Pengolahan Citra Rontgen Untuk Mengukur Tingkat Kepadatan Tulang Dengan Statistik Orde 1

Roengent Image Processing For Bone Density Measurement Using First Order Statistics Method

1st Gerhat Yehuda Ringo
Universitas Telkom
Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
geringgg@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Hilman Fauzi TSP
Universitas Telkom
Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
hilmanfauzitsp@telkomuniversity.ac.id

3rd Fenty Alia
Universitas Telkom
Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
aliafenty@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada zaman sekarang sudah banyak orang yang mengalami pengeroposan tulang baik orang yang masih muda ataupun yang sudah lanjut usia. Pengeroposan pada tulang bisa terjadi pada siapapun tanpa mengenal batasan usia dan tidak dapat diketahui oleh penderitanya karena tidak menimbulkan gejala spesifik. Jika tulang keropos, benturan yang sangat ringan pun dapat menyebabkan patah tulang. Oleh karena itu, kepadatan tulang manusia sangatlah penting karena tulang memiliki fungsi untuk menopang tubuh dan juga melindungi organ tubuh manusia. Rontgen atau sinar-x merupakan citra yang dari tindakan memakai radiasi oleh sinar-x melalui tubuh untuk mengambil gambar bagian dalam tubuh. Umumnya, rontgen dipakai untuk menganalisa masalah kesehatan dan apapun yang berkaitan dengannya untuk memantau kondisi kesehatan. Citra grayscale merupakan sebuah citra digital yang hanya mempunyai tingkat keabuan atau satu nilai kanal di setiap pixel, yang artinya nilai warna memiliki intensitas yang sama (Red=Green=Blue). Sistem ini dirancang untuk mengukur tingkat kepadatan tulang tibia dan knee. Tingkat kepadatan tulang pada citra rontgen diolah untuk mendapatkan cirinya menggunakan metode statistik orde 1 untuk merepresentasikan ciri-cirinya, serta dilakukan pemilihan ciri menggunakan metode Wilcoxon. Rentang yang dihasilkan dari pengolahan data pada tulang knee normal rentang parameter mean 153,1809 sampai 182,3937, tulang knee tidak normal 80,7181 sampai 102,1955, tulang tibia tidak normal rentang parameter mean 104,4473 sampai 108,6860, tibia normal 144,7785 sampai 176,1084.

Kata Kunci: Kepadatan Tulang, Citra Rontgen, Statistik Orde 1, Seleksi Ciri

Abstract

In this day and age, there are many people who experience bone loss both young and elderly people.

Bone loss can occur in anyone without knowing the age limit and cannot be known by the sufferer because it does not cause specific symptoms. If the bone is porous, even a very light impact can cause fractures. Therefore, human bone density is very important because bones have a function to support the body and protect human organs. Detection needs to be done so that bone loss can be handled immediately before the occurrence of unwanted things.Roentgen or X-rays are images that result from the act of using radiation by x-rays through the body to take pictures of the inside of the body. Generally, X-rays are used to analyze health problems, and anything related to them to monitor health conditions. A grayscale image is a digital image that only has a gray level or one channel value in each pixel, which means the color value has the same intensity (Red = Green = Blue).This system is designed to measure the level of bone density of the tibia and knee. The level of bone density in the X-ray image is processed to obtain its characteristics using the statistical method of order 1 to represent the characteristics, and features are selected using the Wilcoxon method. The resulting range from data processing on the normal knee bone is the mean parameter range from 153.1809 to 182.3937, the knee bone is not normal 80.7181 to 102.1955, the tibia bone is abnormal, the mean parameter range is 104.4473 to 108.6860, the normal tibia 144.7785 to 176.1084.

