

SINTESIS HASIL PENELITIAN BERKAITAN DENGAN DETEKSI GRANULOMA MELALUI SEGMENTASI CITRA PERIAPIKAL RADIOGRAF MENGGUNAKAN DOMAIN FREKUENSI

RESEARCH SYNTHESIS OF GRANULOMA DETECTION WITH PERIAPICAL IMAGE PROCESSING USING FREQUENCY DOMAIN

Pritta Anggraeni Anindiyasari¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Prof. Dr. Drg. Suhardjo, MS. SpRKG(K)³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjajaran Bandung

¹ prittaangraeni@student.telkomuniversity.ac.id, ²bhidayat@telkomuniversity.co.id, ³suhardjo@fkg.unpad.ac.id

Abstrak

Gigi adalah alat pencernaan yang paling keras yang terdapat pada bagian mulut. Kesehatan gigi berkaitan langsung dengan kegiatan metabolisme tubuh karena gigi merupakan organ yang terdapat pada sistem pencernaan. Oleh karena itu, perawatan gigi sangatlah penting untuk mencegah terjadinya berbagai macam penyakit gigi. Ada berbagai macam penyakit gigi, salah satunya adalah granuloma. Granuloma merupakan sebuah penyakit yang terjadi pada jaringan gigi.

Penentuan penyakit yang terjadi pada gigi saat ini dilakukan dengan cara pengambilan gambar dari gigi, kemudian diagnosis penyakit pada gigi dilakukan oleh dokter spesialis radiologi kedokteran gigi melalui pembacaan film hasil radiograf dan pembacaan ini dilakukan secara kasat mata, sehingga hasil diagnosa cenderung bersifat subjektif. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu dokter gigi dalam memberikan diagnosa penyakit. Maka penulis akan melakukan sintesa dari penelitian penelitian yang sebelumnya dan mengkaji ulang metode yang paling akurat. Dari penelitian yang sudah ada tentang deteksi penyakit granuloma gigi pada domain frekuensi dan domain spasial, penulis akan fokus untuk mensitesakan penelitian yang terkait pada domain frekuensi. Pada tugas akhir ini metode yang akan diujikan kembali adalah metode *Gabor Wavelet* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)*, sebagai ekstraksi ciri kemudian dilakukan pengklasifikasian dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (K-NN)*. Dari sintesis penelitian yang sudah dilakukan ini, diharapkan diperoleh metoda yang akurasinya paling tinggi, untuk selanjutnya bisa diproses menjadi hak cipta penelitian.

Kata Kunci : *Gigi, Granuloma, Hak Cipta Penelitian.*

Abstract

Teeth are the hardest digestive tool found in the mouth. Dental health is directly related to the metabolic activity of the body because the tooth is an organ found in the digestive system. Therefore, dental care is very important to prevent the occurrence of various dental diseases. There are various kinds of dental diseases, one of which is granuloma. Granuloma is a disease that occurs in dental tissue.

*Determination of diseases that occur in teeth is currently done by taking pictures of the teeth, then the diagnosis of dental disease is done by a specialist radiology dentistry through the reading of radiographic film and this reading is done by naked eye, so the diagnosis tends to be subjective. Therefore, a system that can help the dentist in diagnosing the disease is needed. So the author will synthesize from previous research research and review the most accurate method. From existing research on granuloma dental disease detection in frequency domain and spatial domain, the authors will focus to research related research on the frequency domain. In this final project method will be tested again is *Gabor Wavelet* and *Discrete Cosine Transform (DCT)* method, as extraction characteristic then classified using *K-Nearest Neighbor (K-NN)* method. From the synthesis of research that has been done, it is expected to get the method with the highest accuracy, for the next can be processed into copyright research.*

Keywords: *Teeth, Granuloma, Copyright Research*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Gigi merupakan organ yang terdapat pada sistem pencernaan dan sistem pencernaan sangat erat hubungannya dengan metabolisme tubuh. Oleh karena itu, perawatan gigi sangatlah penting untuk mencegah terjadinya berbagai macam penyakit yang dapat merusak gigi. Ada berbagai macam penyakit gigi, salah satunya adalah granuloma. Granuloma merupakan sebuah penyakit yang terjadi pada jaringan gigi. Namun, dalam perawatannya penyakit

tersebut tidak semua bisa dilihat dengan mata telanjang. Melalui radiograf seluruh lapisan gigi dapat terlihat, sehingga dapat terdeteksi bagaimana kondisi kesehatan gigi tersebut.

