

Pengembangan Ekstraksi dalam Identifikasi Kelainan Gigi pada Citra Dental X-ray imaging (DXRI)

Sumijan

Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

sumijan@sumijan.ac.id

Abstract

Dental X-ray imaging (DXRI) has been developed as a basis for dental professionals and professionals around the world to assist in detecting abnormalities in tooth structure. The results of the radiographs assist the imaging assessment to provide a thorough clinical diagnosis and preventive examination of the tooth structure. However, the results of the image analysis from DXRI are not sufficient, it is still necessary to use image processing and analysis methods to extract relevant information. The purpose of this study was to analyze the image of teeth on Dental X-rays by using the image extraction method. The results of this study were able to identify abnormalities in the teeth with a high success rate, namely an average of 83.33% based on testing of 10 dental images. The results of the development of the algorithm have been able to provide optimal results in identifying abnormalities in normal and abnormal teeth. Overall, the results of this study can be used as a medical reference for further medical treatment for dental abnormalities.

Keywords: Extraction, Dental Abnormalities, DXRI, Dental Analysis, X-ray Imaging.

Abstrak

Pencitraan Dental X-ray imaging (DXRI) telah dikembangkan sebagai dasar bagi para ahli dan profesional gigi di seluruh dunia dapat membantu dalam mendeteksi kelainan yang ada pada struktur gigi. Hasil dari radiografi membantu penilaian pencitraan untuk hasil memberikan diagnosis klinis menyeluruh dan pemeriksaan pencegahan struktur gigi. Namun tidak cukup hasil analisis citra dari DXRI, masih perlu menggunakan metode pemrosesan citra dan analisis untuk mengekstrak informasi yang relevan. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis citra gigi pada Dental X-ray dengan menggunakan metode ekstraksi citra. Adapun hasil penelitian ini adalah mampu mengidentifikasi kelainan pada gigi dengan tingkat keberhasilan tinggi yaitu rata-rata 83.33% berdasarkan pengujian dari 10 citra gigi. Hasil pengembangan algoritma tersebut telah dapat memberikan hasil yang optimal dalam melakukan identifikasi kelainan pada gigi normal dan tidak normal. Secara keseluruhan hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan medis untuk melakukan tindakan medis selanjutnya terhadap kelainan gigi.

Kata kunci: Ekstraksi, Kelainan Gigi, DXRI, Analisis Gigi, X-ray Imaging.

KomtekInfo is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Pencitraan Sinar-X Gigi (PSXG) atau Dental X-ray imaging (DXRI) telah dikembangkan sebagai dasar bagi para ahli dan profesional gigi di seluruh dunia dapat membantu dalam mendeteksi kelainan yang ada pada struktur gigi [1,2]. Laboratorium radiografi memberikan peran yang signifikan dalam membantu penilaian pencitraan untuk hasil memberikan diagnosis klinis menyeluruh dan pemeriksaan pencegahan struktur gigi [2]. Namun tidak cukup hasil analisis citra rontgen gigi, masih perlu menggunakan metode pemrosesan citra dan analisis untuk mengekstrak informasi yang relevan. Segmentasi citra adalah teknik pemrosesan citra yang paling banyak digunakan untuk menganalisis citra medis dan membantu meningkatkan sistem diagnosis medis berbantuan komputer [3,4].

Selain itu, pemeriksaan manual dari banyak koleksi gambar sinar-X dapat memakan waktu lama karena inspeksi visual dan analisis struktur gigi memiliki tingkat sensitifitas yang buruk; oleh karena itu, skrining

