

DETEKSI GRANULOMA MELALUI CITRA RADIOGRAF PERIAPIKAL DENGAN METODE GABOR WAVELET DAN KLASIFIKASI SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

Muhammad Fadhil Zuandi¹⁾, Bambang Hidayat²⁾, Suhardjo Sitam³⁾

^{1, 2)} Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung

³⁾ Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjajaran Bandung

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buah Batu, Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat 40257

Email : mfadhilz20@gmail.com¹⁾, bhidayat@telkomuniversity.ac.id²⁾, suhardjo_sitam@yahoo.com³⁾

Abstrak

Granuloma gigi adalah kelainan gigi berupa massa kronis jaringan granulasi yang meradang sebagai respon rangsangan infeksi gigi. Dalam mendiagnosis kelainan tersebut, dokter mengambil radiografi dari gigi pasien untuk menunjang diagnosa. Salah satu jenis radiografi yang digunakan oleh dokter gigi adalah radiografi periapikal. Hasil dari radiografi ini kemudian akan dilihat dan diinterpretasikan oleh dokter untuk mendapatkan hasil akhir. Proses interpretasi ini dapat dibatasi oleh kondisi mata dalam penglihatan dan kecakapan dokter yang setiap individunya tidak sama. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah sistem yang dapat membantu mendiagnosa kelainan dari hasil radiografi yang didapat.

Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan sistem yang dapat mempermudah diagnosis granuloma berbasis MATLAB melalui ciri-ciri dari hasil pengolahan citra radiograf. Citra masukan akan dibaca dan diproses untuk kemudian di kelompokkan untuk memperoleh hasil deteksi. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode Gabor Wavelet untuk ekstraksi ciri dan metode klasifikasi Support Vector Machine (SVM).

Hasil akhir dari penelitian ini adalah sistem yang mampu mendeteksi kelainan granuloma dengan masukan citra radiograf periapikal dengan akurasi tertinggi 91.67% pada skenario pertama dan 87.5% pada skenario kedua.

Kata kunci: *Granuloma, Gabor Wavelet, Radiografi Periapikal, Support Vector Machine (SVM)*

1. Pendahuluan

Gigi merupakan organ tubuh penting dalam mulut yang memiliki fungsi untuk merobek, memotong dan mengunyah makanan, serta berbicara. Sebagai tempat masuknya beragam makanan dan nutrisi ke dalam tubuh, gigi rentan terhadap berbagai kelainan dan penyakit yang mengganggu kesehatan gigi, terutama yang disebabkan oleh bakteri. Salah satu dari kelainan gigi adalah granuloma, yang terjadi di area sekitar pulpa gigi. Granuloma merupakan kelainan yang terdapat pada periapikal gigi akibat nekrotik yang kronis pada pasien

yang memiliki daya tahan tubuh yang tinggi sebagai bentuk defensif agar bakteri penyebab tidak menyebar ke bagian tubuh lain. Granuloma digambarkan berupa massa kronis jaringan granulasi yang meradang sebagai respon rangsangan infeksi gigi, ditemukan di apeks nonvital gigi [1]. Granuloma periapikal adalah salah satu sekuela lanjutan paling umum dari pulpitis.

Dewasa ini, perkembangan teknologi yang pesat telah banyak membantu di dunia kesehatan dalam memecahkan beberapa masalah yang ada. Salah satu teknologi dalam dunia kesehatan yang digunakan sebagai alat bantu dokter adalah radiografi. Salah satu jenis radiografi yang digunakan oleh dokter gigi untuk melihat seluruh lapisan gigi yaitu radiografi periapikal. Dalam diagnosis granuloma, dokter membutuhkan radiografi periapikal ini untuk menunjang diagnosa awal. Radiografi periapikal menggambarkan teknik intraoral yang dirancang untuk menunjukkan beberapa gigi dan jaringan apeks sekitarnya [2]. Gambaran benda yang diambil dengan radiografi disebut radiograf.

