

Use of artificial intelligence deep learning in detecting peri-implant bone loss

Penggunaan *artificial intelligence deep learning* dalam mendeteksi terjadinya kehilangan tulang pada peri-implan

¹Nurul Huda Danial, ²Hasanuddin Thahir

¹Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Periodonsia, Departemen Periodontologi, Fakultas Kedokteran Gigi, Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Hasanuddin

²Departemen Periodontologi, Rumah Sakit Gigi dan Mulut, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin
Makassar, Indonesia

Koresponden: Nurul Huda Danial, e-mail: nhudadanial@gmail.com

ABSTRACT

Dental implants are now a common treatment with high survival rates and patient satisfaction. Complications of peri-implantitis are inflammation of the peri-implant tissue resulting in bone loss around the implant. Artificial Intelligence (AI), has shown remarkable success in detecting peri-implant bone loss through radiographic images. This article evaluates and analyses the use of AI deep learning in detecting peri-implant bone loss. An article search was conducted using PubMed, Scopus, Science Direct, and Cochrane published in 2019-2024. 128 articles were obtained, but 5 articles were included in the study. It was concluded that the application of AI deep learning has the potential to detect bone loss around dental implant tissues. Although AI models can provide good predictions, they should be seen as a support rather than a substitute in clinical decision-making.

Keywords: artificial intelligence, deep learning, bone loss, and peri-implant

ABSTRAK

Saat ini implan gigi menjadi perawatan yang umum dengan tingkat ketahanan dan kepuasan pasien yang tinggi. Komplikasi peri-implanitis merupakan inflamasi pada jaringan peri-implan yang mengakibatkan terjadinya kehilangan tulang di sekitar implan. *Artificial intelligence* (AI), telah menunjukkan keberhasilan yang luar biasa untuk mendeteksi kehilangan tulang pada peri-implan melalui gambaran radiografi. Artikel ini mengevaluasi dan menganalisis penggunaan AI *deep learning* dalam mendeteksi kehilangan tulang peri-implan. Pencarian artikel dilakukan menggunakan PubMed, Scopus, ScienceDirect, dan Cochrane yang dipublikasikan tahun 2019-2024. Diperoleh 128 artikel, tetapi 5 artikel yang diinklusi ke dalam studi. Disimpulkan bahwa penerapan AI *deep learning* berpotensi mendeteksi kehilangan tulang di sekitar implan gigi. Meskipun model AI dapat memberikan prediksi yang baik, model tersebut harus dilihat sebagai pendukung, bukan sebagai pengganti dalam pengambilan keputusan klinis.

Kata kunci: *artificial intelligence*, *deep learning*, kehilangan tulang, dan peri-implan

Received: 10 October 2024

Accepted: 1 January 2025

Published: 1 April 2025

PENDAHULUAN

Saat ini, perawatan implan gigi menjadi perawatan yang umum dengan tingkat ketahanan dan kepuasan pasien yang tinggi baik secara fungsional maupun estetik.¹ Namun, meskipun terbukti bahwa perawatan ini berhasil pada banyak pasien, restorasi dengan dukungan implan tidak bebas dari komplikasi pasca pemasangan.²

Permukaan implan gigi berperan penting dalam stabilitas biologis bahan implan dan respon jaringan host terhadap implan.³ Kehilangan tulang merupakan salah satu tanda terjadinya peri-implanitis.⁴ Deteksi kehilangan tulang peri-implan dianggap sebagai kriteria penting untuk menilai kinerja implan dan mendiagnosis potensi peri-implantitis.⁵ Modalitas yang umum digunakan termasuk *cone-beam computed tomography* (CBCT), panoramik, dan periapikal.⁶ Kemampuan dokter gigi untuk membaca radiografi dengan metode konvensional meningkatkan risiko kesalahan diagnosis.^{7,8}

