



Klasifikasi Citra *X-Ray* Diagnosis Tuberkulosis Berbasis Fitur Statistis

Yudhi Agussationo^a, Indah Soesanti^b, Warsun Najib^c

^aProgram Studi Teknik Listrik, Politeknik Jambi, yudhiagussationo@politeknikjambi.ac.id

^bDepartemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, indah@mti.ugm.ac.id

^cDepartemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, warsun@ugm.ac.id

Abstract

Tuberculosis is one of the causes of human death. The results of the x-ray examination of tuberculosis diagnosis can be used as an object in the feature extraction process which is a stage in extracting the characteristics of the object contained in an image of a diagnosis of tuberculosis. In this study used first-order statistic (histogram), first-order Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) feature extraction methods, as well as the Principle Component Analysis (PCA). Data research digital x-ray tuberculosis patients from Dr. Sardjito Yogyakarta as 33 patients in 2012. Each 6 normal PA (Postero-anterior), 19 abnormal PA, 4 normal AP (Antero-Posterior), and 4 abnormal AP. This study aims to find the best characteristics contained in the x-ray image of tuberculosis diagnosis using statistical texture analysis obtained from features found in feature extraction methods. Identified features: variance, standard deviation, skewness, kurtosis, contrast and energy. Classification uses 33 test data are built using the Multi Layer Perceptron (MLP) method, while the output is a normal and abnormal image. The results showed that the accuracy classification used Histogram (81,81%), GLCM (96,96%), PCA (81,82%), and combination GLCM Histogram (100%).

Keywords: Feature Extraction, Histogram Gray Level Co-occurrence Matrix, Principle Component Analysis

Abstrak

Tuberkulosis merupakan salah satu penyebab kematian manusia. Hasil pemeriksaan *x-ray* diagnosis tuberkulosis dapat dijadikan objek pada proses ekstraksi ciri yang merupakan suatu tahapan dalam mengekstrak ciri/ informasi dari objek yang terdapat pada suatu citra diagnosis tuberkulosis. Pada penelitian ini digunakan metode ekstraksi ciri citra berbasis tekstur statistis orde satu (*histogram*), orde kedua berbasis *Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*, serta *Principle Component Analysis (PCA)*. Data penelitian diperoleh dari RS Dr. Sardjito Yogyakarta sebanyak 33 citra digital *x-ray* pasien diagnosis tuberkulosis Tahun 2012 masing-masing 6 citra PA (*Postero-Anterior*) normal, 19 citra abnormal, 4 citra AP (*Antero-Posterior*) normal, dan 4 citra AP abnormal. Penelitian ini bertujuan mencari ciri terbaik yang terkandung pada citra *x-ray* diagnosis tuberkulosis menggunakan analisis tekstur statistis yang diperoleh dari fitur ciri yang terdapat pada metode ekstraksi ciri berbasis tekstur. Fitur ciri yang teridentifikasi antara lain: *varians, std deviasi, skewness, kurtosis, contrast* dan *energy*. Klasifikasi menggunakan data input berupa 33 data uji yang dibangun dengan metode *Multi Layer Perceptron (MLP)*, sedang *output* berupa citra normal dan citra abnormal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi klasifikasi menggunakan metode *Histogram (81,81%)*, metode *GLCM (96,96%)*, metode *PCA (81,82%)*, dan metode kombinasi *Histogram GLCM (100%)*.

Kata kunci: Ekstraksi Ciri Tekstur, Histogram, Gray Level Co-occurrence Matrix, Principle Component Analysis

© 2018 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Tuberkulosis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi *mycobacterium tuberculosis complex* yang dapat menyebar melalui droplet yang terinfeksi basil tuberkulosis [1]. Tuberkulosis merupakan salah satu penyebab kematian utama penduduk dunia pada umumnya serta penduduk Indonesia khususnya. Tuberkulosis merupakan ancaman serius bagi penduduk dunia. Hal ini dapat

dilihat dari gencarnya gerakan-gerakan seperti *World Health Organization (WHO)*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes-RI), Gerakan Terpadu Nasional Penanggulangan Tuberkulosis (Gerduas-TB) serta organisasi-organisasi lain di seluruh dunia yang bergerak pada bidang kesehatan khususnya, menjadikan penyakit tuberkulosis sebagai salah satu dari beberapa penyakit yang masuk dalam target penuntasan.

Kasus tuberkulosis mengalami peningkatan pada tahun 2014, diperkirakan 2 juta orang meninggal diseluruh dunia akibat penyakit tuberkulosis paru dengan total kasus 9.6 juta kasus. Tahun 2015, total jumlah kasus tuberkulosis 10,4 juta kasus, dimana tuberkulosis termasuk 1,2 juta (11%) diantara orang yang mengidap HIV positif sebanyak 90% dewasa dan 10% anak-anak dengan penjabaran 56% pria dan 34% wanita serta 10% anak-anak. *World Health Organization (WHO)* tahun 2016 menyatakan bahwa tuberkulosis masih menjadi topik permasalahan kesehatan dunia, yang mana tuberkulosis merupakan salah satu penyakit menular terbanyak di dunia [1].

