

Cephalometry Analysis Of Orthodontic Treatment Using Artificial Intelligence Deep Learning Compared To Conventional Methods In Caucasoid Race

Silvia Vera Indrawati*, Erdianto Setya Wardhana**, Budi Suhartono***, Moh. Yusuf****

* Program Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang

** Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Masyarakat Fakultas Gigi Universitas Islam Sultan Agung

*** Departemen Orthodontik Fakultas Gigi Universitas Islam Sultan Agung

**** Departemen Radiologi Fakultas Gigi Universitas Islam Sultan Agung

Correspondence: erdianto.wardahana@gmail.com

Received 20 January 2023; Accepted 22 August 2025; Published online 22 August 2025

Keywords:

artificial intelligence;
caucasoid; conventional;
cephalometry

ABSTRACT

Background: Cephalometry was a radiographic analysis used in orthodontic treatment to study dentofacial growth, diagnosis, treatment planning, and evaluation of treatment outcomes. Cephalometry was divided into two, conventional method cephalometry and Artificial Intelligence (AI). AI is an artificial intelligence technology that was used for chatbots, diagnostic aids, and electronic medical records. The purpose of this review was to analyze the cephalometry of orthodontic treatment using AI deep learning compared to conventional methods in the Caucasoid race.

Method: The data collection method used is the PICO method by browsing the PUBMED, Science Direct, and Google Scholar electronic databases. The keywords used are Cephalometric Orthodontics AND Artificial Intelligence OR Digital AND Conventional AND Comparison.

Result: The results of this review found significant differences between conventional methods and AI methods. AI in terms of time was able to outperform conventional methods with a speed of up to 13x. AI also excels in terms of efficiency because it saves manpower. Aspects of reliability, angular and linear measurements, and the value of AI had capabilities that were equivalent to humans and even more so that they can be recommended for use in dental practice. AI suffers from a shortage in terms of cost because the preparation of AI into software requires a large amount of cost compared to conventional methods, which were more affordable.

Conclusion: The conclusion of this literature review was that the AI method more superior in terms of time, reliability, value, angle measurement, and liner, as well as efficiency, but had drawbacks in terms of cost.

Copyright ©2022 National Research and Innovation Agency. This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

DOI: <http://dx.doi.org/10.30659/medali.7.2.115-125>

MEDALI Jurnal: Media Dental Intelektual accredited as Sinta 4 Journal

(<https://sinta.kemdikbud.go.id/journals/profile/13665>)

2337-6937/ 2460-4151 ©2025 National Research and Innovation Agency

This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

How to Cite: Indrawati et al. Cephalometry Analysis Of Orthodontic Treatment Using Artificial Intelligence Deep Learning Compared To Conventional Methods In Caucasoid Race. MEDALI Jurnal: Media Dental Intelektual, v.7, n.2, p.115-125, August 2025.

PENDAHULUAN

Perkembangan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi semakin maju dari tahun ke tahun. Salah satu teknologi yang mendunia adalah *Artificial Intelligence* (AI). AI adalah bidang ilmu komputer yang meniru fungsi kognitif kecerdasan manusia untuk memecahkan suatu masalah¹. Teknologi AI ditemukan oleh John McCarthy, seorang ahli matematika menciptakan istilah kecerdasan buatan atau AI pada tahun 1955. Tahun 1956, John McCarthy mengorganisir sebuah konferensi terkenal yaitu Konferensi Dartmouth, yang secara resmi membahas penelitian mengenai AI dan perkembangannya. Di dunia modern, AI mengacu pada mesin atau teknologi yang mampu meniru keterampilan kognitif manusia seperti pemecahan masalah².

Pemanfaatan AI sangat dekat dengan kehidupan sehari – hari seperti penggunaan *chatbot*, *face recognizing*, *barcode scanner*, dan *personal assistant*³. Perkembangan AI mencakup beberapa bidang, salah satunya adalah bidang kedokteran gigi. AI memiliki beberapa metode yang meliputi *Machine Learning* (ML), *Neural Networks* (NNs), dan *Deep Learning* (DL). Metode AI yang digunakan adalah DL yang dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi yang memudahkan pasien untuk dapat konsultasi secara virtual, penyimpanan *database*, pengambilan gambar secara elektronik, dan membantu menegakkan diagnosis⁴. Implementasi penerapan AI di luar negeri seperti di Amerika Serikat dan China dibandingkan di Indonesia sangat berbeda. Pengembangan riset di luar negeri sangat cepat dan berkelanjutan, sedangkan pemanfaatan AI di Indonesia masih terbatas⁵.

Penerapan AI di bidang kedokteran gigi salah satunya bidang ortodontik dapat dilakukan dalam analisis sefalometri. Analisis sefalometri dilakukan oleh dokter gigi spesialis ortodontik untuk

menentukan nilai-nilai linier dan sudut dengan menggunakan titik. Tujuan analisis sefalometri oleh dokter gigi spesialis ortodontik yang biasanya dilakukan secara konvensional adalah untuk membantu diagnosis, pengobatan maloklusi, dan melihat perkembangan tulang serta rahang⁶. Kelebihan menggunakan metode konvensional adalah biaya yang lebih murah yang dapat dilakukan secara langsung oleh dokter gigi⁷. Kelemahan teknik ini yang dalam pengerjaannya memakan waktu yang lama. Analisis secara konvensional dapat menyebabkan terjadinya kesalahan hasil karena pengaruh pengalaman dokter atau operator yang mengerjakan analisis sefalometri. Kualitas sefalogram yang buruk juga dapat menghambat identifikasi analisis sefalometri. Dalam analisis tersebut dokter gigi akan menentukan titik-titik dan pola tertentu yang membantu dalam perawatan ortodontik⁸. Kelemahan metode konvensional yang memakan waktu cukup lama dan terjadinya kesalahan dapat diminimalisir dengan penggunaan AI⁹. AI dapat membantu untuk menentukan titik sefalometri secara otomatis yang akan membuat akurasi lebih tinggi. Akurasi AI akan semakin tinggi dengan cara memasukkan gambar sebanyak-banyaknya di *database*¹⁰.

