

**PENGGUNAAN TEKNIK RADIOGRAFI KONVENSIONAL DAN DIGITAL  
PADA PERAWATAN ENDODONTIK**  
(Tinjauan Pustaka)

**USE OF CONVENTIONAL AND DIGITAL RADIOGRAPHIC  
TECHNIQUES IN ENDODONTIC TREATMENT**  
(Literature Review)

**Ni Putu Sartika Sukma Putri<sup>1</sup>, Barunawaty Yunus<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Resident of Conservative Dentistry Department, Faculty of Dentistry, Hasanuddin University, Makassar

<sup>2</sup>Lecturer of Radiology Dental Department, Faculty of Dentistry, Hasanuddin University, Makassar,

\*Corresponding author: niputusartikasukmaputri@gmail.com

**ABSTRAK**

Radiografi kedokteran gigi terus mengalami perkembangan. Hal ini dapat terlihat dengan adanya perubahan dari radiografi konvensional ke radiografi digital. Dari waktu ke waktu penggunaan radiografi digital terus mengalami peningkatan. Namun penggunaan radiografi digital tidak sepenuhnya dapat menggantikan penggunaan radiografi konvensional. Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengetahui perbedaan antara radiografi konvensional dan digital, serta memberikan informasi kepada para praktisi untuk mengetahui perkembangan dan kemajuan radiografi dalam bidang kedokteran gigi, khususnya dalam perawatan endodontik. Radiografi digital menunjukkan keunggulan dalam dosis radiasi, akurasi, keandalan, spesifisitas dari pencitraan dan efektivitas kinerja penggunaannya dibandingkan dengan radiografi konvensional. Dapat disimpulkan bahwa teknik radiografi yang digunakan terdiri dari teknik konvensional dan digital. Dimana teknik digital memiliki keunggulan dibandingkan dengan teknik konvensional, dan merupakan pemeriksaan penunjang dalam praktek kedokteran gigi khususnya dalam bidang endodontik (periapikal, oklusal, panoramik dan CBCT – 3D).

**Keywords:** radiografi, radiografi konvensional, radiografi digital

**ABSTRACT**

Dental radiography continues to develop. This can be seen from the change from conventional radiography to digital radiography. From time to time the use of digital radiography continues to increase. However, the use of digital radiography cannot completely replace the use of conventional radiography. The purpose of writing this article is intended to find out the difference between conventional radiography and digital radiography, as well as to provide information about the background and characteristics of dental radiography imaging that helps practitioners to know the modern features and advances of digital radiography and its use in the field of dentistry, especially in treatment endodontic. Digital radiography demonstrates advantages in radiation dose, accuracy, reliability, the specificity of the imaging and the effectiveness of its performance compared to conventional radiography. It can be concluded that the techniques used consist of conventional and digital techniques. Where digital techniques have advantages over conventional techniques. And digital technique is a very useful supporting examination in dental practice, especially in the field of endodontics (periapical, occlusal, panoramic and CBCT -3D).

**Keywords:** radiographic, conventional radiography, digital radiography

## PENDAHULUAN

Praktik kedokteran gigi tidak dapat berjalan dengan baik tanpa ada radiografi. Hal ini merupakan bagian yang sangat penting dalam praktek kedokteran gigi. Sehingga, radiografi digunakan sebagai pemeriksaan penunjang untuk menentukan diagnosis. Gambaran radiografi konvensional dihasilkan oleh sinar-x yang mengenai suatu obyek (pasien) dan emulsi fotografi pada film. Pada perkembangannya, perlahan film mulai diganti dengan menggunakan sensor digital yang dapat menghasilkan gambar pada layar komputer. Hasil gambaran radiografi dipengaruhi oleh densitas, bentuk dan ketebalan jaringan pasien (jaringan keras).<sup>1</sup>

Pada kedokteran gigi, radiografi digunakan sebagai pemeriksaan penunjang dalam menentukan diagnosis dan perawatan penyakit atau kelainan dalam mulut.<sup>2</sup>

