

PENGHITUNGAN DERAJAT KELENGKUNGAN TULANG PUNGGUNG PADA MANUSIA MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI CONTOURLET DAN K-NEAREST NEIGHBOR

Putri Famela Azhari^{1*}, Bambang Hidayat^{2**} dan Achmad Rizal^{3***}

^{1,2}Program Studi Teknik Telekomunikasi

³Program studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektro – Universitas Telkom

Jln. Telekomunikasi Dayeuhkolot Bandung, Indonesia

* putrifamela@gmail.com ** bbh@telkomuniversity.ac.id *** achmadrizal@telkomuniversity.ac.id

Abstract

Human's bones and joints (motion system) have many functions to support their life. One of the most essential parts of human bone is the backbone (spine), because it functions as the structural support that can support the upper body (head, shoulders and chest) and connects with the lower body (abdomen and pelvis). However, it is inevitable that there are several causes that can lead to abnormalities in the spine which can then interfere with the effective functioning of the spine as well. By calculating the degree of spine curvature can be known that there is scoliosis that form of spine abnormalities which are often found in humans. In this study, calculation the degree of spine curvature consists of several processes. The calculation process begins with the preprocessing of the spine image, the process of feature extraction using Contourlet Transform and classification using the KNN (K-Nearest Neighbor). Results of feature extraction will be the input for the KNN which is a method to perform recognition on objects that have the closest distance to the data of learning. Implementation of systems is capable to calculate the degree of the spine curvature that have scoliosis abnormalities with an average accuracy from each class spine condition is 66.25% and average accuracy from each spine degree is 62.5% of 28 images in training data and 20 images in testing data.

Keywords: spine image, scoliosis, contourlet transformation, K-nearestneighbour (KNN).

PENDAHULUAN

Penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung dapat menjadi alat bantu dokter dalam mendiagnosis kelainan tersebut agar dapat meminimalisir kesalahan pada keterbatasan pembacaan hasil tes citra pada suatu kelainan. Bentuk kelainan tulang punggung yang sering ditemukan pada manusia adalah *skoliosis*. Kelainan tulang punggung tersebut dapat diketahui dengan cara mengukur besarnya derajat kelengkungan pada citra tulang punggung manusia.

Pada penelitian ini, penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung terdiri dari beberapa proses. Proses penghitungan diawali dengan pemrosesan awal pada citra tulang punggung, proses ekstraksi ciri menggunakan Transformasi *Contourlet* yang merupakan pengembangan dari *wavelet* dimana metode ini lebih optimal dalam merepresentasikan objek bertepi terutama garis lengkung dalam satu citra serta proses klasifikasi menggunakan KNN (*K-Nearest Neighbor*).

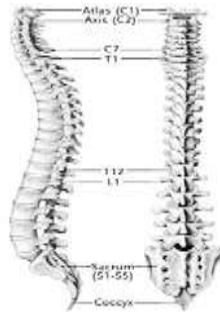
DASAR TEORI

Anatomi Rangka Manusia

Rangka atau tulang pada tubuh manusia termasuk salah satu alat gerak pasif karena tulang dapat bergerak apabila digerakkan oleh otot. Hubungan antar tulang yang satu dengan tulang yang lainnya, dihubungkan oleh persendian (*sendi*) (Hansen, dkk, 2006).

Tulang punggung adalah tulang tak beraturan yang membentuk punggung. Terdapat 33 tulang punggung pada manusia, bagian paling atas merupakan 7 tulang *cervical* (leher), lalu 12 tulang *thorax* (*thoraks* atau dada), 5 tulang lumbal, 5 di antaranya bergabung membentuk bagian *sacral*, dan 4 tulang terakhir membentuk tulang ekor (*coccyx*).

Kelainan pada tulang punggung dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti karena kelainan yang dibawa sejak lahir, infeksi penyakit, karena makanan atau kebiasaan posisi tubuh yang salah. Pada penelitian ini bentuk kelainan yang akan dihitung besarnya derajat kelengkungan tulang punggung adalah kelainan *skoliosis* dengan bentuk kurva C.



