

IDENTIFIKASI USIA MANUSIA BERDASARKAN CITRA *PANORAMIC RADIOGRAPH* GIGI KANINUS RAHANG BAWAH MENGGUNAKAN METODE *WATERSHED* DAN KLASIFIKASI *SUPPORT VECTOR MACHINE* (SVM)

IDENTIFICATION OF HUMAN AGE BASED ON RADIOGRAPH PANORAMIC OF MANDIBULAR CANINE TEETH USING WATERSHED METHOD AND SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) CLASSIFICATION

Ayu Tri Yulina¹, Dr.Ir. Bambang Hidayat.DEA.², Drg. Yuti Malinda, MM, M.Kes.,³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ayutrivulina@gmail.com, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id ³yuti.malinda@fkg.unpad.ac.id

Abstrak

Penentuan usia seseorang memegang peranan penting dalam kedokteran forensik, tidak hanya untuk identifikasi tubuh, tetapi erat juga kaitannya dengan tindak kejahatan dan kecelakaan, akibat dari tindak kejahatan dan kecelakaan, akibat dari tindak kejahatan dan kecelakaan ini, tidak jarang ditemukan kerangka manusia atau korban yang sulit diidentifikasi. Banyak prosedur dapat ditempuh dalam menentukan usia seseorang dalam hal ini penelitian saya memfokuskan identifikasi usia manusia melalui gigi tepatnya pada luas pulpanya. Tugas akhir ini dibuat bertujuan untuk mengestimasi usia manusia dengan teknik radiograf panoramik gigi kaninus rahang bawah menggunakan metode segmentasi *Watershed*, Metode ini merupakan metode yang cukup baik dalam menganalisis hasil segmentasi sebuah citra. Untuk mengklasifikasinya menggunakan metode *support vector machine*. Hasil performansi dari sistem tersebut diperoleh dengan tingkat akurasi sebesar 91% dan waktu komputasi 0.0111 dengan menggunakan 141 sampel citra latih dan 47 sampel citra uji. Dengan adanya sistem ini dapat bermamfaat untuk dunia medis terutama untuk odontologi forensik dalam melakukan identifikasi usia manusia.

Kata kunci : *Panoramic Radiograph, Watershed, Support Vector Machine*

Abstract

Determining the age of a person plays an important role in forensic medicine, not only for body identification, but also closely related to crime and accidents, as a result of crime and accidents, as a result of these crimes and accidents. identified. Many procedures can be taken in determining the age of a person in this case my research focuses on the identification of human age through teeth precisely in the area of the pulp. This final project was made to identify human age by using a mandibular canine radiograph panoramic technique using Watershed segmentation method. This method is a fairly good method in analyzing the results of segmentation of an image. To classify it using the support vector machine method. The performance of the system resulted with 91% accuracy rate and 0.0111s computation time using 141 training image samples and 47 test image samples. The existence of this system could make benefit for the medical world especially for forensic odontology in identifying human age.

Keywords: *Panoramic Radiography, Gabor Wavelet, K-Nearest Neighbor*

1. Pendahuluan

Gigi merupakan bagian terkeras tubuh yang terdapat di dalam mulut yang paling sulit hancur dan mengalami pergantian paling akhir pada struktur tubuh manusia, gigi tidak hanya tetap utuh pada mayat yang baru meninggal namun relative tidak mengalami perubahan selama ribuan tahun pada fosil manusia, oleh karena itu gigi secara morfologis, histologis, dan radiografis dapat digunakan untuk menilai dan menentukan umur seseorang. Pada umumnya, ilmu forensik diartikan sebagai suatu ilmu pengetahuan tertentu yang dimanfaatkan untuk penegakkan hukum dan keadilan. Berdasarkan permasalahan tersebut, tugas akhir ini dilakukan proses pengolahan citra panoramik radiograf, pada penelitian ini penulis fokus pada gigi kaninus rahang bawah untuk mengestimasi

umur seseorang, dengan bantuan metode *Watershed* untuk mensegmentasi citra, dengan klasifikasi yang digunakan adalah *Support Vector Machine* (SVM) yang memiliki kelebihan generalisasi, *curse of dimensionality*, dan *feasibility*. SVM dibagi menjadi dua bagian, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pelatihan bertujuan untuk mendapatkan fitur-fitur penting hasil proses ekstraksi ciri yang akan menjadi masukan tahap pengujian. Tahap pengujian bertujuan untuk melihat bagaimana perangkat lunak berjalan dari awal sampai akhir dengan beberapa parameter pengujian.