Penelitian terdahulu menunjukkan berbagai aplikasi berbasis AI digunakan dalam metode sebelumnya seperti metode *You-Only-Look-Once version 3* YOLO versi 3 (YOLOv3) dan OrthoCeph® OC100 yang dapat membantu menganalisis sefalometri dan mempermudah pekerjaan dokter. Aplikasi ini merupakan aplikasi berbayar, tetapi jika ingin mengakses beberapa fitur maka dapat diakses secara gratis^{11,12}. Selain metode YOLOv3 dan OrthoCeph® OC100, AI juga dapat menggunakan metode *Single Shot Multibox Detector* (SSD), tetapi SSD membutuhkan waktu yang lebih lama yaitu 2.89 detik dibandingkan

dengan YOLOv3 lebih cepat hanya 0.05 detik¹³. Penelitian sebelumnya juga dilakukan di berbagai belahan dunia seperti Jerman, Korea, dan negara lainnya yang secara ras memiliki stuktur kerangka dan bentuk kepala yang berbeda satu sama lain¹⁴. Penelitian oleh Farooq (2016) menunjukkan bahwa analisis sefalometri seperti Steiner, Wits Appraisal, Tweed's, McNamara's, dan RakosiJarabak's juga dapat dilakukan pada AI dengan baik setara dengan dilakukan secara manual oleh dokter gigi⁹.

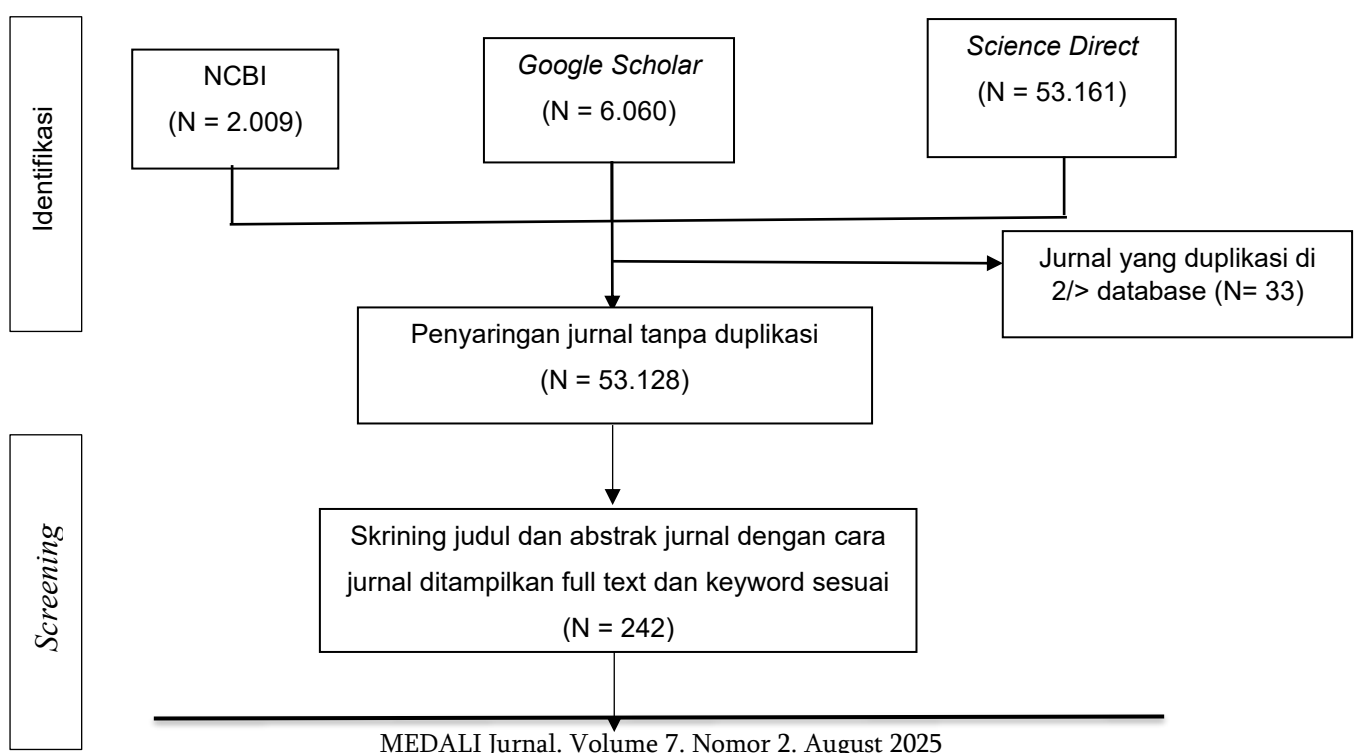
Parameter sefalometri memiliki standar berbeda-beda tergantung pada ras dan yang biasa profil wajah¹⁵. Perbedaan profil ini akan berpengaruh pada sefalometri menggunakan metode AI sehingga standar aplikasi / *software* tidak bisa sama. Hal ini akan berpengaruh pada titik landmark sefalometri dan mempengaruhi analisis sefalometri serta hasil hasil sefalometri. Berdasarkan penelitian sebelumnya pengembangan AI banyak di Eropa, Amerika, India, dan Korea¹⁶.