Gambar 1. Struktur Tulang Punggung Manusia

Skoliosis adalah kelengkungan tulang punggung yang abnormal ke arah samping, yang dapat terjadi pada segmen *servikal* (leher), *torakal* (dada) maupun *lumbal* (pinggang) (Harrington, 1976). Kurva *Skoliosis* biasanya terletak di area *cervical*, *thoracal*, lumbal, atau beberapa area lainnya. Kurva *Skoliosis* memiliki 2 bentuk, diantaranya adalah (Dubousset, 1998):

1. Kurva C, umumnya di *thoracolumbal*, tidak terkompensasi karena posisi asimetri dalam waktu lama, kelemahan otot, atau *sitting balance* yang tidak baik.
2. Kurva S, umumnya lebih sering terjadi pada *skoliosis idiopathic* dan terletak di *thoracal* kanan dan lumbal kiri atau di *thoracal* kiri dan lumbal kanan.



Gambar 2. Perbedaan Kurva Skoliosis yang Berada di Bagian Thoracal dan Lumbal (Keri, 2013)

Terdapat 3 klasifikasi dari derajat kurva *Skoliosis*, yaitu (Dubousset, 1998):

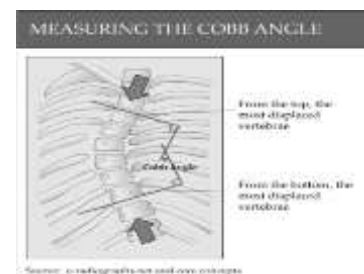
1. *Skoliosis* ringan memiliki kurva $11^{\circ} - 20^{\circ}$.
2. *Skoliosis* sedang memiliki kurva $21^{\circ} - 40^{\circ}$.
3. *Skoliosis* berat memiliki kurva lebih dari 41° .

Untuk mengukur derajat kelengkungan tulang punggung yang menderita kelainan *Skoliosis* secara manual menggunakan *Cobb Method* dimana besarnya derajat kelengkungan

tulang punggung disebut dengan istilah *Cobb Angle*.

Langkah-langkah dalam mengukur *Cobb Angle* (anonym, 2013) :

1. Tentukan tulang punggung yang paling miring di bagian atas kurva dan menarik garis sejajar dengan pelat ujung *superior vertebra*.
2. Tentukan tulang punggung yang paling miring di bagian bawah kurva dan menarik garis sejajar dengan pelat ujung rendah *vertebralis*.
3. Tarik memotong garis tegak lurus dari dua baris sejajar.
4. Sudut yang dibentuk antara dua garis sejajar adalah sudut Cobb.



Gambar 3. Mengukur Cobb Angle (anonym, 2013)

Transformasi *Contourlet*

Transformasi *Contourlet* merupakan transformasi yang baru dari pengembangan Transformasi *Wavelet* menggunakan multiskala dan DFB (*Directional Filter Bank*) yang mampu mengambil kontur halus di berbagai arah dari suatu gambar (Veerakumar, 2007). Transformasi *Contourlet* dapat dibagi menjadi dua langkah utama yaitu LP (*Laplacian Pyramid*) dan DFB (*Directional Filter Bank*). Transformasi *Contourlet* mengubah LP yang pertama kali digunakan untuk menangkap titik diskontinuitas dalam struktur linier.

LP merupakan cara untuk memperoleh dekomposisi multiskala. DFB adalah *sampled filter bank* yang dapat menguraikan citra menjadi citra dua arah. Sifat Utama dari Transformasi *Contourlet* diskrit dapat dinyatakan dalam teorema berikut (Sudhakar, dkk, 2006):

1. Jika kedua LP dan penggunaan *filter* DFB rekonstruksi sempurna, maka PDFB mencapai rekonstruksi yang sempurna yang berarti menyediakan operator bingkai.
2. Jika kedua LP dan DFB menggunakan *filter* orthogonal, maka PDFB menyediakan *tight frame* dengan *frame* batas sama dengan 1.