Citra radiograf granuloma adalah tampak bayangan radiolucent berbatas jelas dan tidak tegas yang terdapat pada ujung akar gigi. Daerah yang menjadi fokus pada interpretasi citra radiograf granuloma merupakan daerah akar gigi, dimana bayangan hitam tampak pada bagian tersebut, seperti terlihat pada gambar 1 dibawah. Citra hasil radiografi periapikal akan dilihat dan diinterpretasikan oleh dokter atau radiolog untuk menentukan hasil akhir. Dalam proses interpretasi granuloma melalui radiografi periapikal ini diperlukan penglihatan yang baik dan kecakapan dokter yang setiap individunya tidak sama, sehingga dapat mengakibatkan kesalahan dalam interpretasi hasil radiografi. Perancangan sistem dengan pengolahan citra digital ini bertujuan membantu dokter dan radiolog dalam menganalisa hasil dari radiografi periapikal dan menunjang diagnosa secara cepat dan efisien.



Gambar 1. Citra Radiograf Periapikal Granuloma

Citra digital sendiri merupakan gambar dua dimensi yang bisa ditampilkan pada layar komputer sebagai himpunan atau diskrit nilai digital yang disebut pixel atau *picture elements* sebagai pembentuk sebuah citra [3]. Setiap piksel mempunyai koordinat sebagai posisi, sistem koordinat yang dipakai adalah (x,y) dengan x dinyatakan sebagai posisi kolom dan y dinyatakan sebagai posisi baris.

Dalam perancangan sistem ini digunakan metode *Gabor Wavelet* sebagai ekstraksi ciri dan *Support Vector Machine* sebagai *classifier*. Transformasi 2D Gabor Wavelet yang digunakan merupakan transformasi yang bekerja pada ruang 2 dimensi. Transformasi wavelet bekerja dengan acuan letak piksel-piksel yang menyusun sebuah citra. Fungsi gabor dapat didefinisikan oleh persamaan berikut [4] [5]:

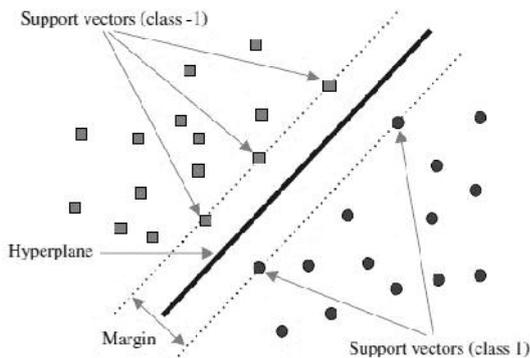
$$G(x, y) = \frac{f^2}{f\sqrt{x}} \exp\left(-\frac{x^2 + x^2 y^2}{2f^2}\right) \exp(j2ffx' + w) \dots(1)$$

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta \dots(2)$$

$$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta \dots(3)$$

Fungsi Gabor 2D merupakan sebuah *local bandpass filter* yang mencapai lokalisasi optimal pada domain tertentu. Filter Gabor adalah sekelompok *wavelet*, dengan masing-masing *wavelet* menangkap energi pada frekuensi tertentu dan arah tertentu [6].

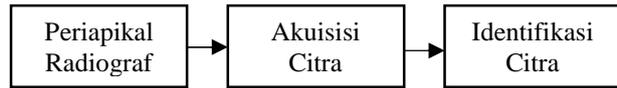
Support Vector Machine (SVM) digunakan untuk menemukan fungsi pemisah (*classifier*) yang optimal yang bisa memisahkan dua set data dari dua kelas yang berbeda. Prinsip dasar SVM adalah *linear classifier*, dan selanjutnya dikembangkan agar dapat bekerja pada problem non-linear dengan memasukkan konsep trik kernel pada ruang kerja berdimensi tinggi. Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah kelas pada ruang input [7] [8], diilustrasikan dengan gambar 2. Pada sistem yang dirancang, kelas tersebut merupakan *granuloma* dan *normal*.