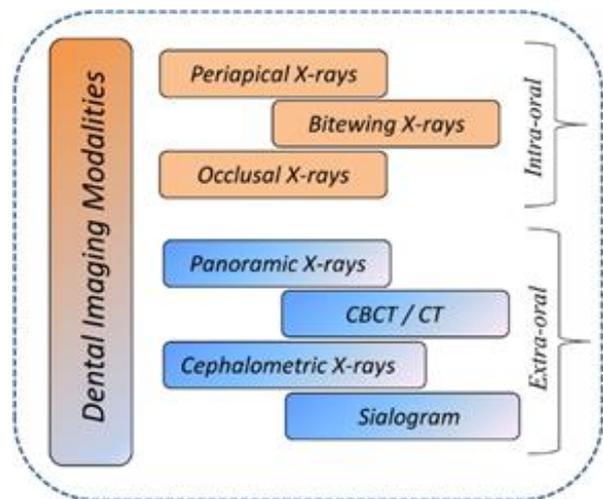
pada manusia mungkin tidak mengidentifikasi proporsi karies yang tinggi [5]. Dalam kebanyakan kasus, alat komputerisasi otomatis yang dapat membantu proses investigasi akan sangat bermanfaat [6,7]. Pemeriksaan citra gigi melibatkan berbagai tahapan yang terdiri dari perbaikan citra, segmentasi, ekstraksi ciri, dan identifikasi luas area kelainan gigi, yang selanjutnya berguna untuk mendeteksi rongga, fraktur gigi, kista atau tumor, panjang saluran akar, dan pertumbuhan gigi pada anak [8,9]. Juga, berbagai penelitian mengungkapkan bahwa analisis modalitas pencitraan gigi bermanfaat dalam aplikasi dan juga menerapkan berbagai metode pengolahan citra seperti: identifikasi manusia, estimasi usia, dan biometrik [10, 11]). Saat ini, teknik pembelajaran mendalam (DL) dan pembelajaran mesin (ML) telah mendapatkan momentum besar di bidang analisis DXRI. Kerangka kerja pembelajaran mendalam, yang dikenal sebagai convolutional Neural Network (CNN), terutama digunakan untuk memproses kumpulan data citra digital yang besar dan kompleks karena proses pengolahan citra dapat memperoleh banyak fitur dari lapisan yang tidak terlihat atau

tersembungi [12,13]. Banyak penelitian yang menggunakan jaringan pra-pengolahan seperti Alexnet, VGG, GoogLeNet, dan Inception v3 menemukan bahwa proses pengolahan citra dapat dilakukan dengan baik. Di sisi lain, jaringan CNN cenderung berkembang dari jaringan lapisan sempit ke jaringan yang lebih luas atau jaringan yang dibuat sendiri atau rumit. Baru-baru ini, banyak pendekatan pembelajaran mesin telah diusulkan oleh para peneliti untuk meningkatkan segmentasi citra gigi dan kinerja analisis. Pembelajaran mendalam dan teknik kecerdasan buatan sangat berhasil dalam mengatasi dilema segmentasi yang menantang yang disajikan dalam berbagai penelitian [14-18], sehingga kami dapat meramalkan angin puyuh penemuan dan garis temuan di tahun-tahun mendatang, berdasarkan pencapaian yang merekomendasikan model pembelajaran mesin mengenai segmentasi semiotik untuk DXRI. Dalam survei yang ada [19, 20], berbagai teknik dan metode telah dibahas untuk DXRI. Dalam [21] teknik segmentasi dibagi menjadi tiga kelas: berbasis piksel, berbasis tepi, dan berbasis luar area, dan selanjutnya diklasifikasikan menjadi pendekatan thresholding, clustering boundary-based, region-based, atau watershed. Namun, tidak ada diskusi tentang teknik peningkatan, database citra yang digunakan dan modalitas yang digunakan untuk DXRI. Selanjutnya, setelah survei, sejumlah besar pendekatan telah diperkenalkan oleh para peneliti. Selanjutnya, tinjauan diagnosis citra gigi menggunakan jaringan saraf konvolusi disajikan oleh [22-24], berfokus pada studi akurasi diagnostik yang mengadu CNN dengan tes referensi, terutama pada data citra digital secara umum. Telah dianalisis bahwa dalam survei sebelumnya, penyelidikan menyeluruh tentang pemrosesan citra konvensional atau manual, pembelajaran mesin, dan pendekatan Deep Learning (DL). Menjadi domain penelitian yang baru muncul dan menjanjikan, pencitraan sinar-X gigi memerlukan survei segmentasi dan analisis citra gigi yang komprehensif dan terperinci untuk mendiagnosis dan mengobati berbagai penyakit gigi [25,26]. Hasil penelitian dari tahun 2004 hingga 2021 yang mencakup lebih dari 130 artikel dan hampir dua kali lipat dari survei yang dilakukan, yang telah menyajikan teknik pra-pemrosesan sinar-X, pendekatan analisis citra tradisional, pembelajaran mesin, dan kemajuan pembelajaran mendalam di DXRI. Metode berbasis citra tertentu (seperti periapikal, panorama, bitewing dan CBCT, dll.) dikategorikan. Metrik kinerja dan deskripsi kumpulan data dianalisis sampai batas tertentu [27]. Penelitian ini mengembangkan metode Ekstraksi ciri dan algoritma untuk mendapatkan luas area berlubang pada gigi untuk mengidentifikasi kelainan pada gigi untuk selanjutnya agar dapat dilakukan tindakan medis. Adapun bentuk struktur gigi dari hasil citra DXRI dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Citra Gigi hasil Pencitraan Sinar-X Gigi (PSXG)