3. PDFB memiliki rasio redundansi sampai dengan 4/3.
4. Misal tingkat L_j – level DFB diterapkan pada tingkat piramid j dari LP ($j=1,2,\dots,J$, dimana $j=1$ sesuai skala terbaik), maka gambar dasar dari PDFB memiliki ukuran pendukung yang penting dari $width \approx 2^j$ dan $length \approx 2^{j+l_j-2}$.

K-Nearest Neighbor

KNN adalah suatu metode yang menggunakan algoritma supervised dimana hasil dari query instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Tujuan dari algoritma ini adalah mengklasifikasikan obyek baru berdasarkan atribut dan training sample (Jain, Duin, & Mao, 2000). Classifier tidak menggunakan model apapun untuk dicocokkan dan hanya berdasarkan pada memori. Diberikan titik query, akan ditemukan sejumlah k obyek atau (titik training) yang paling dekat dengan titik query (Rizal, 2012).

Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung berdasarkan Euclidean Distance yang direpresentasikan sebagai berikut :

$$D(a,b) = \sqrt{\sum_{k=1}^d (a_k - b_k)^2} \tag{1}$$

Dimana matriks $D(a,b)$ adalah jarak skalar dari kedua vektor a dan b dari matriks dengan ukuran d dimensi.

PERANCANGAN SISTEM

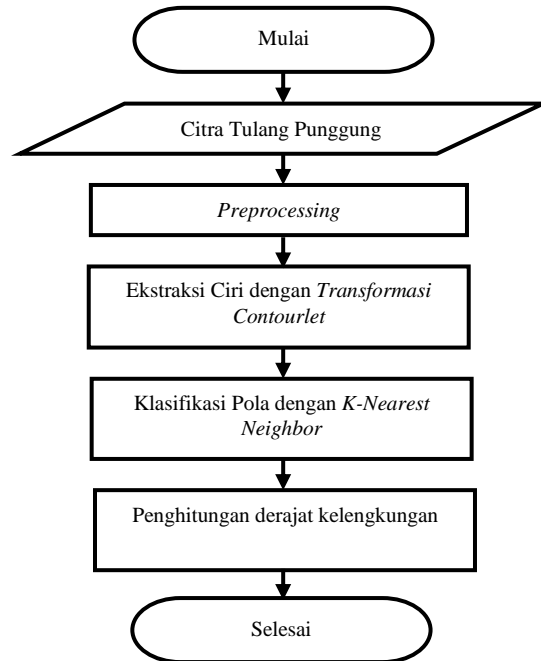
Spesifikasi Sistem

Hasil keluaran dari sistem ini akan mengklasifikasikan seberapa beratnya tingkat kelainan pada tulang punggung tersebut dan besarnya derajat kelengkungan tulang punggung. Secara umum sistem penelitian yang akan dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.

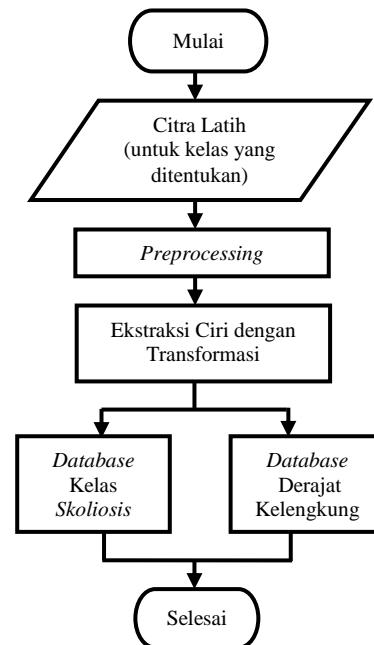
Citra tulang punggung yang diperoleh berupa hasil rontgen tulang punggung yang kemudian difoto kembali menggunakan kamera digital. Proses pengambilan citra tulang punggung ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu sebagai citra latih dan citra uji sehingga secara lebih rinci prosesnya terbagi dua seperti pada Gambar 5 dan 6.

Pada Gambar 5, citra latih mengalami proses ekstraksi ciri dengan menggunakan Transformasi Contourlet untuk mendapatkan nilai -nilai ciri pada masing – masing citra. Nilai hasil ekstraksi ciri tersebut disimpan ke dalam dua database. Database pertama merupakan database kelas skoliosis. Database

kedua merupakan database derajat kelengkungan dimana besarnya derajat kelengkungan tulang punggung skoliosis berkisar antara $10^{\circ} - 60^{\circ}$. Nilai yang ada pada database tersebut akan menjadi acuan dalam proses citra uji.