Untuk melakukan deteksi penyakit tertentu pada gigi, tipe radiograf yang cocok dan sering digunakan adalah *periapical radiograph*. Karena *periapical radiograph* ini menghasilkan gambar keseluruhan gigi dengan jarak minimal dua millimeter dari ujung akar sehingga gambar yang dihasilkan lebih geometris dengan sedikit sekali kemungkinan terjadinya pembesaran gambar dan memudahkan dalam mengidentifikasi penyakit. Setelah itu pengolahan citra digital merupakan salah satu teknik untuk menginterpretasikan citra secara digital dengan bantuan komputer. Dalam penelitian ini, penulis melakukan sintesis penelitian yaitu mengumpulkan semua penelitian yang sudah ada terkait dengan deteksi granuloma untuk dipilih metode yang paling akurat sehingga dapat disempurnakan kembali. Metode yang akan diujikan kembali adalah metode *Gabor Wavelet* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)*, sebagai ekstraksi ciri kemudian dilakukan pengklasifikasian dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (K-NN)*. Dari sintesis penelitian yang sudah dilakukan ini, diharapkan diperoleh metoda yang akurasinya paling tinggi, dan selanjutnya bisa diproses menjadi hak cipta penelitian.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Mendeteksi penyakit granuloma pada gigi menggunakan beberapa metode yaitu *Gabor Wavelet* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)*, kemudian dilakukan pengklasifikasian dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (K-NN)*.
2. Membantu dokter gigi dalam mendapatkan hasil berupa gambar citra gigi sehingga mudah diklasifikasikan sebagai ciri - ciri penyakit granuloma.
3. Melakukan sintesis pada semua penelitian sebelumnya sehingga diperoleh metoda yang akurasinya paling tinggi, untuk selanjutnya bisa diproses menjadi hak cipta penelitian.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tujuan yang telah diuraikan , maka masalah yang penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Dalam pendeteksian granuloma melalui pengolahan citra radiograf periapikal, bagaimana cara menemukan metode yang paling akurat untuk mendapatkan hasil akurasi tertinggi.
2. Bagaimana cara mendapatkan hasil berupa tingkat akurasi dari sistem penelitian dari klasifikasi, serta waktu komputasi dalam mendiagnosis dari citra data uji.

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini didapat batasan masalah untuk memfokuskan masalah yang akan digunakan untuk menganalisis penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut :

1. Format data dari radiograf periapikal ini berupa citra gambar digital masukan dalam bentuk *.jpeg.
2. Masukan radiograf periapikal yang berupa citra gambar digital merupakan hasil *scanner*.
3. Sintesis penelitian yang dilakukan pada domain citra yang digunakan terfokus pada domain frekuensi.
4. Metode metode pada domain frekuensi yang diujikan kembali yaitu *Gabor Wavelet* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)*, kemudian dilakukan pengklasifikasian dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (K-NN)*.

2. Dasar Teori

2.1. Granuloma

Suatu granuloma adalah suatu pertumbuhan jaringan granulomatus yang tersambung dengan ligamen periodontal yang disebabkan oleh matinya pulpa dan difusi bakteri dan toksin bakteri dari sekitarnya melalui foramen apikal dan saluran lateral. Granuloma pada gigi merupakan jaringan yang pada dasarnya komposisi inflamatori kronis, dan berbeda dengan tumor. Disebut granuloma karena granuloma berisi jaringan granumatotus, yaitu jaringan granulasi dan sel inflamatori kronis yang menginfiltrasi stroma jaringan penghubung fibrousnya[1].