Artificial Intelligence (AI) telah digunakan dalam kedokteran dan kedokteran gigi seperti diagnostik pencitraan medis dan gigi, pendukung diagnosis, kedokteran digital, penemuan obat, pemantauan rumah sakit, robot dan asisten virtual.⁹ *Convolutional neural network* (CNN) adalah pendekatan *deep learning* (DL) utama untuk pemrosesan gambar.¹⁰ Dalam bidang kesehatan, CNN berhasil diterapkan pada berbagai jenis gambar medis untuk menyelesaikan berbagai masalah.¹¹ Dengan melakukan tinjauan sistematis, penulisan ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menganalisis penggunaan AI dalam hal ini algoritma DL dalam mendeteksi kehilangan tulang peri-implan.

METODE

Data dikumpul dengan menelusuri pustaka pada situs pencarian artikel yaitu PubMed, Scopus, ScienceDirect, dan Cochrane menggunakan kata kunci *artificial Intelligence*, *bone loss*, *deep learning*, *peri-implant*. Setelah itu dilakukan proses *screening* dan sintesis.

Artikel dipilih jika dipublikasikan pada tahun 2019-2024, berbahasa Inggris, dan dipublikasikan secara daring. Sementara itu artikel dikeluarkan jika berupa *literature review*, *systematic review*, *meta-analysis* dan artikel non-eksperimental, tidak dapat diakses secara gratis, tidak membahas tentang penggunaan AI model DL dalam mendeteksi kehilangan tulang pada peri-implan.

Prosedur review berupa pencarian pustaka, proses *screening* artikel duplikat, *screening* berdasarkan abstrak artikel, *screening* artikel dengan membaca artikel secara keseluruhan, dan sintesis artikel yang diinklusi.

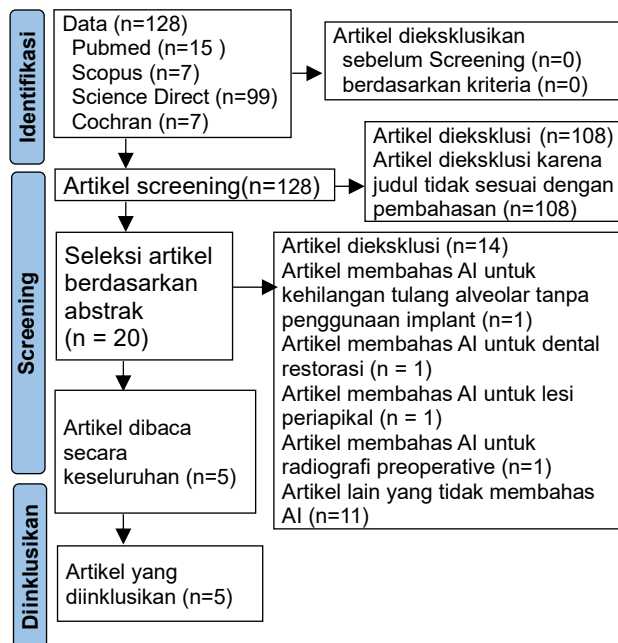
Deskripsi studi

Zhang et al dalam penelitiannya memprediksi terjadinya kehilangan tulang marginal yang parah, menggunakan empat model AI; *support vector machine* (SVM), *artificial neural network* (ANN), *logistic regression* (LR), dan *random forest* (RF). Model SVM yang merupakan salah satu model DL menghasilkan akurasi prediksi tertinggi untuk kehilangan tulang marginal, diikuti oleh ANN, dan RF menunjukkan kinerja yang sedikit lebih rendah.¹⁴

Cha et al menilai CNN untuk mengidentifikasi tingkat tulang marginal, dan puncak implan gigi pada radiografi periapikal. Mengevaluasi kinerja, rerata presisi, rera-