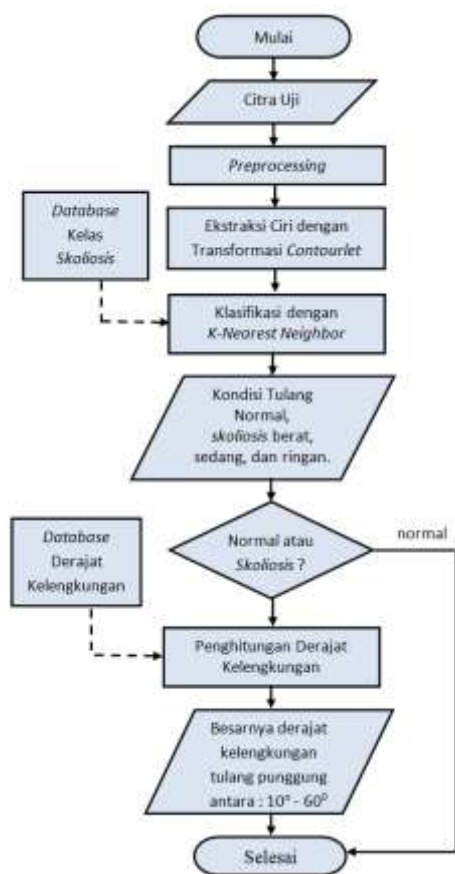
Gambar 4. Diagram alir sistem penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung pada manusia secara umum



Gambar 5. Diagram alir proses citra latih

Dari Gambar 5 dan Gambar 6 proses citra latih dan citra uji memiliki kesamaan sampai dengan tahap ekstraksi ciri menggunakan

Transformasi *Contourlet*. Perbedaannya adalah pada proses citra uji, setelah ekstraksi ciri digunakan *database* kelas *skoliosis* sebagai acuan untuk pengklasifikasian kondisi tulang. Jika setelah diklasifikasi nilai ciri citra uji mendekati nilai ciri citra tulang normal, maka proses dianggap selesai. Dan jika nilai ciri citra uji mendekati nilai ciri citra *skoliosis* berat, sedang dan ringan, maka tahapan selanjutnya adalah penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung. Hasil penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung ditentukan dari nilai ciri citra uji yang mendekati nilai ciri citra latih pada *database* derajat kelengkungan.



Gambar 6 Diagram alir proses citra uji

Proses Pengambilan Citra Tulang Punggung

Pengambilan citra tulang punggung atau istilah radiologinya disebut citra *thoracalumbal* merupakan hasil *rontgen* tulang punggung yang kemudian difoto kembali menggunakan kamera digital.

Preprocessing

Preprocessing merupakan sebuah proses awal yang dilakukan pada suatu citra digital sebelum dilakukan pemrosesan citra selanjutnya.

RGB to Grayscale

Dalam tahap ini akan dilakukan penkonversian citra dari RGB menjadi *grayscale* agar citra menjadi satu *layer* sehingga dapat menyederhanakan model citra yang akan diproses.

Cropping

Tujuan dari *cropping* adalah untuk mendapatkan ROI (*Region of Interest*) dan membuang bagian yang tidak penting sehingga bagian yang akan diteliti menjadi lebih spesifik dan dapat memaksimalkan proses ekstraksi ciri. Dalam penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung ini bagian yang menjadi ROI adalah *thoracalumbal*.

Resize Dimensi Citra

Untuk citra memiliki dimensi yang berbeda diperlukan penyamaan dimensi semua citra untuk mempermudah dalam proses pengolahan selanjutnya. Dalam sistem ini dimensi citra yang digunakan adalah 4000x1000.