Gambar 2. 1 Granuloma Apikal[2].

Gambar 2.1 merupakan gambaran radiolusen, berbentuk sirkuler atau ovoid yang menutupi ujung akar dan meluas hingga ke periapikal. Trabekula dari tulang alveolar mungkin kelihatan seperti superimposed diatas

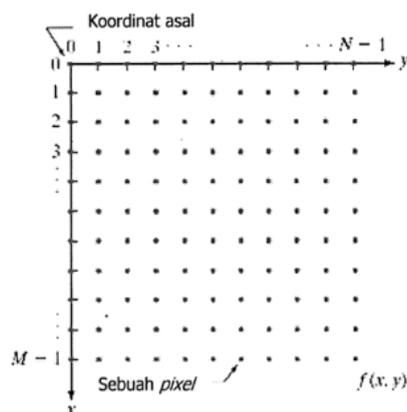
lesi, karena lesi memiliki penampakan keabu-abuan dan tidak gelap. Tepi dari lesi berbatas jelas, seringnya dikelilingi oleh sklerosis tulang, dan kadang-kadang ditemukan suatu kondisi yang disebut “*localized antral mucositis*”. *Antral mucositis* merupakan suatu peradangan pada membrane mukosa di sinus maksilaris dan pada radiograf terlihat sebagai gambaran yang kecil, pembengkakan radioopak di dasar sinus mengelilingi apeks dari gigi[2].

2.2. Radiografi Periapikal

Radiografi periapikal merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan gigi. Radiografi periapikal ini memanfaatkan sinar X untuk mendapatkan gambar dari suatu gigi. Bahan dasar radiograf periapikal ini adalah plastik (poliester). Plastik yang belum memiliki gambar biasanya disebut film, sedangkan yang sudah memiliki gambar disebut foto. Untuk mendapatkan foto maka digunakan sinar-X sebagai radiasi peng-ion yang akan mengionisasi AgBr yang ada pada plastik. Setelah AgBr diionisasi maka akan dihasilkan $Ag^{++} + Br^{-}$. Kemudian Ag^{+} ini yang akan dinetralisir dan menempel pada film dan menghasilkan foto yang disebut radiograf periapikal. Hasil dari radiografi ini adalah sebuah gambar gigi yang disebut radiograf periapikal. Radiograf periapikal ini yang digunakan sebagai acuan untuk melakukan diagnosis pada penyakit yang terjadi pada gigi[1].

2.3. Defenisi Citra Digital

Citra digital merupakan sebuah fungsi 2D, atau dalam sebuah matriks dinyatakan sebagai $f(x,y)$, dan memiliki M baris dan N kolom, yang merupakan fungsi intensitas cahaya. Citra digital dinyatakan dalam matriks dimana setiap baris dan kolom menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut. Nilai pada suatu irisan antara baris dan kolom (pada posisi x,y) disebut sebagai *pixels*[6].



Gambar 2. 1 Koordinat Citra

2.4. Discrete Cosine Transform

Discrete cosine transform adalah sebuah fungsi dua arah yang memetakan himpunan N buah bilangan *real* menjadi himpunan N buah bilangan *real*. *Discrete cosine transform (DCT)* adalah teknik kompresi digital kedalam format JPEG. Pada kompresi JPEG, DCT menerima masukan berupa matriks citra berukuran 8x8, yang kemudian mengubahnya menjadi matriks frekuensi dengan ukuran sama. Sifat dari *Discrete cosine transform* adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya kepada beberapa koefisien *Discrete cosine transform*. *Discrete cosine transform* adalah sebuah skema *lossy compression* dimana NxN blok ditransformasikan dari domain spasial ke domain frekuensi[3].

