi alur kerja dan rendahnya tingkat penerimaan klinisi (Ahmed Abdalhalim et al., 2025). Dokter gawat darurat di Kanada menunjukkan pandangan yang umumnya positif dan kepercayaan tinggi terhadap kemampuan AI untuk membantu dokumentasi dan triase, mereka secara khusus

menekankan bahwa keterlibatan aktif tenaga medis dalam desain AI sangat esensial untuk menjamin penerimaan dan keberhasilan penggunaannya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kesuksesan adopsi AI di lingkungan klinis sangat bergantung pada kesiapan, persepsi positif, dan partisipasi aktif para tenaga medis dalam seluruh tahapan pengembangan dan integrasi teknologi tersebut (Eastwood et al., 2023).

Tema 4: AI sebagai Clinical decision support (CDSS)

Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) melalui Clinical Decision Support System (CDSS) terbukti sangat efektif dalam meningkatkan akurasi diagnosis dan mempercepat efisiensi pengambilan keputusan klinis di Instalasi Gawat Darurat (IGD), menjadikannya relevan dengan konteks Anestesi Gawat Darurat. Studi menunjukkan bahwa CDSS mampu meningkatkan akurasi klasifikasi triase sebesar 20-40% dan mengurangi waktu pengambilan keputusan hingga 30-45% dibandingkan metode konvensional. Sistem berbasis AI menunjukkan keunggulan adaptif, memungkinkan klasifikasi pasien yang lebih presisi, dan bertindak sebagai "co-pilot" bagi tenaga medis untuk memperkuat validitas keputusan berbasis data. Akurasi dan kecepatan yang ditingkatkan ini memiliki nilai krusial dalam meminimalkan risiko undertriage (kesalahan prioritas) yang berpotensi menyebabkan penanganan pasien kritis menjadi terlambat (Farah & Dewi, n.d.)

Tema 5: Etika, Privasi & integrasi system

Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI), khususnya Large Language Model (LLM) seperti ChatGPT, secara umum merevolusi praktik medis darurat dengan meningkatkan perawatan pasien, efisiensi operasional, dan mendukung keputusan klinis (Kuttan et al., 2025). Secara spesifik, LLM menunjukkan keunggulan yang signifikan dalam akurasi diagnostik, di mana model seperti GPT-4 terbukti lebih unggul dari dokter residen di departemen darurat dalam analisis retrospektif, menjadikannya alat pendukung diagnostik yang sangat potensial (Hoppe et al., 2024). Namun, adopsi teknologi ini secara luas memerlukan penanganan serius terhadap isu etika, privasi, dan integrasi sistem. Dari sisi etika dan transparansi, perlu dipastikan sistem AI memiliki Interpretasi yang Dapat Dijelaskan (XAI) untuk mengatasi bias data dan risiko "halusinasi" model yang dapat membahayakan, sekaligus menetapkan tanggung jawab hukum (liability) yang jelas (Amiot & Potier, 2025). Sementara itu, untuk menjamin privasi dan integrasi yang aman, diperlukan kepatuhan terhadap persyaratan regulasi dan standar keselamatan yang ketat, serta upaya berkelanjutan untuk mengintegrasikan sistem AI secara mulus ke dalam alur kerja klinis yang ada tanpa mengganggu.

Pembahasan

Efektivitas AI dalam Triase dan pengambilan Keputusan klinis di intalasi gawat darurat

Penerapan Artificial Intelligence (AI) di bidang kegawatdaruratan menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi triase dan ketepatan pengambilan keputusan medis. Sistem AI berbasis *machine learning* dan *deep learning* mampu mengintegrasikan data fisiologis pasien seperti tekanan darah, saturasi oksigen, dan laju pernapasan untuk memberikan rekomendasi prioritas secara real-time. Studi prospektif menunjukkan bahwa penerapan AI dalam triase mampu meningkatkan akurasi klasifikasi pasien hingga 99,1%, serta menurunkan angka *overtriage* dan *undertriage* secara bermakna (Yi et al., 2025).

Selain mempercepat penilaian awal pasien, integrasi AI pada sistem triase juga mengurangi waktu tunggu hingga 30% dan meningkatkan kecepatan penanganan kasus kritis sebesar 20% dibanding metode manual (Da'Costa et al., 2025). Efisiensi ini berdampak langsung terhadap peningkatan keselamatan pasien dan optimalisasi sumber daya medis di unit gawat darurat (Almulihi et al., 2024).