## STUDI LITERATUR

### a. Sejarah Radiologi

Seorang ahli fisika yang berasal dari Jerman, Wilhem C. Roentgen merupakan orang pertama penemu Sinar X pada tahun 1895. Dan memperoleh Nobel tahun 1901. Penggunaan sinar x pertama kali yaitu pada foto rahang bawah gigi premolar. Hal ini dilakukan oleh seorang dokter gigi bernama Otto Walkhoff yang berasal dari Jerman (antara Desember 1985 sampai Januari 1986). Perkembangan pesat radiografi diawali pada tahun 1966. Hal ini ditandai dengan adanya penggunaan sinar x untuk melakukan foto intra oral. Kemudian istilah radiografi digital pertama kali diperkenalkan oleh Francis Mouyen pada tahun 1987. Sejak saat ini radiografi digital terus berkembang sehingga muncul istilah cone-beam computed tomography (CBCT). Penggunaan CBCT memerlukan computer untuk menampilkan gambaran radiografi secara dua dimensi (2D) atau tiga dimensi (3D).<sup>2-4</sup>

### b. Definisi Radiologi di Kedokteran Gigi

Merupakan cabang ilmu kedokteran gigi yang digunakan sebagai penunjang untuk menegakkan diagnosis. Gambaran tersebut dapat mempengaruhi rencana perawatan serta memperlihatkan kondisi jaringan serta tulang sekitarnya. Radiografi periapikal merupakan

salah satu Teknik radiografi yang sering digunakan untuk menegakkan diagnosis.<sup>1</sup>

Ada dua hal yang perlu diperhatikan pada penggunaan data radiografi. Cara pembuatan atau teknik radiografi merupakan hal pertama yang harus diperhatikan untuk memperoleh hasil yang baik dan yang kedua adalah interpretasi radiografi yang dapat dilakukan oleh seorang radiograf.<sup>3</sup>

Kegunaan radiologi dalam bidang kedokteran gigi diantaranya adalah:<sup>5</sup>

- Untuk mengetahui adanya suatu penyakit atau kelainan.
- Untuk memberikan informasi mengenai perjalanan suatu penyakit.
- Penentuan differensial diagnosis.
- Menentukan rencana perawatan.
- Mengetahui Riwayat penyakit atau riwayat medis pasien sebelumnya.

Dibidang endodontik, radiografi memiliki beberapa fungsi penting sebagai berikut:<sup>6</sup>

- Bantuan dalam diagnosis perubahan jaringan keras pada gigi dan struktur periapikal serta kedekatan struktur anatomi.
- Menentukan keadaan saluran akar pada gigi.
- Mengatahui anatomi, ukuran, dan perubahan pada ruang pulpa.
- Mendeteksi kesalahan prosedural seperti perforasi, tepian, transportasi, dan pemisahan instrumen.
- Mencariari ujung akar sebelum perawatan
- Memperkirakan dan mengkonfirmasi panjang kanal.
- Mendeteksi saluran pulpa yang sulit ditemukan, atau ungkap saluran pulpa yang tidak terduga dengan memeriksa posisi instrumen di dalam akar
- Membantu dalam menemukan ruang pulpa yang mengalami kalsifikasi dan / atau surut.
- Menentukan posisi relatif struktur dalam dimensi fasial-lingual.
- Konfirmasikan posisi dan adaptasi master cone gutta perca.
- Membantu dalam evaluasi obturasi.

- l. Memfasilitasi pemeriksaan jaringan lunak untuk mencari fragmen gigi dan benda asing lainnya setelah cedera trauma.
- m. Membantu dalam menentukan lokasi apeks yang sulit ditemukan selama operasi ujung akar.
- n. Evaluasi, setelah pembedahan ujung akar dan sebelum penjahitan, bahwa semua fragmen gigi dan bahan pengisi berlebih telah dikeluarkan dari daerah apikal dan flap bedah

### c. Radiografi Konvensional

Teknik dan prosedur radiografi konvensional, yang digunakan selama beberapa decade terbilang masih efektif. Faktanya, di banyak fasilitas kesehatan dan klinik gigi menjadi satu-satunya teknik yang digunakan. Komponen radiografi konvensional terdiri dari sinar-X, film dan holder, serta larutan fixer dan developer (Gambar 1).<sup>7</sup>



