

Efektivitas *Artificial Intelligence* dalam Interpretasi *Computed Tomography* Kasus Rinosinusitis Kronik: Literature Review

Made Suda Cakra Wibawa^{1*}, Tharissa Caraswathi Sugita², Nyoman Suarjana³

^{1,2)} Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Pendidikan Ganesha, Jln. Udayana Nomor 11, Singaraja, 81116, Indonesia

³⁾ Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan, Universitas Dhyana Pura, Jl Raya Padang Luwih, Badung, 80361, Indonesia

* corresponding author, email: sudacakrawibawa@gmail.com

Diterima 14 Agustus 2026 /Disetujui 1 September 2026

ABSTRAK

Rinosinusitis kronis merupakan kondisi prevalen yang secara rutin dievaluasi menggunakan pemindaian *computed tomography*. Meskipun pemanfaatan *artificial intelligence* dalam analisis pencitraan medis rinosinusitis kronis terus berkembang, evaluasi komprehensif mengenai performa diagnostiknya masih terbatas. *Literature review* ini bertujuan menganalisis pengaruh *artificial intelligence* dalam interpretasi *computed tomography* kasus rinosinusitis kronik. Metode: Metode yang diterapkan dalam penyusunan artikel ini adalah tinjauan pustaka, yang mencakup identifikasi, ekstraksi, serta sintesis kritis atas berbagai sumber literatur terkait yang ditelusuri melalui basis data PubMed (MEDLINE), ScienceDirect, Web of Science, Google Scholar, and Springer Nature Journals periode 2021-2025 yang membahas “*artificial intelligence*”, “*deep learning*”, “*machine learning*”, “*computed tomography*”, “*sinus*”, “*rinosinusitis kronis*”, dan “*diagnosis*”. Oleh karena itu, artikel ini meninjau enam artikel yang relevan. Mayoritas model *artificial intelligence* menunjukkan performa diagnostik yang tinggi dengan nilai sensitivitas dan spesifisitas yang sepadan dengan hasil interpretasi para pakar. Model berarsitektur berbasis *ResNets-based models* menghasilkan akurasi interpretasi citra *computed tomography* yang paling unggul. Kesimpulannya *Artificial intelligence* dapat menjadi salah satu metode interpretasi *computed tomography* kasus rinosinusitis kronik.

Kata kunci: *artificial intelligence, computed tomography, rinosinusitis kronis*

ABSTRACT

Chronic rhinosinusitis is a prevalent condition routinely evaluated using computed tomography scans. Although the utilization of artificial intelligence in medical image analysis of chronic rhinosinusitis continues to grow, comprehensive evaluations regarding its diagnostic performance remain limited. This literature review aims to analyze the impact of artificial intelligence in the interpretation of computed tomography for chronic rhinosinusitis cases. Methods: The method applied in preparing this article is a literature review, which includes the identification, extraction, and critical synthesis of various related literature sources retrieved through the PubMed (MEDLINE), ScienceDirect, Web of Science, Google Scholar, and Springer Nature Journals databases for the period 2021-2025 discussing “artificial intelligence”, “deep learning”, “machine learning”, “computed tomography”, “sinus”, “chronic rhinosinusitis”, and “diagnosis”. Therefore, this article reviews six relevant articles. The majority of artificial intelligence models demonstrated high diagnostic performance, with sensitivity, specificity, and accuracy values comparable to expert interpretation results. Models with architectures based on ResNets-based models were proven to produce the most superior computed tomography image interpretation accuracy. Conclusion: Artificial intelligence can be one of the methods for interpreting computed tomography in chronic rhinosinusitis cases.