2.5. Gabor Wavelet

Penggunaan metode *gabor* ini memiliki relevansi biologis karena memberikan informasi yang unik berkaitan dengan identifikasi masing-masing individu. Daugman memelopori penggunaan representasi 2D *Gabor wavelet* dalam *computer vision* pada tahun 1980an. Tujuan utama dari *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri dari citra yang telah dikonvolusi terhadap kernel. Penggunaan *Gabor Wavelet* kernel 2D sebagai filter yang diperoleh dengan memodulasi gelombang sinus 2D pada frekuensi dan orientasi tertentu dengan *Gaussian envelope*.

$$\Psi_{\mu,\nu}(\mathbf{Z}) = \frac{\|\mathbf{k}_{\mu,\nu}\|}{\sigma^2} e^{(-\|\mathbf{k}_{\mu,\nu}\|^2 \|\mathbf{z}\|^2 / 2\sigma^2)} \left[e^{t\mathbf{k}_{\mu,\nu}} - e^{-\frac{\sigma^2}{2}} \right]$$

Persamaan (2. 1) Rumus Gabor Filter

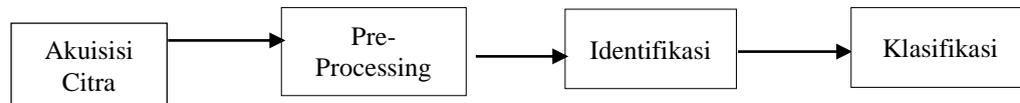
Dimana μ dan ν adalah orientasi dan skala dari *Gabor Filter*, $\mathbf{z}=(x,y)$ [4]

2.6. *K-Nearest Neighbor*

K-Nearest Neighbor adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan suatu data. Pada data latih biasanya diambil lebih dari satu tetangga terdekat dengan data uji kemudian algoritma ini digunakan untuk menentukan kelasnya[5].

3. Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.1 adalah sistematika alur kerja sistem secara garis besar dengan uraian sebagai berikut :

1. Pengambilan citra granuloma menggunakan kamera digital.
2. *Pre-processing* citra dengan pengolahan citra digital. Mengubah citra RGB menjadi citra *grayscale*.
3. Ekstraksi ciri menggunakan metode yang paling akurat.
4. Menganalisis ciri, klasifikasi dengan sistem *K – Nearest Neighbor*.

3.2 Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan utama dari akuisisi citra yaitu untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital. Tahap - tahap yang akan dilakukan saat akuisisi citra akan digambarkan dalam diagram berikut)