Gambar 1. Komponen Radiografi Konvensional<sup>2</sup>

Radiografi konvensional telah bertahan sekitar 120 tahun dalam radiografi gigi. Kelebihan radiografi konvensional yaitu memiliki harga murah, lebih mudah meletakkan film di dalam rongga mulut (fleksibel). Namun, terdapat kekurangan radiografi konvensional meliputi:<sup>3</sup>

- a. Tidak efisien sebagai pendeteksi foto, oleh karena itu membutuhkan paparan radiasi yang relatif tinggi.
- b. Paket film tipis dan dapat ditemukan luka irisan pada pasien
- c. Film tidak kaku dan karenanya dapat melengkung sehingga menghasilkan gambar radiografi yang terdistorsi.
- d. Menghasilkan gambar statis tanpa ketersediaan proses perbaikan pasca pengambilan gambar

- e. Kesalahan eksposur dan kondisi pemrosesan yang kurang optimal dapat menghasilkan kualitas gambar yang buruk yang tidak segera terlihat.
- f. Pemrosesan film relatif memakan waktu.
- g. Biaya untuk memelihara kamar gelap.
- h. Bahan perak dalam bahan kimia pengolahan bekas berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan.
- i. Pengarsipan radiograf film radiografi dalam file fisik pasien membutuhkan ruang penyimpanan ekstra di kantor. Mengambil radiograf bisa memakan waktu.

Penggunaan sinar radiografi konvensional bersifat satu arah. Dimana sinar akan menembus objek (gigi) dan diterima oleh film sehingga menghasilkan gambaran 2-Dimensi. Selain itu, teknik pemrosesan film harus diperhatikan untuk memperoleh gambaran radiografi yang tepat dan jelas. Prosesing film dilakukan secara manual dengan menggunakan larutan development dan fixing.<sup>8</sup>

Sampai saat ini radiografi konvensional masih digunakan untuk melakukan pemeriksaan adanya kehilangan tulang alveolar yang terjadi akibat penyakit periodontal. Radiografi konvensional memberikan informasi tentang status periodonsium dan catatan permanen tulang sepanjang perjalanan penyakit, namun kualitas film sensitif sinar-X dapat dipengaruhi oleh beberapa variabel seperti paparan yang tidak tepat, under atau overdeveloping dan poor fixing.<sup>6</sup>

Radiografi konvensional digunakan untuk:

- a. Menentukan panjang kerja
- b. Dapat mengetahui jumlah saluran akar
- c. Mengetahui lokasi dan bentuk saluran akar
- d. untuk mengevaluasi pengisian saluran akar pada tindakan perawatan saluran akar.<sup>9</sup>

Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas gambar radiografi konvensional yaitu:<sup>10</sup>

- a. Kontras
- b. Geometri gambar

- c. Karakteristik sinar x-ray
- d. Ketajaman gambar dan resolusi

Penyebab kesalahan pada saat pengambilan radiografi konvensional:<sup>1</sup>

1. Kesalahan pada operator
  - a. Posisi reseptor yang tidak benar
  - b. Hilangnya daerah apikal
  - c. Film yang tertekuk
  - d. Meletakkan film secara terbalik
  - e. Pemilihan film yang kurang tepat
  - f. Overexposure atau underexposure
  - g. Film yang ternodai
  - h. Film yang berkabut
2. Kesalahan pada pasien
  - a. Pergerakan pasien
  - b. Pergerakan film atau reseptor gambar

#### d. Radiografi Digital

Selama 25 tahun radiografi digital digunakan dalam kedokteran gigi. Penggunaan radiografi digital tidak sepenuhnya dapat menggantikan penggunaan radiografi konvensional. Hal ini terjadi karena penggantian tersebut memerlukan dana yang cukup besar dan perlunya pelatihan guna mengetahui cara pengoperasian alat baru tersebut.<sup>7</sup> Penggunaan film pada radiografi digital digantikan oleh penerima gambar yang dapat digunakan berganti-gantian pada radiografi digital menggunakan dua reseptor yaitu Storage Phosphor (SP) dan juga Charge-Coupled Device (CCD). Masing-masing reseptor ini memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing dalam menghasilkan gambar yang digunakan untuk menunjang diagnosa pada setiap kasus.<sup>2,11</sup>