Key words: Bone Density, Roentgen Imagery, Order Statistics 1, Feature Selection

I. PENDAHULUAN

Tulang merupakan salah satu bagian terpenting dalam kehidupan manusia dalam perihal melindungi organ-organ tubuh manusia. Tulang adalah organ yang memiliki struktur kuat maka dari itu tulang menjadi penopang

serta menciptakan bentuk tubuh manusia. Tulang manusia mengandung kalsium fosfat, bila kandungan zat tersebut berkurang akan mengakibatkan kerapuhan pada tulang [1]. Osteoporosis merupakan gangguan pada kepadatan tulang manusia [2]. Pengeroposan tulang yang diakibatkan menurunnya tingkat kepadatan tulang atau yang sering disebut osteoporosis tidak terjadi begitu saja. Pada umumnya osteoporosis terjadi pada tulang panjang,tulang belakang dan tulang panggul [3].

Pada penelitian sebelumnya, pengecekan kepadatan tulang dilakukan dengan sistem aplikasi pada citra *x-ray* yang menggunakan metode otsu [4]. Pada penelitian tersebut data tulang yang digunakan adalah jenis fremur atau tulang paha, dengan menggunakan metode otsu yang akan mencari nilai ambang terbaik. Hasil dari penelitian tersebut nilai *thresholding* yang dihasilkan menggunakan metode otsu terbilang kurang tepat untuk digunakan. *Thresholding* merupakan salah satu dari proses penelitian tersebut dengan tujuan menghitung jumlah piksel lalu menentukan tulang normal atau osteoporosis [5]. Dari hasil perhitungan menggunakan metode statistik selanjutnya akan dilakukan perhitungan kolmogorov smirnov, p-value, dan wilcoxon. Sebelumnya dilakukan klasifikasi berdasarkan umur, lalu melakukan perhitungan *pixel* menggunakan Matlab.

II. KAJIAN TEORI

a. Rontgen.

Rontgen atau sinar-x merupakan citra yang dari tindakan memakai radiasi oleh sinar-x melalui tubuh untuk mengambil gambar bagian dalam tubuh. Analisa atau diagnosa yang dilakukan menjadi tidak akurat, namun hasil yang bagus dari citra rontgen memiliki peran yang sangatlah penting dalam menganalisa dan mendiagnosa suatu penyakit yang diderita oleh seseorang. Sinar ditangkap dengan gambar, dengan warna yang berbeda terlihat pada gambar hasil rontgen mengindikasikan bahwa bagian-bagian tubuh yang berbeda, perbedaan warna ini ialah didasarkan pada kepadatan bagian tubuh,yaitu sinar-x menunjukkan tulang sebagai gambar putih[6].

b. Citra Digital.

Gambar 1 Hasil rontgen tulang.

Citra digital merupakan sebuah gambar hasil dari proses sampling dua dimensi [7] menggunakan komputer. Dapat didefinisikan sebagai fungsi yang berukuran M baris dan N kolom [8]. Tujuan dari dilakukannya citra digital adalah untuk mempermudah manusia ataupun mesin dalam menginterpretasikannya. Dalam citra digital memiliki beberapa elemen didalamnya, elemen-elemen tersebut digabungkan dalam satu ruang yang disebut *pixel*.

c. Entropi

Entropi merupakan ukuran derajat ketidakteraturan suatu sistem. Pada pengolahan citra, entropi diskrit adalahukuran jumlah bit yang dibutuhkan untuk mengkodekan data citra. Semakin tinggi nilai entropi yang dihasilkan maka gambar tersebut semakin detail atau kompleks, entropi juga merepresentasikan jumlah informasi yang terkandung di dalam sebaran data [9]. Oleh karena itu nilai entropi dapat digunakan sebagai ciri suatu citra yang menunjukan heterogenitas citra dilihat dari nilai-nilai piksel yang menyusun citra [10]. Entropi Shannon di definisikan sebagai berikut :

$$E(I) = \sum_{k=0}^{L-1} p(k) \log_2 (p(k)) \quad (1)$$

Keterangan:

I = entropi citra asli

p(k) = peluang munculnya nilai k pada citra I

L=2q = tingkat keabuan
jumlah bit

$$T^{+} = \sum_{i=1}^{n} r(|d_i|) I(d_i > 0) \quad (4)$$

E(I) = notasi entropi

III. METODE

Metode statistik merupakan prosedur yang digunakan dalam penyajian suatu data. Metode statistic orde 1 terdiri dari Mean, Median, Modus, Standar Deviasi, Kurtosis dan Skewness. Dengan proses pengumpulan, pengorganisasian, peringkasan, dan penyajian data. Selain untuk menyajian suatu data metode statistik dapat digunakan untuk pengujian dugaan dan penarik kesimpulan dalam suatu kelompok data.

a. Kolmogorov Smirnov

Pengujian kolmogorov smirnov bertujuan untuk pengujian normalitas sebuah data. Uji kolmogorov smirnov adalah uji beda antara data yang diuji dengan data normal baku. p-value adalah nilai peluang terkecil dalam suatu pengujian hipotesis. Jika p kurang dari 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan antar data dan p lebih besar dari 0,05 maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Persamaan Kolmogorov Smirnov sebagai berikut

$$Z = \frac{X_i - X}{SD} \quad (2)$$

$$F_s = \frac{angka\ sampai\ angka\ ke\ n_i}{seluruh\ angka\ pada\ data} \quad (3)$$

Keterangan:
Z = Transformasi dari angka notasi pada distribusi normal
Xi = angka dari data
SD = Standar deviasi
Fs = Probabilitas komulatif empiris

b. P-value

P-value sangat popular dalam kalangan peneliti sebagai pendekatan pengambil keputusan "tolak" atau "gagal tolak". Dalam melakukan uji hipotesis p-value dimana Ho ditolak jika p-value < 0,05. P-value atau nilai probabilitas adalah ukuran ketidaksesuaian dari sebuah data. Secara teori nilai p atau p-value adalah ukuran buktiyang berkelanjutan.

d. Wilcoxon

Pengujian menggunakan metode Wilcoxon digunakan untuk mengukur signifikansi perbedaan antara 2 kelompok data berpasangan yang dimana uji-t tidak terpenuhi atau tidak berdistribusi normal [11]. Kelompok data yang berpasangan harus simetris agar dapat menggunakan metode Wilcoxon.

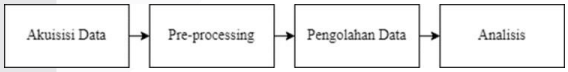
Keterangan:
di = xi – M0
I = fungsi indikator
Untuk menguji signifikasi H0 : MX = M0

e. Pemodelan Sistem

f. Model Sistem

Pada model sistem tugas akhir ini penulis merancang sebuah sistem yang dapat mendeteksi kepadatan tulang manusia. Secara tidak langsung sistem ini dapat mendeteksi kepadatan tulang yang berpotensi tidak normal dan kepadatan tulang normal. Citra masukan adalah hasil rontgen citra *X-ray* tulang tibia dan tulang *knee*. Sistem akan mendeteksi kepadatan tulang dari tingkatan warna putih pada setiap citra. Sistem dibuat menggunakan komputer

Gambar 2 Diagram model system

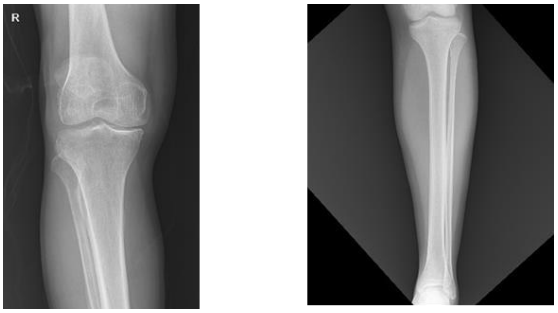


Langkah pertama dilakukan akuisisi data dari Rumah Sakit pada bagian radiologi untuk mendapatkan citra *X-ray* tulang. Selanjutnya dilakukan proses pre-processing dengan *cropping* bagian tulang yang akan digunakan pada setiap citra dan menggunakan background warna hitam. Langkah selanjutnya, dilakukan resize pada citra untuk mendapatkan ukuran *pixel* yang serupa antar semua citra. Hasil dari sistem ini adalah nilai *pixel* putih yang diklasifikasikan menggunakan statistik orde 1.