Gambar 1 merupakan hasil Modalitas pencitraan gigi memberikan wawasan tentang pertumbuhan gigi, struktur tulang, jaringan lunak, kehilangan gigi, pembusukan dan juga membantu dalam perawatan saluran akar (RCT), yang tidak terlihat selama pemeriksaan klinis dokter gigi. Modalitas pencitraan gigi terutama dikategorikan sebagai sinar-X intraoral dan ekstra-oral. Dalam kedokteran gigi, Citra-citra ini sering digunakan untuk diagnosis medis [28,29]. Berbagai kategorisasi modalitas pencitraan gigi berdasarkan intra-oral dan ekstra-oral disajikan pada Gambar 1. Radiografi gigi dapat menemukan masalah pada mulut, rahang, gigi, pengeroposan tulang, patah tulang, kista pada tahap awal. Sinar-X dapat membantu dalam menemukan masalah yang tidak dapat divisualisasikan dengan penilaian manual. Mengidentifikasi dan mendiagnosis masalah pada tahap awal dapat memberikan gambaran kelainan gigi dari perawatan saluran akar dan masalah serius lainnya. Adapun bentuk proses dental imaging modalities dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. memperlihatkan 2 dental imaging modalities

Gambar 2. Overview of dental imaging modalities yaitu (1) Radiografi intra-oral. Sebuah film sinar-X disimpan di mulut untuk menangkap gambar sinar-X, yang terdiri dari semua detail spesifik tentang susunan gigi, infeksi

saluran akar, dan identifikasi karies. Kategori foto rontgen intraoral adalah: gambar periapikal. Ini memberikan informasi tentang akar dan area tulang di sekitarnya yang berisi tiga hingga empat gigi dalam gambar sinar-X tunggal. (2) Radiografi ekstra oral. Gambar sinar-X diambil dari luar mulut untuk menangkap seluruh area tengkorak dan rahang. Sinar-X ekstra-oral diklasifikasikan menjadi banyak jenis. Beberapa peneliti mengusulkan teknik yang diterapkan secara luas pada periapikal, bitewing, panorama, CT, CBCT, dan gambar berwarna fotografi. Pencitraan sinar-X digital saat ini mendapatkan daya tarik sebagai



Gambar 3. Tahap-tahap Penelitian

2.1 Dataset Penelitian

Dataset penelitian ini mengacu pada hasil pemeriksaan Dental X-ray imaging (DXRI). Data tersebut di analisis dengan melakukan beberapa tahapan dalam proses pengolahan citra. Adapun bentuk dataset dapat dilihat pada Gambar X.

2.2 Pra-Pengolahan

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan noise yang tidak perlu diluar obyek penelitian, menentukan citra dari obyek penelitian yang akan dianalisa dan diolah, dan mengperkecil ukuran citra gigi asli agar dapat dengan mudah di olah dan dianalisa.

2.3 Deteksi Tepi metode Otsu

Menentukan area yang terjadi kelainan pada gigi agar tidak tercampur dengan batas area putih yang bukan area kelainan gigi, untuk membedakan antara objek yang akan diteliti dan obyek yang bukan diteliti karena sama-sama berwarna putih berdasarkan metode Otsu.

Prinsip metode Otsu dijelaskan berikut ini. Pertama-tama, probabilitas nilai intensitas i dalam histogram dihitung melalui Persamaan 1.

$$p(i) = \frac{n_i}{N}, p(i) \geq 0, \sum_1^{256} p(i) = 1 \quad (1)$$

dengan n_i menyatakan jumlah piksel berintensitas i dan N menyatakan jumlah semua piksel dalam citra. Jika histogram dibagi menjadi dua kelas (objek dan latar belakang), pembobotan pada kedua kelas dinyatakan pada Persamaan 2 & 3.

$$w_1(t) = \sum_{i=1}^t p(i) \quad (2)$$

$$w_2(t) = \sum_{i=t+1}^L p(i) = 1 - w_1(t) \quad (3)$$

Dalam hal ini, L menyatakan jumlah aras keabuan. Rerata kedua kelas dihitung melalui Persamaan 4 & 5.

$$m_1(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i) / W_1(t) \quad (4)$$

bidang penelitian baru dengan aplikasi yang berkembang di berbagai bidang [30].