Gambar 2. Ilustrasi Support Vector Machine

2. Pembahasan

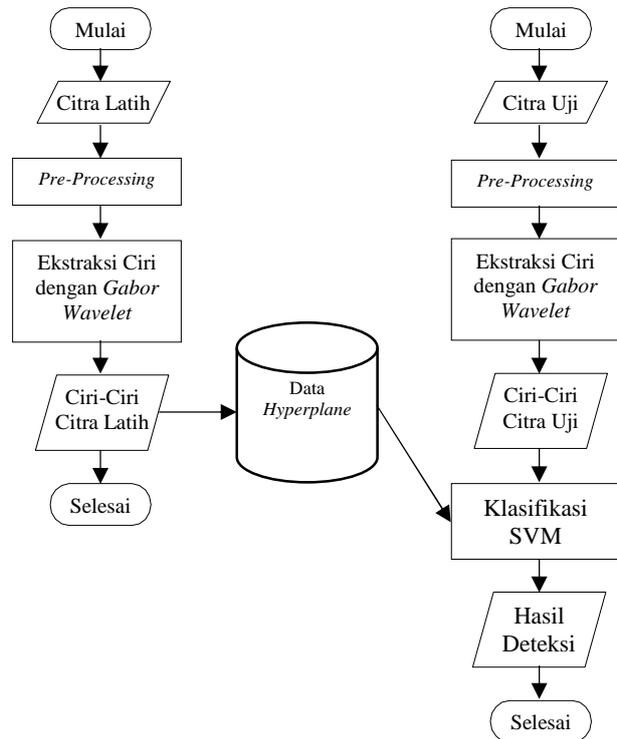
Perancangan sistem deteksi *granuloma* menggunakan software MATLAB ini dapat digambarkan secara umum pada diagram blok yang ditunjukkan gambar 3 berikut.



Gambar 3. Diagram Blok Umum Sistem

Akuisisi citra merupakan proses perekaman citra radiograf yang dilakukan secara *offline* menggunakan *scanner* khusus film untuk didapatkan hasil dengan bentuk format *.jpg. Periapikal radiograf atau citra x-ray ini diperoleh dari Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Padjajaran.

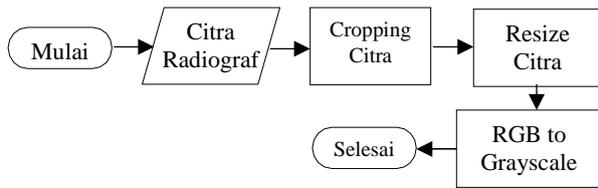
Setelah memperoleh citra digital dari *scan* radiograf periapikal, tahap selanjutnya adalah proses identifikasi citra. Diagram alir lengkap dari tahap identifikasi ditunjukkan dengan gambar 4 berikut.



Gambar 4. Diagram Alir Identifikasi Citra

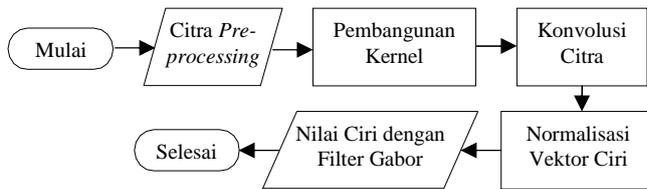
Pada identifikasi citra, terdapat proses *pre-processing*, ekstraksi ciri citra dengan menggunakan *Gabor Wavelet* dan klasifikasi menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) yang akan menghasilkan keluaran hasil deteksi sistem. Pada sistem akan terdapat tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pelatihan bertujuan membentuk *database* ciri sebagai dari hasil ciri-ciri citra latih. Tahap pengujian akan menggunakan *database* tersebut sebagai acuan untuk melakukan klasifikasi dari hasil ciri-ciri citra uji.

Dalam proses *pre-processing*, citra digital dipersiapkan dan diolah agar kualitasnya meningkat. Citra yang ditangkap pada proses sebelumnya diolah terlebih dahulu untuk dipotong dan diambil area akar gigi, kemudian disamakan ukurannya dan diubah kedalam bentuk grayscale. Proses *pre-processing* ditunjukkan pada gambar 5.