Kinerja Model *Machine Learning* dalam Prediksi Klinis dan Anestesi Gawat Darurat

Teknologi *machine learning* (ML) menjadi fondasi utama dalam sistem pengambilan keputusan klinis berbasis AI. Algoritma seperti *random forest*, *gradient boosting*, dan *deep neural networks* telah terbukti unggul dalam mendeteksi pola klinis kompleks yang tidak mudah diidentifikasi oleh metode konvensional. Dalam konteks anestesiologi, model ML mampu memprediksi hipotensi intraoperatif, kejadian henti jantung, serta risiko komplikasi pascaoperatif dengan akurasi tinggi.

Tinjauan sistematis oleh Almulihi et al. (2024) melibatkan 17 studi dengan lebih dari 14 juta data pasien menunjukkan bahwa model *gradient boosting* memiliki *area under the curve* (AUC) di atas 0,85 dalam memprediksi kebutuhan perawatan kritis. Studi lain di Indonesia menunjukkan model XGBoost mencapai akurasi 87% dan sensitivitas 90% dalam memprediksi kegawatdaruratan penyakit katastropik (Suryani, 2023). Penerapan model-model ini memungkinkan anestesilog untuk mengantisipasi risiko komplikasi sebelum terjadi, sehingga mempercepat intervensi dan mengurangi mortalitas perioperatif (Redfern et al., 2023).

Persepsi dan Kesiapan Tenaga Medis terhadap Implementasi AI

Keberhasilan penerapan AI dalam lingkungan klinis sangat bergantung pada kesiapan dan penerimaan tenaga medis. Studi lintas negara menunjukkan bahwa sebagian besar dokter dan perawat menyadari potensi AI dalam meningkatkan efisiensi kerja, terutama untuk triase, dokumentasi, dan analisis klinis. Namun, tantangan terbesar bukan pada teknologi itu sendiri,

melainkan pada integrasi ke dalam alur kerja dan kepercayaan pengguna terhadap algoritma (Abdhalim et al., 2025).

Survei terhadap 230 dokter gawat darurat di Kanada melaporkan bahwa 87% responden percaya AI akan membawa dampak positif bagi pelayanan medis, tetapi hanya 23,6% yang memahami sepenuhnya konsep AI (Eastwood et al., 2023). Hal ini menunjukkan perlunya pelatihan intensif dan pendekatan *user-centered design* agar sistem AI dapat diterima secara luas. Dalam konteks anestesiologi, keterlibatan aktif tenaga medis sejak tahap pengembangan hingga evaluasi implementasi menjadi kunci keberhasilan adopsi AI secara etis dan efektif.

AI sebagai *Clinical Decision Support System* (CDSS)

Penerapan *Clinical Decision Support System* (CDSS) berbasis AI memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan ketepatan diagnosis dan efisiensi pengambilan keputusan di situasi kritis. Sistem ini memproses data pasien secara otomatis untuk memberikan rekomendasi tindakan anestesi, dosis obat, serta deteksi dini komplikasi seperti hipotensi atau hipoksemia. Menurut Dewi (2025), CDSS mampu meningkatkan akurasi klasifikasi triase hingga 40% dan mempercepat pengambilan keputusan sebesar 30–45%. Selain itu, sistem berbasis AI dapat berfungsi sebagai *co-pilot* bagi tenaga medis, memperkuat keputusan berbasis data tanpa menggantikan penilaian klinis manusia (Amiot & Potier, 2025). Dalam praktik anestesi, CDSS berperan penting dalam memantau parameter fisiologis dan membantu menentukan intervensi cepat yang dapat mencegah kejadian fatal.

Tantangan Etika, Privasi, dan Integrasi Sistem AI

Meskipun potensi AI dalam bidang anestesi dan kegawatdaruratan sangat besar, penerapan teknologi ini dihadapkan pada berbagai tantangan etis dan regulatif. Permasalahan seperti *data privacy*, *algorithmic bias*, dan transparansi keputusan algoritma masih menjadi hambatan utama (Kuttan et al., 2025).

Teknologi *Large Language Model* (LLM) seperti GPT-4 telah terbukti memiliki akurasi diagnostik lebih tinggi dibanding dokter residen dalam analisis retrospektif kasus gawat darurat (Hoppe et al., 2024). Namun, model ini juga berisiko menghasilkan “*hallucination*” atau kesalahan interpretasi jika tidak dilengkapi dengan mekanisme *Explainable AI* (XAI) yang memungkinkan tenaga medis memahami dasar pengambilan keputusan algoritma (Amiot & Potier, 2025).