Menurut *WHO* dalam *Global Tuberculosis Report (GTR)* sebaran kasus tuberkulosis pada tahun 2016 banyak terjadi di wilayah Asia Tenggara (45%), Afrika (25%), Timur Mediterania (7%), Eropa (3%), dan Amerika (3%). Terdapat 30 negara di dunia yang mempunyai status angka tuberkulosis tertinggi di dunia (87%) dari semua perkiraan kasus berdasarkan tingkat insidennya. 7 dari 30 negara tersebut antara lain Indonesia, India, China, Filipina, Pakistan, Nigeria, dan Afrika Selatan. *GTR* juga menyatakan bahwa kematian akibat tuberkulosis terjadi di Negara berpenghasilan rendah dan menengah [1].

Tuberkulosis di Indonesia mengalami peningkatan kasus mulai 2014 hingga 2016. Pada tahun 2014 jumlah kasus tuberkulosis sebanyak 324.539 meningkat menjadi 330.729 pada tahun 2015. Merujuk pada tahun 2016 jumlah kasus kembali meningkat menjadi 351.893 kasus. Berdasarkan angka keberhasilan pengobatan kasus tuberkulosis di Indonesia, tahun 2013 angka keberhasilan pengobatan tuberkulosis yaitu 83% dan mengalami penurunan pada tahun 2014 (81,3 %) dari target 88%. Kemudian pada 2015 angka keberhasilan pengobatan tuberkulosis yaitu 84% dengan angka kesembuhan 78% yang belum mencapai target nasional yaitu 88%. Sedangkan pada tahun 2016 angka keberhasilan pengobatan kasus Tuberkulosis di Indonesia menurun yaitu 75,4% yang masih dibawah target 85% [1].

Pemeriksaan radiologis merupakan pemeriksaan awal dari berbagai jenis pemeriksaan yang dilakukan. Apabila pemeriksaan radiologis mendapat hasil negatif, maka kemungkinan besar pasien dapat dikatakan negatif mengidap tuberkulosis. Hasil pegujian radiologis dapat memberi gambaran apakah pasien terdiagnosis tuberkulosis atau tidak. Dengan mengetahui ciri-ciri khusus yang terkandung pada citra yang akan diuji, akan memudahkan dokter dalam membaca, menganalisis, dan memberi gambaran hasil terhadap pengujian citra tersebut. Dokter juga dapat membedakan citra *x-ray* pasien positif tuberkulosis dan pasien negatif tuberkulosis.

Pemeriksaan radiologis dan pengetahuan untuk menilai suatu *x-ray* menyebabkan pemeriksaan *x-ray*

merupakan keharusan rutin, sehingga tanpa pemeriksaan *x-ray* dianggap kurang lengkap. Berdasarkan hasil pemeriksaan *x-ray*, dapat ditemukan ciri-ciri tuberkulosis. Ekstraksi ciri merupakan bagian yang sangat penting dalam menggali ciri suatu citra *x-ray*. Beberapa metode statistis yang digunakan dalam mencari ciri seperti *histogram*, *Gray level Co-occurrence Matrix (GLCM)*, dan *Principle Component Analysis (PCA)* belum menghasilkan akurasi klasifikasi terbaik. Memperbaiki akurasi klasifikasi dapat dilakukan dengan menentukan pemilihan fitur terbaik. Untuk mendapatkan fitur terbaik, dapat dilakukan dengan mengkombinasi beberapa fitur yang dihasilkan oleh beberapa metode ekstraksi ciri.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berkaitan dengan penyakit tuberkulosis telah banyak dilakukan sebelumnya antara lain: Nani Sylviana pasi, 2018 meneliti tentang Identifikasi Penyakit Tuberkulosis Organ Paru Berdasarkan Citra *X-ray* menggunakan *Probabilistic Neural Network (PNN)*. Ekstraksi ciri menggunakan metode *moment invariant*. Data citra yang digunakan 105 data latih dan 50 data uji. Hasil penelitian menunjukkan metode yang digunakan mampu melakukan identifikasi penyakit tuberkulosis dengan akurasi klasifikasi sebesar 96% [2].

Santony, J, dkk, 2014 meneliti tentang Segmentasi Citra *X-ray Thorax* Penderita Tuberkulosis Berbasis Clustering dengan Metode *Fuzzy C-Means*. Hasil penelitian metode segmentasi berbasis *clustering* dapat melakukan pengelompokan berdasarkan perbedaan nilai piksel dari suatu citra paru sehingga terdeteksi bagian paru yang terkena tuberkulosis dan yang tidak. Data penelitian berupa 30 citra *x-ray* paru dengan akurasi klasifikasi 85,83% [3].

Moh. Irwan Sumartono, 2009 meneliti tentang Implementasi Metode Kohonen SOM (*Self Organizing Maps*) untuk identifikasi penyakit paru-paru terhadap penyakit tuberkulosis [4]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa program dapat melakukan identifikasi kelainan paru dengan prosentase keberhasilan 100% dari 10 citra yang diujikan. Parameter yang digunakan untuk mengidentifikasi citra *roentgen* adalah $\alpha = 0,001$, $error\ value = 0,0001$, $reduction = 0,99$, $retries = 30.000$. Adapun data yang digunakan sebagai data latih sebanyak 16 data citra.