Gambar 2. Reseptor Sistem Charge-Coupled Device (CCD)<sup>2</sup>

Kabel pada CCD mengarah dari sensor ke pasien, yang terpasang ke komputer

operator (Gambar 2). Pada bagian chip silicon CCD juga mencakup susunan piksel. Setelah paparan terjadi, akan terjadi perubahan jumlah elektron yang proporsional dari energi sinar-x. perubahan tersebut disimpan pada chip silikon. Sinyal elektron kemudian ditransfer ke charge coupling yang selanjutnya diubah menjadi sinyal digital sehingga gambar sinar-x terlihat dengan cepat di monitor computer.<sup>2,11</sup>

Bentuk sensor intraoral yang lebih tebal dari film konvensional merupakan kekurangan dari teknologi CCD. Rasa yang tidak nyaman sering dirasakan pasien akibat penggunaan sensor intraoral. Penggunaan sensor tersebut dapat mengakibatkan penempatan sensor yang lebih sulit dan memerlukan waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan film konvensional. Selain itu, kekurangan lainnya adalah tidak berfungsinya sensor intraoral yang terjadi akibat kabel yang terpasang sering mengalami kerusakan dan dapat mengganggu penempatan sensor sehingga sensor menjadi tidak aktif. Akibatnya, area sebenarnya yang tersedia untuk pengambilan gambar mungkin hanya 60% dari area sensor, meskipun ini bervariasi menurut produsen dan ukuran sensor.

Gambar radiografi akan menggambarkan area yang secara proporsional lebih kecil daripada film konvensional, terkadang mengakibatkan kebutuhan akan gambar tambahan untuk melihat seluruh area yang diinginkan. Tersedia berbagai ukuran jenis sensor intraoral yang digunakan pada radiografi digital ini.

Untuk mencegah terjadinya infeksi, sebelum digunakan sensor intraoral dibungkus dengan menggunakan plastik. Hal ini dilakukan karena sensor tidak dapat dilakukan sterilisasi dengan menggunakan diautoklaf atau didesinfeksi (Gambar 3).<sup>2,11</sup>



Gambar 3. Perangkat intraoral charge-coupled dengan kontrol infeksi plastic.<sup>2</sup>

Sistem Storage Phospor Plate (SP) menggunakan pelat yang terdiri dari basis poliester fleksibel yang dilapisi dengan emulsi kristal senyawa fluorohalida barium europium yang aktif. Ukuran dan ketebalannya mirip dengan film radiografi konvensional dan seluruh area permukaannya aktif. (Gambar 4).<sup>2</sup>



Gambar 4. Storage Phospor Plate<sup>2</sup>

Setelah paparan sinar dilakukan, keluarkan plate, buang kantong plastik dan tempatkan pada scan laser (prosesor elektronik). Sinar laser yang mengenai plate dan elektron yang tersimpan dikeluarkan sebagai cahaya tampak.

Sinyal analog ini kemudian akan menjadi gambar digital pada monitor computer, dalam waktu 20 detik atau beberapa menit hingga gambar dapat dilihat dilayar komputer. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran serta jumlah plat yang ditempatkan di scan laser dan resolusi gambar yang diinginkan. Ukuran plat SP yang tersedia mirip dengan film ukuran 0, 1, 2, 3 dan 4, serta untuk pencitraan ekstraoral memerlukan ukuran yang lebih besar.<sup>2</sup>



Gambar 5. Kotak tempat plate storage phosphor ditempelkan (Scanner laser DenOplix)<sup>2</sup>



Gambar 6. Scanner laser Scan X. Plate storage phosphor.<sup>2</sup>

#### e. Akurasi diagnosa antara radiologi konvensional dan digital

Tidak mudah untuk membedakan antara analisa gambar dan pengelolaan gambar. Analisa gambar diperoleh dengan cara melakukan perhitungan dan penggalian informasi tertentu dari suatu gambar. Sedangkan untuk perhitungan gambar diperoleh dari menyesuaikan semua gambar guna menjadikannya suatu gambaran untuk mendukung diagnosa. Analisa gambar pada radiografi digital menghasilkan gambar yang lebih objektif karena tidak dipengaruhi oleh potensial bias operator serta akan lebih cepat karena dibantu oleh komponen komputer.<sup>12</sup>