Untuk menjamin keamanan dan integrasi yang optimal, perlu diterapkan kebijakan *data governance* yang ketat, standarisasi interoperabilitas sistem, serta kolaborasi antara ahli teknologi, regulator, dan klinisi dalam memastikan penggunaan AI yang aman, transparan, dan bertanggung jawab.

Implikasi terhadap Anestesiologi Gawat Darurat

Integrasi AI dalam praktik anestesiologi tidak hanya meningkatkan efisiensi klinis tetapi juga mengubah paradigma pengambilan keputusan medis. Sistem AI dapat memprediksi komplikasi intraoperatif seperti hipotensi dan bradikardi sebelum terjadi, serta memberikan rekomendasi dosis anestesi yang disesuaikan dengan karakteristik individu pasien (Bogoń et al., 2024). Dalam manajemen pascaoperatif, AI dapat membantu memantau pasien dengan risiko gagal napas atau henti jantung, memberikan peringatan dini bagi anestesilog.

Oleh karena itu, pengembangan AI di masa depan perlu diarahkan pada *explainable predictive models* yang tidak hanya akurat tetapi juga mudah diinterpretasikan. Selain itu, kolaborasi antara ahli anestesi, insinyur data, dan regulator diperlukan untuk memastikan integrasi etis dan klinis yang efektif (Hilton, 2024).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemanfaatan AI dalam anestesiologi dan manajemen kegawatdaruratan terbukti meningkatkan efisiensi, akurasi triase, serta kecepatan pengambilan keputusan klinis. Teknologi *machine learning* dan CDSS memainkan peran penting dalam mendukung anestesilog menghadapi situasi kritis dengan data real-time dan prediksi berbasis probabilistik. Namun, penerapan yang aman dan efektif memerlukan kesiapan tenaga medis, regulasi yang ketat, dan penerapan prinsip *Explainable AI* agar sistem dapat digunakan secara transparan dan etis. Dengan pendekatan yang tepat, AI berpotensi menjadi elemen integral dalam meningkatkan keselamatan pasien dan kualitas layanan anestesi darurat.

Saran

Ditujukan kepada tenaga kesehatan, manajemen rumah sakit, peneliti, institusi pendidikan, serta pembuat kebijakan. Tenaga kesehatan, khususnya anestesilog dan dokter/perawat IGD, perlu meningkatkan literasi dan keterampilan dalam penggunaan AI dan CDSS sebagai alat bantu keputusan klinis. Manajemen dan pembuat kebijakan diharapkan menyusun regulasi, tata kelola data, serta pilot project penerapan AI yang aman, terintegrasi dengan rekam medis, dan sesuai konteks lokal. Selain itu, institusi pendidikan kesehatan perlu mulai memasukkan dasar-dasar AI dan etika penggunaannya dalam kurikulum untuk mendukung kesiapan implementasi di praktik klinis.