c. Akuisisi Data

Tidak ada kriteria khusus dalam pengambilan data citra digital yang didapatkan dari proses pengambilan data di Poliklinik Radiologi Rumah Sakit Dustira Bandung. Citra dihasilkan dari ruangan dan alat rontgen yang sama. Data yang dihasilkan dari akusisi data terdapat 76 citra digital tulang *knee* yang diantaranya 31 tulang *knee* jenis kelamin laki-laki dan 45 tulang *knee* berjenis kelamin perempuan. Selanjutnya untuk tulang tibia terdapat 63 citra digital yang diantaranya 44 citra berjenis kelamin

laki-laki dan 19 citra berjenis kelamin perempuan.



(b)

Gambar 3 Contoh citra rontgen tulang (a) *knee* (b) tibia.

a. Pre-processing

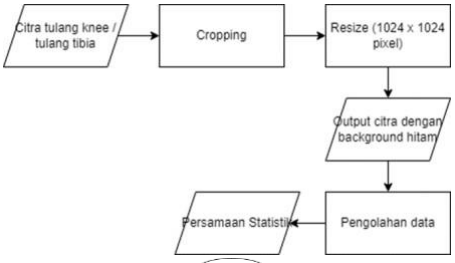
(a)

(a) (b)

(b) Gambar 4 Hasil *pre-processing* tulang (a) *knee* (b) tibia.

Pre-processing merupakan tahap persiapan pengolahan citra untuk dilakukan di tahap selanjutnya. Pada tahap ini, citra yang diambil hanya citra bagian tulang tibia dan tulang *knee* saja. Oleh karena itu, dilakukan *cropping* secara manual *cropping* seperti pada gambar 4 untuk memaksimalkan proses pengolahan data yang diperlukan.

Adapun gambaran umum tahap *pre-processing* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Flowchart tahap *pre-processing*

b. Pengolahan Data

Data yang sudah dilakukan pre-processing kemudian dikumpulkan untuk dilakukan pengolahan data dan analisis tingkat keabuan pada tulang *knee* dan tulang tibia. Analisis menggunakan metode statistik yang akan membantu menemukan rentang parameter. Alur pengolahan data dapat dilihat pada gambar 6.

Gambar 6 Flowchart pengolahan data

Selanjutnya jika hasil uji tes Dn < Ks table maka data parameter tersebut berdistribusi normal dan akan dilanjutkan dengan uji p-value, sedangkan apabila Dn > Ks table maka data parameter berdistribusi tidak normal dan akan dilakukan uji signifikan menggunakan metode Wilcoxon.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Proses Uji Kriteria

Pada proses uji kriteria dilakukan perhitungan identifikasi pola data dengan menghitung nilai minimum, maksimum, dan rata-rata pada setiap nilai parameter yang dihasilkan pada pengolahan data. Tujuan dari proses uji kriteria adalah menemukan pola data pada setiap parameter tulang *knee* dan tulang tibia, baik yang normal ataupun yang tidak normal. Pola data di uji pada setiap parameter yang akan digunaka.

1. Tulang Tibia Normal

Tabel 1 Hasil Kolmogorov Smirnov Tulang Tibia Normal

Statistik	Var I (Mean)	Var I (Median)	Var I (Modus)	Var I (Kurtosis)	Var I (Skewness)	Var I (Standar Deviasi)	Var I (Entropi)
N Sampel	26	26	26	26	26	26	26
D_n =	0.672	0.656	0.624	0.743	0.951	0.814	0.819
KS Tabel	0.267	0.267	0.267	0.267	0.267	0.267	0.267
Keterangan	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal

Analisis dari uji distribusi menggunakan metode kolmogorov smirnov berfokus pada hasil distribusi normal atau tidak normal. Pada tabel 1 bahwa hasil dari uji normalisasi menggunakan metode kolmogorov smirnov terhadap parameter statistik orde 1 tulang tibia normal adalah seluruh parameter berdistribusi tidak normal. Hal tersebut disebabkan karena seluruh parameter ciri memiliki nilai Dn lebih besar dari nilai Ks tabelnya.