Gambar 3. 2 Diagram Akuisisi Citra

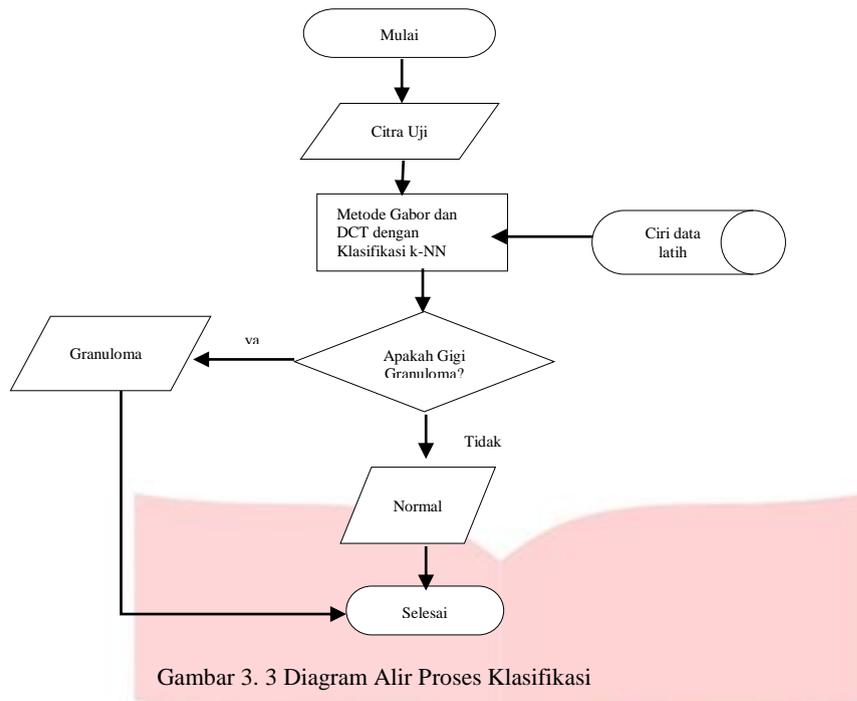
3.3 Identifikasi

Identifikasi berfungsi untuk mendapatkan karakteristik dari citra uji dan citra latih. Tahap selanjutnya adalah melakukan ekstraksi ciri dengan pendekatan menggunakan metode *Gabor Wavelet* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)*. Kemudian dari kedua metode yang telah dipilih, dilakukan pengujian akurasi dan komputasi waktu menggunakan beberapa parameter pengujian yang telah dipilih dan akan didapatkan kesimpulan akurasi paling tinggi antara kedua metode tersebut dari pengujian yang telah dilakukan.

Setelah melakukan ekstraksi fitur, dihasilkan ciri dari data latih. Ciri dari latih ini disimpan dalam sebuah *database*. Kemudian proses ekstraksi ciri dari data uji juga dilakukan. Proses ekstraksi ciri diawali dengan melakukan *pre-processing* pada data uji kemudian hasil *pre-processing* tersebut di ekstraksi ciri dengan *Gabor Wavelet* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)*, maka akan dihasilkan ciri dari data uji. Ciri data uji ini akan diklasifikasikan dengan menggunakan *K-Nearest Neighbor (K-NN)*.

3.4 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan tahap terakhir dari perancangan sistem pendeteksi penyakit granuloma ini. Untuk melakukan klasifikasi ini maka digunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour (K-NN)*. Pada penelitian ini, pemilihan kelas klasifikasi dilakukan dengan mencari kelas terdekat suatu data latih terhadap data uji, kemudian pemilihan kelas ini mempertimbangkan jarak isi dari suatu kelas terdekat. Setelah mengetahui jarak terdekat dari suatu data latih, maka data latih tersebut diklasifikasikan menjadi dua yaitu, granuloma dan normal. Tahapan dari proses klasifikasi citra dapat dilihat pada diagram berikut :



4. Implementasi dan Pengujian Sistem

4.1. Pengujian Perbandingan Dimensi Citra Pada Gabor

Pengujian perbandingan dimensi citra ini akan menunjukkan perbedaan akurasi dan waktu komputasi dengan menggunakan ukuran citra yang berbeda-beda dengan rincian $k=1$, skala frekuensi = 5, sudut orientasi = 8, downsampling = 16.

Tabel 4. 1 Perbandingan Dimensi Terhadap Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi dengan Ekstraksi Ciri Gabor

| No | Dimensi Citra | Data Benar | Akurasi | Waktu |
|----|---------------|------------|---------|-----------|
| 1 | 128x128 | 20 | 83.33% | 10.2199 s |
| 2 | 256x256 | 16 | 66.67% | 22.7117 s |
| 3 | 512x512 | 16 | 70.83% | 61.1585 s |

Akurasi mengalami penurunan ketika dimensi citra diperbesar, walaupun penurunan tidak berkala, tetapi akurasi pada citra diatas 128x128 tidak bisa lebih dari 75%. Hal tersebut terjadi karena citra asli yang digunakan untuk pengujian ini memiliki ukuran kurang dari 128x128. Sehingga ketika citra latih dan uji diubah dimensinya menjadi lebih dari 128x128, citra menjadi kurang jelas karena mengalami perbesaran. Oleh karena itu, dimensi yang sebaiknya digunakan adalah berukuran tidak lebih dari 256x256.

Waktu komputasi terendah saat ukuran dimensi citra 128x128 dan semakin besar dimensi citra maka semakin lama komputasi waktu yang terjadi.