Keywords: *artificial intelligence, computed tomography, chronic rhinosinusitis*

PENDAHULUAN

Rinosinusitis kronis (RSK) merupakan penyakit inflamasi yang umum terjadi pada rongga hidung dan sinus paranasal, ditandai oleh gejala seperti obstruksi nasal, nyeri atau rasa tertekan pada area wajah, serta penurunan fungsi penciuman yang berlangsung setidaknya selama 12 minggu (Fokkens *et al.*, 2020). Prevalensi RSK diperkirakan mencapai 8% hingga 11% dari populasi dewasa secara global, meskipun angkanya bervariasi antarwilayah (Fokkens *et al.*, 2020; Min *et al.*, 2025; Hastan *et al.*, 2021). Di samping prevalensinya yang tinggi,

RSK menimbulkan beban klinis dan sosioekonomi yang signifikan karena dapat menurunkan kualitas hidup pasien secara drastis serta meningkatkan pengeluaran layanan kesehatan secara bermakna (Hastan *et al.*, 2021; Bhattacharyya, 2020).

Penegakan diagnosis yang akurat dan tatalaksana RSK yang efektif umumnya memerlukan kombinasi antara evaluasi klinis dan pemeriksaan pencitraan, khususnya *computed tomography* (CT) sinus paranasal. Pemindaian CT menyajikan detail anatomis yang krusial, mempermudah perencanaan tindakan bedah, serta berperan penting dalam menilai tingkat keparahan penyakit menggunakan sistem terstandarisasi seperti Lund–Mackay score (LMS) (Lund & Mackay, 1993). Kendati demikian, interpretasi hasil CT scan dapat bervariasi antarpraktisi kesehatan dan sering kali terbatas oleh perbedaan tingkat kepakaran, keterbatasan waktu, serta akses terhadap konsultasi subspecialis.

Dalam beberapa tahun terakhir, integrasi *artificial intelligence* (AI) (algoritma *deep learning* seperti *convolutional neural network* (CNN)) menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan akurasi diagnostik pencitraan medis di berbagai bidang spesialisasi (Hosny *et al.*, 2018; Esteva *et al.*, 2019). Pada ranah rinologi, penerapan AI terbaru berfokus pada otomatisasi analisis CT untuk mendeteksi opasifikasi sinus, melakukan segmentasi struktur anatomi, serta memprediksi klasifikasi penyakit. Sejumlah studi melaporkan metrik performa yang menjanjikan, mencakup tingkat sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi (Fernández-de-Las-Peñas & Von Piekartz, 2020; Zhang *et al.*, 2025). Terlepas dari popularitasnya yang kian meningkat, hingga saat ini belum terdapat bukti komprehensif yang mengevaluasi performa diagnostik model AI pada pencitraan CT untuk kasus RSK. Hal ini menjadi krusial, terlebih karena instrumen AI semakin banyak diusulkan sebagai sistem pendukung keputusan klinis. *Literature review* ini bertujuan menganalisis pengaruh *artificial intelligence* dalam interpretasi *computed tomography* kasus rinosinusitis kronik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *literature review*. Penelitian disusun dengan penelaahan hasil-hasil penelitian yang relevan terkait *artificial intelligence* dalam interpretasi *computed tomography* kasus rinosinusitis kronik. Sumber literatur menggunakan basis PubMed (MEDLINE), ScienceDirect, Web of Science, Google Scholar, and Springer Nature Journals periode 2021-2025. Pencarian sumber pustaka menggunakan kata kunci “*artificial intelligence*”, “*deep learning*”, “*machine learning*”, “*computed tomography*”, “*sinus*”, “*rinosinusitis kronis*”, dan “*diagnosis*”. Proses pencarian menerapkan teknik *advanced search* menggunakan kombinasi Boolean Operator (AND, OR). Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kesesuaian topik dengan fokus kajian.

Studi yang diinklusi merupakan artikel orisinal terbitan 2021–2025 berbahasa Indonesia atau Inggris yang mengevaluasi penerapan model *artificial intelligence* (AI), *machine learning*, atau *deep learning* dalam menganalisis citra *computed tomography* (CT) sinus paranasal pada pasien dewasa dengan rinosinusitis kronis (RSK), serta melaporkan metrik performa diagnostik (sensitivitas, spesifisitas, atau *Area Under Curve* (AUC)). Sebaliknya, kriteria eksklusi meliputi artikel non-orisinal (tinjauan naratif, editorial, laporan kasus, dan abstrak konferensi), penelitian berbasis hewan/*in vitro*, populasi anak, penggunaan modalitas pencitraan selain CT (seperti MRI atau rontgen), kondisi non-RSK, serta artikel dengan data yang tidak dapat diekstraksi atau tidak berakses penuh (*full-text unavailable*). Hasil pencarian skrining artikel didapatkan 63 artikel dari berbagai basis. Artikel-artikel kemudian disesuaikan dengan kriteria inklusi dan eksklusi sehingga diperoleh 6 artikel untuk dianalisis.