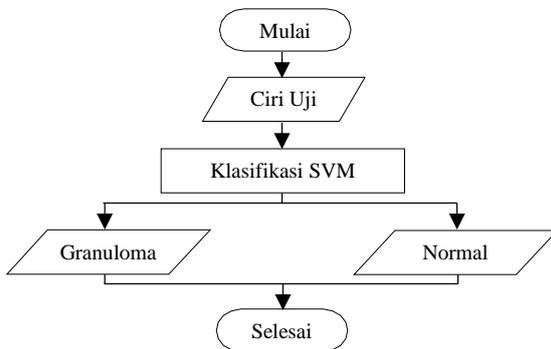
Gambar 5. Diagram Blok Proses Pre-Processing

Setelah melalui proses *pre-processing*, maka proses selanjutnya adalah ekstraksi ciri. Pengambilan ciri (*feature*) merupakan proses dari sebuah citra yang menggambarkan karakteristiknya. Ciri yang diperoleh melalui proses ekstraksi ciri ini digunakan untuk mengetahui keadaan citra gigi dengan menggunakan filter 2D *Gabor Wavelet*. Gambar 6 menunjukkan proses ekstraksi ciri sistem dengan metode Gabor.



Gambar 6. Diagram Blok Proses Ekstraksi Ciri

Selanjutnya, nilai ciri yang diperoleh pada proses ekstraksi ciri akan diklasifikasi untuk ditentukan kelasnya menggunakan *Support Vector Machine* (SVM). Proses klasifikasi ditunjukkan dengan gambar 7.

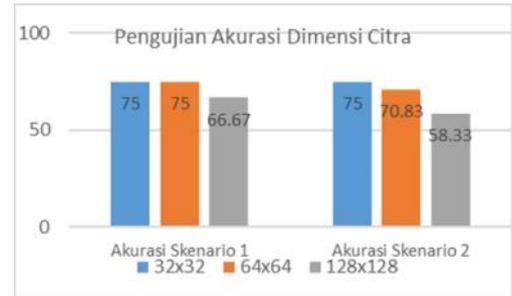


Gambar 7. Diagram Blok Proses Klasifikasi SVM

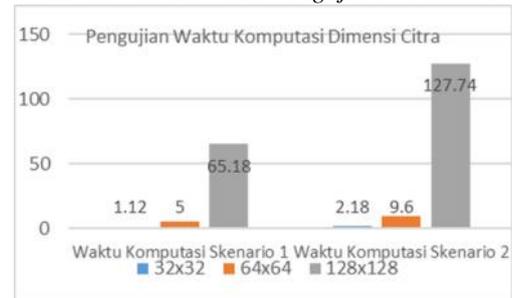
Untuk mengetahui performansi sistem deteksi granuloma melalui citra radiograf periapikal berbasis MATLAB ini, dilakukan pengujian performansi sistem. Pengujian ini dilakukan dengan dua skenario, skenario pertama merupakan pengujian terhadap posisi gigi yang sama yaitu gigi 2-1, sedangkan skenario kedua dengan posisi gigi bebas. Jumlah data latih dan uji pada skenario pertama adalah 10 data latih dan 12 data uji. Sedangkan, skenario kedua menggunakan 16 data latih dan 24 data uji. Tiap skenario dilakukan pengujian perubahan dimensi citra, skala dan orientasi *Gabor Wavelet*, *downsampling* Gabor, kernel SVM dan nilai kernel option SVM. Dari hasil yang diperoleh akan dilihat seberapa besar pengaruh perubahan parameter pengujian terhadap hasil deteksi. Hal yang diperhatikan adalah perbandingan tingkat nilai akurasi dan kecepatan pada waktu komputasi sistem.

1. Pengujian Pengaruh Dimensi Citra

Pengujian ini bertujuan menganalisa pengaruh perubahan dimensi citra terhadap performansi sistem. Pada pengujian ini, digunakan parameter gabor 3 skala dan 8 frekuensi, *downsampling* 4, kernel SVM rbf dan nilai kernel option 9 yang akan diuji berdasarkan dimensi citra yang berbeda yaitu 16 x 16, 32 x 32, dan 64 x 64. Berikut adalah perbandingan akurasi dan waktu komputasi yang ditempuh terhadap perubahan dimensi citra pada kedua skenario yang telah disebutkan sebelumnya:



Gambar 8. Akurasi Hasil Pengujian Dimensi Citra



Gambar 9. Waktu Komputasi Hasil Pengujian Dimensi Citra

Berdasarkan gambar 8 dan gambar 9 diatas, nilai akurasi tertinggi dengan waktu komputasi tercepat didapat menggunakan ukuran dimensi citra 32x32 pixel pada kedua skenario. Waktu komputasi tercepat juga didapatkan dengan ukuran dimensi citra 32x32 pixel. Hal tersebut dikarenakan ukuran citra berpengaruh terhadap banyaknya ciri yang dihasilkan dalam proses ekstraksi ciri.