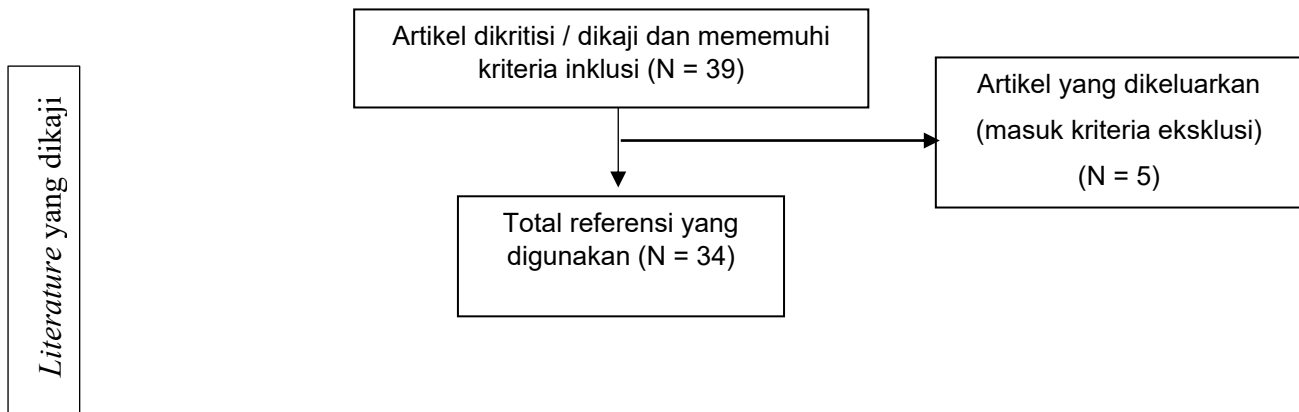
METODE PENELITIAN

Dilakukan penelusuran literatur pada basis data elektronik NCBI (PubMed), *Science Direct*, dan

menjadi standar adalah ras kaukasoid yang berada di Eropa, Amerika, dan Selandia Baru. Para ahli antropologi menyatakan bahwa tiap – tiap ras memiliki ciri dan profil yang berbeda. Perbedaan itu terutama pada bentuk wajah dan kepala. Ras kaukasoid memiliki ciri rambut pirang, muka berbentuk hati, mata biru, hijau, dan abu – abu, bibir tipis, dagu menonjol, serta dahi yang tinggi. Apabila standar sefalometri di pindah dari ras satu ke ras lain maka diperlukan adaptasi karena perbedaan

Outcome) yaitu dengan kata kunci (*Cephalometric Orthodontics AND Artificial Intelligence OR Digital Google Scholar* dengan menggunakan metode PICO (*Population, Intervention, Comparison, and AND Conventional AND Comparison*). Penelusuran dilakukan sejak Maret 2022 sampai April 2022. Selanjutnya jurnal tersebut diseleksi sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi menurut peneliti. Data jurnal yang didapatkan akan dikumpulkan pada aplikasi *Mendeley*, yang merupakan perangkat lunak untuk membantu penulis manajemen referensi. Berikut tahapan-tahapan dalam pencarian literature:





Gambar 1. Alur Pencarian Literature Review

HASIL LITERATURE REVIEW

Proses pengumpulan literatur dilakukan dengan cara melakukan pemilihan jurnal atau artikel dari 242 menjadi 34 jurnal internasional. Proses pencarian literatur dilakukan melalui pangkalan data elektronik yang terindeks seperti Google Scholar (n=29), NCBI (n=1), dan Science Direct (n=4).

DISKUSI

Perbandingan Metode Konvensional dan AI pada Sefalometri Perawatan Ortodontik

Analisis sefalometri telah banyak digunakan sejak 1931 di bidang ortodontik untuk diagnosis kasus, perencanaan perawatan, evaluasi kemajuan perawatan, evaluasi hasil pengobatan, dan prediksi pertumbuhan. Sefalometri dapat dilakukan dengan 2 metode konvensional dan dengan AI¹⁷. Penggunaan sefalometri metode konvensional lebih ekonomis dan mudah diakses. Namun, analisis sefalometri konvensional memiliki beberapa keterbatasan. Ini menghasilkan kesalahan selama akuisisi gambar radiografi atau penelusuran sefalometri¹⁸.

Kesalahan sefalometri dapat dikategorikan ke dalam kesalahan proyeksi (akuisisi), kesalahan identifikasi, dan kesalahan pengukuran. Kesalahan proyeksi di bawah pembesaran radiografi dan distorsi mengandung kesalahan posisi pasien,

posisi eksposur, perbedaan parameter eksposur, kolimasi, serta perbedaan dalam metode pengambilan gambar film¹⁹.

Penggunaan sefalometri dengan menggunakan AI memiliki banyak keuntungan seperti ketajaman yang lebih tinggi yang memfasilitasi menentukan titik anatomis yang lebih mudah. Metode ini bisa lebih cepat untuk analisis sefalometri dan menawarkan beberapa diagnosis²⁰.