Setelah seluruh data literatur terkumpul, dilakukan analisis data menggunakan pendekatan kualitatif berupa menelaah makna-makna yang terkandung dalam isi literatur. Analisis data juga berfokus pada bahasan yang relevan dan rumusan masalah. Selanjutnya, untuk memperoleh kesimpulan yang valid dan sesuai dengan tujuan kajian, hasil informasi akan dianalisis berdasarkan isi sumber data yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

AI secara cepat mengubah pandangan diagnosis medis dalam pengenalan pola serta pengambilan keputusan klinis. Pada ranah rinologi (khususnya dalam konteks RSK) AI menunjukkan kapabilitas yang menjanjikan dalam menginterpretasi data pencitraan, mengklasifikasikan subtipe penyakit, dan berpotensi memandu tata laksana pasien. Tinjauan ini mensintesis bukti terkini mengenai performa diagnostik model AI yang

diterapkan pada pemindaian CT sinus, dengan menekankan potensi serta keterbatasannya dalam aplikasi klinis Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Review Artikel

Penulis (Tahun)	Desain Studi (Populasi)	Kondisi Target (Metode Validasi)	Model AI	Hasil Studi
Raghavan <i>et al.</i> (2025)	Studi kohort retrospektif (N=543)	RSK (5-fold cross-validation)	<i>XGBoost, Random Forest, DNN</i>	Sensitivitas: 38.9 % Spesifisitas: 91.9 % AUC : 71.3 % <i>Model machine learning (MLM) secara akurat memprediksi pasien yang berkemungkinan mengalami RSK menggunakan data pelaporan mandiri pasien (≥ 2 gejala utama dan LMS ≥ 5).</i>
Lai <i>et al.</i> (2024)	Studi retrospektif (N=192)	RSK dengan polip hidung (Holdout validation)	<i>Multichannel ResNet architecture</i>	Sensitivitas: 98.1 % Spesifisitas: 98.7 % AUC: 98.4 <i>Model diagnostik berbasis deep learning untuk endotip RSK dengan polip hidung menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik, menyediakan metode non-invasif untuk memprediksi endotip secara akurat sebelum pengobatan, serta mendukung precision medicine.</i>
Zhang <i>et al.</i> (2025)	Studi retrospektif (N=500)	RSK (Holdout validation)	<i>Deep Learning—VGG-based CNN</i>	Sensitivitas: 61 % Spesifisitas: 91.2 % AUC: (tidak ada data) <i>Model AI mengungguli dokter dari semua tingkat pengalaman dalam hal akurasi diagnostik.</i>
Zou <i>et al.</i> (2024a)	Studi retrospektif (N=500)	RSK dan bone remodeling (5-fold cross-validation)	<i>CNN, SVM (untuk identifikasi bone remodeling)</i>	Sensitivitas: 97.96 % Spesifisitas: 86.36 % AUC: 94.0 % <i>Penerapan metode AI seperti deep learning dan machine learning terbukti layak untuk identifikasi otomatis.</i>
Zou <i>et al.</i> (2024b)	Studi retrospektif (N=192)	RSK Eusinofilik dan non-RSK Eusinofilik pada pasien RSK dengan polip hidung (5-fold cross-validation)	<i>Multiview fusion deep learning model based on modified deep residual neural network (ResMini architecture)</i>	Sensitivitas: (tidak ada data) Spesifisitas: (tidak ada data) AUC: 99 % <i>Model fusi deep learning berbasis multiview mencapai metrik performa yang tinggi, menunjukkan potensi</i>