2. Pengujian Pengaruh Skala dan Orientasi Gabor

Pengujian ini bertujuan menganalisa pengaruh skala dan orientasi gabor terhadap performansi sistem. Pengujian ini menggunakan parameter dimensi citra 32x32 px, *downsampling* 4, kernel SVM rbf dan nilai kernel option 9 yang akan diuji berdasarkan skala dan orientasi gabor yang berbeda. Nilai yang diuji adalah 4 nilai skala (2,3,4 dan 5) dikombinasikan dengan 4 nilai orientasi (5,6,7, dan 8). Berikut adalah perbandingan akurasi dan waktu komputasi yang ditempuh terhadap perubahan skala dan orientasi gabor pada kedua skenario pengujian, dengan hasil skenario 1 ditunjukkan gambar dan skenario 2 ditunjukkan gambar:

Skala	Orientasi	Akurasi	Waktu Komputasi
2	5	83.33%	0.5898s
	6	75%	0.7145s
	7	83.33%	0.8269s
	8	75%	0.7627s
3	5	83.33%	0.8202s
	6	75%	0.9288s
	7	83.33%	1.1079s
	8	75%	1.1751s
4	5	91.67%	0.8564s
	6	75%	1.1177s
	7	83.33%	1.7075s
	8	83.33%	1.3122s
5	5	91.67%	1.0455s
	6	83.33%	1.2451s
	7	91.67%	1.5465s
	8	91.67%	1.8316s

Gambar 10. Hasil Pengujian Skenario 1

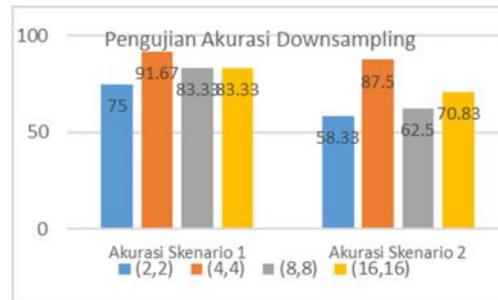
Skala	Orientasi	Akurasi	Waktu Komputasi
2	5	66.67%	0.7339s
	6	70.83%	1.2497s
	7	70.83%	1.2133s
	8	70.83%	1.2754s
3	5	62.5%	1.2007s
	6	75%	1.3505s
	7	70.83%	1.5417s
	8	75%	2.3513s
4	5	75%	1.5203s
	6	66.67%	1.7985s
	7	75%	2.2381s
	8	75%	2.4168s
5	5	79.1%	1.8658s
	6	87.5%	2.2148s
	7	79.1%	2.6779s
	8	87.5%	3.0116s

Gambar 11. Hasil Pengujian Skenario 2

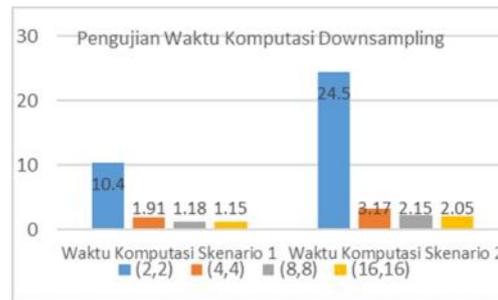
Gambar 10 dan 11 menunjukkan hasil pengujian dengan mengubah nilai skala dan frekuensi dari gabor filter. Nilai akurasi terbaik pada kedua skenario ditunjukkan oleh nilai parameter 5 skala dan 8 orientasi dengan akurasi 91.67% pada skenario 1 dan 87.5% pada skenario 2. Semakin besar nilai skala atau frekuensi, jumlah ciri yang dihasilkan semakin besar dan waktu komputasi semakin lama.