2. Dasar Teori

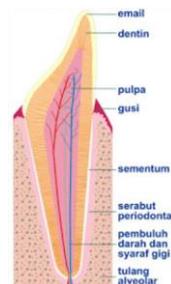
2.1 Ilmu Forensik Kedokteran Gigi

Ilmu kedokteran gigi forensik atau dikenal dengan nama lainnya yaitu forensik dentistry dan odontologi forensik. Forensik odontologi adalah suatu cabang ilmu kedokteran gigi yang mempelajari cara penanganan dan pemeriksaan benda bukti gigi serta cara evaluasi dan presentasi temuan gigi tersebut untuk kepentingan peradilan [1].

Salah satu bagian dari ilmu forensik adalah ilmu forensik gigi (forensik odontologi). Forensik odontologi diperlukan pada kondisi tubuh mayat yang sudah tidak dapat dikenali lagi. Sehingga, pengambilan rekaman gigi individu sangatlah penting sebelum terjadi kematian, karena dapat digunakan sebagai acuan untuk mengidentifikasi individu tersebut [2].

2.2 Gigi Sebagai Indikator Estimasi Umur

Gigi merupakan salah satu bagian dari tubuh yang umumnya dipakai untuk mengestimasi umur karena keunggulannya dapat di aplikasikan pada individu dengan umur prenatal hingga umur dewasa. Hal ini dikarenakan gigi mengalami perubahan yang signifikan pada strukturnya seiring dengan bertambahnya umur.



Gambar 2.1 Bagian Gigi [5]

Dalam setiap gigi manusia seperti pada Gambar 2.1 tersusun atas empat jaringan, yaitu, email, dentin, pulpa, dan sementum. Email merupakan bagian gigi terkeras yang letaknya paling luar dan sangat keras. Dentin merupakan bagian gigi yang terleta dibawah email dan lebih lunak dari email. Dentin pada bagian akar dilapisi oleh sementum. Sementum merupakan jaringan keras yang menutupi akar gigi dengan lapisan yang sangat tipis. Di bawa dentin terdapat pulpa. Pulpa terletak ditengah-tengah gigi yang disebut cavum pulpa, yang terdiri dari pembuluh darah, syaraf, dan pembuluh limfa [5].

2.3 Pulpa

Pulpa gigi merupakan jaringan lunak yang mengisi ruang pulpa dan saluran akar, yang terletak ditengah-tengah gigi dan dikelilingi oleh dentin. Pulpa adalah bagian gigi yang paling dalam, yang mengandung saraf dan pembuluh darah. Rongga pulpa dibagi menjadi dua daerah, yaitu ruang pulpa yang terletak di bagian akar gigi. Beberapa fungsi pulpa, yaitu :

1. Fungsi formatif yaitu membentuk odontoblas yang tidak hanya membentuk dentin tetapi juga berinteraksi dengan epitel gigi untuk memulai pembentukan enamel di masa awal pembentukan gigi.
2. Fungsi protektif yaitu melakukan perlindungan dan perbaikan terhadap efek suatu rangsangan berbahaya.

3. Fungsi nutritive yaitu menyediakan nutrisi yang penting untuk pembentukan dentin dan untuk menjaga vitalitas semua elemen sel [6].