Penulis (Tahun)	Desain Studi (Populasi)	Kondisi Target (Metode Validasi)	Model AI	Hasil Studi
Du <i>et al.</i> (2024)	Studi model RSK dengan polip diagnostik retrospektif (N=25)	hidung (<i>Holdout validation</i>)	<i>ResNet-18</i>	sebagai instrumen non-invasif untuk diferensiasi endotip pra-bedah pada pasien RSK dengan polip hidung. Sensitivitas: 96.1 % Spesifisitas: 96.4 % AUC: 96.3 % Model deep learning yang dikembangkan menyediakan metode baru yang non-invasif untuk mengevaluasi endotip pada pasien RSK dengan polip hidung dan membantu penyusunan strategi pengobatan yang presisi.

Temuan dari enam studi yang diinklusi mengindikasikan bahwa arsitektur *deep learning*, khususnya CNN dan ResNet, mencapai sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi diagnostik yang tinggi untuk mendeteksi RSK. Lai *et al.* mencapai sensitivitas sebesar 98,1% dan spesifisitas 98,7% menggunakan model *multichannel ResNet* yang dilatih pada pandangan CT *multiangle* untuk memprediksi rinosinusitis kronis eosinofilik dengan polip hidung (*eosinophilic CRSwNP*) (Lai *et al.*, 2024). Hasil ini menekankan pentingnya kedalaman arsitektur dan masukan sudut pandang ganda dalam meningkatkan performa diagnostik. Secara serupa, Du *et al.* menerapkan *multiview lightweight attention-enhanced network* dan melaporkan akurasi yang mendekati sempurna dengan nilai AUC (*Area Under Curve*) sebesar 0,963, yang menegaskan skalabilitas arsitektur yang efisien pada himpunan data dunia nyata (Du *et al.*, 2024).

Nilai sensitivitas bervariasi secara signifikan di antara studi yang diteliti. Meskipun beberapa model menunjukkan sensitivitas yang suboptimum. Studi lain yang dikembangkan oleh Lai *et al.* dan Zou *et al.* masing-masing berhasil mencapai sensitivitas sebesar 98,1% dan 97,96% (Lai *et al.*, 2024; Zou *et al.*, 2024). Variasi ini mengindikasikan bahwa kendati algoritma AI berkinerja sangat baik dalam mendeteksi pola penyakit yang jelas, sistem ini mungkin kurang andal dalam mengidentifikasi manifestasi RSK tingkat awal atau yang bersifat samar, seperti penebalan mukosa ringan atau opasifikasi sinus parsial. Akan tetapi, nilai spesifisitas secara konsisten berada pada tingkat tinggi di sebagian besar studi, yakni berkisar antara 86,36% hingga 98,7%. Hal ini menunjukkan bahwa model sangat efektif dalam mengidentifikasi pasien non-RSK secara tepat. Dengan kata lain, sistem AI jarang menghasilkan hasil positif palsu (*false positive*). Oleh karena itu, ketika model mengklasifikasikan hasil pemindaian CT sebagai kondisi normal, hasil tersebut umumnya sangat akurat.

Hasil-hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu oleh Hashimoto *et al.* dan He *et al.*, yang menekankan bahwa model AI yang dilatih menggunakan himpunan data pencitraan berskala besar dan terannotasi dengan baik dapat mengungguli pakar manusia dalam tugas-tugas pengenalan radiologis serta patologis tertentu (Hashimoto *et al.*, 2018; He *et al.*, 2019). Lebih lanjut, studi berbasis radiomik seperti yang dilakukan oleh He *et al.* menunjukkan kemampuan diskriminatif yang sangat baik dalam membedakan tumor sinonasal dari polip inflamasi, yang mengindikasikan bahwa fitur berbasis tekstur dapat meningkatkan akurasi diagnostik secara signifikan (He *et al.*, 2024).