Tabel 1 Sintesis artikel

N Penulis o (Tahun)	Judul Artikel	Model AI	Radiografi	Dataset	Hasil Penelitian
1 Zhang C, et al. (2023) ¹²	Deep learning based dental implant failure prediction from periapical & panoramic films	CNN	Periapikal & panoramik	529 radiografi periapikal & 551 radiografi panoramik	Model pembelajaran yang mendalam menggunakan fitur-fitur dari radiografi periapikal & panoramik secara efektif memprediksi kegagalan implan dan dapat memfasilitasi intervensi klinis dini suatu kegagalan implan gigi.
2 Cha J, et al. (2021) ¹³	Peri-implant bone loss measurement using a region-based CNN on dental periapical radiographs	CNN	Periapikal	708 radiografi periapikal dibagi menjadi dataset pelatihan (n=508), validasi (n=100), & pengujian (n=100)	Tidak ada perbedaan yang signifikan yang diamati dalam mendeteksi tenggara di sekitar implan gigi antara model CNN & dokter gigi. Model CNN dapat digunakan secara efektif mengukur rasio kehilangan tulang peri-implan radiografi, yang memungkinkan penilaian tingkat keparahan peri-implanitis.
3 Zhang H, et al. (2020) ¹⁴	Trabeculae microstructure parameters serve as effective predictors for marginal bone loss of dental	SVM, ANN, LR, & RF	CBCT	81 pasien (41 kasus marginal bone loss (MBL) berat dan 40 kontrol normal)	Algoritma ML yang didasarkan pada variasi morfologi tulang trabekular dapat digunakan untuk memprediksi MBL yang parah.
4 Lee W, et al. (2023) ¹⁵	Establishing a novel DL model for detecting peri-implantitis	DL dengan algoritma pendeteksian objek (YOLOv7)	Periapikal	800 radiografi periapikal	Implan dapat diidentifikasi dari gambar radiografi periapikal menggunakan deteksi objek berbasis DL. Sistem identifikasi ini membantu dokter gigi dan pasien yang mengalami masalah implan.
5 Vera M, et al. (2023) ¹⁶	AI techniques for automatic detection of peri-implant marginal bone remodeling in intraoral radiographs	DL YOLOv3	Periapikal/bitewing	2920 radiografi digunakan untuk pelatihan (50%) & pengujian (50%)	Metode AI memiliki prospek yang baik untuk deteksi kehilangan tulang pada radiografi intraoral untuk membantu dokter gigi dalam mendiagnosis peri-implantitis.



Gambar 1 Proses seleksi artikel yang akan disintesis

rata *recall*, dan rerata kesamaan *keypoint* objek atau *object keypoint similarity* (OKS) dihitung, dan membandingkan nilai rerata OKS dari model AI dengan nilai yang dimiliki oleh dokter gigi. Secara khusus, tidak ada perbedaan yang signifikan antara model AI dengan dokter gigi dalam hal mendeteksi penanda kehilangan tulang di sekitar implan gigi.¹³

Penelitian terkait CNN juga dilakukan oleh Zhang et al menggunakan AI berbasis DL dalam hal ini CNN yang

memprediksi hasil implan dengan menggunakan film periapikal dan panoramik. Berdasarkan pola tulang alveolar peri-implan radiografi, kegagalan implan dengan kehilangan tulang marginal menunjukkan nilai akurasi sangat kuat. Baik gambar periapikal maupun panoramik akurasi prediksinya adalah 87%. Penelitian ini menunjukkan model DL efektif dalam memprediksi kegagalan implan pada gambar periapikal atau panoramik.¹²

Lee et al menggunakan DL dengan Algoritma pendeteksian objek YOLOv7 pada radiografi periapikal dalam mendeteksi peri-implanitis yang ditentukan oleh tingkat kehilangan tulang pada peri-implan dan indikator klinis lainnya. Penelitian ini menunjukkan YOLOv7 mengenali peri-implantitis dengan akurasi 94,74%, sensitivitas 94,44%, spesivitas 100%, presisi 100%, dan skor F1 97,10%.¹⁵ Penelitian serupa oleh Vera et al menggunakan DL dalam hal ini algoritma YOLOv3 dalam deteksi terjadinya remodeling tulang pada marginal tulang peri-implan pada radiografi periapikal/bitewing. Hasil penelitian ini menemukan performa *deep image understanding* (IU) signifikan. Performa IU memuaskan sesuai dengan kriteria ahli dari dokter gigi, yang menetapkan garis kebenaran dasar dan titik signifikan.¹⁶

