

PENGOLAHAN CITRA RADIOGRAF PERIAPIKAL PADA DETEKSI PULPITIS MENGGUNAKAN METODE *WATERSHED*

Imam Abdul Hakim ¹⁾, Bambang Hidayat ²⁾, Suhardjo ³⁾

^{1),2)} Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi Terusan Buah Batu Bandung 40257 Indonesia

³⁾Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran
Jl. Sekeloa Selatan I, Bandung 40132

Email : imamhakim7@gmail.com

Abstrak. Gigi merupakan bagian tubuh terkeras yang terdapat di dalam mulut. Pulpitis merupakan peradangan pada jaringan pulpa yang menimbulkan rasa nyeri. Klasifikasi pulpitis ada dua yaitu irreversibel dan reversibel. Pulpitis reversibel dan irreversibel masih sulit didiagnosa secara objektif. Hasil diagnosa menjadi dasar dari pengambilan keputusan untuk mengatasi masalah pulpitis tersebut. Metode watershed dilakukan dengan cara merubah gradien tingkat keabuan citra menjadi permukaan topografi, sehingga cocok digunakan untuk mensegmentasi pulpa. Metode principal component analysis (PCA) dapat mereduksi dimensi ciri citra tanpa menghilangkan informasi ciri didalamnya. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan citra radiograf periapikal pada deteksi pulpitis menggunakan metode watershed, principal component analysis (PCA) dan melakukan klasifikasi dengan algoritme euclidean distance. Metode watershed digunakan untuk mendapatkan region of interest (ROI) berupa bagian pulpa dari objek. Metode PCA digunakan untuk ekstraksi ciri. Algoritme euclidean distance digunakan untuk mengklasifikasikan objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Hasil dari penelitian ini berupa sistem pengolahan citra digital radiograf periapikal mampu mendeteksi pulpitis dan mengklasifikasikan jenisnya. Pada penelitian ini dihasilkan performansi terbaik dengan tingkat akurasi 85%, sensitivitas 80%, dan spesifisitas 100%. Dengan melakukan pengolahan citra radiograf periapikal pada deteksi pulpitis irreversibel dan reversibel ini dapat membantu para dokter gigi sebagai diagnosa pendukung untuk menentukan tindakan atas permasalahan pulpitis yang diderita pasien.

Kata kunci: Pulpitis, Watershed, PCA, Euclidean Distance.

1. Pendahuluan

Salah satu alat bantu yang digunakan oleh dokter untuk mendeteksi penyakit seiring dengan perkembangan ilmu kedokteran dan teknologi adalah melalui *X-Ray*. Citra radiograf periapikal adalah salah satu penerapan dari *X-Ray* yang digunakan oleh dokter gigi untuk melihat seluruh lapisan gigi untuk mendeteksi kondisi dari gigi tersebut.

Jaringan pulpa terletak di dalam cavum pulpa, sehingga tidak dapat dilihat langsung dengan mata telanjang[2]. Pulpitis merupakan peradangan pada jaringan pulpa gigi yang menimbulkan rasa nyeri. Pulpitis dapat diklasifikasikan sebagai pulpitis reversibel, irreversibel[1]. Pulpitis reversibel dan irreversibel masih sulit didiagnosa secara objektif secara kasap mata oleh dokter gigi melalui citra radiograf periapikal. Hasil diagnosa menjadi dasar dari pengambilan keputusan untuk mengatasi masalah pulpitis tersebut.

Dengan melakukan pengolahan citra digital radiograf periapikal, dokter akan lebih mudah dalam melakukan diagnosa pulpitis untuk kemudian melakukan tindakan lebih lanjut. Citra radiograf periapikal yang digunakan sebagai data adalah citra digital. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini melakukan proses pengolahan citra radiograf periapikal pada deteksi pulpitis menggunakan metode *watershed*, *PCA* dan melakukan klasifikasi dengan algoritme *euclidean distance*.

1.1. Pulpitis Reversibel [3]

Pulpitis reversibel merupakan inflamasi atau peradangan pulpa ringan, tetapi pulpa mampu kembali pada keadaan tidak terinflamasi setelah stimuli ditiadakan. Pulpitis reversibel dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti trauma, syok termal, dehidrasi berlebihan, maupun stimulus kimia. Delapan gejala pulpitis reversibel simtomatik ditandai oleh rasa sakit tajam yang hanya sebentar. Hal tersebut lebih sering disebabkan oleh makanan atau minuman manis yang dingin dan udara dingin. Tidak timbul secara spontan dan tidak berlanjut bila penyebabnya telah ditiadakan.