Analisa gambar pada radiografi konvensional hanya dilakukan dengan menggunakan penggaris yang memiliki satuan ukuran milimeter. Sedangkan pada Analisa radiografi digital, yang dilakukan pada komponen komputer dilakukan dengan menarik kursor dari satu titik ke titik yang lain hingga terbentuk garis. Satuan hasil pengukuran garis pada radiografi digital berupa pixel. Garis yang terbentuk dapat berupa garis lurus ataupun garis yang melengkung sesuai dengan objek yang dianalisa. Pengukuran dalam bentuk pixel dapat dirubah menjadi satuan milimeter dengan menggunakan tabel internal karakteristik sensor sehingga dapat dikatakan sebagai suatu jarak.<sup>13</sup>

#### f. Peranan teknik radiografi di bidang endodontik

Teknik radiografi yang berhubungan dengan perawatan endodontik antara lain ;

### A. Teknik Radiografi Intraoral

Pada Teknik ini film di letakkan di dalam rongga mulut. Ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran radiografi gigi dan jaringan sekitar. Teknik radiografi intraoral dibedakan menjadi tiga, yaitu:<sup>10</sup>

- a. Periapikal
- b. Bitewing (interproksimal)
- c. Oklusal.

#### a. Periapikal

Radiografi periapikal digunakan untuk melihat gigi secara individual. Gambaran radiografi yang dihasilkan berupa mahkota, akar dan jaringan pendukung gigi. Dalam bidang endodontik, teknik foto periapikal ini dapat digunakan antara lain untuk foto diagnosa (foto klinis awal), untuk menentukan panjang kerja, untuk foto try in pengisian saluran akar dan untuk melihat hasil akhir pengisian saluran akar. Kelebihan radiografi periapikal yaitu penempatan film ini sederhana dan cepat, posisi film nyaman disemua area mulut, dan panjang gigi akan sama panjangnya dengan gigi aslinya, sedangkan kekurangan teknik ini adalah mahkota gigi sering terdistorsi, pada bagian tulang periodontal gambarnya tidak jelas.<sup>9</sup>



Gambar 7. Teknik dan Hasil Foto Periapikal<sup>10</sup>

Teknik yang ideal dalam pembuatan radiografi periapikal adalah sebagai berikut:<sup>10</sup>

- a) Gigi yang akan diamati dan film yang digunakan saling kontak atau sedapat mungkin saling menempel.
- b) Film dan sumbu panjang gigi harus sejajar satu sama lain.

- c) Film ditempatkan pada posisi vertikal untuk gigi-gigi anterior dan horizontal untuk gigi-gigi posterior agar mendapatkan seluruh gambaran jaringan apikal
- d) Cone sinar-X diatur sedemikian rupa sehingga sinar yang mengenai gigi dan film mempunyai sudut penyinaran yang benar pada bidang vertikal dan horizontal.

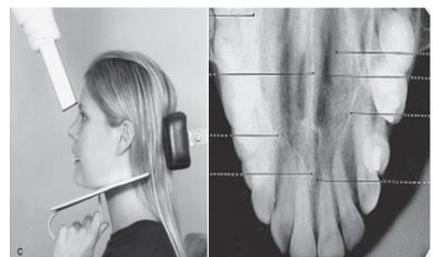
#### b. Bitewing

Radiografi bitewing mengambil nama dari teknik asli yang mengharuskan pasien untuk menggigit sayap kecil yang melekat pada paket film intraoral (Gambar 8). Pemegang film modern, telah menghilangkan kebutuhan untuk sayap (sekarang disebut tab), dan reseptor gambar digital (solid-state atau pelat fosfor) dapat digunakan sebagai pengganti film, tetapi terminologi dan klinis indikasinya tetap sama. Gambar individual dirancang untuk menunjukkan mahkota gigi premolar dan molar di satu sisi rahang. Indikasi klinis utama meliputi:<sup>10</sup>