Ada beberapa perangkat lunak khusus yang telah dikembangkan untuk analisis sefalometri meliputi OrthoCeph, Dolphin, Ax.Ceph, Faca, dll. Penggunaan perangkat lunak analisis sangat membantu praktisi ortodontik dalam melakukan analisis sefalometri. Namun biaya yang harus dikeluarkan untuk pembelian aplikasi ini cukup mahal dan aplikasi tersebut sulit didapatkan²¹. Kekurangan lainnya seperti beberapa ortodontiks tidak tahu cara menggunakan program sefalometri dan untuk ini alasan mereka menolak untuk berubah, ditambah dengan biaya program sefalometri tinggi, serta beberapa ortodontiks berpikir bahwa tidak ada gunanya berinvestasi dalam sebuah program sangat mahal jika mereka dapat melakukannya secara manual. Metode AI dapat menjadi investasi keuangan yang baik dan tren dalam ortodontik dengan mengurangi penggunaan kertas⁷.

Perbandingan Waktu antara Metode Konvensional dan AI

Waktu yang diperlukan untuk mengidentifikasi struktur anatomi berbeda secara signifikan antara operator yang berpengalaman dan tidak berpengalaman ketika dengan AI. Dalam penelitian yang dilakukan oleh MeriÃ and Naoumova (2020), waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran dengan AI secara substansial lebih pendek daripada metode manual, yang sejalan dengan temuan peneliti lain. Waktu dengan CephX ditemukan 13 kali lebih cepat daripada penelusuran manual dan sekitar 3 kali lebih cepat dibandingkan dengan CephNinja dan Dolphin. Waktu yang diperlukan untuk sefalometri tidak termasuk dalam waktu yang digunakan untuk membuat diagnosis atau rencana perawatan²².

Lama waktu yang dibutuhkan oleh tiap metode memiliki perbedaan. Pada penelitian Mumtaz et al., (2020) mengungkapkan bahwa waktu yang dibutuhkan oleh metode konvensional membutuhkan rata-rata 07m: 06s ± 01m: 45s dan rata rata metode dengan AI sebesar 01m: 33s ± 00m: 32s. Ketika waktu diukur maka didapatkan nilai signifikan sebesar (p=0.001). p value ≤ 0.05 yang artinya dianggap signifikan²³.

Perbedaan waktu ini juga didukung oleh Ji-Hoon Park dalam penelitiannya yang mengungkapkan waktu rata – rata AI menggunakan software YOLOv3 dan SSD untuk mengidentifikasi sefalogram adalah 0,05 detik dan 2,89 detik. YOLOv3 menunjukkan akurasi sekitar 5% lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain dalam kajiannya¹⁰. Penelitian lain juga mendukung yang dilakukan oleh Maan and Patil (2019) bahwa sefalometri dengan menggunakan metode AI dapat mengurangi setengah dari waktu metode konvensional. Rata – rata waktu yang dibutuhkan oleh metode konvensional adalah 4,86 menit, sedangkan metode AI membutuhkan waktu 2,18

menit sehingga dalam hal ini metode AI lebih unggul dibandingkan dengan metode konvensional⁶.

Perbandingan Biaya antara Metode Konvensional dan AI

Sefalometri dengan metode AI telah memiliki beberapa aplikasi yang telah dikembangkan seperti OrthoCeph, Dolphin, Ax.Ceph, Faca, dan lainnya. Penggunaan sefalometri dengan AI sangat membantu dalam mendiagnosis dan menentukan rencana perawatan. Namun, aplikasi ini sulit untuk didapatkan dan lebih membutuhkan biaya yang cukup mahal²¹.

Kendala biaya yang masih mahal didukung oleh penelitian Kumar et al. (2019). Penelitian ini mengungkapkan bahwa perbedaan antara kedua metode tersebut tidak signifikan sehingga layak untuk digunakan, tetapi tidak semua negara memiliki teknologi dan akses untuk aplikasi tersebut. Walaupun ada biasanya biaya penggunaannya cenderung mahal sehingga dokter gigi daerah tersebut lebih memilih menggunakan metode konvensional. Hal yang dapat ditawarkan oleh penelitian ini adalah dengan menggunakan foxit reader karena biaya yang digunakan lebih terjangkau¹⁸.

Masalah biaya ini juga dibahas di penelitian oleh Mohammed et al. (2018), modal yang digunakan untuk melakukan sefalometri menggunakan AI membutuhkan perangkat lunak atau *software* yang canggih yang hanya tersedia pada daerah tertentu. Selain mahal biaya pemeriksaannya, dibutuhkan juga pelatihan kepada staff ahli atau dokter gigi untuk menggunakan *software* tersebut²⁴.

Perbandingan Reabilitas antara Metode Konvensional dan AI

Perbandingan reabilitas dilakukan dengan menggunakan 50 gambar sefalogram yang dianalisis menggunakan analisis steiner dan down. Penelitian ini dilakukan oleh (Maan and Patil (2019) untuk membandingkan reabilitas metode konvensional dan AI. Setelah dibandingkan, akan dilakukan uji non parametrik (uji kecocokan Wilcoxon) dan uji parametrik (uji t berpasangan). Secara umum, penelitian telah menunjukkan secara statistik nilai signifikan pada korelasi metode sefalometri manual dan digital kecuali pada sumbu Y dan bibir atas terhadap nilai garis S. Oleh karena itu, sefalometri dengan metode AI memiliki nilai reabilitas yang sama dengan metode konvensional⁶.