2. Tulang Tibia Beresiko Tidak Normal

Tabel 2 Hasil Kolmogorov Smirnov Tulang Tibia Tidak Normal

Statistik	Var I (Mean)	Var I (Median)	Var I (Modus)	Var I (Kurtosis)	Var I (Skewness)	Var I (Standar Deviasi)	Var I (Entropi)
N Sampel	7	7	7	7	7	7	7
D_n =	0.863	0.841	0.847	0.768	0.681	0.926	0.910
KS Tabel	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514
Keterangan	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal

Pada tabel 2 bahwa hasil dari uji normalisasi menggunakan metode kolmogorov smirnov terhadap parameter statistik orde 1 tulang tibia normal adalah seluruh parameter berdistribusi

c. Pengujian dan Analisis Sistem

Pada bagian ini dibahas tentang hasil dan analisis dari pengujian system yang telah dikembangkan. Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui dan menilai performansi dari sistem yang telah dibuat. Hasil dari pengujian sistem yang telah dirancang ini akan dianalisis untuk pengukuran akurasi sistem.

d. Tes Normalisasi dan Signifikan

Pada penelitian Tugas Akhir ini dilakukan tes normalisasi dan signifikan pada data pengolahan citra. Berikut hasil metode yang digunakan untuk tes normalisasi dan signifikan.

e. Uji Normalitas

Pengujian distribusi menggunakan metode kolmogorov smirnov bertujuan untuk mengetahui kelompok data tersebut merupakan distribusi normal atau distribusi tidak normal. Dibawah ini merupakan hasil uji kolmogorov smirnov dari parameter statistik mean, median, modus, kurtosis, skewness, standar deviasi dan entropi.

tidak normal, hal ini dapat diketahui berdasarkan nilai Dn > Ks tabel.Tulang *Knee* Normal

Tabel 3 Hasil Kolmogorov Smirnov Tulang *Knee* Normal

Statistik	Var I (Mean)	Var I (Median)	Var I (Modus)	Var I (Kurtosis)	Var I (Skewness)	Var I (Standar Deviasi)	Var I (Entropi)
N Sampel	38	38	38	38	38	38	38
D_n =	0.907	0.899	0.781	0.911	0.762	0.822	0.828
KS Tabel	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221
Keterangan	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal

Pada tabel 3 menunjukan bahwa data pada tulang *knee* normal memiliki distribusi tidak normal. Hal iniberdasarkan oleh hasil uji metode kolmogorov smirnov yang seluruh nilai Dn > Ks tabel.

3. Tulang *Knee* Beresiko Tidak Normal

Tabel 4 Hasil Kolmogorov Smirnov Tulang *Knee* Beresiko Tidak Normal

Statistik	Var I (Mean)	Var I (Median)	Var I (Modus)	Var I (Kurtosis)	Var I (Skewness)	Var I (Standar Deviasi)	Var I (Entropi)
N Sampel	30	30	30	30	30	30	30
D_n =	0.785	0.768	0.807	0.874	0.795	0.824	0.788
KS Tabel	0.248	0.248	0.248	0.248	0.248	0.248	0.248
Keterangan	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal

							ntropi
W-crit	388	388	388	388	388	388	388
signifikan	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes

Hasil uji pendistribusian menggunakan kolmogorov smirnov pada tulang *knee* tidak normal dengan nilaiberdasarkan pada tabel 4 terdistribusi tidak normal, karena Dn > Ks tabel.

f. Uji Signifikan

Dari hasil uji distribusi data menggunakan kolmogorov smirnov didapatkan bahwa seluruh parameter statistik terdistribusi tidak normal, maka pengujian signifikan dilakukan dengan Wilcoxon. Mean menjadi pembanding dengan beberapa parameter lainnya.