1. Deteksi karies gigi
2. Memantau perkembangan karies gigi
3. Penilaian restorasi

#### c. Oklusal

Teknik ini digunakan untuk mengetahui gambaran selain gigi pada rongga mulut, seperti maxilla dan mandibula dengan menggunakan film *occlusal*. Tujuan teknik oklusal ini untuk melihat gambaran maksila dan mandibula secara lebih luas. Ukuran film *occlusal* lebih besar dari film dental, namun merupan film dental (*single emulsi*).<sup>10</sup>



Gambar 9. Teknik dan Hasil Foto Oklusal<sup>10</sup>

### B. Teknik Radiografi Ekstraoral

Merupakan pemeriksaan radiografi yang areanya lebih luas, bisa digunakan dari kepala

sampai rahang dengan film berada di luar mulut. Radiografi ekstraoral meliputi:<sup>10</sup>

- a. Panoramic
- b. Lateral Jaw
- c. Lateral Cephalometric,
- d. Postero-Anterior
- e. Submentovertic
- f. Waters
- g. CBCT
- h. Tomografi Projections

Radiografi ekstraoral yang paling populer dan sering dipakai adalah radiografi panoramik dan CBCT.<sup>10</sup>

**a. Panoramik**

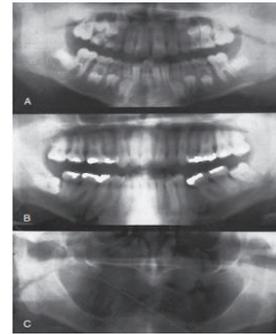
Teknik ini dapat memperlihatkan gambaran radiografi gigi secara keseluruhan dengan sekali pemeriksaan. Hal ini merupakan keuntungan dari teknik radiografi panoramik. Namun, paparan radiasi yang diterima pasien lebih lama dibandingkan dengan radiografi biasa. Teknik ini dapat digunakan untuk:

- a. Mengetahui ada atau tidaknya perluasan lesi
- b. Tumor
- c. Fraktur rahang
- d. Pertumbuhan gigi pada fase gigi bercampur.

Panoramik juga sering disebut dengan panorex atau orthopantomogram yang sangat populer di kedokteran gigi karena mudah dalam melakukannya, gambaran mencakup seluruh gigi dan rahang dengan radiasi yang rendah.<sup>14</sup>



Gambar 10. Teknik Foto Panoramik<sup>10</sup>



Gambar 11. Hasil Foto Panoramik<sup>10</sup>

**e. Cone Beam Computerized Tomography-3D (CB-CT)**

Cone – beam CT (CBCT) menghasilkan pencitraan 3-Dimensi (3D) yang mulai dikenal tahun 2000. Gambaran 3D yang dihasilkan memungkinkan visualisasi lengkap dari suatu area (aksial, sagittal maupun koronal). CBCT dapat mengatasi beberapa kekurangan dari radiografi konvensional, yaitu:

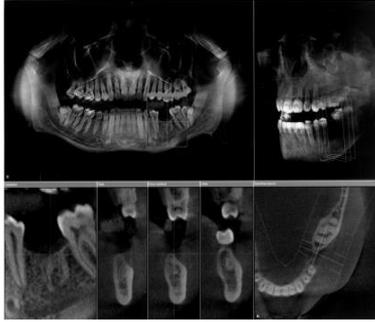
- a. Dapat membantu diagnosis kelainan endodontic
- b. Adanya fraktur akar dan alveolar
- c. Penilaian morfologi saluran
- d. Menganalisis lesi resorptisi
- e. Identifikasi lesi patologis non-endodontik
- f. Evaluasi persiapan pengisian saluran akar serta tidakkan pra-bedah yang diperlukan untuk operasi endodontik.<sup>15-18</sup>

Kelebihan dari Teknik CB-CT yaitu:<sup>17</sup>

- a. Paparan sinar-X rendah
- b. Waktu pelaksanaan yang cepat
- c. Peralatan lebih kecil dan ringan
- d. Tersedia fasilitas mengukur panjang, derajat kemiringan, panjang lengkung rahang, serta derajat densitas tulang.