Reabilitas pengukuran sefalometri metode AI dengan metode konvensional sangat berkorelasi. Penelitian oleh Farooq (2016) mengungkapkan bahwa sefalometri menggunakan AI memiliki keuntungan seperti peningkatan, transmisi, pengarsipan, dan dosis radiasi yang rendah membuat metode AI lebih disukai daripada metode konvensional dalam penggunaan sehari-hari tanpa kehilangan kualitas. Hasil yang diperoleh antara kedua metode tersebut mengungkapkan nilai yang mendekati rata-rata dan standar deviasi yang memiliki perbedaan yang tidak signifikan sehingga memiliki reabilitas yang baik⁹.

Reabilitas AI meningkat secara linier dengan bertambahnya jumlah kumpulan data sefalogram yang dimasukkan ke dalam perangkat lunak. Untuk memperkirakan kuantitas data pembelajaran yang optimal, dibangun model prediksi. Setidaknya 2300 set data pembelajaran tampaknya diperlukan untuk mengembangkan AI untuk dapat seakurat pemeriksa manusia²⁵.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Faliya (2021) menyatakan bahwa nilai reabilitas AI setara dengan metode konvensional. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan analisis Tweed

untuk mengukur sudut insisal bidang mandibula, sudut mandibula Frankfort, dan sudut insisal mandibula Frankfort. Perbandingannya dilakukan dengan aplikasi android dan oleh manusia dengan jumlah data 40 sefalogram. Setelah dilakukan uji statistik juga menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan dari kedua metode tersebut²⁶.

Perbandingan Pengukuran Sudut dan Linier antara Metode Konvensional dan AI

Sudut dan linier sefalometri didapatkan dari penarikan landmark sefalometri. Landmark dibagi menjadi dua, landmark jaringan keras dan landmark jaringan lunak. Sudut sefalometri dibentuk dari hubungan masing – masing landmarks atau bagian wajah. Linier adalah garis yang terbentuk jika kedua landmark ditarik. Penelitian yang dikemukakan Jeon and Lee (2021) mengungkapkan bahwa terjadi beberapa perbedaan antara pengukuran sudut dan linier menggunakan konvensional dan AI. Penelitian yang dilakukan Jeon and Lee (2021) menggunakan data sebanyak 35 sefalogram dari pasien. Pengukuran yang diperoleh dari kedua metode dibandingkan dengan menggunakan uji T berpasangan dan plot Bland-Altman. Hasil pengukuran tersebut tercantum dalam tabel 3.2¹².

Tabel 1. Perbandingan pengukuran sudut dan linier metode konvensional dan AI¹²

	Conventional		AI		Difference		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Skeletal measurement							
Saddle angle (°)	124.6	5.0	123.4	4.7	1.2	2.0	0.0001
Articular angle (°)	149.3	6.1	149.9	5.3	-0.6	3.5	0.0001
Gonion angle (°)	121.4	5.8	121.9	7.6	-0.5	4.1	0.0001
Sum	395.3	6.3	395.2	6.4	0.1	2.7	0.0001
Ant. cranial base (mm)	69.5	3.7	68.4	4.5	1.1	2.9	0.0001
Post. cranial base (mm)	38.6	4.6	37.1	5.4	1.4	3.6	0.0001
Ramus height (mm)	50.4	6.4	49.8	6.7	0.7	3.4	0.0001
SNA (°)	80.7	3.8	81.2	3.8	-0.5	1.8	0.0001
SNB (°)	77.6	4.5	78.0	4.8	-0.4	1.5	0.0001
ANB (°)	3.1	3.2	3.2	3.3	-0.1	1.4	0.0001
Facial angle (Down's)	87.2	3.2	88.0	3.8	-0.8	1.9	0.0001
Post.FH/Ant.FH	66.2	5.1	66.1	4.8	0.2	2.5	0.0001
Mx plane angle (°)	35.3	6.3	35.6	6.2	-0.3	2.8	0.0001
FMA (°)	26.3	5.7	25.7	6.0	0.6	2.8	0.0001
Palatal plane angle (°)	24.6	5.9	24.9	5.7	-0.3	1.7	0.0001
Dental measurement							
Wits appraisal	-1.3	7.2	-2.5	4.7	1.2	6.7	0.0001
FMIA (°)	58.9	8.5	60.0	8.5	-1.1	4.4	0.0001
IMPA (°)	95.0	8.3	93.9	7.4	1.1	3.9	0.0001
Mx 1 to SN (°)	107.0	11.0	107.6	8.8	-0.6	5.1	0.0001
Interincisal angle (°)	122.9	14.8	122.9	11.8	0.1	6.5	0.0001
Mx1 to NA (°)	26.3	9.6	26.4	7.2	-0.1	4.6	0.0001
Mx1 to NA (mm)	7.5	3.6	5.6	2.6	1.8	2.3	0.0001
Mn1 to NB (°)	27.7	7.4	27.6	6.9	0.1	3.6	0.0001
Mn1 to NB (mm)	8.3	3.3	6.1	2.8	2.1	1.4	0.0001
Soft tissue measurement							
Esthetic line to upper lip (mm)	0.6	3.2	0.6	2.9	0.0	1.1	0.0001
Esthetic line to lower lip (mm)	1.6	3.4	1.7	3.1	0.0	1.5	0.0001

Penelitian yang diungkapkan oleh Zamrik and Iseri (2021) juga mendukung dengan data sebanyak 26 pengukuran untuk membandingkan kedua metode tersebut, didapatkan perbedaan rata-rata sudut antara metode digital (OneCeph) dan konvensional berada di bawah 1 derajat/1 mm, menunjukkan bahwa perbedaan antara metode penelusuran secara klinis tidak signifikan. Hal ini mengarah pada kesimpulan bahwa kedua metode tersebut dapat digunakan untuk praktik klinis sehari-hari²⁷.