PEMBAHASAN

Algoritme DL dapat menemukan pola yang kompleks dalam gambar, teks, audio, dan tipe data lainnya untuk memberikan prediksi dan simpulan yang akurat.¹⁷ Algoritme ini menggunakan banyak lapisan untuk mengenali segala sesuatu mulai dari elemen sederhana seperti garis, tepi, dan tekstur hingga bentuk, lesi, atau seluruh organ yang rumit.¹⁸ Analisis DL menggunakan radio-

grafi dapat membantu mendiagnosis dan merencanakan perawatan penyakit periodontal dengan deteksi dini perubahan periodontal. Hal ini dapat membantu dalam intervensi awal dalam implantologi.¹⁹

Jenis model DL yaitu CNN dikembangkan untuk meniru korteks visual yang terutama digunakan untuk pengenalan dan pembuatan gambar.²⁰ Pada dasarnya, CNN dapat dengan mudah mendeteksi tepi, garis, tekstur, dan pola sederhana lainnya dalam sebuah gambar. Dengan mengelompokkan operasi konvolusional dalam lapisan konvolusional, fitur spesifik yang berbeda dapat dipelajari dalam lapisan yang sama.²¹ Metode AI memiliki prospek yang baik untuk deteksi kehilangan tulang pada radiografi intraoral untuk membantu dokter gigi dalam mendiagnosis peri-implantitis.¹⁶

Namun, penting untuk mengetahui keterbatasan dan pertimbangan tertentu terkait dengan penggunaan model AI dalam memprediksi kehilangan tulang peri-implan. Ketersediaan dan kualitas data yang digunakan untuk melatih model AI dapat secara signifikan memengaruhi kinerja dan generalisasi, sehingga upaya yang harus di-

lakukan untuk memastikan penyertaan data yang beragam dan representatif untuk meningkatkan akurasi. Selain itu, meskipun model AI dapat memberikan prediksi yang baik, model tersebut tidak boleh menggantikan keahlian dan penilaian klinis. Adanya model AI harus dilihat sebagai alat pendukung, bukan sebagai pengganti pengambilan keputusan klinis. Dokter harus menafsirkan prediksi dari AI dalam hubungannya dengan keahlian dokter gigi sendiri dan mempertimbangkan faktor individu dari pasien ketika merumuskan rencana perawatan.²²