4.2. Pengujian Perbandingan Dimensi Citra Pada DCT(Discrete Cosine Transform)

Pada sistem pengujian perbandingan dimensi citra pada DCT (*Discrete Cosine Transform*) ini akan menunjukkan perbedaan akurasi dan waktu komputasi dengan menggunakan citra berukuran 128x128, 256x256, dan 512x512 dengan rincian k 1, dengan *block size* 4x4.

Tabel 4. 2 Perbandingan Dimensi Terhadap Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi dengan Ekstraksi Ciri DCT

| No | Dimensi Citra | Data Benar | Akurasi | Waktu |
|----|---------------|------------|---------|------------|
| 1 | 128x128 | 19 | 79.17 % | 24.6377 s |
| 2 | 256x256 | 19 | 79.17 % | 105.2923 s |
| 3 | 512x512 | 19 | 79.17% | 447.8878 s |

Pada table diatas terlihat bahwa di atas diperoleh nilai akurasi yang konstan yaitu 79.1667 % pada ketiga variasi dimensi dan waktu komputasi terendah diperoleh sebesar 24.6377 pada dimensi citra 128x128. Berdasarkan data hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa ada perbedaan waktu antara masing-masing citra uji. Hal ini disebabkan karena adanya proses penghitungan ciri dari setiap citra yang berbeda. Dengan ekstraksi ciri menggunakan DCT dibutuhkan proses untuk mendapatkan koefisien dari masing-masing pixel, sehingga semakin besar informasi *size* yang terdapat pada suatu citra, maka semakin lama waktu komputasi yang dibutuhkan

4.3. Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai k Pada Klasifikasi Menjadi 1, 3, 5.

Pengujian akan menunjukkan perbedaan akurasi dan waktu komputasi yang didapatkan pada nilai k 1, 3, 5 dan 7. Pengujian pertama menggunakan ekstraksi ciri gabor dengan rincian skala frekuensi = 5, sudut orientasi = 8, downsampling = 16 dan dimensi citra 128x128, dan pada kondisi kedua menggunakan ekstraksi ciri dengan DCT dengan rincian dimensi citra 128x128 dan *block size* 4x4.

Tabel 4. 3 Pengaruh Perubahan Nilai k Terhadap Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi

| Jenis Ekstraksi Ciri | K=1 | | K=3 | | K=5 | | K=7 | |
|----------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|
| | Akurasi | Waktu | Akurasi | Waktu | Akurasi | Waktu | Akurasi | Waktu |
| Gabor | 83.33% | 10.219 9 s | 75 % | 9.9171 s | 83.33% | 10.352 s | 75% | 10.848 1 s |
| DCT | 79.17% | 24.637 7 s | 79.17% | 25.224 2 s | 70.83% | 25.034 9 s | 70.83% | 24.934 6 s |

Kondisi pertama yaitu dengan ekstraksi ciri gabor didapatkan akurasi paling tinggi pada nilai k = 1 dan k = 5 yaitu 83.33%. Waktu komputasi terkecil adalah saat nilai k= 1 yaitu 10.2199 detik. Pada kondisi kedua yaitu dengan ekstraksi ciri DCT (*Discrete Cosine Transform*) didapatkan akurasi paling tinggi adalah saat nilai k = 1 dan k = 3 yaitu 79.1667%. Waktu komputasi terkecil adalah saat nilai k = 1 yaitu 24.6377 s. Nilai akurasi mengalami penurunan dan terkadang nilainya tidak stabil saat nilai k semakin besar. Perubahan nilai k yang semakin besar membuat pertimbangan nilai tetangga terdekat semakin banyak sehingga tingkat kemiripan data akan semakin kecil.

Waktu komputasi pada ekstraksi ciri gabor lebih cepat dibanding ekstraksi ciri DCT. Karena adanya proses penghitungan ciri dari setiap citra yang berbeda. DCT membutuhkan proses untuk mendapatkan koefisien dari masing-masing pixel. Sehingga semakin besar informasi *size* yang terdapat pada suatu citra, maka semakin lama waktu komputasi yang dibutuhkan saat menggunakan metode DCT.