1. Tulang *Knee* Normal

Tabel 5 Uji Signifikan Tulang *Knee* Normal

	Mea	Medi	Mod	Kurto	Skewn	Stand
p-value signifik	0	1	1			

Uji signifikan tulang *knee* normal dapat dilihat pada tabel 5. Hasil signifikan pada

	Me	Medi	Mod	Kurto	Skewn	Stand
p-signifi	0	1	1			

pengujian tulang *knee* normal menujukan parameter mean, kurtosis, dan skewness, dan entropi merupakan parameter yang signifikan. Hal tersebut terjadi karena nilai p-value < 0,05.

2. Tulang *Knee* Beresiko Tidak Normal

Tabel 6 Uji Signifikan Tulang *Knee* Tidak Normal

Uji signifikan metode Wilcoxon pada tulang *knee* beresiko tidak normal dapat dilihat pada tabel 6. Parameter signifikan mean, kurtosis, skewness dan entropi memiliki nilai p < 0,05.

3. Tulang Tibia Normal

Tabel 7 Uji Signifikan Tulang Tibia Normal

	Mean	Median	Modus	Kurtosis	Skewness	Standar Deviasi	Entropi
p-value	0	1	1	0	0	1	0
signifikan	yes	no	no	yes	yes	no	yes

Uji signifikan tulang tibia normal menggunakan metode wilcooxn menghasilkan empat parameter pengujiansignifikan yaitu mean, kurtosis, skewness, dan entropi. Hasil signifikan tersebut dapat dilihat pada tabel 7.

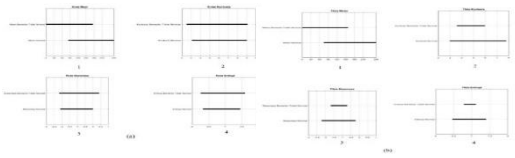
4. Tulang Tibia Beresiko Tidak Normal

Tabel 8 Uji Signifikan Tulang Tibia Tidak Normal

Uji signifikan tujuh parameter tulang tibia tidak normal menggunakan metode Wilcoxon, seluruh parameter statistik orde 1 adalah signifikan, karena seluruh w-crit setiap parameter sama. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 8.

g. Perhitungan Kriteria Normal dan Tidak Normal

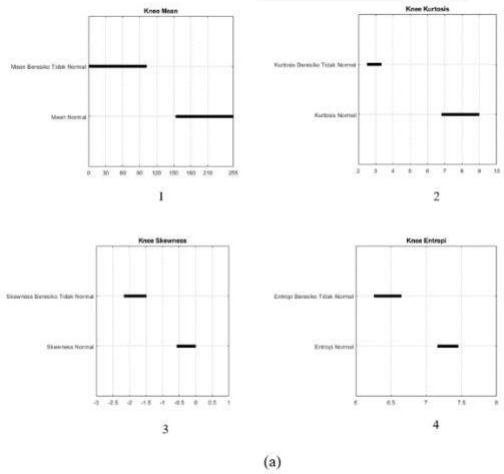
Perhitungan dilakukan pada empat parameter signifikan yang sudah diuji menggunakan metode Wilcoxon yaitu mean, kurtosis, skewness, dan entropi. Tujuan dari perhitungan kriteria ini adalah untuk mendapatkan rentang pada setiap nilai parameter. Dapat dilihat pada gambar 7 menunjukan bahwa hasil kriteria tulang *knee* normal dan tulang *knee* tidak normal memiliki rentang yang cukup lebar. Pada knee mean normal memiliki rentang83.5120-255, tidak normal 0-175.7626, knee kurtosis normal 3.0595-8.9926, tidak normal 2.4999-9.0770, knee skewness normal -2.0943 sampai 0.0034, tidak normal -2.1687 sampai 0.4029, knee entropi normal 6.3223- 7.4554, tidak normal 6.2561-7.5971. Pada tibia mean normal memiliki rentang 176.1084-255, tidak normal 0- 158.2859, tibia kurtosis normal 2.9836-7.7784, tidak normal 3.5786-5.9730, tibia skewness normal -2.2229 sampai -0.2065, tidak normal -1.6773 sampai -0.7082, tibia entropi normal 6.4604-7.3959, tidak normal 6.7796- 7.1133. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui tulang normal atau tulang tidak normal berdasarkan rentang nilai pada setiap parameter.