Model yang menerapkan arsitektur lebih dalam, seperti arsitektur berbasis ResNet sebagian besar menunjukkan performa diagnostik yang lebih unggul dibandingkan CNN konvensional maupun pendekatan machine learning tradisional. Keunggulan performa ini didorong oleh ekstraksi fitur yang ditingkatkan, kapasitas jaringan yang lebih dalam, serta kontekstualisasi spasial yang diperkuat di seluruh wilayah sinonasal, yang mana hal-hal tersebut sangat krusial untuk menangkap pola inflamasi RSK yang heterogen dan acap kali samar pada pencitraan CT.

Secara lebih mendasar, keandalan metrik performa yang dilaporkan harus diinterpretasikan dengan mempertimbangkan strategi validasi yang digunakan. Seluruh studi yang diinklusi bertumpu secara eksklusif pada metode validasi internal, seperti *hold-out validation* atau *cross-validation*, di dalam himpunan data pusat tunggal (*single-center*). Tidak ada studi yang melakukan validasi eksternal sejati menggunakan kohort independen dari berbagai institusi (*multi-institutional cohorts*). Meskipun validasi internal tepat untuk pengembangan model dan penilaian performa awal, ketiadaan validasi eksternal membatasi evaluasi generalisabilitas dan berpotensi menghasilkan estimasi performa yang terlalu optimistis (*overestimated*) pada setting klinis dunia nyata.

Dari perspektif klinis, temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun AI menunjukkan akurasi diagnostik yang menjanjikan, perannya saat ini harus dianggap sebagai pendukung atau komplementer (*adjunctive*) dan bukan sebagai sistem otonom, khususnya untuk tugas-tugas diagnostik spesifik seperti diferensiasi endotipe, bukan untuk konfirmasi mandiri atas diagnosis RSK. Teknologi ini dapat membantu praktisi kesehatan dalam mengefisienkan interpretasi citra dan mengurangi variabilitas diagnostik. Namun demikian, keputusan akhir terkait diagnosis dan tata laksana pasien harus tetap berada di bawah supervisi dokter ahli guna menjamin keselamatan pasien serta pertimbangan klinis yang tepat.

Terlepas dari temuan yang menjanjikan tersebut, beberapa tantangan masih mendesak untuk diselesaikan. Studi-studi yang ditelaah dalam tinjauan ini menunjukkan heterogenitas metodologis yang cukup besar, mencakup variasi sumber data, protokol akuisisi CT, arsitektur model AI, teknik validasi, dan standar acuan (*reference standards*). Sebagai contoh, ketika Lai *et al.* dan Zhang *et al.* menggunakan kriteria CT dan klinis sebagai standar acuan, Du *et al.* serta Zou *et al.* bertumpu pada analisis histopatologi (Zhang *et al.*, 2025; Lai *et al.*, 2024; Zou *et al.*, 2024; Zou *et al.*, 2024; Du *et al.*, 2024). Inkonsistensi ini menyulitkan komparasi antarstudi dan menegaskan perlunya kerangka kerja validasi AI yang terstandardisasi dalam diagnostik RSK.

Studi di masa mendatang harus berfokus pada beberapa topik kunci berikut. Pertama, pengembangan dan validasi model AI harus dilakukan melalui penelitian multisentrum berskala besar untuk memastikan generalisabilitas pada berbagai setting klinis dan populasi pasien yang beragam. Kedua, adopsi metodologi dan kerangka pelaporan yang terstandardisasi sangat penting untuk memfasilitasi komparasi antarstudi serta reproduksibilitas. Terakhir, pengintegrasian data pencitraan CT dengan informasi tambahan pasien, seperti profil gejala, temuan laboratorium, dan riwayat klinis, dapat makin meningkatkan akurasi diagnostik serta menyempurnakan performa model.

