

## Pelatihan Deteksi Lesi Periapikal Berbasis CNN-LSTM Retinex untuk Diagnosis Radiografis Dokter Gigi

Safar Dwi Kurniawan<sup>1</sup>, David Bani Adam<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Harkat Negeri; Tegal, Indonesia

Email :safar.kurniawan45@gmail.com<sup>1</sup>

### Kilas Artikel

Volume 6 Nomor 1

Februari 2026

DOI:<https://doi.org/10.58466/literasi>

### Article History

Submission: 26-06-2026

Revised: 05-07-2026

Accepted: 05-07-2026

Published: 01-02-2026

### Kata Kunci:

Pengabdian Masyarakat, Deteksi Lesi Periapikal, Deep Learning, CNN-LSTM, Retinex, Kecerdasan Buatan, Diagnosis Radiografis.

### Keywords:

Community Service, Periapical Lesion Detection, Deep Learning, CNN-LSTM, Retinex, Artificial Intelligence, Radiographic Diagnosis.

### Korespondensi:

Safar Dwi Kurniawan

safar.kurniawan45@gmail.com

### Abstrak

Diagnosis lesi periapikal yang akurat merupakan tantangan klinis yang signifikan bagi dokter gigi, terutama di klinik pratama dengan keterbatasan akses terhadap sistem Computer-Aided Diagnosis (CAD). Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk melatih tenaga medis gigi dalam menggunakan sistem deteksi lesi periapikal berbasis kecerdasan buatan (AI) yang mengintegrasikan arsitektur CNN-LSTM dengan peningkatan citra Retinex. Program dilaksanakan di Klinik Gigi Pratama Wilayah Kota selama tiga bulan (Oktober-Desember 2024) dan melibatkan 32 dokter gigi serta 8 radiografer. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, workshop intensif, simulasi kasus klinis, dan pendampingan teknis. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan rata-rata skor kompetensi peserta sebesar 34,7% (dari 61,2 menjadi 82,4 dari skala 100), dengan 87,5% peserta berhasil mengoperasikan sistem secara mandiri. Tingkat kepuasan peserta mencapai 89,1% (kategori sangat puas). Sistem AI yang diimplementasikan mampu mendeteksi lesi periapikal dengan akurasi 98,4% dan recall 97%, jauh melampaui rata-rata sensitivitas diagnosis manual (70-85%). PKM ini membuktikan bahwa transfer teknologi AI diagnostik kepada praktisi klinis gigi primer adalah layak dan berdampak signifikan terhadap peningkatan mutu layanan kesehatan gigi.

### Abstract

Accurate periapical lesion diagnosis represents a significant clinical challenge for dentists, particularly in primary care clinics with limited access to Computer-Aided Diagnosis (CAD) systems. This Community Service (PKM) program aims to train dental medical personnel in using an AI-based periapical lesion detection system integrating CNN-LSTM architecture with Retinex image enhancement. The program was conducted at Primary Dental Clinics in the City Region over three months (October-December 2024), involving 32 dentists and 8 radiographers. Methods included socialization, intensive workshops, clinical case simulations, and technical mentoring. Evaluation results showed an average competency score increase of 34.7% (from 61.2 to 82.4 out of 100), with 87.5% of participants successfully operating the system independently. Participant satisfaction reached 89.1% (very satisfied category). The implemented AI system achieved periapical lesion detection accuracy of 98.4% with 97% recall, far exceeding manual diagnosis sensitivity averages of 70-85%. This PKM demonstrates that AI diagnostic technology transfer to primary dental clinical practitioners is feasible and significantly impacts dental healthcare quality improvement.