Disimpulkan bahwa penerapan AI menggunakan DL memiliki potensi dalam mendeteksi kehilangan tulang di jaringan peri-implan. AI mampu menganalisis kumpulan data yang kompleks dan membuat prediksi akurat yang menawarkan peluang untuk deteksi dini dan intervensi sehingga dapat dipertimbangkan untuk diterapkan dalam praktik klinis. Meskipun model AI memberikan prediksi yang baik, tetap AI harus dilihat sebagai pendukung, bukan sebagai pengganti dalam pengambilan keputusan klinis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wang Y, Bäumer D, Ozga AK, Körner G, Bäumer A. Patient satisfaction and oral health-related quality of life 10 years after implant placement. *BMC Oral Health*. 2021;21(1).
2. John V, Shin D, Marlow A, Hamada Y. Peri-implant bone loss and peri-implantitis: a report of three cases and review of the literature. *Case Rep Dent*. 2016;2016.
3. Insua A, Galindo-Moreno P, Miron RJ, Wang HL, Monje A. Emerging factors affecting peri-implant bone metabolism. *Periodontology* 2000; 2023.
4. Hwang S, Lee H min, Yun PY, Kim YK. Survival analysis of implants after surgical treatment of peri-implantitis based on bone loss severity and surgical technique: a retrospective study. *BMC Oral Health* 2023;23(1).
5. Costa JA, Mendes JM, Salazar F, Pacheco JJ, Rompante P, Câmara MI. Analysis of peri-implant bone defects by using cone beam computed tomography (CBCT): an integrative review. *Oral Radiol* 2023; 39: 455–66.
6. Liu M, Wang S, Chen H, Liu Y. A pilot study of a deep learning approach to detect marginal bone loss around implants. *BMC Oral Health*. 2022 ;22(1).
7. Baig I, Azam S, bin Mushtaq T. Artificial intelligence in dentistry: literature review. *J Pharm Res Int* 2022;18:7–14.
8. Gomes-Filho IS, Trindade SC, Passos-Soares J de S, Figueiredo ACMG, Vianna MIP, Hintz AM, et al. Critical appraisal of systematic and narrative reviews of literature in the field of orthodontics. *J Dent Health Oral Disord Ther* 2018;9(5):354–6
9. Ding H, Wu J, Zhao W, Matinlinna JP, Burrow MF, Tsoi JKH. Artificial intelligence in dentistry-A review. *Frontiers Dent Med* 2023;4
10. Chawla K, Garg V. Accuracy of convolutional neural network in the diagnosis of alveolar bone loss due to periodontal disease: A systematic review and meta-analysis. *J Datta Meghe Institute Med Sci Univ* 2023;18(1):163.
11. Ilesanmi AE, Ilesanmi TO, Ajayi BO. Reviewing 3D convolutional neural network approaches for medical image segmentation. *Heliyon* 2024;10(6).
12. Zhang C, Fan L, Zhang S, Zhao J, Gu Y. Deep learning based dental implant failure prediction from periapical and panoramic films. *Quant Imaging Med Surg* 2023;13(2):935–45.
13. Cha JY, Yoon HI, Yeo IS, Huh KH, Han JS. Peri-implant bone loss measurement using a region-based convolutional neural network on dental periapical radiographs. *J Clin Med* 2021;10(5):1–12.
14. Zhang H, Shan J, Zhang P, Chen X, Jiang H. Trabeculae microstructure parameters serve as effective predictors for marginal bone loss of dental implant in the mandible. *Sci Rep* 2020;10(1).
15. Lee WF, Day MY, Fang CY, Nataraj V, Wen SC, Chang WJ, et al. Establishing a novel deep learning model for detecting peri-implantitis. *J Dent Sci* 2023
16. Vera M, Gómez-Silva MJ, Vera V, López-González CI, Aliaga I, Gascó E, et al. Artificial intelligence techniques for automatic detection of peri-implant marginal bone remodeling in intraoral radiographs. *J Digit Imaging* 2023;36(5):2259–77
17. Wassan S, Dongyan H, Suhail B, Jhanjhi NZ, Xiao G, Ahmed S, et al. Deep convolutional neural network and IoT technology for healthcare. *Digit Health* 2024;10.
18. Prasannam RP, Murugan AP, Narayanan LR, Jagadeson M. Artificial intelligence in dental practice: a review. *Int J Comm Med Publ Health* 2023;10(5):1955–60.
19. Priyanka J, Mansi G. Digitization in dentistry. Switzerland: Springer; 2021.p.15.
20. Scott J, Biancardi AM, Jones O, Andrew D. Artificial intelligence in periodontology: a scoping review. *Dent J MDPI*; 2023;11
21. Carrillo-Perez F, Pecho OE, Morales JC, Paravina RD, Della Bona A, Ghinea R, et al. Applications of artificial intelligence in dentistry: A comprehensive review. *J Esthet Restor Dent* 2022; 34:259–80.

22. Al-Nomay NS, Aldebasi B, Alshaya AA. Nora Saleh Al-Nomay-Preventive Dental Science Department, College of Dentistry, King Saud Bin Abdulaziz University for Health Sciences, King Abdulaziz Medical City, Ministry of National Guard Health affairs-PO Box 22490 [Internet]. Vol. 17. 2023. Available from: <http://www.jhidc.org/>