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini mengadospi proses pengolahan citra dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam melakukan analisis identifikasi kelainan pada gigi. Proses penelitian ini melakukan analisis terhadap data dari Dental X-ray imaging (DXRI). Adapun tahapan penelitian dapat disajikan pada Gambar 3.

$$m_2(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i) / W_2(t) \quad (5)$$

Varians kedua kelas dinyatakan dengan Persamaan 6 & 7.

$$\sigma_1^2(t) = \sum_{i=1}^t (1 - m_1)^2 \cdot \frac{p(i)}{w_1(t)} \quad (6)$$

$$\sigma_2^2(t) = \sum_{i=t+1}^L (1 - m_2)^2 \cdot \frac{p(i)}{w_2(t)} \quad (7)$$

Varians total dapat dinyatakan dengan Persamaan 8.

$$\sigma^2(t) = \sigma_w^2(t) + \sigma_B^2(t) \quad (8)$$

Dalam hal ini, σ_w^2 dinamakan sebagai *within-class variance* (WCV) dan σ_B^2 disebut sebagai *between-class variance* (BCV). WCV dapat dinyatakan dengan Persamaan 9.

$$\sigma_w^2(t) = W_1(t) \cdot \sigma_1(t)^2 + W_2(t) \cdot \sigma_2(t)^2 \quad (9)$$

Rumus di atas menunjukkan bahwa WCV adalah jumlah varians kelas secara individual yang telah diboboti dengan probabilitas kelas masing-masing. Adapun BCV dinyatakan dengan Persamaan 10.

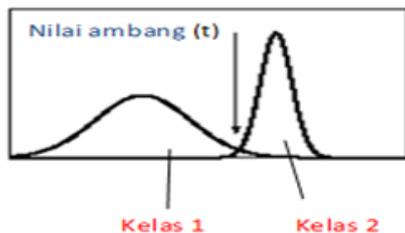
$$\sigma_B^2(t) = W_1 \cdot [m_1(t) - m_T]^2 + W_2 \cdot [m_2(t) - m_T]^2 \quad (10)$$

Dalam hal ini, m_T adalah rerata total ($m_T = \sum_{i=1}^N i \cdot p(i)$).

2.4 Peningkatan Kualitas Citra

Untuk meningkatkan kualitas citra diperlukan filter dengan menggunakan beberapa metode seperti median filter, low-pass-filter, high-pass-filter, Laplacian, dan lainnya. Proses ini digunakan untuk mengetahui distribusi piksel berdasarkan intensitas *graylevel* (derajat keabuan) yang dimiliki oleh tiap-tiap piksel. Pada metode ekstraksi ciri merupakan banyaknya batang warna yang akan terbentuk atau menunjukkan jumlah distribusi dan instensitas. Jumlah titik ekstraksi ciri yang dihasilkan membantu dalam menentukan kelainan gigi [31].

Dengan mengamati instensitas citra, Didapatkan berdasarkan 2 informasi sekaligus yakni jumlah level intesitas yang berbeda (disimbolkan dengan L) dan jumlah piksel-piksel untuk tiap-tiap level intensitas (yang disimbolkan dengan $n(k)$ dengan $k=0\dots255$). Metode Otsu dipublikasikan oleh Nobuyuki Otsu pada tahun 1979. Metode ini menentukan nilai ambang dengan cara membedakan dua kelompok, yaitu objek yang akan diteliti dan latarbelakang obyek, yang memiliki bagian yang saling bertumpukan, berdasarkan histogram yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Histogram Nilai Ambang