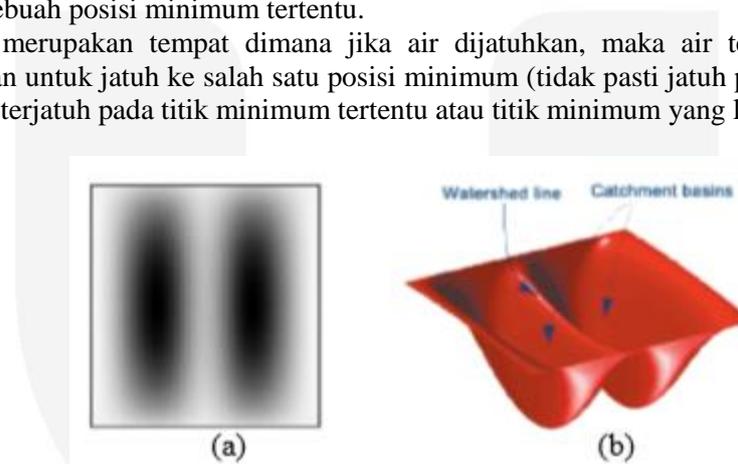
2.4 Panoramic Radiograph

Panoramik adalah merupakan salah satu foto rontgen ekstraoral yang telah digunakan secara umum di kedokteran gigi untuk mendapatkan gambaran tomografi yang memperlihatkan struktur fasial mencakup rahang maksila dan mandibula beserta struktur pendukungnya dengan distorsi dan *overlap* minimal dari detail anatomi pada sisi kontralateral [3]. *Panoramic radiograph* adalah sebuah teknik dimana Gambaranseluruh jaringan gigi ditemukan dalam satu film. Salah satu kelebihan panoramik adalah memiliki dosis radiasi yang rendah dimana dosis radiasi yang diterima pasien untuk satu kali foto panoramik hampir sama dengan dosis empat kali foto intra oral. Foto panoramik sangat bermanfaat dalam mendeteksi dan melokalisasi retakan mandibular dan entitas patologis yang lainnya dari bagian mandibular. [3]

2.5 Watershed

Operasi Watershed merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mensegmentasi citra. Metode Watershed membagi skala keabuan atau citra berwarna dalam region berbeda. Prinsip dari transformasi watershed adalah mencari garis watershed. Garis watershed adalah garis dimana titik-titiknya merupakan titik tertinggi dari penggambaran sebuah citra ke dalam posisi x dan y , dimana posisi x dan y merupakan bidang dasar dan warna piksel. Dalam hal ini gray level yang mendekati warna putih memiliki ketinggian nilai yang paling tinggi. Dengan anggapan bentuk topografi tersebut, maka didapat tiga macam titik yaitu [7]:

- a) Titik yang merupakan minimum regional.
- b) Titik yang merupakan tempat dimana jika setetes air dijatuhkan, maka air tersebut dapat jatuh hingga ke sebuah posisi minimum tertentu.
- c) Titik yang merupakan tempat dimana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke salah satu posisi minimum (tidak pasti jatuh pada titik minimum, tetapi dapat terjatuh pada titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain.)



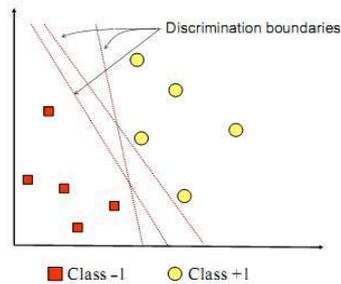
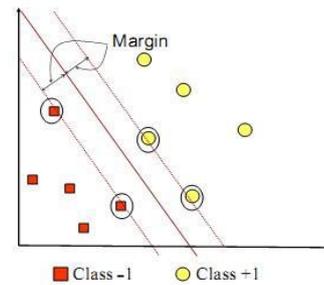
Gambar 2.2 Ilustrasi Watershed

2.6 Ekstraksi Ciri Statistik

Ekstraksi ciri statistik adalah metode ekstraksi ciri yang didapat dari perhitungan statistik distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kekontrasan, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra [5]. Yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstraksi ciri orde pertama. Ekstraksi ciri orde pertama menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra. Dari nilai-nilai pada histogram yang dihasilkan, dapat dihitung beberapa parameter ciri orde pertama. Ekstraksi ciri orde pertama terdiri dari beberapa parameter. Parameter yang digunakan adalah *mean*, *variance*, *standar deviasi*, *skewness*, *kurtosis* dan *entropy*. [8]

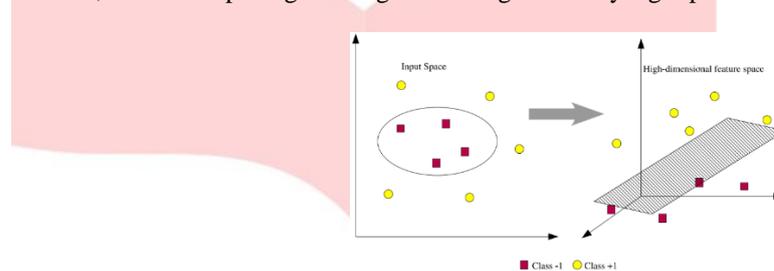
2.7 Support Vector Machine

SVM merupakan metode *machine learning* yang bekerja dengan prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM) yang bertujuan menemukan *hyperplane* terbaik yang memisahkan dua buah kelas pada *input space*. Prinsip dasar SVM adalah classifier linear (SVM) juga dapat digunakan dalam masalah non-linear menggunakan konsep kernel trick dalam ruang vektor dimensi yang lebih tinggi. [9]