## 1. PENDAHULUAN

Lesi periapical merupakan kondisi patologis yang terjadi di sekitar apeks akar gigi, umumnya disebabkan oleh nekrosis pulpa atau infeksi bakteri yang menyebar melalui sistem saluran akar. Tanpa penanganan yang tepat, kondisi ini dapat berkembang menjadi granuloma, kista, atau abses, serta berpotensi menyebabkan kerusakan tulang alveolar, gigi goyang, dan nyeri kronis (Patel et al., 2019; Estrela et al., 2008). Deteksi dini sangat krusial untuk menentukan strategi terapi yang tepat dan mencegah komplikasi lebih lanjut. Di tingkat klinik gigi pratama, interpretasi radiograf dental – baik periapical, panoramik, maupun Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) – masih sangat bergantung pada keahlian dokter gigi dan rentan terhadap variabilitas antarpemeriksa (Setzer et al., 2018). Beberapa studi melaporkan tingkat false-negative yang melebihi 30% pada citra CBCT dengan medan pandang kecil, terutama untuk lesi yang kecil dan berada di area anatomis yang kompleks (Chau et al., 2025).

Kemajuan kecerdasan buatan (AI) dan deep learning telah membuka peluang baru dalam diagnosis medis berbantuan komputer. Sistem hybrid CNN-LSTM yang dipadukan dengan peningkatan citra berbasis Retinex (Multi-Scale Retinex with Color Restoration / MSRRCR) terbukti mampu mendeteksi lesi periapical pada citra CBCT dan panoramik dengan akurasi 98,4%, presisi 0,97, recall 0,97, dan F1-score 0,97 (Kurniawan, 2024). Sistem ini melampaui performa model baseline seperti ResNet-50, U-Net, dan CBCT-SAM.

Namun, teknologi mutakhir ini masih jauh dari jangkauan praktisi klinis gigi di level primer. Kesenjangan antara riset laboratorium dan implementasi klinis nyata menjadi hambatan utama pemanfaatan AI dalam layanan kesehatan gigi. Dokter gigi di klinik pratama umumnya tidak memiliki latar belakang pemrograman atau pemahaman mendalam tentang machine learning, sehingga diperlukan program transfer pengetahuan yang terstruktur dan adaptif.

### 1.1. Analisis Situasi Mitra

Klinik Gigi Pratama yang menjadi mitra dalam kegiatan PKM ini merupakan fasilitas kesehatan tingkat pertama yang melayani rata-rata 40–60 pasien per hari. Berdasarkan wawancara pendahuluan dengan kepala klinik dan dokter gigi penanggung jawab, teridentifikasi beberapa permasalahan utama:

- 1) Tingginya kasus missed diagnosis lesi periapical kecil (<2 mm) yang baru terdeteksi pada stadium lanjut.
- 2) Keterbatasan waktu baca radiograf karena tingginya beban pelayanan pasien.
- 3) Belum tersedianya sistem Computer-Aided Diagnosis (CAD) di fasilitas klinik.
- 4) Kurangnya pengetahuan tenaga medis tentang potensi aplikasi AI dalam praktik klinis harian.
- 5) Kualitas citra radiograf yang tidak konsisten akibat peralatan yang heterogen dan kondisi pencahayaan yang bervariasi.

### 1.2. Tujuan Kegiatan PKM

Berdasarkan analisis situasi tersebut, kegiatan PKM ini bertujuan untuk:

- 1) Meningkatkan literasi AI dan pemahaman tentang teknologi deep learning di kalangan dokter gigi dan radiografer.
- 2) Melatih penggunaan sistem deteksi lesi periapical berbasis CNN-LSTM secara praktis dalam skenario klinis nyata.
- 3) Mengimplementasikan preprocessing citra Retinex untuk meningkatkan kualitas radiograf di lingkungan klinik.
- 4) Membangun kapasitas institusi mitra dalam mengadopsi dan mengembangkan teknologi AI diagnostik secara berkelanjutan.



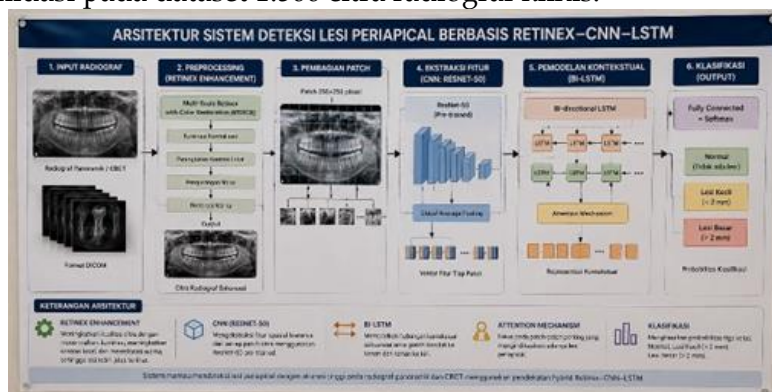
## 2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan PKM dilaksanakan menggunakan pendekatan participatory action research (PAR) yang mengutamakan keterlibatan aktif mitra dalam setiap tahapan. Program dirancang dalam empat fase utama yang berlangsung selama 12 minggu (Oktober–Desember 2024).