2.5 Ekstraksi Ciri Metode Morfologi dan Fitur Region

tahap ini bertujuan membuang titik hitam pada kelaianan citra gigi dari hasil deteksi area kelainan berdasarkan metode Morfologi (proses delasi dan opening). Ekstraksi merupakan pengambilan ciri bentuk untuk menilai yang didapatkan dan dianalisis untuk proses selanjutnya. Ekstraksi bertujuan untuk mencari area fitur yang signifikan pada citra dengan karakteristik intrinsik dan aplikasinya. Area tersebut didefinisikan dalam lingkup global atau lokal dan dibedakan oleh bentuk, tekstur, ukuran, intensitas, sifat statistik, dan sebagainya. Ciri merupakan karakteristik unik dari suatu objek. Ciri dibedakan menjadi dua yaitu ciri "alami" merupakan bagian dari citra, misalnya kecerahan dan tepi objek. Sedangkan ciri "buatan" merupakan ciri yang diperoleh dengan operasi tertentu pada citra, misalnya ekstraksi tingkat keabuan. Algoritma 1 bertujuan untuk menghitung nilai piksel putih hasil ekstraksi ciri dalam menentukan luas area lubang gigi.

Algoritma 1. Menghitung area putih gigi

```

Mulai
Hitung ukuran gambar Temp [m, n, o]
Hitung jumlah = 0
  Periksa garis setiap objek ke m,
    Periksa kolom masing-masing objek ke n,
      Jika suhu (kolom, baris) = 1
        Hitung = hitung + 1
      Jika tidak, ulangi langkah 5
    Periksa garis setiap objek ke n,
      Periksa kolom masing-masing objek ke m,
        Periksa jumlah referensi piksel = count
  Tampilkan hasil akhir (referensi piksel)

```

2.6 Hitung luas area

tujuan tahap ini untuk menghitung luas area kelainan dari gigi yang telah diekstraksi untuk melakukan perhitungan luas area kelainan dari gigi digunakan algoritma yang dikembangkan oleh peneliti.

2.7 Identifikasi

Menentukan luas area termasuk kategori kelainan kecil, sedang, atau besar.

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang telah diperoleh seperti hasil cropping dengan proses cropping, segmentasi citra dengan metode Otsu, ekstraksi citra dengan metode morfologi matematika, perhitungan luas area kelainan gigi dengan metode fitur region.

3.1 Proses Pra-Pengolahan

Untuk mempermudah proses pengolahan dari citra gigi asli tersebut diperlukan proses cropping agar tidak mempengaruhi atau menyulitkan proses pengolahan. Gambar 2. (a) dan (b). adalah proses untuk menghilangkan noise yang tidak perlu diluar obyek area yang dijadikan citra latih dan citra uji, untuk menentukan citra dari obyek yang akan dianalisa dan diolah, mengperkecil ukuran citra otak asli agar dapat dengan mudah di olah dan dianalisa. karena pada umumnya citra x-ray adalah bentuk persegi seluruh citra gigi, maka proses cropping dilakukan mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5.(a). Citra Asli dan (b). Citra hasil Cropping

3.2 Proses Deteksi Tepi Metode Otsu

Hasil cropping antara latarbelakang dengan obyek yang diteliti masih tercampur, sehingga diperlukan pemisahan. Untuk memisahkan antara latarbelakang dengan obyek digunakan metode Otsu. Metode Otsu ini didasarkan pada histogramnya. Histogram menunjukkan sebarang nilai intensitas dari tiap piksel pada citra dalam satu dimensi. Jadi sumbu x biasanya menyatakan level intensitas yang berbeda sedangkan sumbu y menyatakan r jumlah piksel yang memiliki nilai intensitas tersebut. Penggunaan histogram ini bisa melakukan pengelompokan terhadap piksel-piksel dalam citra. Pengelompokan didasarkan pada nilai ambang batas atau threshold. Nilai threshold ini menjadi objektif atau tujuan dari metode Otsu. Adapun hasil proses deteksi dengan metode Otsu dapat dilihat pada Gambar 6.