3. Pengujian Pengaruh Faktor *Downsampling*

Pengujian ini bertujuan menganalisa pengaruh nilai *downsampling* gabor terhadap performansi sistem. Pada pengujian ini, digunakan parameter ukuran citra 32x32 px, gabor 5 skala dan 8 frekuensi, kernel SVM rbf dan nilai kernel option 9 yang akan diuji menggunakan nilai *downsampling* yang berbeda yaitu (2,2), (4,4), (8,8) dan (16,16). Berikut adalah perbandingan akurasi dan waktu komputasi yang ditempuh terhadap perubahan *downsampling* dengan dua skenario:



Gambar 12. Akurasi Hasil Pengujian Downsampling

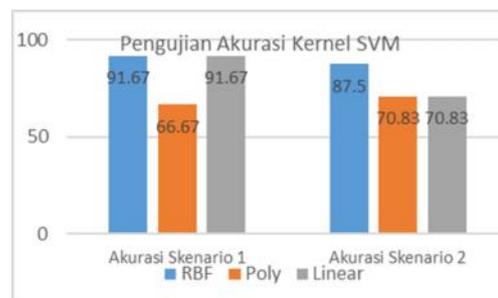


Gambar 13. Waktu Komputasi Hasil Pengujian Downsampling

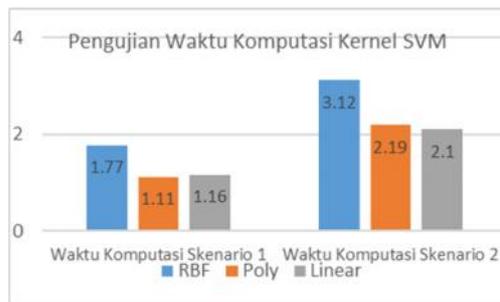
Dari grafik hasil pengujian yang dipaparkan gambar 12 dan 13 terlihat bahwa nilai *downsampling* optimal yang menghasilkan parameter hasil terbaik adalah 4,4 dengan nilai akurasi 91.67% pada skenario 1 dan 87.5% pada skenario 2. Terlihat bahwa semakin tinggi nilai *downsampling*, waktu komputasi semakin cepat, tetapi nilai *downsampling* yang tinggi dapat menghilangkan beberapa ciri-ciri yang dihasilkan dari ekstraksi ciri citra.

4. Pengujian Pengaruh Kernel SVM

Pengujian ini bertujuan menganalisa pengaruh jenis kernel SVM terhadap performansi sistem. Pada pengujian ini, digunakan parameter ukuran citra 32x32 px, gabor 5 skala dan 8 frekuensi, *downsampling* 4, dan nilai kernel option 9 yang akan diuji menggunakan kernel SVM yang berbeda yaitu RBF, Poly dan Linear. Berikut adalah perbandingan akurasi dan waktu komputasi yang ditempuh terhadap perubahan kernel SVM pada kedua skenario pengujian.



Gambar 14. Hasil Pengujian Kernel SVM



Gambar 15. Waktu Komputasi Hasil Pengujian Kernel SVM

Dari gambar 14 dan gambar 15 diatas terlihat bahwa meskipun memakan waktu sedikit lebih lama, akurasi terbesar didapat dengan menggunakan kernel *radial basis function* (rbf). Akurasi yang didapat menggunakan rbf pada skenario 1 sebesar 91.67% dan 87.5% pada skenario 2.