Gambar 2.3 SVM berusaha menemukan *hyperplane*Gambar 2.4 *Hyperplane* terbentuk

2.8 Metode Kernel

Untuk menghadapi kasus yang tidak linear maka dapat menggunakan bantuan berbagai macam fungsi kernel. Kernel trick memberikan berbagai kemudahan, karena dalam proses pembelajaran SVM, untuk menentukan support vector, maka cukup dengan mengetahui fungsi kernel yang dipakai



Gambar 2.5 Ilustrasi pemetaan fitur ruang vektor awal ke ruang vektor baru

menunjukkan kita sebagai fungsi yang memetakan fitur ruang vektor awal ke ruang vektor dimensi yang lebih tinggi. Ada beberapa fungsi kernel yang sering digunakan dalam literature SVM antara lain sebagai berikut [9] :

1. Kernel linear adalah kernel yang paling sederhana dari semua fungsi kernel.
2. Kernel Radial Basis Function adalah kernel yang umum digunakan untuk data yang sudah valid (available) dan merupakan default dalam tools SVM.
3. Kernel Polynomial adalah kernel yang sering digunakan untuk klasifikasi Gambar.

3. Pembahasan

3.1 Pre-processing

Pre-processing merupakan salah satu tahapan penting yang harus dilakukan. Tujuan utama dari preprocessing ini adalah membuang informasi-informasi yang tidak diperlukan agar citra berada dalam kondisi yang sama dengan citra yang lain sehingga citra-citra tersebut bisa diekstraksi dengan baik serta memperbagus citra sehingga citra masukan yang menjadi objek utama dalam penelitian dapat terdeteksi.

3.2 Analisis Pengujian Sistem

Pada pengujian system digunakan 188 buah citra, dibagi menjadi 141 citra latih dan 47 citra uji dan dikelompokkan lagi 2 kelas. Pengujian sistem dilakukan berdasarkan mengubah parameter ekstraksi ciri dan parameter klasifikasi untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih baik. Pada bagian ini akan dibandingkan pengaruh perubahan parameter ekstraksi ciri dan klasifikasi terhadap akurasi dan waktu komputasi yang diperoleh.. Hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk tabel dan hasil pengujian tersebut akan dianalisis.

3.3 Hasil Pengujian Skenario Pertama

Berikut merupakan hasil pengujian skenario pertama yaitu pengaruh penggunaan ekstraksi ciri orde 1 yaitu *mean*, *variance*, *standar deviasi*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy* terhadap nilai akurasi dan waktu komputasi yang didapatkan, Pengujian pada tahap ini menggunakan parameter watershed sebesar $L=8$ dengan data pelatihan SVM menggunakan kernel RBF.

Tabel 3.1 Nilai Akurasi Skenario Pertama

Ciri Statistik	Akurasi	Jumlah Data Benar	Waktu Komputasi
Mean	76%	36	0.0328
Variansi	83%	39	0.0112
Standar deviasi	76%	36	0.0109
Skewness	72%	34	0.0118
Kurtosis	74%	35	0.0108
Entropy	74%	35	0.0124

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa pada pengujian skenario pertama, ciri *variance* mampu menghasilkan nilai akurasi terbaik yakni sebesar 83% dengan waktu komputasi 0.0112, dan ciri entropy menghasilkan nilai terburuk yakni 74% dengan waktu komputasi 0.0124.

3.4 Hasil Pengujian Skenario Kedua

Dalam pengujian skenario kedua, ekstraksi ciri orde 1 dibagi penggunaannya menjadi 3 kombinasi ekstraksi ciri terbaik (*mean, variance, standar deviasi*) dan 3 kombinasi ekstraksi ciri terburuk (*skewness, kurtosis, entropy*) dari hasil pengujian skenario pertama. dan akan dilakukan perubahan kernel yakni kernel RBF, Linear, kemudian kernel Polynomial pada tiap pengujian.