Iwan Setia, 2009 meneliti tentang studi identifikasi penyakit tuberkulosis pada paru-paru dengan metode jaringan syaraf tiruan. Pada penelitian ini, dilakukan suatu simulasi yang dapat memvisualisasikan gelombang suara paru-paru dan identifikasi penyakit tuberkulosis pada paru melalui foto *rontgen* dada, sehingga dengan adanya visualisasi tersebut dapat dibedakan antara grafik paru-paru normal dan paru-

paru yang tidak normal. Penelitian menggunakan parameter intensitas keabuan untuk foto *rontgen* dada berdasarkan amplitudo dan frekuensi untuk suara pernapasan, diperoleh parameter jaringan saraf tiruan dengan 8 *node*, *alfa* (α) 0,8 dan momentum 0,9 dengan iterasi maksimum 500. Diperoleh hasil identifikasi dengan tingkat keberhasilan 80% dari 20 data foto *rontgen* dan 40% dari data suara pernapasan [4].

M. Ya'qub Zain, 2010 meneliti tentang identifikasi bakteri tuberkulosis berdasarkan ciri morfologi dan warna [4]. Hasil penelitian antara lain: (1) berhasil dibuat perangkat lunak untuk identifikasi bakteri tuberkulosis berdasarkan ciri morfologi dan warna menggunakan image processing dengan metode pengenalan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*, (2) diperoleh akurasi identifikasi bakteri sebesar 86,7% dengan metode *color and shape processing*.

Supatman, 2009 meneliti tentang deteksi pembesaran kelenjar getah bening pada paru dengan pengolahan citra digital untuk mendiagnosa penyakit primer kompleks tuberkulosis (PKTB) [4]. Penelitian ini menerapkan teknik pengolahan citra digital pada data citra hasil pemindai dari foto *x-ray* penderita PKTB. Data citra hasil pemindai disimpan dalam format *Tagged Image File (.TIF)*. Proses *Pre-processing* citra menggunakan *YUV color space*, modifikasi *histogram*, *gaussian filter image noise removal*. Deteksi dilakukan dengan segmentasi nilai *threshold* dan *labeling* serta *mapping* citra berdasar data *Region of Interest (ROI)*. Hasil eksperimen menghasilkan deteksi pembesaran kelenjar gentah bening pada citra paru sesuai dengan analisis dokter, pembesaran kelenjar getah bening merupakan ciri khas penyakit PKTB.

Ratnasari Nur Rohmah, 2013 meneliti tentang identifikasi tuberkulosis paru berdasar fitur statistis *x-ray thorax* [5]. Pada penelitian ini digunakan lima fitur statistis berdasakan histogram citra. Fitur-fitur tersebut antara lain: *mean*, *standard deviasi*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy*. Selanjutnya digunakan metode *Principle Component Analysis (PCA)*. Aplikasi untuk identifikasi tuberkulosis paru dibangun menggunakan metode klasifikasi jarak minimum dari citra yang diolah. Data yang digunakan sebanyak 70 data dengan pembagian 30 data citra pasien sehat tanpa penyakit, 10 data citra pasien terinfeksi bronkitis, dan 30 data citra pasien tuberkulosis. Berdasarkan sistem yang dibangun diperoleh 95,7% tingkat akurasi keberhasilan klasifikasi, 3,33% tingkat akurasi kesalahan klasifikasi yang diterima, 6,67% tingkat akurasi kesalahan klasifikasi yang ditolak.

Salmawaty Tansa, 2010 meneliti tentang deteksi tumor otak dan *stroke hemoragik* pada citra *CT scan* dengan analisis tekstur *gray level co-occurrence matriks (GLCM)* [4]. Analisis tekstur menggunakan metode *GLCM* pada 4 arah (0° , 45° , 90° , 135°) dengan parameter *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeinity*

untuk membedakan tekstur citra tumor otak, *stroke hemoragik*, dan citra normal sehingga menghasilkan nilai *gold standard* berdasarkan ciri-ciri tekstur yang ada. Pelatihan dan pengujian fitur-fitur tekstur menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation (JST BP)* dengan variasi nilai *learning rate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian terbaik terdapat pada *learning rate* 0,3 dengan prosentase kesalahan sebesar 11%.

Arif A, 2010 meneliti tentang pengenalan wajah menggunakan *PCA* dan jaringan syaraf tiruan [4]. Hasil uji coba program menunjukkan penggunaan metode *PCA* yang berbasis pada jaringan syaraf tiruan dapat memberikan tingkat akurasi yang tinggi pada proses pengenalan wajah. Semua gambar wajah yang digunakan dapat dikenali 100% benar. Dari beberapa pelatihan dengan variasi *learning rate*, diperoleh nilai pelatihan terbaik pada nilai *learning rate* 0,8 dengan *error* maksimum sebesar 0,001 memiliki iterasi paling sedikit dan dapat mengenali 100% data citra uji validasi.