5. Pengujian Pengaruh Nilai kernel option SVM

Pengujian ini bertujuan menganalisa pengaruh nilai kernel option pada SVM terhadap performansi sistem. Pada pengujian ini, digunakan parameter ukuran citra 32x32 px, gabor 5 skala dan 8 frekuensi, dan kernel SVM RBF yang akan diuji menggunakan nilai kernel option SVM yang berbeda yaitu 3, 6, 9 dan 12. Berikut adalah perbandingan akurasi dan waktu komputasi yang ditempuh terhadap perubahan kernel option SVM pada kedua skenario pengujian:



Gambar 16. Akurasi Hasil Pengujian Nilai kernel option SVM



Gambar 17. Waktu Komputasi Hasil Pengujian Nilai kernel option SVM

Berdasarkan gambar 16 dan gambar 17 hasil pengujian diatas, tidak ditemukan pengaruh nilai kernel option secara signifikan terhadap waktu,

dengan nilai kernel option SVM yang menghasilkan akurasi terbaik adalah 9. Akurasi yang dicapai dengan kernel option 9 adalah 91.87% pada skenario 1 dan 87.5% pada skenario 2.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi granuloma melalui masukan citra radiograf periapikal berformat digital, baik dengan posisi gigi sama maupun acak. Nilai parameter terbaik yang diperoleh dari hasil pengujian menghasilkan akurasi tertinggi 91.67% pada skenario 1 dan 87.5% pada skenario 2.

3. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap perancangan sistem untuk mendeteksi penyakit granuloma maka dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Implementasi pengolahan citra radiograf periapikal untuk deteksi granuloma dengan metode *Gabor Wavelet* dan *Support Vector Machine* berbasis MATLAB mampu mendeteksi adanya granuloma melalui masukan citra radiograf periapikal gigi.
2. Performansi terbaik yang diperoleh dari hasil pengujian kedua skenario adalah ukuran citra 32x32, parameter gabor 5 skala dan 8 frekuensi, nilai *downsampling* 4, kernel SVM *radial basis function* (rbf) dan nilai kernel option 9 dengan waktu komputasi yang cukup singkat.
3. Pada skenario 1 (gigi sama) didapat tingkat akurasi sistem tertinggi 91.67% dan waktu komputasi sistem 1.83 detik. Pada skenario 2 (gigi random) didapat tingkat akurasi sistem tertinggi 87.5% dan waktu komputasi sistem 3.0 detik.

Daftar Pustaka

- [1] A. Garg and N. Garg, *Textbook of Endodontics 3rd Edition*, New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2014.
- [2] E. Whites, *Radiography and Radiology for Dental Nurses*, London: Churchill Livingstone, 2005.
- [3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- [4] M. Mughtar dan L. Cahyani, *Klasifikasi Citra Daun dengan Metode Gabor Co-Occurrence*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [5] M. Haghghat, S. Zonouz and M. Abdel-Mottaleb, "CloudID: Trustworthy cloud-based and cross-enterprise biometric," *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 21, pp. 7905-7916, 2015.
- [6] S. Aljahdali, A. Ansari dan N. Hundewale, "Classification of image database using SVM with Gabor Magnitude," *2012 International Conference on Multimedia Computing and Systems*, pp. 126-132, 2012.
- [7] R. Anggraini, *Klasifikasi Jenis Kualitas Keju Dengan Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM) Pada Citra Digital*, Bandung: Universitas Telkom, 2017.
- [8] A. Nugroho, A. Witarto dan D. Handoko, *Support Vector Machine*, IlmuKomputer.Com, 2013.

Biodata Penulis

Muhammad Fadhil Zuandi, saat ini sedang menempuh pendidikan sarjana Jurusan Teknik Telekomunikasi,

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung. Lulus dari SMA Dian Didaktika, Depok, Jawa Barat pada tahun 2014.

Bambang Hidayat, memperoleh gelar Strata 1 Teknik, Jurusan Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Bandung, lulus tahun 1975. Memperoleh gelar strata 2 dari Universite de Rennes I, France, bidang ilmu Digital Communication, lulus tahun 1984. Memperoleh gelar strata 3 dari Universite de Rennes I, France, bidang ilmu Digital Signal Processing, lulus tahun 1988. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Telkom Bandung.

Suhardjo Sitam, memperoleh gelar strata 1 dari Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran Bandung, lulus tahun 1976. Memperoleh gelar Magister dari Universitas Airlangga, lulus tahun 1987. Memperoleh gelar strata 3 dari Universitas Airlangga, lulus tahun 1992. Saat ini menjadi Guru Besar Departemen Radiologi Kedokteran Gigi FKG Universitas Padjajaran Bandung.