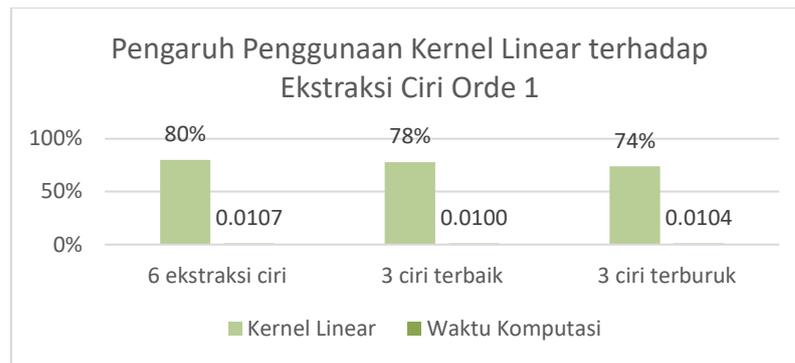
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Skenario Kedua

Ciri statistik	Akurasi (%)			Jumlah Data Benar (47)			Waktu Komputasi		
	RBF	Linear	Polynomial	RBF	Linear	Polynomial	RBF	Linear	Polynomial
6 Ekstraksi Ciri	91%	80%	74%	43	38	35	0.0111	0.0107	0.0103
3 Ciri Terbaik	83%	78%	74%	39	37	35	0.0112	0.0100	0.0108
3 Ciri Terburuk	76%	74%	74%	36	35	35	0.0101	0.0104	0.0111

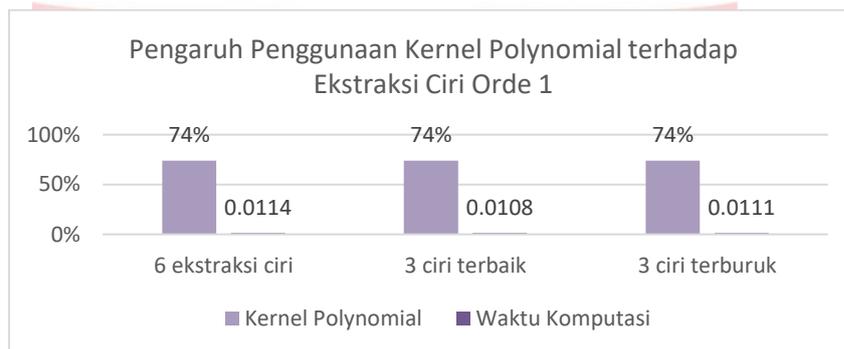
Tabel 3.2 menunjukkan bahwa pergantian kernel berpengaruh pada nilai akurasi dan waktu komputasi yang dihasilkan, tingkat akurasi yang paling tinggi pada pengujian skenario kedua dihasilkan oleh 6 kombinasi ekstraksi ciri dengan menggunakan pelatihan SVM kernel RBF yakni 91% dengan waktu komputasi 0.0111, tingkat akurasi tertinggi kedua dihasilkan oleh 3 kombinasi ciri terbaik dengan pelatihan SVM kernel RBF juga yakni sebesar 83% dan waktu komputasi 0.0112, sedangkan untuk tingkat akurasi ketiga paling baik dihasilkan oleh 6 kombinasi ekstraksi ciri pada saat pelatihan SVM menggunakan kernel linear. Untuk waktu komputasi paling cepat yang dilakukan pada pengujian skenario kedua ini dengan parameter uji kombinasi ciri yang sama didapatkan ketika menggunakan data pelatihan SVM dengan kernel linear. Berikut adalah gambar 3.1, 3.2, dan 3.3 menunjukan grafik hasil dari pengujian skenario kedua.



Gambar 3.1 Grafik Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi Kernel RBF



Gambar 3.2 Grafik Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi dengan Kernel Linear



Gambar 3.3 Grafik Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi Kernel Polynomial

Jadi, pada skenario kedua dapat ditarik kesimpulan bahwa yang mampu menghasilkan nilai akurasi paling baik adalah kernel RBF sedangkan untuk hasil waktu komputasi paling baik ketika menggunakan kernel linear.

3.5 Hasil Pengujian Skenario Ketiga

Pengujian skenario ketiga akan dilakukan analisis terhadap pengaruh penambahan *histogram equalization* dengan parameter kombinasi ciri pengujian yang sama yakni 6 kombinasi ekstraksi ciri (*mean, variance, standar deviasi, skewness, kurtosis, entropy*), 3 ciri terbaik (*mean, variance, standar deviasi*), dan 3 ciri terburuk (*skewness, kurtosis, entropy*) tetapi menggunakan dua pelatihan SVM yang berbeda yakni kernel RBF sebagaimana yang menghasilkan nilai akurasi paling baik, dan kernel linear yang menghasilkan waktu komputasi paling cepat.