Gambar 12. Alat Cone Beam Computerize Tomografi-3D (CBCT-3D)<sup>10</sup>



Gambar 13. Hasil *Cone Beam Computerize Tomografi-3D (CBCT-3D)*<sup>10</sup>

### SIMPULAN

Pemeriksaan radiografi merupakan pemeriksaan penunjang yang sangat berguna dalam praktek kedokteran gigi khususnya dalam bidang endodontik. teknik radiografi yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi ada dua (2) yaitu teknik konvensional dan teknik digital. Dimana teknik digital memiliki keuntungan yang lebih banyak dari pada teknik konvensional. Namun, teknik digital masih jarang digunakan karena pengetahuan operator terhadap teknik yang baru ini belum banyak.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Whaite E. The biological effects and risks associated with x-rays: Essentials of dental radiography and radiology. 4th ed. London: Churchill Livingstone Elsevier; 2007.
2. Petrikowski C. Introducing digital radiography in the dental office: An overview. *J Can Dent Assoc.* 2009;71:651a-f.
3. Supriyadi. Pedoman interpretasi radiograf lesi-lesi di rongga mulut. *STOMATOGNATIC - J Kedokt Gigi.* 2012;9(3):134-9.
4. Bansal G. Digital radiography: A comparison with modern conventional imaging. *Postgr Med J.* 2006;82:425-8.
5. Walton R. Endodontic radiography. In: Ingle J, Bakland L, Baumgartner J, editors. *Ingle's Endodontics.* 6th ed. Connecticut: PMPH USA; 2008. p. 554-72.
6. Rasad S. Radiologi diagnostik. 2nd ed. Jakarta: Balai Penerbit FKUI; 2009.
7. Hatta R, Yunus M. Radiografi konvensional dan digital dalam bidang kedokteran gigi. *Makassar Dent J [Internet].* 2015;4(1). Available from: <http://jurnal.pdgimakassar.org/index.php/MDJ/article/view/209>
8. Perbandingan CBCT dan radiografi konvensional dalam deteksi kasus supernumerari [Internet]. Available from: <https://irmadamasurya.wordpress.com/2012/11/30/radiologi-dental-perbandingan-cbct-dan-radiografi-konvensional-dalam-deteksi-kasus-gigi-supernumerari/>
9. Honggowidjojo H. Pengukuran panjang kerja dan foto rontgen pada perawatan saluran akar. *MI Kedokt Gigi.* 2001;16:174-80.
10. Whaite E. Radiography and radiology for dental care professionals. 2nd ed. London: Churchill Livingstone Elsevier; 2009.
11. Susilo, Sunarno, Setiowati E, Lestari L. Aplikasi alat radiografi digital dalam pengembangan layanan foto rontgen. *J MIPA.* 2012;35(2):140-50.
12. Mohtavipour S, Dalili Z, Azar N. Direct digital radiography versus conventional radiography for estimation of canal length in curved canals. *Imaging Sci Dent.* 2011;41:7-10.
13. Stelt P. Better imaging: The advantages of digital radiography. *J Am Dent Assoc.* 2008;139(3):7-13.
14. Mason R. Radiografi kedokteran gigi. 3rd ed. Jakarta: EGC; 2014.
15. Gusiyska A. Cone beam computed tomography in the diagnosis of chronic apical periodontitis and clinical decisions: A review. *IJSR.* 2015;4(2):1655-9.
16. Pratyusha M, Nadig P, Jayalakshmi K, Math S. CBCT assessment of healing of a large radicular cyst treated with enucleation followed by PR F and

- osseograft placement: A case report. Saudi J Oral Dent Res. 2017;2(3):72–6.
17. Araki K, Maki K, Seki K, Sakamaki K, Harata Y, Sakaino R, et al. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRayTM): System configuration and physical properties. Dentomaxillofac Radiol. 2004;33(1):51–9.
18. Khetarpal A, Chaudhary S, Sahai S, Talwar S, Verma M. Radiological assessment of periapikal healing using the cone beam computed tomography periapikal index: Case report. IOSR J Dent Med Sci. 2013;9(5):46–51.