Penelitian pengukuran sudut dan linier yang dilakukan oleh Hwang et al. (2020) menunjukkan setelah beberapa kali percobaan, rata – rata kesalahan yang dilakukan metode konvensional dan AI sebesar $1,46 \pm 2,97$ mm. Data yang dibandingkan sebanyak 80 sefalogram dengan data *training* AI sebanyak 1080 sefalogram. Secara keseluruhan deteksi yang dilakukan oleh metode konvensional dan AI yang menunjukkan tidak signifikan secara klinis²⁸.

Perbandingan Efisiensi antara Metode Konvensional dan AI

Penelitian ini menggunakan AI metode *deep learning* sehingga menghasilkan hasil paling akurat dalam mengidentifikasi landmark sefalometri

secara otomatis. Penelitian ini dilakukan oleh Park et al. (2019) mengungkapkan penerapan AI dalam identifikasi landmark sefalometri otomatis dapat mengurangi beban dan mengurangi kesalahan manusia sehingga membuat sefalometri lebih efisien untuk dilakukan dengan AI¹⁰.

Penelitian yang dilakukan oleh Kohli, (2020) menambahkan bahwa metode AI dapat menganalisis dan melakukan pengukuran secara lebih cepat dan mudah sehingga dinilai lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional. Operator yang akan menjalankan diharuskan mengidentifikasi titik sefalometri yang diperlukan dengan benar, AI kemudian dapat menghitung analisis sebanyak mungkin sesuai keinginan operator. Ini membantu dalam mengurangi kesalahan dalam melaporkan berbagai nilai linier dan sudut karena penghapusan kesalahan manusia melalui penelusuran manual konvensional²⁹.

Keunggulan yang dimiliki oleh penelitian menggunakan AI yaitu menyimpan catatan elektronik, ringkasan yang dapat dicetak, berbagi jarak jauh karena para praktisi dengan cepat mengadaptasi perangkat lunak ini. Hal – hal tersebut yang membuat metode AI lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional yang harus beberapa kali kerja. Beradaptasi dengan AI merupakan kebutuhan mutlak tidak hanya untuk menghemat waktu tetapi juga untuk mengurangi beban praktik dan alur kerja ortodontik²³.

Perbandingan Nilai antara Metode Konvensional dan AI

Penelitian yang dilakukan oleh Mohan et al. (2021) menyatakan bahwa perbandingan nilai yang diperoleh dari metode konvensional dan AI dilihat dari rata-rata, standar deviasi, standar error, dan rata – rata perbedaan. Nilai ini ditunjukkan pada table 3.3³⁰.

Tabel 2. Perbandingan rata-rata, simpangan baku, dan kesalahan standar dengan analisis Steiner³⁰

	Manual tracing			One Ceph tracing			Significance
	Mean	SD	SE	Mean	SD	SE	
SNA angle,°	84.61	4.91	1.09	83.68	4.69	1.04	0.977
SNB angle,°	80.11	5.40	1.20	79.53	5.14	1.15	0.898
Mandibular plane angle,°	31.68	7.44	1.66	30.16	9.17	2.05	0.777
ANB angle,°	4.42	2.24	0.50	5.08	4.82	1.07	0.252
Upper incisor to NA, mm	7.70	3.44	0.76	8.93	2.82	0.63	0.432
Upper incisor to NA angle,°	31.32	7.55	1.69	30.95	8.79	1.96	0.602
Lower incisor to NB, mm	8.70	3.01	0.67	10.14	5.79	1.29	0.178
Lower incisor to NB angle,°	35.18	5.91	1.32	35.23	6.56	1.46	0.405
Occlusal plane angle,°	11.97	5.95	1.33	18.35	6.16	1.37	0.811

Tabel 3. Perbandingan nilai pengukuran titik sefalometri menggunakan *software* ImageJ³¹

	Group	n	Mean	Std. Deviation	Mean Difference	t
SNA	1	50	84.02	3.972	-0.35	0.45
	2	50	84.38	3.867		
SNB	1	50	80.06	3.766	-1.14	0.77
	2	50	81.21	9.804		
ANB	1	50	3.94	2.034	0.11	0.41
	2	50	3.85	0.760		
WITS	1	50	2.43	2.632	0.61	1.29
	2	50	1.82	2.037		
Wangle	1	50	54.02	2.227	-0.06	0.13
	2	50	54.08	2.146		
UL thickness	1	50	10.85	2.255	-0.55	1.14
	2	50	11.40	3.164		
Projection of upper lip to TVL	1	50	4.40	1.804	-0.55	1.51
	2	50	4.96	1.877		
ULA	1	50	12.40	5.843	-0.46	0.60
	2	50	12.86	4.690		

Hasil uji independen T test yang dilakukan antara metode konvensional dan AI menggunakan OneCeph menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik dalam semua parameter. Data menunjukkan tidak ada perbedaan statistik yang signifikan karena nilai p lebih besar dari 0,05 untuk semua parameter³⁰.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Mohammed et al. (2018) juga mendukung hal tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan 12 sefalogram yang dibandingkan oleh metode konvensional dan AI. Data menunjukkan bahwa perbedaan yang tidak bermakna ($p > 0,05$) antara metode konvensional dan AI. Pengukuran sefalometri konvensional dapat setara dengan AI, jika dikalibrasi dengan faktor kalibrasi (1,08) yang diperkirakan oleh penelitian ini²⁴.