Ekstraksi Ciri

Dalam pengambilan ciri dari setiap gambar menggunakan Transformasi *Contourlet*, dilakukan empat proses tahapan, yaitu : penentuan level dekomposisi citra dan subbandnya, penentuan jenis dekomposisi *pyramidal filter* dan penentuan jenis dekomposisi *directional filter* pada Transformasi *Contourlet*, dan penghitungan nilai variansi dari hasil ekstraksi ciri Transformasi *Contourlet*.

Level Dekomposisi Citra

Pada tahap ini ditentukan level dekomposisi dari DFB (*Directional Filter Bank*) dari masing – masing *pyramidal level*. Penentuan level dekomposisi ini penting karena DFB saja pada Transformasi *Contourlet* hanya dapat menangkap frekuensi tinggi dari citra, frekuensi rendah pada citra tidak terlalu diperhatikan sehingga frekuensi rendah akan terhambur menjadi beberapa *subband*. Oleh karena itu, DFB harus dikombinasikan dengan dekomposisi multiskala, dimana frekuensi rendah dari citra akan dihapus sebelum menerapkan DFB. Setiap citra bandpass dari hasil *Laplacian pyramid* yang mempunyai nilai level *j* akan didekomposisi dengan *lj* level pada DFB menjadi 2^{lj} citra bandpass.

Dekomposisi Pyramidal Filter

Filter pada dekomposisi *pyramidal* bertujuan untuk mereduksi *noise* pada citra frekuensi rendah (*lowpass*) pada LP. Ada beberapa jenis

filter yang digunakan untuk melakukan pemfilteran pada dekomposisi *pyramidal*, yaitu: filter Burt, 9-7, 5-3 dan Pkva.

- Dekomposisi Directional Filter

Filter pada dekomposisi *directional* bertujuan untuk mereduksi *noise* pada citra frekuensi tinggi (*highpass*) pada DFB. Ada beberapa jenis filter yang digunakan untuk melakukan pemfilteran pada dekomposisi *directional*, yaitu : filter Haar, 5-3, 9-7, dan Pkva.

Local Binary Pattern

Operasi LBP bekerja pada blok pixel 3 x 3 dari sebuah citra. Pixel-pixel di blok tersebut kemudian diberikan threshold oleh pixel tengah, dimana jika nilai pixel tengah lebih besar maka pixel tetangga tersebut akan bernilai satu dan jika lebih kecil akan bernilai nol, kemudian dikalikan kuadrat dua. Kemudian, dijumlahkan untuk mendapatkan label baru untuk pixel tengah. Karena sebuah ketetangaan dari pixel terdiri dari delapan pixel, sejumlah $2^8 = 256$ label berbeda yang mungkin didapatkan bergantung kepada nilai keabuan relatif dari pixel tengah pada lingkup ketetangaan pixel (Pietikäinen, dkk, 2011).

Klasifikasi Pola Dengan KNN

Parameter yang terdapat dalam klasifikasi KNN adalah *k*, *distance* dan *rule*. *K* adalah jumlah dari tetangga terdekat masing – masing ciri. *Distance* adalah cara perhitungan jarak antar tetangga terdekat, jenis – jenis *distance* adalah *euclidean*, *cityblock*, *cosine*, *correlation*.

Parameter Performansi

Parameter performansi yang digunakan dalam penelitian ini adalah parameter akurasi dan parameter waktu. Akurasi adalah ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Akurasi dihitung dari jumlah data benar dibagi dengan jumlah data secara keseluruhan. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{jumlah_data_benar}{jumlah_data_keseluruhan} \times 100\% \tag{2}$$

Parameter waktu yang digunakan merupakan jumlah keseluruhan waktu yang diperlukan untuk melakukan keseluruhan proses dalam penelitian ini. Waktu dihitung dari awal pengambilan data hingga keluaran yang

diharapkan muncul. Dalam penelitian ini, akurasi yang diperoleh didasarkan oleh perubahan dari parameter berikut:

1. Parameter *preprocessing*
2. Parameter Transformasi *Countourlet*
3. Parameter K-NN (*K-Nearest Neighbor*)

PEMBAHASAN
Skenario Pengujian Sistem

Berikut adalah skenario pengujian sistem :

1. Mengetahui kemampuan sistem dalam membedakan citra uji kedalam kondisi tulang punggung normal, skoliosis berat, skoliosis sedang dan skoliosis ringan.
2. Mengetahui kemampuan sistem dalam penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung.
3. Menganalisis pengaruh *preprocessing* terhadap akurasi sistem.
4. Mengetahui perubahan performansi sistem jika dilakukan analisis terhadap perubahan level dekomposisi citra, *pyramidal filter* dan *directional filter* pada Transformasi *Contourlet*.
5. Mengetahui akurasi sistem terhadap pengaruh perubahan nilai *k* dan jenis *distance* pada klasifikasi KNN.