4.4. Analisis Pengaruh Penggunaan Ciri Statistik

Pengujian akan menunjukkan perbedaan akurasi dan waktu komputasi yang didapatkan pada perbedaan jumlah ciri statistik pada metode gabor dengan skala frekuensi = 5, sudut orientasi = 8, downsampling = 16, dan dimensi citra 128x128, dan pada kondisi kedua menggunakan metode DCT dengan rincian dimensi citra 128x128 dan *block size* 4x4. Didapatkan hasil akurasi dan waktu komputasi seperti yang terdapat pada tabel 4.4 di bawah. Penggunaan 6 parameter berarti menggunakan ciri statistik mean, variance, standar deviasi, kurtosis, entropy, dan skewness. Penggunaan 2 parameter berarti hanya menggunakan ciri statistic mean dan skewness.

Tabel 4. 4 Pengaruh Penggunaan Ciri Statistik Terhadap Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi

| No | Jenis Ekstraksi Ciri | 6 Parameter | | 2 Parameter (Mean dan Skewness) | | Mean | | Standar Deviasi | | Variance | |
|----|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------|------------|---------------|-----------------|-------------|----------|-------------|
| | | Akurasi | Waktu | Akurasi | Waktu | Akurasi | Waktu | Akurasi | Waktu | Akurasi | Waktu |
| 1 | Gabor | 83.33% | 10.219 9 s | 70.83% | 10.3819 s | 79.17 % | 10.305 6 s | 75% | 9.809 s | 75% | 9.8495 s |
| 2 | DCT | 79.17% | 24.637 7 s | 79.17% | 12.1047 s | 79.17 % | 6.3947 s | 79.17% | 6.6453 s | 79.17% | 6.2323 s |

Dengan ekstraksi ciri gabor didapatkan akurasi paling tinggi pada 6 parameter yaitu 83.33% dan waktu komputasi terendah dimiliki oleh ciri statistik standar deviasi selama 9.809 detik. Pada kondisi kedua dengan ekstraksi ciri DCT (*Discrete Cosine Transform*) akurasi yang didapatkan adalah konstan tetapi waktu komputasi terkecil adalah saat ciri statistik *variance* yaitu 6.23 detik. Hal ini disebabkan karena saat metode gabor memproses akurasi dengan 6 parameter lebih baik karena informasi dan pemrosesan yang dilakukan lebih lengkap dengan melalui 6 ciri statistik, sehingga mendapatkan akurasi yang paling tinggi. Metode Gabor Wavelet memiliki sifat untuk meminimalkan produk standar deviasi dalam waktu dan frekuensi domain sehingga saat menggunakan ciri statistic yang sedikit, akurasi yang dihasilkan kurang bagus karena informasi dan proses yang terjadi minim dan kurang. Dan sifat tersebut juga menyebabkan waktu komputasi yang didapatkan paling kecil saat parameter standar deviasi.

Sedangkan pada DCT (*Discrete Cosine Transform*) akurasi yang dihasilkan konstan karena tidak terjadi peminoran informasi saat menggunakan kurang dari 6 parameter ciri. Tetapi waktu komputasi yang dihasilkan akan semakin cepat saat menguji kurang dari 6 parameter karena saat menguji 6 parameter, DCT membutuhkan

proses untuk mendapatkan koefisien dari masing-masing parameter sehingga semakin banyak parameter yang digunakan maka semakin lama waktu yang dibutuhkan.