Keaslian penelitian yang dilakukan yakni menerapkan metode berbasis statistis dalam melakukan ekstraksi fitur citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis. Metode ekstraksi fitur menggunakan fitur statistis berdasar *histogram*, *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*, dan *Principle Component Analysis (PCA)*. Metode tersebut dipilih karena terbukti dapat membedakan satu ciri citra dengan citra lain, memberikan ciri yang tepat pada proses identifikasi, deteksi, maupun klasifikasi, serta tingkat akurasi pengenalan ciri satu citra dengan citra lain memberikan hasil akurasi yang baik.

2.2 Ekstaksi Ciri Citra X-ray Diagnosis Tuberkulosis

Ekstraksi ciri merupakan suatu tahapan dalam mengekstrak ciri/ informasi dari objek yang terdapat pada suatu citra *x-ray* diagnosis tuberkulosis. Beberapa metode ekstraksi ciri citra antara lain: ekstraksi ciri berdasar bentuk, tekstur, warna dan geometri. Pada penelitian ini digunakan metode ekstraksi ciri citra berbasis tekstur statistis orde satu (*histogram*), orde kedua berbasis *Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*, dan *Principle Component Analysis (PCA)*.

2.3 Ekstaksi Ciri Berbasis Histogram

Ekstraksi ciri statistis orde pertama merupakan metode pengambilan ciri (Ekstraksi ciri) yang didasarkan pada *histogram* citra *x-ray* diagnosis tuberkulosis. Beberapa parameter statistis yang digunakan pada antara lain: *variance*, *std deviasi*, *skewness*, *kurtosis*.

$$\sigma^2 = \sum_n (f_n - \mu)^2 p(f_n) \quad (1)$$

Variance menunjukkan variasi elemen pada *histogram* dari suatu citra. Dimana f_n merupakan suatu nilai intensitas keabuan, sementara $p(f_n)$ menunjukkan nilai *histogram*-nya (probabilitas kemunculan intensitas tersebut pada citra).

$$\sigma = \sqrt{\sum_n (f_n - \mu)^2 p(f_n)} \quad (2)$$

Std deviasi menunjukkan akar dari suatu variasi elemen pada *histogram* dari suatu citra.

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_n (f_n - \mu)^3 p(f_n) \quad (3)$$

Skewness menunjukkan tingkat kemiringan relative kurva *histogram* dari suatu citra.

$$\sigma_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_n (f_n - \mu)^4 p(f_n) - 3 \quad (4)$$

Kurtosis menunjukkan tingkat keruncingan relative kurva *histogram* dari suatu citra.

2.4 Ekstraksi Ciri Berbasis GLCM

Pada beberapa kasus metode ekstraksi ciri orde pertama terkadang tidak dapat digunakan dalam mengenali perbedaan antar satu citra dengan lainnya. Dalam kasus seperti ini, metode ekstraksi ciri orde dua akan menjadi pertimbangan. Teknik yang digunakan pada metode ini, yakni dengan menghitung probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak (d) dan orientasi sudut tertentu pada suatu citra.

Ekstraksi ciri statistis orde kedua dilakukan dengan matrik kookurensi atau biasa dikenal dengan *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*. Kookurensi berarti kejadian bersama, yakni jumlah kejadian satu level nilai piksel bertetangga dengan nilai piksel lain dalam jarak (d) dan orientasi tertentu. Orientasi dibentuk dalam empat arah dengan interval sudut 0^0 , 45^0 , 90^0 , dan 135^0 , sedangkan jarak antar piksel biasanya ditetapkan pada jarak (d) = 1 piksel.

Parameter fitur yang terdapat pada metode *GLCM* antara lain: *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, dan *entropy*. Dalam penelitian ini menggunakan dua fitur yaitu *contrast* dan *energy* pada jarak dan interval sudut 0^0 , 45^0 , 90^0 , dan 135^0 .

$$Contrast = \sum_{i,j} |i - j|^2 P(i, j) \quad (5)$$

Contrast menyatakan kandungan variasi lokal pada citra. Semakin tinggi nilai *contrast* suatu citra maka semakin tinggi tingkat kekontrasan citra tersebut.

$$Energy = \sum_{i,j} P(i, j)^2 \quad (6)$$

Energy menyatakan tingkat keseragaman piksel-piksel suatu citra. Semakin tinggi nilai *energy* suatu citra, maka semakin seragam nilai tekstur citra tersebut.