Tabel 3.3 Nilai Akurasi Skenario Ketiga Dengan *Histogram Equalization*

Ciri Statistik	Akurasi	Jumlah Data Benar	Waktu Komputasi
6 Ekstraksi Ciri	74%	35	0.0118
3 Ekstraksi Ciri Terbaik	74%	35	0.0120
3 Ekstraksi Ciri Terburuk	74%	35	0.0132

Tabel 3.3 merupakan hasil nilai akurasi dan waktu komputasi yang didapatkan setelah menambahkan *Histogram Equalization*, apabila dibandingkan dengan pengujian skenario kedua menggunakan kernel RBF yang menghasilkan nilai akurasi paling baik, pada Tabel 3.3 hasil akurasi yang didapatkan setelah penambahan *Histogram Equalization* mengalami penurunan nilai akurasi yang dihasilkan, dan pada tiap uji menggunakan kombinasi ciri yang berbeda nilai yang dihasilkan sama. Sedangkan pada pengujian ketiga menggunakan pelatihan kernel linear sebagaimana yang menghasilkan waktu komputasi paling cepat pada pengujian skenario kedua hasil yang didapatkan setelah dilakukan penambahan *Histogram Equalization* waktu komputasi yang dihasilkan oleh tiap uji dengan kombinasi ciri yang berbeda mengalami perlambatan. Jadi, pada pengujian skenario ketiga dapat disimpulkan bahwa penambahan *Histogram Equalization* mengakibatkan nilai akurasi dan waktu komputasi menjadi buruk.

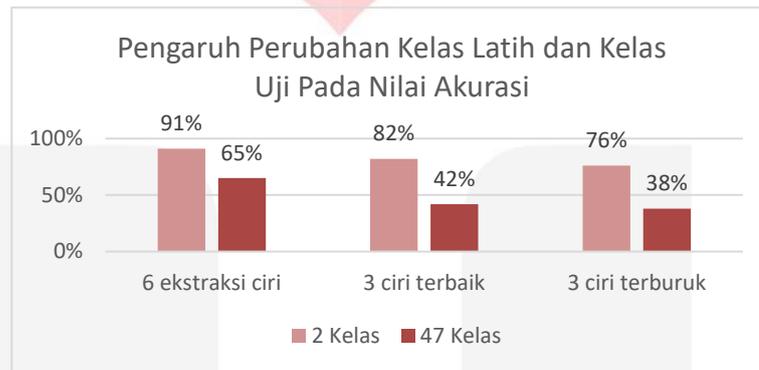
3.6 Hasil Pengujian Skenario Keempat

Pengujian skenario keempat dilakukan analisis terhadap nilai akurasi dan waktu komputasi apabila dilakukan penambahan sampel menjadi sebanyak 329 sampel dengan pembagian 282 sampel sebagai data latih dan 47 sampel sebagai data uji. Dan dilakukan juga perubahan kelas data latih dan data uji menjadi sebanyak masing-masingnya 47 kelas terhadap pengujian dengan parameter kombinasi ciri yang sama yakni 6 kombinasi ekstraksi ciri (*mean, variance, standar deviasi, skewness, kurtosis, entropy*), 3 ciri terbaik (*mean, variance, standar deviasi*), dan 3 ciri terburuk (*skewness, kurtosis, entropy*) serta menggunakan pelatihan SVM dengan kernel yang menunjukkan nilai akurasi dan waktu komputasi paling baik menurut pengujian skenario kedua.

Tabel 3.4 Nilai Akurasi Skenario Keempat Menurut Kelas Umur

Ciri Statistik	Akurasi	Jumlah Data Benar	Waktu Komputasi
6 Ekstraksi Ciri	65 %	31	0.4911
3 Ekstraksi Ciri Terbaik	42 %	20	0.4232
3 Ekstraksi Ciri Terburuk	38 %	18	0.4169

Tabel 3.4 merepresentasikan bahwa perubahan kelas data latih dan data uji menjadi 47 kelas yaitu dari rentan umur 14 tahun hingga 60 tahun, berpengaruh besar terhadap penurunan nilai akurasi dan waktu komputasi yang dihasilkan.