4.5. Kelemahan dan Kelebihan Pada Metode Terpilih

Setelah menguji coba 2 metode yang terpilih yaitu Gabor Wavelet dan DCT (*Discrete Cosine Transform*) dengan beberapa parameter pengujian, maka dapat terlihat kelebihan serta kekurangan dari metode metode tersebut. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari metode gabor wavelet dan DCT (*Discrete Cosine Transform*)

Kelebihan Gabor :

1. Sifat penting dari gabor wavelete ini adalah bahwa meminimalkan proses standar deviasi dalam waktu dan frekuensi domain. Dengan kata lain, ketidakpastian dalam informasi yang dibawa oleh wavelet ini diminimalkan. Sehingga memproses akurasi yang paling baik karena meminimalkan hal hal yang terdapat pada standar deviasi saat proses akurasi.
2. Wavelet Gabor ini memberikan representasikan gambar yang lengkap sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi suatu citra saat menggunakan metode ini

Kelemahan Gabor :

1. Gabor memiliki sifat non orthogonal yang artinya ada beberapa proses yang sulit untuk diproses.

Kelebihan DCT (*Discrete Cosine Transform*) :

1. Kelebihan kompresi data menggunakan *Discrete cosine transform* adalah citra tidak akan mengalami perubahan yang terlalu banyak karena metode ini terjadi di domain frekuensi di dalam *image*, bukan pada domain spasial, sehingga tidak akan ada perubahan yang terlihat pada cover gambar, dan juga kokoh terhadap manipulasi *stego-object*.

Kekurangan DCT (*Discrete Cosine Transform*) :

1. Sedangkan kekurangannya adalah dalam pembuatan data dengan metode *Discrete cosine transform* juga implementasi algoritma yang panjang dan membutuhkan banyak perhitungan.
2. *Discrete cosine transform* biasanya digunakan pada citra foto atau citra lain yang tidak terlalu memerlukan detail citra, dimana kehilangan bit rate foto tidak berpengaruh pada citra.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem pendeteksi granuloma pada citra radiograf periapikal, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem aplikasi untuk mendeteksi periapikal radiograf dengan menggunakan metode ekstraksi ciri gabor wavelet dan DCT dengan klasifikasi menggunakan k-NN *Euclidean Distance* mampu mendeteksi citra periapikal yang mengandung penyakit gigi granuloma dan gigi normal.
2. Pada penelitian ini menggunakan ekstraksi ciri gabor wavelet mendapatkan akurasi terbaik yaitu 83.33% sedangkan pada DCT mendapatkan akurasi terbaik yaitu 79.17%.
3. Sesuai pengujian yang telah dilakukan, metode gabor wavelet lebih stabil dan lebih bagus hasil akurasinya dan lebih cepat waktu komputasinya saat melakukan pengujian dibandingkan dengan metode DCT. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode yang lebih bagus untuk pengujian penyakit granuloma ini adalah gabor wavelet

5.1 Saran

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat mengumpulkan variasi data yang lebih banyak dengan kualitas gambar yang lebih baik
2. Diharapkan dapat membuat sistem pendeteksi yang dapat membandingkan beberapa macam kelainan pada akar gigi .
3. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat mengembangkan alat yang dapat langsung medeteksi penyakit gigi.

- [1] Damanik,Oktaviani Vivi, Bambang Hidayat, Suhardjo. (2017). Pengolahan Citra Radiograf Periapikal Pada Deteksi Penyakit Granuloma Dengan Metode Multiwavelet.2017 Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri.
- [2] Olaf E. Langland, Robert P Langlais, John W Preece.(2002). *Book of Principles of Dental Imaging*.
- [3] Nadia Printa Tearani, *Member, IEEE*.Peningkatan Kompresi Citra Digital Menggunakan *Discrete Cosine Transform – 2 Dimension (DCT – 2D)*.
- [4] Nadiya Ibrahim.(2017).Deteksi Kualitas Keju Menggunakan Metode Gabor Wavelet dengan Klasifikasi *K-Nearest Neighbor (K-NN)* pada Citra Digital.
- [5] Aditya Putra Setyo Utomo.(2016).Deteksi Pulpitis Melalui Periapical Radiograf dengan Teknik Segmentasi Citra Menggunakan Metode Wavelet.
- [6] Putra, Darma. (2010). Buku Pengolahan Citra Digital.