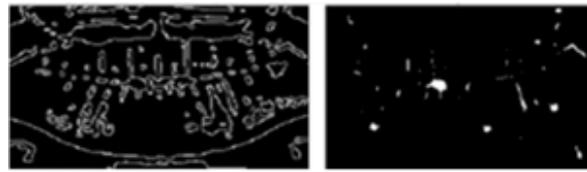


Gambar 6. (a). Citra Uji dan (b). Citra hasil Deteksi Tepi Otsu

3.3 Proses Ekstraksi

Bwareaopen digunakan untuk menghapus semua komponen yang terhubung (objek) yang memiliki kurang dari P piksel dari citra biner BW, memproduksi citra biner lain, BW2. Konektivitas default adalah 8 untuk dua dimensi, 26 untuk tiga dimensi, dan conndef (ndims (BW), 'maksimal') untuk dimensi yang lebih tinggi. Operasi ini dikenal sebagai pembuka area. Menghapus semua komponen yang terhubung, di mana conn menentukan konektivitas yang diinginkan. Regionprops digunakan penelitian ini, fitur dari pendekatan ukuran obyek menggunakan properti 'Area', 'PixelList' dan 'PixelIdxList' dari fungsi regionprops. Properti area didefinisikan sebagai sebuah nilai skalar dari jumlah piksel aktual dalam region. Sedangkan, pixellist dari pendekatan bentuk obyek yang berupa nilai list alamat dengan menggunakan perbandingan properti majoraxislength dengan property minoraxislength dari fungsi regionprops. Properti majoraxislength dan minoraxislength didefinisikan sebagai sebuah nilai skalar panjang major axis dan minor axis dari bentuk elips yang memiliki momen-momen pusat kedua yang sama dan telah dinormalisasikan sedangkan pixelidlist adalah index dari pixel-pixel yang terbentuk. Gambar 7. (a). dan (b).

menunjukkan hasil pengujian terhadap citra gigi hasil deteksi tepi metode Otsu.



Gambar 7. (a) Citra Uji dan (b). Citra hasil Ekstraksi

3.4 Proses Perhitungan luas area

Hasil ekstraksi dilakukan proses morfologi dan fitur region sebuah obyek direpresentasikan sebagai sebuah fitur region dengan pendekatan bentuk persegi panjang. Dengan pengembangan algoritma 1 menunjukkan sebuah langkah untuk mencari area dari kumpulan piksel berwarna putih yang direpresentasikan kelainan gigi. Region properties (regionprops) adalah sebuah fungsi yang dimiliki matlab untuk mengukur sekumpulan properti-properti dari setiap region yang telah dilabeli dalam matriks label L. Tabel 1 menunjukkan hasil pengembangan ekstraksi dan analisis citra gigi untuk mengidentifikasi kelainan pada gigi menerapkan algoritma 1.

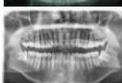
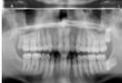
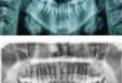
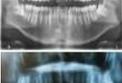
Tabel 1. Hasil Pengembangan Ekstraksi Dan Analisis Citra Gigi Untuk Mengidentifikasi Kelainan pada Gigi

No.	Nama File Acuan	Luas Area Latih	Citra Latih	File Uji	Luas Area Uji	Citra Uji	Akurasi
1.	citra_gigi1.jpg	643		gigi1.jpg	644		99.84%
2.	citra_gigi2.jpg	641		gigi2.jpg	215		33.54%
3.	citra_gigi3.jpg	642		gigi3.jpg	279		98.91%
4.	citra_gigi4.jpg	645		gigi4.jpg	564		87.44%
5.	citra_gigi5.jpg	645		gigi5.jpg	825		100.00%
6.	citra_gigi6.jpg	642		gigi6.jpg	538		98.91%
7.	citra_gigi7.jpg	641		gigi7.jpg	279		17.47%
8.	citra_gigi8.jpg	642		gigi8.jpg	875		98.47%
9.	citra_gigi9.jpg	645		gigi9.jpg	475		99.53%
10.	citra_gigi10.jpg	646		gigi10.jpg	515		99.23%
Rata-rata							83.33%

Tabel 1 menunjukkan hasil pengembangan ekstraksi dan analisis citra gigi untuk mengidentifikasi kelainan pada gigi, hasil pengujian dari 10 citra gigi latih dan 10 citra

gigi tingkat keberhasilan tinggi yaitu rata-rata 83.33%. untuk melihat hasil perhitungan area identifikasi maka dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Kelainan pada Gigi menurut luas area dari algoritma 1 yang dikembangkan