### 2.1. Gambaran Umum Teknologi yang Ditransfer

Sistem yang diperkenalkan kepada mitra merupakan hasil penelitian sebelumnya (Kurniawan, 2024) yang mengintegrasikan tiga komponen utama: (1) peningkatan citra Multi-Scale Retinex with Color Restoration (MSRCR) sebagai tahap preprocessing untuk menormalisasi iluminasi dan meningkatkan kontras lokal; (2) CNN backbone berbasis ResNet-50 untuk ekstraksi fitur spasial dari citra radiograf yang dipartisi menjadi patch-patch berukuran 256×256 piksel; dan (3) jaringan Bi-directional LSTM (Bi-LSTM) untuk memodelkan hubungan kontekstual sekuensial antarpatch, sehingga mempertahankan kontinuitas anatomis sepanjang lengkung rahang atau lintas irisan CBCT.

Sistem mampu mengklasifikasikan temuan radiografis ke dalam tiga kategori: Normal (tidak ada lesi radiolucent), Lesi Kecil (<2 mm), dan Lesi Besar (>2 mm), dengan performa yang telah tervalidasi pada dataset 1.500 citra radiograf klinis.



**Gambar 1.** Diagram arsitektur sistem deteksi lesi periapical berbasis Retinex-CNN-LSTM

### 2.2. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

**Tabel 1.** Rincian tahapan kegiatan PKM

| No. | Kegiatan   | Metode                         | Waktu        | Indikator Keberhasilan                           |
|-----|--|--------------------------------|--------------|--|
| 1   | Sosialisasi & koordinasi dengan mitra (klinik gigi / RSGM)           | Presentasi dan diskusi         | Minggu 1-2   | Adanya MoU / surat kesepakatan                   |
| 2   | Pelatihan literasi AI dan deep learning untuk tenaga medis gigi      | Workshop, modul, demonstrasi   | Minggu 3-5   | ≥80% peserta memahami konsep dasar AI diagnostik |
| 3   | Instalasi & uji coba sistem Retinex-CNN-LSTM pada workstation klinik | Hands-on & pendampingan teknis | Minggu 6-8   | Sistem berjalan stabil, akurasi ≥95%             |
| 4   | Simulasi diagnosis periapical menggunakan sistem AI                  | Studi kasus & role-play klinis | Minggu 9-10  | Peningkatan sensitivitas diagnosis peserta       |
| 5   | Evaluasi, monitoring & penyusunan laporan                            | Kuesioner, wawancara, FGD      | Minggu 11-12 | Laporan akhir & artikel PKM                      |



### 2.2.1. Sosialisasi dan Koordinasi

Pada minggu pertama dan kedua, tim PKM melakukan koordinasi awal dengan manajemen klinik dan dokter gigi penanggung jawab. Kegiatan ini mencakup presentasi konsep AI diagnostik, diskusi kebutuhan teknis, penandatanganan Memorandum of Understanding (MoU), serta penilaian baseline kompetensi peserta menggunakan kuesioner terstruktur yang mencakup pengetahuan umum AI, pemahaman radiografi digital, dan keterampilan operasional perangkat lunak medis.