1.2. Pulpitis Irreversibel [3]

Pulpitis irreversibel adalah kondisi peradangan pada pulpa yang terus menerus dan merupakan perkembangan dari pulpitis reversibel. Pulpitis irreversibel merupakan inflamasi parah. Pulpitis irreversibel biasanya disebabkan oleh stimulus panas atau stimulus dingin, atau nyeri yang terjadi secara spontan. Meskipun penyebabnya dihilangkan, rasa nyeri akan terus berlanjut selama beberapa menit bahkan hingga beberapa jam. Penyebab umum dari pulpitis irreversibel adalah keterlibatan bakteri dalam pulpa yang dihasilkan oleh proses karies dan beberapa faktor klinis lainnya.

1.3. Marker-Controlled Watershed Segmentation [4]

Marker watershed digunakan secara luas untuk perbaikan dari transformasi *watershed*. *Marker watershed* dapat diterapkan pada algoritma *watershed* yang diberikan oleh Vincent dan Soille. Algoritme diilustrasikan dengan mengikuti langkah sebagai berikut.

1. Gradien morfologi digunakan untuk mencari nilai gradien untuk setiap piksel.
2. Semua piksel akan diurutkan berdasarkan level gradien. Piksel dengan gradien yang lebih rendah akan dimanipulasi terlebih dahulu.
3. Piksel dengan level gradien yang terendah dari sebuah citra akan ditemukan pertama kali dan piksel dari setiap wilayah yang berhubungan akan diberikan tanda khusus.
4. Piksel akan diproses dari level gradien terendah sampai yang tertinggi. Dalam setiap level, piksel dengan label tetangga akan ditambahkan ke prioritas antrian.
5. Sebuah marker menandai piksel, yang diberikan sebelum proses segmentasi dimulai, akan menjadi awal dari antrian yang dieksekusi dengan piksel tetangganya. Setelah dieksekusi, piksel akan dikeluarkan dari antrian. Setelah semua piksel dengan tanda tetangga telah ditemukan, maka diberikan tanda baru yang menandakan bahwa wilayah tersebut merupakan objek yang telah ditandai.

1.4. Principal Component Analysis [5]

Prinsip dasar dan algoritme *PCA* adalah memproyeksikan image ke dalam bidang ruang *eigen*-nya. Besarnya dimensi ruang *eigen* tergantung dari jumlah *image* yang dimiliki oleh program *training*. Algoritme ini digunakan sebagai metode ekstraksi ciri.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *PCA* adalah sebagai berikut.

1. Mencari citra rata-rata
Citra rata-rata adalah rata-rata dari semua piksel citra-citra training.
2. Mencari covariance matrik
Covariance matriks *PCA* dicari dengan mengalikan nilai *zero mean* dengan transposenya.
3. Mencari *eigen value* dan *eigen vector*
Temukan *m eigen vector* terbaik dari matriks kovarian.

1.5. Euclidean Distance

Algoritme *euclidean distance* merupakan proses untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data latih yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data latih diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan ciri dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian bagian berdasarkan klasifikasi data latih.

1.6. Parameter Performansi

Tahap terakhir yang harus dilakukan adalah pengujian sistem guna mengetahui tingkat akurasi, sensitivitas, spesifisitas maupun kekurangan dan kelebihan sistem. Performansi sistem diukur berdasarkan parameter sebagai berikut.

1. Tingkat Akurasi

Akurasi merupakan ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar.

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{jumlah data keseluruhan}} * 100 \% \quad (1)$$

Dalam sistem ini, *euclidean distance* digunakan dalam mengklasifikasikan citra untuk memperoleh akurasi.

2. Sensitivitas dan Spesifisitas [6]

Berikut hal – hal dasar yang harus diketahui pada sensitivitas dan spesifisitas :

- Positif benar (*True positive*), data uji di dalam kelas dari data latih diidentifikasi benar sebagai kelas di dalam data latih.
- Positif palsu (*False positive*), data uji di luar kelas dari data latih diidentifikasi sebagai kelas di dalam data latih.
- Negatif benar (*True negative*), data uji di luar kelas dari data latih diidentifikasi benar sebagai kelas di luar data latih..
- Negatif palsu (*False negative*), data uji di dalam kelas dari data latih diidentifikasi sebagai kelas di luar data latih.

Sensitivitas tes klinis mengacu pada kemampuan dari tes untuk benar mengidentifikasi kelas pulpitis sesuai dengan kelas pulpitis yang dites. Berikut rumus dari sensitivitas :

$$Sensitivitas (\%) = \frac{\text{positif benar}}{\text{positif benar} + \text{negatif palsu}} * 100\% \quad (2)$$

Spesifisitas tes klinis mengacu pada kemampuan dari tes untuk benar mengidentifikasi kelas pulpitis yang di luar dari kelas yang dites. Berikut rumus dari spesifistas :