Gambar 7 Grafik perhitungan kriteria tulang (a) knee yang normal dan tidak normal, (a)1 mean, (a)2 kurtosis.(a)3 Skewness, (a)4 Entropi. (b) tibia yang normal dan tidak normal, (b)1 mean, (b)2 kurtosis. (b)3 Skewness,(b)4 Entropi.

h. Analisis Perhitungan Rentang Parameter 2 dan 3

Pada analisis perhitungan rentang parameter 2 dan 3 dilakukan perlakuan toleransi dan selisih. Perhitungan rentang parameter 2 dan 3 menghasilkan rentang yang tidak beririsan antara tulang normal dan tulang tidak normal. Pada knee mean normal memiliki rentang 153.1809-255, tidak normal 0-102.1955, knee kurtosis normal 6.8101-8.9926, tidak normal 2.4999-3.3310, knee skewness normal -0.5779 sampai 0.0034, tidak normal -2.1687 sampai -1.4877, knee entropi normal 7.1591-7.4554, tidak normal 6.2561-6.6487. Pada tibia mean normal memiliki rentang 176.1084-255, tidak normal 0-108.6860, tibia kurtosis normal 6.0609-7.7784, tidak normal 3.5786-3.7330, tibia skewness normal -0.6620 sampai -0.2065, tidak normal hanya -1.6773, tibia entropi normal 7.2612-7.2765, tidak normal 6.7796-6.7924. Rentang didefinisikan dalam bentuk grafik garis yang dapat dilihat pada gambar 9.



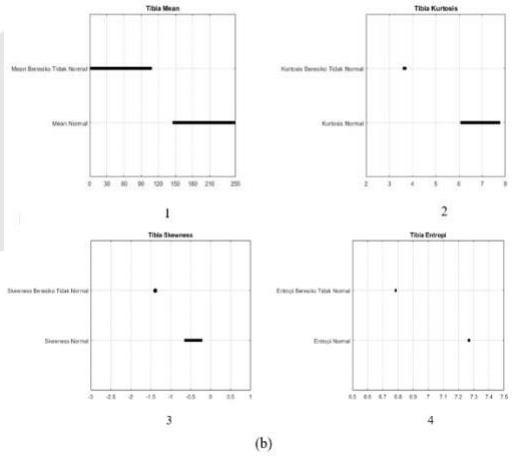
Gambar 9 Grafik perhitungan kriteria tulang (a) knee yang normal dan tidak normal, (a)1 mean, (a)2 kurtosis.(a)3 Skewness, (a)4 Entropi. (b) tibia yang nomal dan tidak normal, (b)1 mean, (b)2 kurtosis. (b)3 Skewness, (b)4 Entropi. Pada analisis perhitungan rentang parameter 3

i. Analisis Umum

Hasil dari pengujian uji normalisasi menggunakan metode kolmogorov smirnov pada tujuh parameter pengujian seluruhnya berdistribusi tidak normal. Dari tujuh parameter, empat paremeter terpilih signifikan yaitu mean, kurtosis, skewness dan entropi. Selanjutnya melakukan perhitungan rentang pada empat ciri parameter terpilih. Rentang nilai tulang normal dan tulang tidak normal berbeda pada setiap parameter. Tulang normal memiliki rentang yang lebih lebar dari pada tulang tidak normal. Terdapat *grey* area atau area abu-abu pada rentang tulang normal dan tulang tidak normal, system tidak dapat melakukan penilain rentang maka dibutukan pengumpulan data kembali agar rentang lebih baik. Mean merupakan salah satu pengolahan data yang sangat sering digunakan, menentukan rata-rata pixel keabuan pada setiap citra. Kurtosis adalah ukuran statistik yang mengelompokan pada distribusi frekuensi. Skewness adalah ukuran ketidakseimbangan distribusi frekuensi. Rentang parameter mean pada tulang tibia normal mean 144,77 sampai 176,1084 sedangkan tulang tibia tidak normal parameter mean memiliki rentang 104,4473 sampai 108,6860. Tulang knee normal memiliki rentang parameter mean 153.1809 sampai 182.3937, dan tulang knee tidak normal 80.7181 sampai 176.1084. Dapat dianalisis bahwa tulang tidak normal memiliki rentang yang lebih kecil dibandingkan dengan tulang normal.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan



melakukan analisis sistem, maka dapat disimpulkan bahwa:

Citra rontgen dapat di representasikan melalui 7 ciri pada statistik orde 1 yaitu mean, median, modus, kurtosis,skewness, standar deviasi, entropi. Dengan demikian, dilakukan investigasi terhadap 7 ciri menggunakan metode

Kolmogorov Smirnov dan Wilcoxon. Maka dengan itu didapatkan bahwa 4 ciri yang signifikan berdasarkan hasil uji Kolmogorov Smirnov ditemukan bahwa 4 ciri dari orde statistik 1 bernilai signifikan terhadap ciri tingkat kepadatan tulang. Bahwa karakter ciri untuk setiap tulang knee dan tibia untuk tingkat kepadatan dilakukan dengan analisis perhitungan rentang maka didapatkan rentang untuk yang normal untuk tulang knee normal rentang parameter mean 153,1809 sampai 182,3937, tulang knee tidak normal 80,7181 sampai 102,1955, tulang tibia tidak normal rentang parameter mean 104,4473 sampai 108,6860, tibia normal 144,7785 sampai 176,1084. Dapat disimpulkan bahwa tulang normal memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan tulang tidak normal bila dianalisis dari hasil nilai rentang masing-masing parameter diatas.

REFERENSI

[1] I. Mardianto and D. Pratiwi, “Sistem Deteksi Penyakit Pengeroposan Tulang Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Representasi Ciri Dalam Ruang Eigen,” *CommIT (Communication Inf. Technol. J.*, vol. 2, no. 1, 2008.

[2] S. Mardiyah and R. A. D. Sartika, “Gangguan Kepadatan Tulang pada Orang Dewasa di Daerah Urban dan Rural,” *Kesmas Natl. Public Heal. J.*, 2014.

[3] W. Wiyono, B. Nugroho, N. Prima, T. Firmansyah, and S. Wardoyo, “Identifikasi Osteoporosis Pada Vertebra Spinalis Menggunakan Metode Blended Statistical-Index Singh,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga- elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 7, no. 1, p. 26, Jun. 2018.

[4] M. Angga Wiratama, M. Reza Faisal, R. Adi Nugroho, J. A. Yani Km, and K. selatan, “Perancangan Sistem Aplikasi Terhadap Penentuan Tulang Osteoporosis Pada Citra X-Ray Tulang Paha Dengan Thresholding Metode Otsu,” *Kumpulan jurnaL Ilmu Komputer (KLIK)*,vol. 02, no. 02, p. 75, 2015.

[5] S. Bachtiar, “Analisis Pembentukan Gambar Dan Batas Toleransi Uji Kesesuaian Pada Pesawat Sinar-X Diagnostik,” *BATAN*, 2011.

[6] N. Zaid Munantri, H. Sofyan, and M. Yanu, “Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Pohon,” *TELEMATIKA*, Vol. 16, No. 2, 2019.

[7] R. Favoria Gusa, “Pengolahan Citra Digital untuk Menghitung Luas Daerah Bekas Penambangan Timah,” *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2013.

[8] R. D. Kusumanto and A. N. Tompunu, “Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011 (Semantik 2011)*, 2011.

[9] M. Wulandari, “Pengukuran SSIM dan Analisis Kinerja Metode Interpolasi Peningkatan Kualitas Citra Digital,” *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 1, 2017.

[10] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing (3rd Edition)*. 2007.