2.5 Ekstraksi Ciri Berbasis PCA

PCA merupakan suatu cara mengidentifikasi pola-pola pada data kemudian mengekspresikan data tersebut kedalam bentuk lain untuk menunjukkan perbedaan dan persamaan antar pola tersebut. Prinsip dasar dari algoritma *PCA* adalah mengurangi satu set data namun tetap mempertahankan sebanyak mungkin variasi

dalam set data tersebut. *PCA* mentransformasikan data ke dalam koordinat baru, dimana koordinat pertama merupakan *principal component (PC)* pertama yang diperoleh dari nilai *eigenvalue* terbesar pertama, koordinat kedua merupakan *PC* kedua yang diperoleh dari *eigenvalue* terbesar kedua, dan seterusnya. *PC* satu dengan yang lain tidak saling berkorelasi dan diurutkan sedemikian rupa sehingga *PC* yang pertama memuat paling banyak variasi dari himpunan data, sedangkan *PC* kedua memuat variasi yang tidak dimiliki oleh *PC* pertama. Tujuan dari penggunaan *PCA* adalah untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan cara menyusutkan/ mereduksi dimensinya. Reduksi dari dimensi tidak menghilangkan banyak informasi dan tetap menjaga karakteristik data karena *PCA* bertujuan untuk memperoleh *PC* yang memiliki nilai *eigenvalue* terbesar. Ekstraksi ciri *PCA* berdasar *euclidian distance* terdekat antara basis data dengan data pengujian yang memiliki nilai *eigenvalue*.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan: *software* untuk pra-pengolahan dan ekstraksi ciri. Pra pengolahan menggunakan *system requirement OS windows 7, processor Intel (R) Atom(TM) CPU N2600, RAM 2.00 GB*. Pre-processing menggunakan *MATLAB tools (version R2010a)* dengan *system requirement OS windows 7, any intel or AMD x86 processor supporting SSE2, 1.00 GB for MATLAB only, 3-4 GB for typical installation, RAM 1.00 GB* (direkomendasikan minimal 2.00 GB). *Classifier aplikasi Weka 3.7* digunakan sebagai *tools* untuk klasifikasi fitur citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis. *Microsoft Excel* digunakan untuk mensortir dan mengevaluasi data hasil ekstraksi ciri.

Bahan penelitian berupa data citra *x-ray* paru pasien diagnosis tuberkulosis. Data citra *x-ray* paru diperoleh dari RSUP Dr. Sardjito, Yogyakarta. Data citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis yang diperoleh merupakan data pasien radiologi RSUP Dr.Sardjito Tahun 2012 berjumlah 33 data dengan ukuran *file* yang berbeda. Dari 33 data citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis, 6 citra *PA* normal, 19 citra *PA* abnormal, 4 citra *AP* normal, 4 citra *AP* abnormal. Citra *PA (Postero-Anterior)*, diperoleh melalui penyinaran sumber cahaya yang berada di belakang pasien, sedang pelat *film* ditempatkan di bagian depan pasien, sedangkan citra *AP (Antero-Posterior)*, diperoleh melalui penyinaran sumber cahaya yang ditempatkan didepan pasien, sedang pelat *film* ditempatkan dibagian belakang pasien. Subyek penelitian dengan rentang umur berkisar antara 5-60 Tahun. Tabel 1.

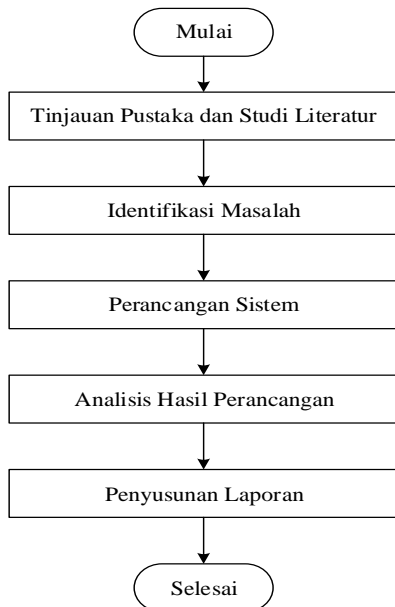
3.2 Jalan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap mulai dari tinjauan pustaka dan studi literatur, identifikasi

masalah, perancangan sistem, analisis hasil rancangan dan penyusunan laporan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Kelompok Citra Diagnosis Tuberkulosis

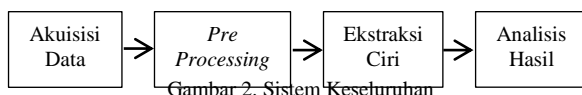
No	Jenis Citra	Jumlah	Ukuran Citra (Piksel)
1.	PA Normal.PNG	6	256 x 256
2.	PA Abnormal.PNG	19	256 x 256
3.	AP.PNG	4	256 x 256
4.	AP Abnormal.PNG	4	256 x 256



Gambar 1. Jalan Penelitian

3.3 Sistem Keseluruhan

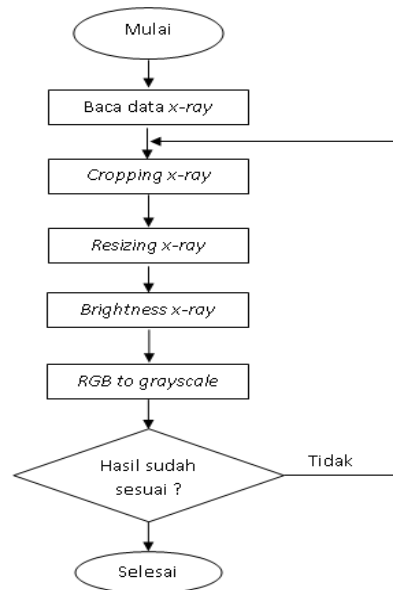
Sistem dibangun melalui beberapa tahap yakni akuisisi data, *pre-processing*, ekstraksi fitur dan analisis hasil. Alur sistem keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Keseluruhan

Data citra yang digunakan yaitu 33 data citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis. Seluruh data citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis yang diperoleh dari bagian radiologi RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta, menggunakan format *.DCM*.