Gambar 3.1 Grafuk Perbandingan Nilai Akurasi Perubahan Kelas Latih dan Kelas Uji

Pada gambar 4.7 grafik perbandingan proses pengujian skenario keempat apabila dibandingkan dengan pengujian skenario kedua yang hanya menggunakan 2 kelas yakni remaja dan dewasa dengan kernel RBF yang menghasilkan nilai akurasi paling baik diantara yang lainnya pun mengalami penurunan pada tiap-tiap pengujiannya.



Gambar 3.1 Grafuk Perbandingan Nilai Akurasi Perubahan Kelas Latih dan Kelas Uji

Untuk waktu komputasi yang dihasilkan pada pengujian skenario keempat mengalami perlambatan dari waktu komputasi yang dihasilkan pada saat pengujian skenario kedua menggunakan kernel Linear yang menghasilkan waktu komputasi paling baik diantara kernel

lainnya, maka hasil yang didapatkan dari skenario pengujian keempat adalah meskipun pengujian telah dilakukan dengan ciri yang sama dan menggunakan kernel yang menghasilkan nilai akurasi paling baik serta menggunakan kernel yang menghasilkan waktu komputasi paling cepat nilai akurasi yang dihasilkan pada skenario keempat menjadi rendah dan waktu komputasi yang dihasilkan pun menjadi lama.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode Metode *Watershed* dan klasifikasi *Support Vector Machine* dapat diimplementasikan untuk proses identifikasi usia manusia melalui citra panoramik radiograf.
2. Dari pengujian skenario pertama didapatkan 3 kombinasi ciri terbaik yaitu *mean*, *varian*, *standar deviasi* dan 3 ciri terburuk yaitu *skewness*, *kurtosis*, *entropy*.
3. Dari semua pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil tingkat akurasi tertinggi dengan penggunaan 6 ekstraksi ciri orde 1 yaitu *mean*, *varian*, *standar deviasi*, *skewness*, *kurtosis*, *entropy*, menggunakan pelatihan SVM kernel RBF menghasilkan tingkat akurasi sebesar 91% dengan waktu komputasi 0.0111.

Daftar Pustaka

- [1] Wirasuta, I.M.A.G. tt. *Pengantar Menuju Ilmu Forensik*. Bukit Jimbaran : Lembaga Forensik Sains dan Kriminologi. Universitas Udayana.
- [2] Santri.B, (2016) *Forensic Odontology Untuk Identifikasi Manusia*.
<http://dental.id/odontologi-forensik/>
- [3] Diani, Mahyar. (2001). *Peranan Foto Rontgen dalam Bidang Odontologi Forensik*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- [4] Dr.Atmadja.SpF,SH,PHD (2004). *Peranan Odontologi Forensik dalam Penyidikan*.[http://odontologiforensikinvestigasi.blogspot.co.id/Moray Rumney Agilent Technologies : "LTE and the Evolution to 4G Wireless Design and Measurement Challenges, 2nd Edition ,"](http://odontologiforensikinvestigasi.blogspot.co.id/Moray%20Rumney%20Agilent%20Technologies%20-%20%E2%80%9CLTE%20and%20the%20Evolution%20to%204G%20Wireless%20Design%20and%20Measurement%20Challenges,%202nd%20Edition,%20John%20Wiley%20&%20Son,%20inc,%202013.) John Wiley & Son,inc ,2013.
- [5] drg. Dio Nella, (2011). *Mengenal Anatomi Gigi Manusia*.
<https://drg.dionella.net/2011/11/28/mengenal-anatomi-gigi-manusia/>.
- [6] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung:Penerbit Informatika.
- [7] R. Adipranata, "Kombinasi Metode Morphological Gradient dan Transformasi *Watershed* pada Proses Segmentasi Citra Digital," Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2005
- [8] Fajrin, Shofi Annisa. 2017. *Identifikasi Biometrik Sidik Rukae Palatina pada Individu dengan Menggunakan Metode Singular Value Decomposition dan Support Vector Machine*. Bandung : Telkom University.
- [9] E. Susilowati, "Implementasi Metode Support Vector Machine Untuk Melakukan Klasifikasi Kemacetan Lalu Lintas Pada Twitter," Vols. 2, No.1, pp. 1480-1481, 2015.