DAFTAR REFERENSI

- Abdhalhim, A. Z. A., Nureldaim Ahmed, S. N., Dawoud Ezzelarab, A. M., Mustafa, M., Ali Albasheer, M. G., Abdelgadir Ahmed, R. E., & Galal Eldin Elsayed, M. B. (2025). *Clinical impact of artificial intelligence-based triage systems in emergency departments: A systematic review*. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.85667>
- Almulihi, Q. A., Alquraini, A. A., Almulihi, F. A. A., Alzahid, A. A., Al Qahtani, S. S. A. J., Almulhim, M., Alqhtani, S. H. S., Alnafea, F. M. N., Mushni, S. A. S., Alaqil, N. A., Assiri, M. I. F., & Maghraby, N. H. (2024). *Applications of artificial intelligence and machine learning in emergency medicine triage: A systematic review*. *Medical Archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 78(3), 198–206. <https://doi.org/10.5455/medarh.2024.78.198-206>
- Amiot, F., & Potier, B. (2025). *Artificial intelligence (AI) and emergency medicine: Balancing opportunities and challenges*. *JMIR Medical Informatics*, 13. <https://doi.org/10.2196/70903>
- Bogoń, A., Górka, M., Ostojka, M., Kałuża, I., Dziuba, G., & Dobosz, M. (2024). *Artificial intelligence in anesthesiology – A review*. *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research*. <https://doi.org/10.26444/jpccr/191550>
- Da’Costa, A., Teke, J., Origbo, J. E., Osonuga, A., Egbon, E., & Olawade, D. B. (2025). *AI-driven triage in emergency departments: A review of benefits, challenges, and future directions*. *International Journal of Medical Informatics*, 197, 105838. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2025.105838>
- Dewi, F. F. S. (2025). *Peran clinical decision support system (CDSS) dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi triase di IGD: Literature review 2015–2025*. *Jurnal Keperawatan Darurat*, 8(1), 1–10.
- Duran, H. T., Kingeter, M., Reale, C., Weinger, M. B., & Salwei, M. E. (2023). *Decision-making in anesthesiology: Will artificial intelligence make intraoperative care safer?* *Current Opinion in Anaesthesiology*, 36(6), 691–697. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000001318>
- Eastwood, K. W., May, R., Andreou, P., Abidi, S., Abidi, S. S. R., & Loubani, O. M. (2023). *Needs and expectations for artificial intelligence in emergency medicine according to Canadian physicians*. *BMC Health Services Research*, 23(1), 798. <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09740-w>
- Farah, F., & Dewi, S. (n.d.). *Peran clinical decision support system (CDSS) dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi triase di IGD*. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/392510051>
- Fei, L., Wang, H., Zhang, L., & Sun, Y. (2025). *Artificial intelligence in anesthesia and perioperative medicine*. *AI and Precision Medicine*, 4(1), 47–63. <https://doi.org/10.1007/s44254-025-00107-4>
- Hilton, M. (2024). *JBIC critical appraisal checklist for systematic reviews and research syntheses (product review)*. *Journal of the Canadian Health Libraries Association*, 45(3). <https://doi.org/10.29173/jchla29801>
- Hoppe, J. M., Auer, M. K., Strüven, A., Massberg, S., & Stremmel, C. (2024). *ChatGPT with GPT-4 outperforms emergency department physicians in diagnostic accuracy: Retrospective analysis*. *Journal of Medical Internet Research*, 26(1), e56110. <https://doi.org/10.2196/56110>

- Kapoor, M. C., & Garg, S. (2024). *Role of artificial intelligence in perioperative monitoring in anaesthesia*. *Indian Journal of Anaesthesia*, 68(1), 87–92. https://doi.org/10.4103/ija.ija_1198_23
- Kuttan, N., Pundkar, A., Gadkari, C., Patel, A., & Kumar, A. (2025). *Transforming emergency medicine with artificial intelligence: From triage to clinical decision support*. *Multidisciplinary Reviews*, 8(10). <https://doi.org/10.31893/multirev.2025285>
- Loriga, A., Musu, M., Cravero, J., & Costa, M. (2025). *Top three priorities for artificial intelligence integration into emergency, critical, and perioperative medicine: An interdisciplinary clinical expert consensus*. *Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care*, 5, 306. <https://doi.org/10.1186/s44158-025-00306-2>
- Redfern, N., Bilotta, F., Abramovich, I., & Grigoras, I. (2023). *Fatigue in anaesthesiology: Call for a change of culture and regulations*. *European Journal of Anaesthesiology*, 40(2), 78–81. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001767>
- Robertshaw, C., Ahmed, M., & Banerjee, S. (2024). *Artificial intelligence in the autonomous navigation of endovascular interventions: A systematic review*. *Frontiers in Medical Technology*, 6. <https://arxiv.org/abs/2405.03305>
- Shimada, A., Tanaka, Y., & Suzuki, T. (2024). *Artificial intelligence-assisted interventions for perioperative anesthetic management: A systematic review and meta-analysis*. *BMC Anesthesiology*, 24, 2699. <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02699-z>
- Shu, X., Chen, Y., Zhang, J., & Li, Z. (2025). *Applications of artificial intelligence in anesthesiology*. *AI and Precision Medicine*, 4(2), 113–128. <https://doi.org/10.1007/s44254-025-00131-4>
- Singhal, M., Gupta, L., & Hirani, K. (2023). *A comprehensive analysis and review of artificial intelligence in anaesthesia*. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.45038>
- Suryani, F. (2023). *Penerapan artificial intelligence dalam prediksi kegawatdaruratan penyakit katastrofik*. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 26(2), 145–154. <https://doi.org/10.7454/jki.v26i2.1587>
- Yi, N., Baik, D., & Baek, G. (2025). *The effects of applying artificial intelligence to triage in the emergency department: A systematic review of prospective studies*. *Journal of Nursing Scholarship*, 57(1), 105–118. <https://doi.org/10.1111/jnu.13024>