Proses akuisisi data citra yakni merubah data citra dari bentuk *DICOM* (*.DCM*) menjadi citra dengan format *.PNG*. Proses *pre-processing* antara lain: *cropping* citra, *resizing* citra, *brightness* citra, dan konversi citra *RGB* menjadi *grayscale*, pengambangan (*Thresholding*). Tahapan *pre-processing* citra *x-ray* diagnosis tuberkulosis ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahap *Pre-Processing*

Pertama, membaca data citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis (*.PNG*). Kedua, *cropping* citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis berdasar pada *region of interest* yakni di bagian dada. Ketiga, penyeragaman ukuran citra dan penambahan pencerahan citra yang dianggap masih belum seragam. Keempat, pengubahan citra berwarna menjadi citra dengan aras keabuan. Apabila citra hasil keseluruhan sudah sesuai dengan yang diharapkan maka penelitian berlanjut ketahap berikutnya. Kelima, ekstraksi ciri citra menggunakan metode statistis. Namun, Apabila belum sesuai dengan yang diharapkan maka perlu di ulang kelangkah awal pada *cropping* citra.

3.4 Ekstraksi Ciri

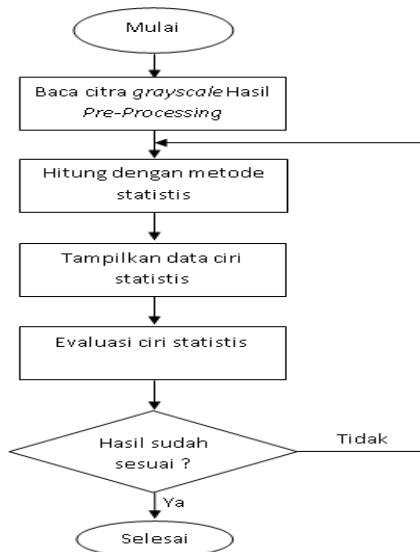
Ekstraksi ciri yang digunakan pada penelitian ini berupa pencarian ciri citra menggunakan metode ekstraksi ciri statistis orde satu dan orde dua. Ekstraksi ciri orde satu berbasis *histogram*, dilakukan perhitungan parameter statistis *histogram* seperti *variance*, *std deviasi*, *skewness* dan *kurtosis*.

Metode ekstraksi ciri orde dua berbasis *GLCM* dengan fitur parameter antara lain: *Contrast*, dan *energy* pada interval sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° . Parameter *PCA* antara lain fitur *eigen vector* dan *eigen value*.

Pembentukan ekstraksi ciri berbasis *histogram* dan *GLCM* serta *PCA* ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.

Pertama, membaca data citra hasil *pre-processing* yang berformat (*.PNG*). Kedua proses normalisasi matrix *GLCM*. Ketiga, menghitung nilai-nilai fitur-fitur tekstur citra berdasar *histogram* dan *GLCM*. Perhitungan fitur tekstur citra antara lain meliputi: *variance*, *std deviasi*, *skewness*, *kurtosis*, *contrast*, dan *energy*. Keempat, seluruh data ciri citra ditampilkan dan dilakukan analisis evaluasi hasil apakah sudah sesuai atau belum.

Contoh ketidaksesuaian bisa disebabkan kesalahan program atau ciri statistis yang dikeluarkan tidak berupa angka (*NaN/ Not a Number*). Apabila belum sesuai, ulangi langkah melalui perhitungan metode statistis.



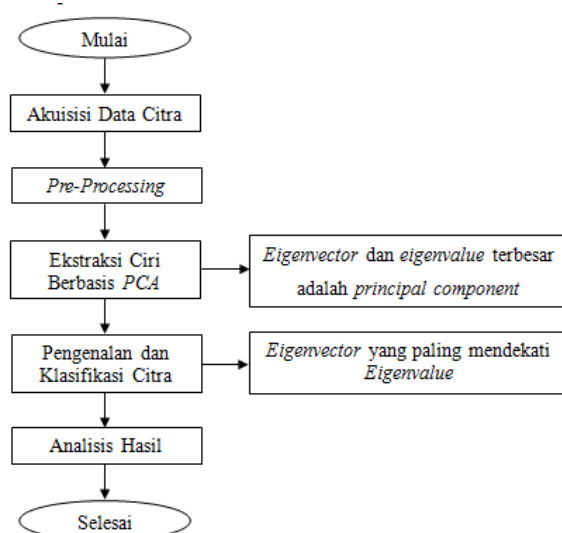
Gambar 4. Ekstraksi Ciri Berbasis *Histogram* dan *GLCM*