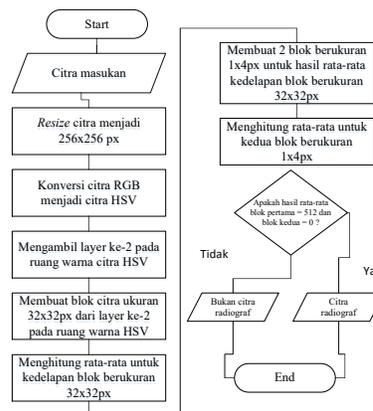
$$Spesifisitas (\%) = \frac{\text{negatif benar}}{\text{negatif benar} + \text{positif palsu}} * 100\% \quad (3)$$

3. Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan sistem untuk melakukan suatu proses. Pada sistem ini, waktu komputasi dihitung dengan menggunakan waktu selesai dikurangi waktu mulai, sehingga akan didapatkan waktu komputasi sistem.

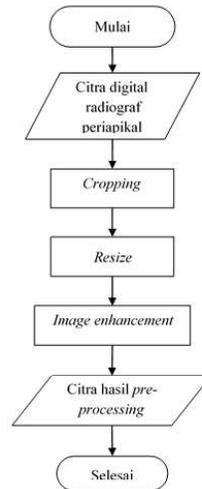
1.7. Perancangan Sistem

Verifikator merupakan proses yang dilakukan pada suatu citra digital untuk memverifikasi apakah data yang dimasukkan benar merupakan data masukan yang sesuai untuk kebutuhan sistem, sehingga sistem dapat menerima atau menolak data tersebut untuk menjadi masukan untuk proses selanjutnya. Verifikator pada sistem yang akan dirancang menggunakan ruang warna HSV, proses histogram dan perhitungan rata rata. Diagram alir verifikator dapat dilihat pada Gambar 1.



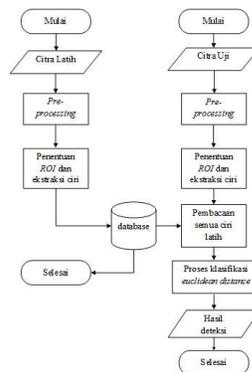
Gambar 1. Diagram Alir Verifikator

Pre-processing merupakan proses yang dilakukan pada suatu citra digital untuk memudahkan pemrosesan citra selanjutnya. Dalam hal ini, dilakukan *cropping* secara manual dan *resize* serta peningkatan kualitas citra secara otomatis. Diagram alir *pre-processing* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir *Pre-Processing*

Processing merupakan proses deteksi pulpitis yang dikelompokkan menjadi dua proses menurut citra masukannya yaitu pemrosesan citra latih dan pemrosesan citra uji. Pemrosesan citra latih dan uji dimulai dengan skema *pre-processing* terlebih dahulu untuk kemudian dilakukan penentuan *ROI* dan/atau ekstraksi ciri menggunakan metode *PCA* sesuai skenario pengujian. Ciri dari citra latih tersebut kemudian disimpan dalam database aplikasi untuk kemudian menjadi acuan pemrosesan citra uji. Sedangkan ciri dari citra uji akan diklasifikasikan menggunakan algoritme *euclidean distance*. Diagram alir *processing* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir *Processing*

2. Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan bertujuan untuk mengetahui performansi sistem berdasarkan parameter akurasi, sensitifitas, spesifisitas, waktu komputasi dengan melakukan pengujian terhadap citra digital radiograf periapikal. menggunakan citra gigi pada semua posisi gigi yang didapat dan citra gigi yang terbanyak pada satu posisi gigi melalui skenario sebagai berikut.

1. Pengaruh perubahan ukuran citra menjadi 256x256 px, 128x128px, 64x64px saat *pre-processing* pada hasil performansi sistem

- Pengaruh penentuan ROI menggunakan metode *watershed* pada skenario 1 terhadap hasil performansi sistem

2.1 Hasil Analisis Sistem

Pengujian sistem dilakukan berdasarkan beberapa skenario yang telah ditentukan. Masing-masing pengujian memiliki hasil performansi yang direpresentasikan dalam bentuk tabel.

2.1.1. Hasil Pengujian Skenario 1

Pengujian skenario pertama merupakan pengujian performansi yang dilakukan dengan citra latih adalah citra gigi pada semua posisi gigi yang didapat dan citra gigi yang terbanyak pada satu posisi gigi yaitu posisi 36 dengan rincian ukuran *resize* citra adalah 256x 256px, 128x128 px, dan 64x64 px, ruang warna keabuan, metode penentuan *ROI manual cropping*, tanpa metode *watershed*.

Hasil yang diperoleh pada skenario pertama dengan 12 data latih dengan semua posisi gigi yang didapat dan 40 data yang diujikan dan dengan ketiga variasi ukuran *resize* adalah 21 citra positif benar, 0 positif palsu, 10 negatif benar, 9 negatif palsu.