Perbandingan nilai juga dikemukakan oleh

Faliya (2021) yang menunjukkan nilai-nilai tidak menunjukkan perbedaan distribusi yang signifikan. Pengukuran dilakukan dengan tiga variabel yaitu *Frankfort Mandibular Incisor Angle* (FMIA), *Incisor Mandibular Plane Angle* (IMPA), dan Perbandingan *Frankfort Mandibular Angle* (FMA). Pada perbandingan metode konvensional dan AI tidak ada perbedaan yang signifikan terlihat nilai rata-rata *Frankfort Mandibular Incisor Angle* (FMIA) adalah 55,1625 dengan metode konvensional dan AI sebesar 54,9 yang menunjukkan tidak ada perbedaan. *Incisor Mandibular Plane Angle* (IMPA) menunjukkan nilai rata-rata yang hampir sama antara metode konvensional dan AI yaitu masing-masing 100,7 dan 100,9425. Perbandingan *Frankfort Mandibular Angle* (FMA) menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara tracing manual dan tracing digital dengan nilai masing-masing 24,225 dan 24,1025²⁶.

Tabel 4. Perbandingan Berbagai Aspek Metode Konvensional dan AI

No	Aspek	Metode Konvensional	Metode Artificial Intelligence
1.	Waktu	07m: 06s ± 01m: 45s (DentiCephX) 4,86 menit (CephNinja)	01m: 33s ± 00m: 32s (DentiCephX) 2,18 menit (CephNinja) 0,05 detik (YOLOv3) 2,89 detik (SSD)
2.	Biaya	Biaya murah karena hanya memerlukan alat sederhana seperti pensil, kertas, dan penggaris.	Biaya lebih mahal karena untuk pengembangan <i>software</i> AI.
3.	Reabilitas	Reabilitas menunjukkan nilai signifikan antara konvensional dan AI.	Reabilitas AI dapat mencapai seperti kemampuan manusia.
4.	Pengukuran	Pengukuran menunjukkan	Secara keseluruhan

	Sudut dan Linier	perbedaan yang tidak signifikan.	deteksi yang dilakukan oleh metode konvensional dan AI menunjukkan tidak signifikan secara klinis.
5.	Efisiensi	Metode konvensional membutuhkan tenaga dan waktu yang lebih banyak.	AI dapat melakukan analisis dalam jumlah banyak dan waktu yang lebih cepat.
6.	Nilai	Perbandingan nilai menunjukkan nilai yang sama dengan pengukuran AI dan meskipun ada perbedaan adalah perbedaan yang tidak signifikan.	Penilaian menunjukkan bahwa perbedaan yang tidak bermakna ($p > 0,05$) antara metode konvensional dan AI.

KESIMPULAN

Teknologi AI di kedokteran gigi sangat berkembang seperti digunakan untuk analisis sefalometri. Penerapan AI pada ras yang berbeda akan menimbulkan sedikit perubahan karena perbedaan profil dan bentuk wajah sehingga ketika diaplikasikan pada ras yang berbeda harus dilakukan beberapa penyesuaian titik landmark sefalometri. Metode konvensional memiliki kekurangan dari segi waktu yang lebih lama dibandingkan menggunakan AI. Metode ini juga memiliki tingkat kesalahan yang lebih tinggi karena pengalaman dan kesalahan operator. Hal ini dapat diminimalisir dengan penggunaan AI yang memiliki kelebihan dalam beberapa aspek meliputi waktu, reabilitas, pengukuran sudut dan linier, efisiensi, dan nilai. Kelemahan AI dalam segi biaya karena harus mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk pengembangan *software* AI. Kendala lain yang dialami oleh ortodontiks adalah penguasaan aplikasi / *software* sefalometri tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi berupa Literature Review yang berjudul "*Cephalometry Analysis Of Orthodontic Treatment Using Artificial Intelligence Deep Learning Compared To Conventional Methods In Caucasoid Race*". Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas dukungan dan kontribusi kepada; Dr. drg. Yayun Siti Rochmah, Sp.Bm selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung. drg. Erdianto Setya Wardhana, MH.Kes, drg. Budi Suhartono, Sp.Ort, dan drg. Moh Yusuf, Sp.Rad.O.M. (K) yang telah meluangkan waktu, tenaga, arahan, saran dan pikiran untuk membimbing dan memberi dukungan sangat besar, dan motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis. Penulis juga senantiasa menerima kritik serta saran yang dapat membangun penulis agar menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat yang berlimpah bagi kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Briganti G, Le Moine O. Artificial Intelligence in Medicine: Today and Tomorrow. Front Med (Lausanne). 2020;7(February):1–6.
- Khanagar SB, Al-ehaideb A, Maganur PC, Vishwanathaiah S, Patil S, Baeshen HA, et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – A systematic review. J Dent Sci. 2021;16(1):508–22.
- Raghavan R, Krishnan V, Nishad H, Shaikh B. Virtual AI Assistant for Person with Partial Vision Impairment. ITM Web of Conferences. 2021;37:01019.
- Bansod AV, Pisulkar SK. Artificial Intelligence & Its Contemporary Applications in Dentistry. 2021;12(6):4192–6.
- Pratikno AS. Implementasi Artificial Intelligence dalam Memetakan Karakteristik, Kompetensi, dan Perkembangan Psikologi Siswa Sekolah Dasar Melalui Platform Offline Conference. Isbn. 2018;(September 2017):18–27.
- Maan AS, Patil AK. Comparison of Reliability and Efficiency of Down 's and