Ekstraksi ciri berbasis PCA, pertama, akuisisi data citra. Kedua *pre-processing*. Normalisasi citra dengan *histogram* menggunakan operasi pengambangan (*thresholding*) pada citra agar diperoleh citra dengan dua nilai 0 (hitam) dan 1 (putih). Ketiga, ekstraksi ciri menggunakan *PCA* untuk menemukan pola di dalam sejumlah variabel data dan mengekspresikan data dari variabel-variabel tersebut dengan menonjolkan kemiripan maupun perbedaannya. Keempat, klasifikasi dan pengenalan menggunakan data pembelajaran dan data tanpa pembelajaran yang sudah tersimpan pada database. Mencari *eigenvector* jarak paling dekat dengan *eigenvalue*. Kelima, analisis hasil. Mencocokkan hasil dari pengenalan pola dengan data yang di simpan sehingga didapat hasil identifikasi sesuai dengan keakuratan data. Ekstraksi ciri berbasis PCA ditunjukkan pada Gambar 5.

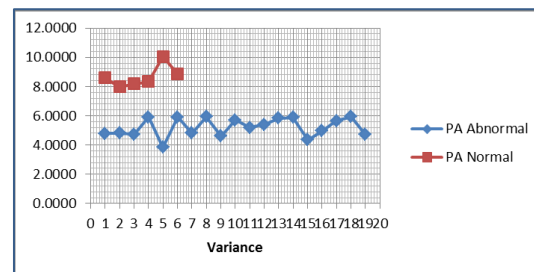
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Ekstraksi Ciri Berbasis Histogram

Untuk fitur *variance*, nilai rata-rata (*average*) citra *PA* normal bernilai lebih besar dibanding citra *PA* abnormal. *Average* fitur *variance* untuk citra *PA* normal 8,6644, sedangkan untuk citra *PA* abnormal 5,2094. Rentang data (*range*) fitur *variance* citra *PA* normal bernilai lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal. *Range* citra *PA* normal 2,0788, sedangkan citra *PA* abnormal 2,1081.

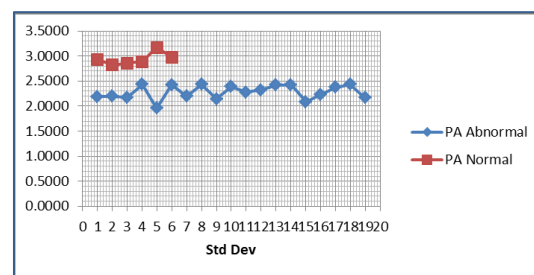


Gambar 5. Ekstraksi Ciri Berbasis *PCA*



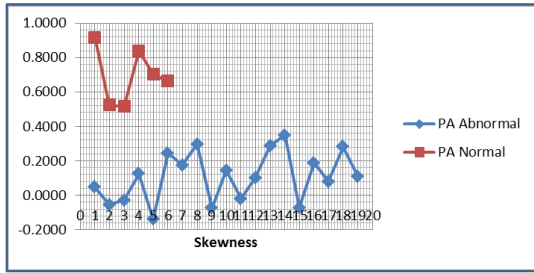
Gambar 6. Fitur Ciri *Variance*

Untuk fitur *std deviasi*, *average* citra *PA* normal bernilai lebih besar dibanding citra *PA* abnormal. *Average* fitur *std deviasi* citra *PA* normal 2,9414, sedangkan citra *PA* abnormal 2,2782. *Range* fitur *std deviasi* citra *PA* normal lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal. *Range* citra *PA* normal 0,3468, sedangkan citra *PA* abnormal 0,4798.



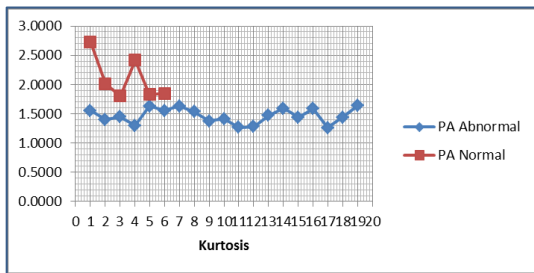
Gambar 7. Fitur Ciri *Std Deviasi*

Untuk fitur *skewness*, citra *PA* normal bernilai lebih besar dibanding citra *PA* abnormal. *Average* fitur *skewness* citra *PA* normal 0,6937, sedangkan citra *PA* abnormal 0,1069. *Range* fitur *skewness* citra *PA* normal lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal. *Range* citra *PA* normal 0,4103, sedangkan citra *PA* abnormal 0,4878.



Gambar 8. Fitur Ciri Skewness

Untuk fitur *kurtosis* citra PA normal bernilai lebih besar dibanding citra PA abnormal. Average fitur *kurtosis* citra PA normal 2,1072, sedangkan citra PA abnormal 1,4637. Range fitur *kurtosis* citra PA normal lebih besar dibanding citra PA abnormal. Range citra PA normal 0,9280, sedangkan citra PA abnormal 0,3763.