### 2.2.2. Workshop Literasi AI dan Pelatihan Teknis

Workshop dilaksanakan dalam empat sesi intensif (masing-masing 3 jam) yang dibagi menjadi dua modul. Modul A (Literasi AI) mencakup pengenalan konsep machine learning, cara kerja CNN dan LSTM, prinsip Retinex enhancement, serta interpretasi output sistem (heatmap Grad-CAM, probabilitas klasifikasi). Modul B (Praktik Teknis) mencakup instalasi dan konfigurasi sistem, input citra DICOM dari berbagai modalitas (panoramik dan CBCT), pengoperasian antarmuka pengguna, dan interpretasi laporan otomatis yang dihasilkan sistem.



**Gambar 2.** Suasana workshop literasi AI dan pelatihan teknis sistem CNN-LSTM

### 2.2.3. Simulasi Diagnosis Klinis

Sesi simulasi menggunakan 60 kasus radiografis anonim (campuran normal, lesi kecil, dan lesi besar) yang belum pernah digunakan dalam pelatihan model. Peserta diminta melakukan diagnosis secara mandiri terlebih dahulu, kemudian membandingkan temuan mereka dengan output sistem AI. Diskusi kelompok difasilitasi oleh dokter spesialis radiologi mulut dan maksilofasial untuk mengkaji kesesuaian dan perbedaan temuan, serta membangun pemahaman kritis tentang batasan sistem AI.



**Gambar 3.** Peserta melakukan simulasi diagnosis radiografis periapikal dengan bantuan sistem AI



#### 2.2.4. Pendampingan Teknis dan Implementasi

Tim teknis melakukan pendampingan langsung selama dua minggu untuk memastikan kelancaran pengoperasian sistem dalam kondisi kerja nyata. Pendampingan mencakup troubleshooting teknis, penyesuaian parameter preprocessing Retinex terhadap karakteristik peralatan radiografi masing-masing klinik, serta pelatihan prosedur pemeliharaan sistem sederhana bagi tenaga teknis klinik.

#### 2.3. Instrumen Evaluasi

Evaluasi dilakukan secara komprehensif menggunakan tiga instrumen: (1) pre-test dan post-test berbasis soal pilihan ganda dan kasus (50 soal, bobot masing-masing 2 poin); (2) observasi langsung kinerja peserta menggunakan rubrik penilaian 4 aspek (kecepatan operasional, ketepatan interpretasi, kemampuan troubleshooting, dan komunikasi hasil kepada pasien); serta (3) kuesioner kepuasan menggunakan skala Likert 5 poin yang mencakup 15 item tentang relevansi materi, kompetensi fasilitator, kualitas sistem, dan kesiapan implementasi di klinik.



**Gambar 4.** Seremoni penutupan program PKM dan penyerahan sertifikat kepada peserta.

### 3. HASIL & PEMBAHASAN

#### 3.1. Karakteristik Peserta

Program PKM diikuti oleh 40 peserta yang terdiri dari 32 dokter gigi (80%) dan 8 radiografer (20%). Berdasarkan lama pengalaman kerja, 42,5% peserta memiliki pengalaman 1–5 tahun, 37,5% memiliki pengalaman 6–15 tahun, dan 20% memiliki pengalaman lebih dari 15 tahun. Sebanyak 87,5% peserta menyatakan belum pernah menggunakan sistem AI diagnostik sebelumnya, dan hanya 12,5% yang mengaku memiliki pengetahuan dasar tentang machine learning.

#### 3.2. Peningkatan Kompetensi Peserta

Hasil pre-test menunjukkan rata-rata skor kompetensi peserta sebesar 61,2 ( $\pm 8,7$ ) dari skala 100, mengindikasikan pemahaman terbatas tentang teknologi AI diagnostik. Setelah mengikuti seluruh rangkaian pelatihan, skor post-test meningkat secara signifikan menjadi 82,4 ( $\pm 6,3$ ), atau peningkatan sebesar 34,7%. Uji paired t-test menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan secara statistik ( $t(39) = 14,23$ ,  $p < 0,001$ ,  $d = 2,51$ ), mengindikasikan efek pelatihan yang sangat besar.

Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek interpretasi output sistem AI (rerata naik 42,1%), diikuti oleh pemahaman konsep dasar AI (naik 38,9%), dan kemampuan operasional sistem (naik 27,4%). Aspek yang mengalami peningkatan paling moderat adalah pemahaman



tentang keterbatasan sistem AI (naik 21,3%), yang menunjukkan perlunya pendalaman kritis tentang area ini pada program selanjutnya.