No	File Uji	Luas Area Uji	Citra Uji	Akurasi	Hasil Identifikasi
1.	gigi1.jpg	644		99.84%	Tidak Normal
2.	gigi2.jpg	215		33.54%	Normal
3.	gigi3.jpg	279		98.91%	Normal
4.	gigi4.jpg	564		87.44%	Tidak Normal
5.	gigi5.jpg	825		100.00%	Tidak Normal
6.	gigi6.jpg	538		98.91%	Tidak Normal
7.	gigi7.jpg	279		17.47%	Normal
8.	gigi8.jpg	875		98.47%	Tidak Normal
9.	gigi9.jpg	475		99.53%	Normals
10.	gigi10.jpg	515		99.23%	Tidak Normal

Tabel 2 menunjukkan hasil pengembangan algoritma untuk mengidentifikasi kelainan pada gigi, hasil pengujian dengan 10 citra gigi, 6 terindikasi tidak normal dan 4 terindikasi normal. Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan medis untuk melakukan tindakan medis selanjutnya terhadap kelainan gigi.

4 Kesimpulan

Hasil pengembangan ekstraksi dan analisis citra gigi telah dapat mengidentifikasi kelainan pada gigi, hasil pengujian dari 10 citra gigi latih dan 10 citra gigi tingkat keberhasilan tinggi yaitu rata-rata 83.33%. hasil pengembangan algoritma untuk mengidentifikasi kelainan pada gigi, hasil pengujian dengan 10 citra gigi, 6 terindikasi tidak normal dan 4 terindikasi normal. Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan medis untuk melakukan tindakan medis selanjutnya terhadap kelainan gigi.

Daftar Rujukan

- [1] C. Oprea, P. J. Szalanski, M. V. Gustova, I. A. Oprea, and V. Buzguta, "Multivariate comparison of elemental concentrations in human teeth," *Appl. Radiat. Isot.*, vol. 67, no. 12, pp. 2142–2145, 2009.
- [2] R. Molteni, "Direct digital dental x-ray imaging with Visualix/VIXA," *Oral surgery, oral Med. oral Pathol.*, vol. 76, no. 2, pp. 235–243, 1993.
- [3] D. Lin, Q. Li, W. Li, N. Duckmanton, and M. Swain, "Mandibular bone remodeling induced by dental implant," *J. Biomech.*, vol. 43, no. 2, pp. 287–293, 2010.
- [4] S. M. Shah, A. T. Merchant, and J. A. Dosman, "Percutaneous injuries among dental professionals in Washington State," *BMC Public Health*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2006.
- [5] D. Belström et al., "Metaproteomics of saliva identifies human protein markers specific for individuals with periodontitis and dental caries compared to orally healthy controls," *PeerJ*, vol. 4, p. e2433, 2016.
- [6] A. H. Abdi, S. Kasaei, and M. Mehdizadeh, "Automatic segmentation of mandible in panoramic x-ray," *J. Med. Imaging*, vol. 2, no. 4, p. 44003, 2015.
- [7] R. Bahuguna, A. Jain, D. Suryavanshi, H. Chauhan, S. A. Khan, and R. Thakur, "Influence of Television Advertising on