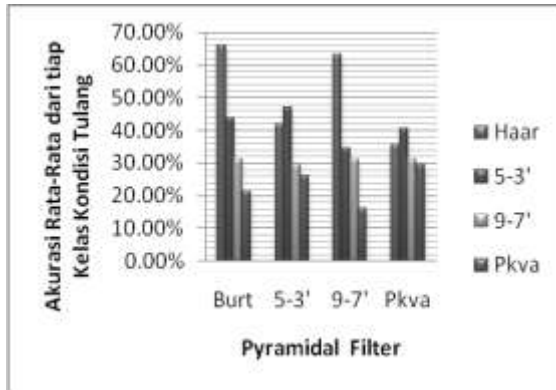
Analisis Hasil Pengujian terhadap Perubahan Parameter pada Preprocessing Nilai Resize

Pengujian sistem ini menggunakan parameter – parameter sebagai berikut : ratio dimensi citra sebesar 4:1 piksel, jumlah level dekomposisi Transformasi *Contourlet* adalah 1, *pyramidal filter* Pkva, *directional filter* Haar, klasifikasi menggunakan KNN dengan nilai *k* = 3 dan jenis KNN adalah *euclidean*.

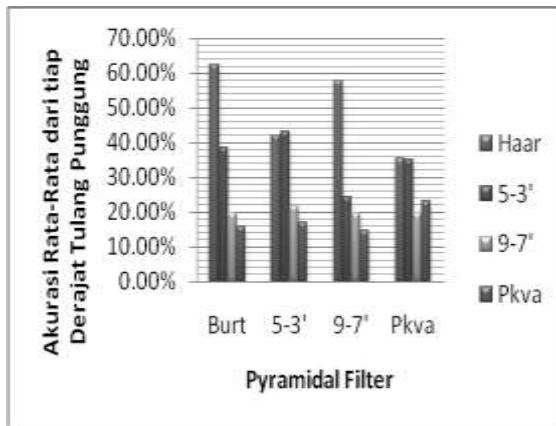
Tabel 1 Nilai Akurasi Sistem Berdasarkan Perubahan Nilai Resize

Dimensi Resize	500x 125	1000 x250	2000 x 500	4000x 1000
Akurasi Rata-Rata dari tiap Kelas (%)	21,25	43,1	55	66,25
Akurasi Total Kelas (%)	22,7	40,9	54,5	63,6
Akurasi Rata-Rata dari tiap Derajat (%)	17,2	53,2	51,8	62,4
Akurasi Total Derajat (%)	22,7	40,9	54,5	63,6

Analisis Hasil Pengujian terhadap Perubahan Parameter pada Transformasi *Contourlet*



Gambar 7. Akurasi Rata-Rata dari Tiap Kelas Kondisi Tulang Punggung Terhadap Pengaruh Jenis Perubahan *Pyramidal Filter* dan *Directional Filter* pada *Subband* [1,3,5]



Gambar 8. Akurasi Rata-Rata dari Tiap Derajat Kelengkungan Tulang Punggung Terhadap Pengaruh Jenis Perubahan *Pyramidal Filter* dan *Directional Filter* pada *Subband* [1,3,5]

Analisis Hasil Pengujian terhadap Perubahan Parameter pada *K-Nearest Neighbour*

Tabel 2 Nilai akurasi Sistem Berdasarkan Perubahan Nilai k pada KNN

Nilai k	Akurasi Rata-Rata Tiap Kelas (%)	Akurasi Rata-Rata Tiap Derajat (%)	Akurasi Total (%)
1	50	50.8	45.5
3	66.25	62.5	63.6
5	44.4	60	45.5
7	36.8	39.3	36.4