Tabel 9. Tabel Performansi Skenario 1 Citra Gigi Semua Posisi

Ukuran citra	Citra gigi semua posisi			
	akurasi	sensitivitas	spesifisitas	waktu komputasi
256x256px	77,5 %	70 %	100 %	0.178821
128x128px	77,5 %	70 %	100 %	0.179745
64x64px	77,5 %	70 %	100 %	0.182039

Sedangkan, hasil yang diperoleh pada skenario pertama dengan 6 data latih dengan posisi gigi yang sama yaitu gigi 36 dan 40 data yang diujikan dan dengan ketiga variasi ukuran *resize* adalah 24 citra positif benar, 0 positif palsu, 10 negatif benar, 6 negatif palsu.

Tabel 2. Tabel Performansi Skenario 1 Citra Gigi Satu Posisi

Ukuran citra	Citra gigi satu posisi			
	akurasi	sensitivitas	spesifisitas	waktu komputasi
256x256px	85%	80%	100%	0.181789
128x128px	85%	80%	100%	0.178783
64x64px	85%	80%	100%	0.182491

2.1.2. Hasil Pengujian Skenario 2

Pengujian skenario kedua merupakan pengujian performansi yang dilakukan dengan citra gigi pada semua posisi gigi yang didapat dan citra gigi yang terbanyak pada satu posisi gigi dengan rincian ukuran *resize* citra adalah 256x256px, 128x128 px, dan 64x64 px, ruang warna keabuan, dengan metode penentuan ROI menggunakan metode *watershed*.

Hasil yang diperoleh pada skenario kedua dengan 12 data latih dengan semua posisi gigi yang didapat dan 40 data yang diujikan dengan penentuan ROI *watershed* adalah 14 citra positif benar, 0 positif palsu, 10 negatif benar, 16 negatif palsu.

Tabel 3. Tabel Performansi Skenario 2 Citra Gigi Semua Posisi dengan *Watershed*

Ukuran citra	Citra gigi semua posisi dengan watershed			
	Akurasi	sensitivitas	spesifisitas	waktu komputasi
256x256px	60%	46,67%	100%	0.113391
128x128px	60%	46,67%	100%	0.115778
64x64px	60%	46,67%	100%	0.116384

Hasil yang diperoleh pada skenario kedua dengan 6 data latih dengan posisi gigi yang sama yaitu gigi 36 dan 40 data yang diujikan dengan penentuan *ROI watershed* adalah.

1. untuk *resize* 256x256px : 19 citra positif benar, 0 positif palsu, 10 negatif benar, 11 negatif palsu.
2. untuk *resize* 128x128px dan 64x64px : 20 citra positif benar, 0 positif palsu, 10 negatif benar, 10 negatif palsu.

Tabel 4. Tabel Performansi Skenario 2 Citra Gigi Satu Posisi dengan *Watershed*

Ukuran citra	Citra gigi satu posisi dengan watershed			
	akurasi	sensitivitas	spesifisitas	waktu komputasi
256x256px	72,5%	63,33%	100%	0.118268
128x128px	75%	66,67%	100%	0.112979
64x64px	75%	66,67%	100%	0.122159

3. Simpulan

1. Implementasi pengolahan citra radiograf periapikal menggunakan metode *PCA* tanpa menggunakan metode *watershed* sebagai metode untuk menentukan *ROI* mampu mendeteksi pulpitis dengan hasil performansi yang lebih baik.
2. Perubahan ukuran *resize* saat *pre-processing* tidak mempengaruhi hasil performansi sistem seperti tingkat akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas.
3. Verifikator yang dibuat mampu membedakan gambar *non-radiograf* periapikal dan radiograf periapikal dengan baik, dengan tingkat spesifisitas 100% pada setiap skenario pengujian.
4. Performansi terbaik yang diperoleh dari semua pengujian adalah pada skenario pertama menggunakan citra latih dengan nomor gigi yang sama (gigi 36), dengan tingkat akurasi 85%, sensitivitas 80%, spesifisitas 100%, dan waktu komputasi rata rata 0.178783 detik.

Daftar Pustaka

- [1]. Grossman, L. I. (1965). *Endodontic practice*. Lea & Febiger.
- [2]. Widodo, T. (2005). Respons imun humoral pada pulpitis (Humoral immune response on pulpitis). *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 38(2), 49-51.
- [3]. Sridhar, B. (2010). *Finding 3D Teeth Positions by Using 2D Uncalibrated Dental X-ray Images* (Doctoral dissertation, Blekinge Institute of Technology).
- [4]. Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & Eddins, S. L. (2004). *Digital image using Matlab processing*. Person Prentice Hall, Lexington.
- [5]. Purnomo, M. H., & Muntasa, A. (2010). *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6]. Lalkhen, A. G., & McCluskey, A. (2008). Clinical tests: sensitivity and specificity. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*, 8(6), 221-223.