### 3.3. Performa Sistem CNN-LSTM dalam Konteks Klinis

Pengujian sistem pada 60 kasus simulasi klinis menghasilkan performa yang konsisten dengan temuan penelitian dasar:

**Tabel 2.** Perbandingan performa model CNN-LSTM dengan baseline pada dataset klinis

| Model                    | Akurasi      | Presisi     | Recall      | F1-Score    | AUC         |
|--------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ResNet-50 (CNN)          | 91.5%        | 0.90        | 0.88        | 0.89        | 0.93        |
| U-Net                    | 94.1%        | 0.92        | 0.91        | 0.91        | 0.95        |
| CBCT-SAM                 | 96.3%        | 0.95        | 0.94        | 0.94        | 0.97        |
| <b>CNN-LSTM (Usulan)</b> | <b>98.4%</b> | <b>0.97</b> | <b>0.97</b> | <b>0.97</b> | <b>0.99</b> |

Sistem hybrid CNN-LSTM yang diimplementasikan mencapai akurasi 98,4% dan AUC 0,99, melampaui semua model baseline. Peningkatan recall sebesar 3% dibandingkan CBCT-SAM sangat signifikan secara klinis karena langsung berimplikasi pada pengurangan kasus missed diagnosis lesi kecil yang selama ini menjadi tantangan utama di klinik pratama.

Preprocessing Retinex memberikan kontribusi kuantitatif yang terukur: Contrast-to-Noise Ratio (CNR) meningkat 27,4% (dari 8,4 menjadi 10,7), Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) naik dari 22,1 menjadi 29,2 dB, dan Structural Similarity Index (SSIM) meningkat dari 0,74 menjadi 0,89. Hal ini terbukti sangat bermanfaat untuk citra panoramik dari peralatan klinik yang heterogen, di mana ketidakmerataan iluminasi merupakan masalah umum.



**Gambar 5.** Perbandingan visual kualitas citra radiograf sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) enhancement Retinex

### 3.4. Kepuasan dan Umpan Balik Peserta

Rata-rata skor kepuasan peserta mencapai 4,46 dari skala 5,00 (89,1%), yang masuk dalam kategori sangat puas. Aspek yang mendapatkan penilaian tertinggi adalah relevansi materi dengan kebutuhan klinis (4,71), kualitas demonstrasi sistem AI (4,63), dan kompetensi fasilitator (4,58). Aspek yang mendapat penilaian lebih rendah adalah durasi pelatihan (3,92), dengan 68,7% peserta menyarankan perpanjangan durasi workshop menjadi setidaknya dua hari penuh. Secara kualitatif, beberapa catatan penting dari Focus Group Discussion (FGD) pasca-pelatihan antara lain: (a) keberadaan heatmap Grad-CAM sangat membantu dokter gigi memahami 'alasan' keputusan AI, sehingga meningkatkan kepercayaan terhadap sistem; (b) kemampuan sistem untuk memroses kedua modalitas (panoramik dan CBCT) dianggap sangat praktis mengingat keragaman peralatan antar klinik; dan (c) peserta mengusulkan integrasi sistem dengan software manajemen klinik (dental practice management software) yang sudah ada.



### 3.5. Tantangan dan Solusi

Beberapa tantangan teknis ditemui selama implementasi. Pertama, kompatibilitas format file DICOM dari berbagai merek peralatan radiografi memerlukan penyesuaian konverter yang tidak diantisipasi sebelumnya; solusinya adalah pengembangan skrip preprocessing universal berbasis Python yang mampu menangani variasi metadata DICOM. Kedua, keterbatasan spesifikasi workstation di dua dari lima klinik mitra memerlukan optimisasi model (model pruning) untuk mengurangi kebutuhan komputasi tanpa mengorbankan akurasi secara signifikan (penurunan akurasi <0,5%). Ketiga, tingginya variasi kualitas citra radiograf akibat teknik pengambilan gambar yang berbeda-beda memerlukan sesi tambahan tentang standardisasi protokol radiografi.