Tabel 3. Nilai akurasi Sistem Berdasarkan Perubahan Jenis *distance* pada KNN

<i>Distance</i>	Akurasi Rata-Rata Tiap Kelas (%)	Akurasi Rata-Rata Tiap Derajat (%)	Akurasi Total (%)
<i>Euclidean</i>	66.25	62.5	63.6
<i>Cityblock</i>	26.25	16.8	27.3
<i>Cosine</i>	66.25	62.5	63.6
<i>Correlation</i>	66.25	62.5	63.6

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung pada manusia menggunakan ekstraksi ciri Transformasi *Contourlet* dan klasifikasi KNN menghasilkan akurasi total yang rendah yaitu 63,6% , akurasi rata-rata dari tiap kelas kondisi tulang sebesar 66,25% dan akurasi rata-rata dari tiap derajat kelengkungan sebesar 62,5%.
2. Sistem penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung menghasilkan akurasi rata-rata tertinggi sebesar 66,25% saat menggunakan parameter pada proses *preprocessing* berikut ini : *resize* ukuran citra sebesar 4000 × 1000.
3. Sistem penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung menghasilkan akurasi rata-rata tertinggi sebesar 66,25% saat menggunakan parameter Trasformasi *Contourlet* dengan level dekomposisi 3, *subband* [1,3,5], *pyramidal filter* Burt dan *directional filter* Haar.
4. Sistem penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung menghasilkan akurasi rata-rata tertinggi sebesar 66,25% saat menggunakan parameter dalam KNN dengan nilai k = 3 dan jenis *distance correlation*.
5. Sistem penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung pada manusia menggunakan ekstraksi ciri Transformasi *Contourlet* tidak mendapatkan hasil yang optimal. Diperlukan perbaikan metode untuk meningkatkan performansi system.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Cobb Angle and Scoliosis*. [Online]. Core Concepts. Tersedia: <http://www.oreconcepts.com.sg/mcr/cobb-angle-and-scoliosis/>. [10 Januari 2013]
- Dubousset, N. J. (1998). [Idiopathic scoliosis. Definition--pathology--classification--etiology]. *Bulletin de l'Academie nationale de medecine*, 183(4), 699-704.
- Hansen, L., De Zee, M., Rasmussen, J., Andersen, T. B., Wong, C., & Simonsen, E. B. (2006). Anatomy and biomechanics of the back muscles in the lumbar spine with reference to biomechanical modeling. *Spine*, 31(17), 1888-1899.
- Harrington, P. R. (1976). Is Scoliosis Reversible?: In Vivo Observations of Reversible Morphological Changes in the Production of Scoliosis in Mice. *Clinical orthopaedics and related research*, 116, 103-111.
- Jain, A. K., Duin, R. P. W., & Mao, J. (2000). Statistical pattern recognition: A review. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 22(1), 4-37.
- Keri, M. 2011. *Kunjungan Pertama ke Dokter Spesialis Orthopedi*. [Online]. Coretan Lepas Seorang Masker. Tersedia: <http://masker-masker.blogspot.com/2011/08/kunjungan-pertama-ke-dokter-spesialis.html>. [10 Januari 2013]
- Rizal, A. (2012). Wrapper Features Subset Selection Pada Ekstraksi Ciri Sinyal EKG Menggunakan Metode Dekomposisi Paket Wavelet. *Jurnal Informatika*, 8(2).
- Pietikäinen, M., Hadid, A., Zhao, G., & Ahonen, T. (2011). *Computer vision using local binary patterns* (Vol. 40). Springer Science & Business Media.
- Sudhakar, R., Karthiga, R., & Jayaraman, S. (2006). Fingerprint compression using contourlet transform with modified SPIHT algorithm. *Iranian journal of electrical and computer engineering*, 5(1), 3.
- Veerakumar, T., Esakkirajan, S., Sudhakar, R., & Murugan, V. S. (2007). Fingerprint compression using contourlet transform and self organizing feature map. *Iranian Journal of Electrical and Computer Engineering*, 6(2), 133