- Steiner ' s Cephalometric Analysis between Digital and Conventional Methods. *Saudi Journal of Oral and Dental Research*. 2019;4(3):109–15.
7. Esteva Segura FJ, Sánchez Valverde A, Meléndez Ocampo A, Cedillo Angelares PR. Comparative study between digital and manual cephalometry with digital radiographs. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2014;2(2):e93–6.
8. Lee JH, Yu HJ, Kim MJ, Kim JW, Choi J. Automated cephalometric landmark detection with confidence regions using Bayesian convolutional neural networks. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):1–10.
9. Farooq MU. Assessing the Reliability of Digitalized Cephalometric Analysis in Comparison with Manual Cephalometric Analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016;10(10):20–3.
10. Park JH, Hwang HW, Moon JH, Yu Y, Kim H, Her SB, et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 1—Comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD. *Angle Orthodontist*. 2019;89(6):903–9.
11. Hwang HW, Moon JH, Kim MG, Donatelli RE, Lee SJ. Evaluation of automated cephalometric analysis based on the latest deep learning method. *Angle Orthodontist*. 2021;91(3):329–35.
12. Jeon S, Lee KC. Comparison of cephalometric measurements between conventional and automatic cephalometric analysis using convolutional neural network. *Prog Orthod*. 2021;22(1).
13. Park JH, Hwang HW, Moon JH, Yu Y, Kim H, Her SB, et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 1—Comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD. *Angle Orthodontist*. 2019;89(6):903–9.
14. Kunz F, Stellzig-Eisenhauer A, Zeman F, Boldt J. Artificial intelligence in orthodontics: Evaluation of a fully automated cephalometric analysis using a customized convolutional neural network. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2020;81(1):52–68.
15. Brahmantha A. Monograf gambaran sefalometri skeletal, dental dan jaringan lunak. Vol. 369, *Journal of Petrology*. 2013. 1689–1699 p.
16. Kavitha L, Karthik K. Comparison of cephalometric norms of caucasians and non-caucasians: A forensic aid in ethnic determination. *J Forensic Dent Sci*. 2012;4(1):53–5.
17. Shrestha R, Kandel S. A Comparative Study on Use of Manual Versus Digital Method using Mobile Application for Cephalometric Measurements. *Orthodontic Journal of Nepal*. 2020;10(1):11–6.
18. Kumar M, Kumari S, Shetty P, Kumar RR, Singh DP, Shetty P. Comparative evaluation of Nemoceph and Foxit PDF Reader for Steiner's cephalometric analysis. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2019;20(9):1051–5.
19. İzgi E, Pekiner FN. Comparative evaluation of conventional and OnyxCeph™ dental software measurements on cephalometric radiography. *Turk J Orthod*. 2019;32(2):87–95.
20. Hassan N. Comparison Between Linear Cephalometric Measurements Tracing on Manual and Digitized. *Pakistan Oral & Dental Journal*. 2019;39(4):325–9.
21. Gayatri G, Harsanti A, Zenab Y, Sunaryo IR. Steiner cephalometric analysis discrepancies between conventional and digital methods using Ceph Ninja® application software. *Padjadjaran Journal of Dentistry*. 2016;28(3):154–8.
22. Meriã P, Naoumova J. Web-based Fully Automated Cephalometric Analysis: Comparisons between App-aided, Computerized, and Manual Tracings. *Turk J Orthod*. 2020;33(3):142–9.
23. Mumtaz M, Umar A, Illyas K, Shabbir S, Khan H, Zakria E. Time required for performing a manual cephalometric analysis compared to a digital cephalometric analysis on DentiCephX software. *POJ*. 2020;12(2):77–81.
24. Mohammed R, Jameel N, Al-Mallah M. Calibration Factor for Conventional Linear Cephalometric Measurements. *Al-Rafidain Dental Journal*. 2018;18(1):31–41.
25. Moon JH, Hwang HW, Yu Y, Kim MG, Donatelli RE, Lee SJ. How much deep learning is enough for automatic identification to be reliable? A cephalometric example. *Angle Orthodontist*. 2020;90(6):823–30.
26. Faliya N. Comparing the Efficacy between OneCeph digital software versus Manual Cephalometric Tracing. *Journal of Advanced Health Sciences and Research*. 2021;2(1):1–13.
27. Zamrik OM, Iseri H. The reliability and reproducibility of an Android cephalometric smartphone application in comparison with the conventional method. *Angle Orthodontist*. 2021;91(2):236–42.
28. Hwang HW, Park JH, Moon JH, Yu Y, Kim H, Her SB, et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 2-Might it be better than human? *Angle Orthodontist*. 2020;90(1):69–76.

29. Kohli K and. Percepcion del atractivo de la sonrisa hacía varias formas de diastemas anteriores entre estudiantes de pregrado y estudiantes no dentales: un estudio basado en cuestionarios. International journal of orthodontic rehabilitation. 2020;11(2):65–8.
30. Mohan A, Sivakumar A, Nalabothu P. Evaluation of accuracy and reliability of OneCeph digital cephalometric analysis in comparison with manual cephalometric analysis—a cross-sectional study. BDJ Open. 2021;7(1):94–7.
31. Khan F, Joneja P, Choudhary D, Ahmed R, Tikekar S. Differentiation of evaluation of reliability of cephalometric analysis of cephalometrically diagnosed skeletal class i malocclusion using readily available digital imaging software such as IMAGE J and ICY and traditional manual tracing. Indian Journal of Dental Sciences. 2021;13(2):80.