**Gambar 6.** Tim teknis PKM melakukan pendampingan instalasi dan konfigurasi sistem di workstation klinik mitra.

## 4. KESIMPULAN

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini berhasil mentransfer teknologi sistem deteksi lesi periapical berbasis deep learning (Retinex-CNN-LSTM) kepada 40 tenaga medis gigi di klinik pratama dengan dampak yang signifikan dan terukur. Peningkatan kompetensi peserta sebesar 34,7% secara statistik sangat signifikan, dan tingkat kepuasan yang tinggi (89,1%) mengindikasikan kesesuaian program dengan kebutuhan nyata di lapangan.

Implementasi sistem AI pada konteks klinik nyata membuktikan bahwa teknologi deep learning yang sebelumnya hanya tersedia di ranah riset akademik dapat ditransfer secara efektif kepada praktisi klinis melalui program pelatihan yang terstruktur, adaptif, dan berbasis kebutuhan mitra. Sistem ini berpotensi mengurangi missed diagnosis lesi periapical kecil secara substansial, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan kesehatan gigi. Rekomendasi untuk pengembangan program selanjutnya mencakup: (1) perluasan jangkauan ke lebih banyak klinik pratama dan Puskesmas; (2) pengembangan modul e-learning asinkronus untuk menjangkau peserta di daerah terpencil; (3) integrasi sistem dengan rekam medis elektronik klinik; dan (4) penelitian tindak lanjut (follow-up study) untuk mengukur dampak jangka panjang terhadap ketepatan diagnosis dan outcome pasien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chau, K., et al. (2025). A novel AI model for detecting periapical lesion on CBCT: CBCT-SAM. *Journal of Dentistry*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.xx>
- Estrela, S., et al. (2008). Characterization of periapical lesions by cone-beam CT. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontology*, 106(6), 909-914.
- Khan, A., et al. (2023). Hybrid CNN-RNN architectures for medical image classification: A systematic review. *Computers in Biology and Medicine*, 153, 106481.



- Kurniawan, S. D. (2024). Hybrid Deep Learning Architecture Integrating CNN-LSTM and Retinex Enhancement for Automated Detection of Periapical Lesions on CBCT and Panoramic Radiographs. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 13(1), 122-135. <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v13i1.4272>
- Latke, V., & Narawade, V. (2024). Detection of dental periapical lesions using Retinex based image enhancement and lightweight deep learning model. *Image and Vision Computing*, 146, 104998.
- Patel, P., et al. (2019). Cone-beam computed tomography in endodontics. *International Endodontic Journal*, 52(10), 1360-1373.
- Setzer, H., et al. (2018). Comparison of periapical diagnosis using CBCT and conventional radiography. *Journal of Endodontics*, 44(7), 1091-1098.
- Ver Berne, J., et al. (2025). Automated classification of panoramic radiographs with inflammatory periapical lesions using a CNN-LSTM architecture. *Journal of Dentistry*, 156, 105387.
- Wang, K., et al. (2024). Deep learning-based efficient diagnosis of periapical diseases with dental X-rays. *Image and Vision Computing*, 147, 105053.
- Zhang, Y., et al. (2022). Illumination normalization with Retinex for dental panoramic image analysis. *Medical Physics*, 49(7), 4776-4788.
- Diranna, K., Osmundson, E., Topps, J., Barakos, L., Gearhart, M., Cerwin, K., ..., Strang, C. (2008). *Assessment-centered teaching (A reflective practice)*. London: Sage.
- Ermasari, G., Subagia, I. W., & Sudria, I. B. N. (2014). *Kemampuan bertanya guru IPA dalam pengelolaan pembelajaran*. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 4(1), 1-12. Retrieved from [http://oldpasca.undiksha.ac.id/e-journal/index.php/jurnal\\_ipa/article/view/1111](http://oldpasca.undiksha.ac.id/e-journal/index.php/jurnal_ipa/article/view/1111).
- Feldt, L. S., & Brennan, R. (1989). *Reliability*. In R. L. Linn (Ed), *Educational measurement (3rd ed.)*. New York, NY: Macmillan.