SIMPULAN

Artificial intelligence dapat menjadi salah satu metode interpretasi *computed tomography* kasus rinosinusitis kronik. Tinjauan ini memperkuat bukti yang terus berkembang bahwa AI, khususnya model *deep learning*, dapat meningkatkan akurasi diagnostik RSK secara substansial ketika diterapkan pada pencitraan CT. Namun, untuk mewujudkan potensi klinisnya secara penuh, diperlukan upaya terpadu untuk menstandardisasi metodologi, meningkatkan keterinterpretasian model, dan memvalidasi model dalam lingkungan klinis prospektif yang beragam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua rekan penulis yang telah menyumbangkan wawasan berharga dalam menyelesaikan tulisan ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Bhattacharyya N. Contemporary assessment of the disease burden of sinusitis. *Allergy Rhinol (Providence)*. 2020;1(1):8. doi:10.2500/ajra.2009.23.3355
- Du W, Kang W, Lai S, et al. Deep learning in computed tomography to predict endotype in chronic rhinosinusitis with nasal polyps. *BMC Med Imaging*. 2024;24(1):25. doi:10.1186/s12880-024-01203-w
- Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med*. 2019;25(1):24-29. doi:10.1038/s41591-018-0316-z
- Fernández-de-Las-Peñas C, Von Piekartz H. Clinical reasoning for the examination and physical therapy treatment of temporomandibular disorders (TMD): a narrative literature review. *J Clin Med*. 2020;9(11):3686. doi:10.3390/jcm9113686
- Fokkens WJ, Lund VJ, Hopkins C, et al. European position paper on rhinosinusitis and nasal polyps 2020. *Rhinology*. 2020;58(Suppl S29):1-464. doi:10.4193/Rhin20.600
- Hashimoto DA, Rosman G, Rus D, Meireles OR. Artificial intelligence in surgery: promises and perils. *Ann Surg*. 2018;268(1):70-76. doi:10.1097/SLA.0000000000002693
- Hastan D, Fokkens WJ, Bachert C, et al. Chronic rhinosinusitis in Europe—an underestimated disease. A GA²LEN study. *Allergy*. 2021;66(9):1216-1223. doi:10.1111/j.1398-9995.2011.02646.x
- He J, Baxter SL, Xu J, Xu J, Zhou X, Zhang K. The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nat Med*. 2019;25(1):30-36. doi:10.1038/s41591-018-0307-0
- He S, Zhao Y, Shi L, et al. Utilizing radiomics for differential diagnosis of inverted papilloma and chronic rhinosinusitis with polyps based on unenhanced CT scans. *Sci Rep*. 2024;14(1):19299. doi:10.1038/s41598-024-70134-x
- Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer*. 2018;18(8):500-510. doi:10.1038/s41568-018-0016-5
- Lai S, Kang W, Chen Y, et al. An end-to-end CRSwNP prediction with multichannel ResNet on computed tomography. *Int J Biomed Imaging*. 2024;2024:4960630. doi:10.1155/2024/4960630
- Lund VJ, Mackay IS. Staging in rhinosinusitis. *Rhinology*. 1993;31(4):183-184.
- Min HK, Lee S, Kim S, et al. Global incidence and prevalence of chronic rhinosinusitis: a systematic review. *Clin Exp Allergy*. 2025;55(1):52-66. doi:10.1111/cea.14592
- Raghavan AM, Aboueisha MA, Prohntchi I, et al. Using machine learning models to diagnose chronic rhinosinusitis: analysis of pre-treatment patient-generated health data to predict cardinal symptoms and sinonasal inflammation. *Am J Rhinol Allergy*. 2025;39(3):229-236. doi:10.1177/19458924251322081
- Zhang J, Wang D, Li W, Wang J. Deep learning-based AI model for sinusitis diagnosis. *Technol Health Care*. 2025;33(4):1800-1817. doi:10.1177/09287329241309799
- Zou C, Ji H, Cui J, et al. Preliminary study on AI-assisted diagnosis of bone remodeling in chronic maxillary sinusitis. *BMC Med Imaging*. 2024;24(1):140. doi:10.1186/s12880-024-01316-2
- Zou J, Lyu Y, Lin Y, et al. A multi-view fusion lightweight network for CRSwNPs prediction on CT images. *BMC Med Imaging*. 2024;24(1):112. doi:10.1186/s12880-024-01296-3