- Behavior of Children across Socioeconomic Backgrounds,” *J. Contemp. Dent. Pract.*, vol. 18, no. 1, pp. 52–56, 2017.
- [8] M. Jung et al., “Global patterns of land-atmosphere fluxes of carbon dioxide, latent heat, and sensible heat derived from eddy covariance, satellite, and meteorological observations,” *J. Geophys. Res. Biogeosciences*, vol. 116, no. G3, 2011.
- [9] T. Purnama, N. Ngatemi, R. Sofian, N. N. Kasihani, P. R. RE, and S. Nurbayani, “Model 5 Days Gosgi sebagai upaya pembentukan kemandirian menggosok gigi anak usia dini di sekolah,” *Qual. J. Kesehat.*, vol. 14, no. 1, pp. 19–24, 2020.
- [10] O. Nomir and M. Abdel-Mottaleb, “Human identification from dental X-ray images based on the shape and appearance of the teeth,” *IEEE Trans. Inf. Forensics Secur.*, vol. 2, no. 2, pp. 188–197, 2007.
- [11] P. Caruso, E. Silvestri, and L. M. Sconfienza, *Cone beam CT and 3D imaging: A practical guide*. Springer, 2013.
- [12] J.-J. Hwang, Y.-H. Jung, B.-H. Cho, and M.-S. Heo, “An overview of deep learning in the field of dentistry,” *Imaging Sci. Dent.*, vol. 49, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [13] J. Hatvani, A. Horváth, J. Michetti, A. Basarab, D. Kouamé, and M. Gyöngy, “Deep learning-based super-resolution applied to dental computed tomography,” *IEEE Trans. Radiat. Plasma Med. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 120–128, 2018.
- [14] J. Lee et al., “Dart: Dynamic animation and robotics toolkit,” *J. Open Source Softw.*, vol. 3, no. 22, p. 500, 2018.
- [15] H.-J. Rumpf et al., “Including gaming disorder in the ICD-11: The need to do so from a clinical and public health perspective: Commentary on: A weak scientific basis for gaming disorder: Let us err on the side of caution (van Rooij et al., 2018),” *J. Behav. Addict.*, vol. 7, no. 3, pp. 556–561, 2018.
- [16] D. Li et al., “Superconductivity in an infinite-layer nickelate,” *Nature*, vol. 572, no. 7771, pp. 624–627, 2019.
- [17] S. B. Khanagar et al., “Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry--A systematic review,” *J. Dent. Sci.*, vol. 16, no. 1, pp. 508–522, 2021.
- [18] S. Eser et al., “Selective requirement of PI3K/PDK1 signaling for Kras oncogene-driven pancreatic cell plasticity and cancer,” *Cancer Cell*, vol. 23, no. 3, pp. 406–420, 2013.
- [19] J. Krois et al., “Deep learning for the radiographic detection of periodontal bone loss,” *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [20] A. Kumar, H. S. Bhadauria, and A. Singh, “Descriptive analysis of dental X-ray images using various practical methods: A review,” *PeerJ Comput. Sci.*, vol. 7, p. e620, 2021.
- [21] Y.-C. Mao et al., “Caries and restoration detection using bitewing film based on transfer learning with CNNs,” *Sensors*, vol. 21, no. 13, p. 4613, 2021.
- [22] F. Schwendicke, T. Golla, M. Dreher, and J. Krois, “Convolutional neural networks for dental image diagnostics: A scoping review,” *J. Dent.*, vol. 91, p. 103226, 2019.
- [23] A. E. Rad, M. S. M. Rahim, H. Kolivand, and A. Norouzi, “Automatic computer-aided caries detection from dental x-ray images using intelligent level set,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 77, no. 21, pp. 28843–28862, 2018.
- [24] M. Khan, M. Nag, T.-U. G. Mir, and S. Dhiman, “Dental Image Analysis Approach Integrates Dental Image Diagnosis,” *Int. J. Curr. Res. Rev.*, vol. 12, pp. 47–52, 2020, doi: 10.31782/IJCRR.2020.12166.
- [25] J. Yang, Y. Xie, L. Liu, B. Xia, Z. Cao, and C. Guo, “Automated Dental Image Analysis by Deep Learning on Small Dataset,” in *Proceedings - International Computer Software and Applications Conference*, 2018, vol. 1, pp. 492–497, doi: 10.1109/COMPSAC.2018.00076.
- [26] J. Shashikala and N. Thangadurai, “Evolution of Contrast and Illumination Adjustment Techniques for Dental Imaging to Assist Effective Implant,” in *Computer Science On-line Conference*, 2021, pp. 100–109.
- [27] D. Milošević, M. Vodanović, I. Galić, and M. Subašić, “Automated estimation of chronological age from panoramic dental X-ray images using deep learning,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 189, p. 116038, 2022.
- [28] Santony, J., Harlan, J., Rizki, S. D., Yuhandri, Y., & Na'am, J. (2020). Edge detection of cavity for identification tuberculosis patient in thorax X-ray image. *TEM Journal*, 9(1), 67-72.
- [29] Yunus, Y., Harlan, J., Santony, J., Hidayat, R., & Naam, J. (2020). Enhancement on enlarge image for identification lumbar radiculopathy at magnetic resonance imaging. *TEM Journal*, 649-655.
- [30] Na'am, J., Pranata, F. S., Hidayat, R., Adif, A. M., & Ellyzarti, E. (2021). Automated Identification Model of Ground-Glass Opacity in CT-Scan Image by COVID-19. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(2), 595-602.
- [31] Narulita, D., & Yuhandri, Y. (2021). Sistem Pakar Dalam Menganalisis Tingkat Akurasi Keparahan Penyakit Erosi Gigi Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 239-244