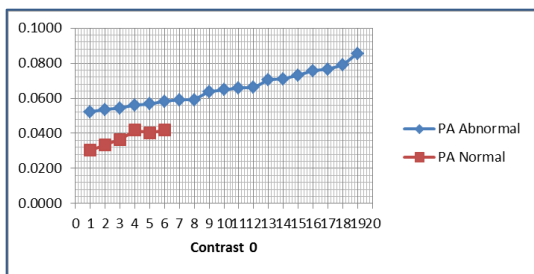


Gambar 9. Fitur Ciri Kurtosis

Secara keseluruhan, *average* citra PA normal lebih besar dibanding dengan citra PA abnormal pada semua fitur (*variance*, *std deviasi*, *skewness*, dan *kurtosis*). Range citra PA normal lebih kecil dibanding citra PA abnormal pada fitur *variance*, *std deviasi*, dan *skewness*, sedangkan untuk fitur *kurtosis* citra PA normal lebih besar dibanding citra PA abnormal.

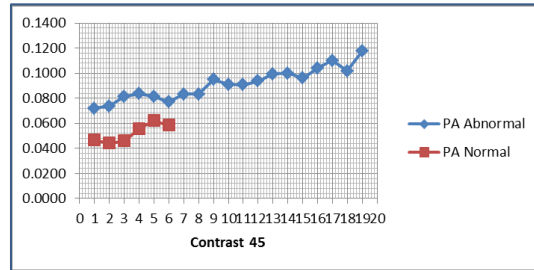
4.2 Ekstraksi Berbasis GLCM

Untuk fitur *contrast* 0^0 (Gambar 10), nilai rata-rata (*average*) citra PA normal bernilai lebih kecil dibanding citra PA abnormal. Average fitur *contrast* 0^0 untuk citra PA normal 0,0374, sedangkan untuk citra PA abnormal 0,0659. Rentang data (*range*) fitur *contrast* 0^0 citra PA normal bernilai lebih kecil dibanding citra PA abnormal. Range citra PA normal 0,0114, sedangkan citra PA abnormal 0,0332.



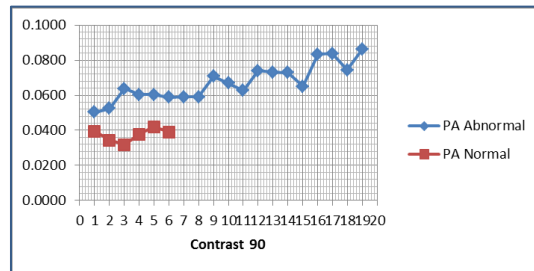
Gambar 10. Fitur Ciri Contrast 0^0

Untuk fitur *contrast* 45^0 (Gambar 11, *average* citra PA normal bernilai lebih kecil dibanding citra PA abnormal. Average fitur *contrast* 45^0 citra PA normal 0,0522, sedangkan citra PA abnormal 0,0913. Range fitur *contrast* 45^0 citra PA normal lebih kecil dibanding citra PA abnormal. Range citra PA normal 0,0177, sedangkan citra PA abnormal 0,0454.



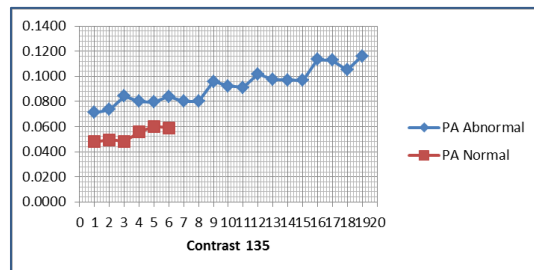
Gambar 11. Fitur Ciri Contrast 45^0

Untuk fitur *contrast* 90^0 (Gambar 12), citra PA normal bernilai lebih kecil dibanding citra PA abnormal. Average fitur *contrast* 90^0 citra PA normal 0,0374, sedangkan citra PA abnormal 0,0672. Range fitur *contrast* 90^0 citra PA normal lebih kecil dibanding citra PA abnormal. Range citra PA normal 0,0103, sedangkan citra PA abnormal 0,0359.



Gambar 12. Fitur Ciri Contrast 90^0

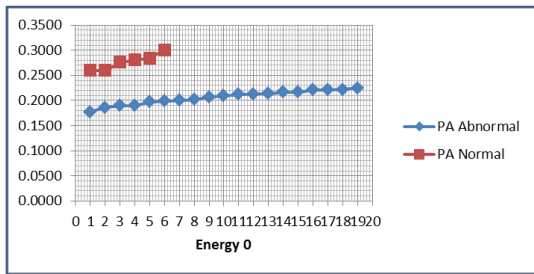
Untuk fitur *contrast* 135^0 (Gambar 13) citra PA normal bernilai lebih kecil dibanding citra PA abnormal. Average fitur *contrast* 135^0 citra PA normal 0,0535, sedangkan citra PA abnormal 0,0923. Range fitur *contrast* 135^0 citra PA normal lebih kecil dibanding citra PA abnormal. Range citra PA normal 0,0122, sedangkan citra PA abnormal 0,0451.



Gambar 13. Fitur Ciri Contrast 135^0

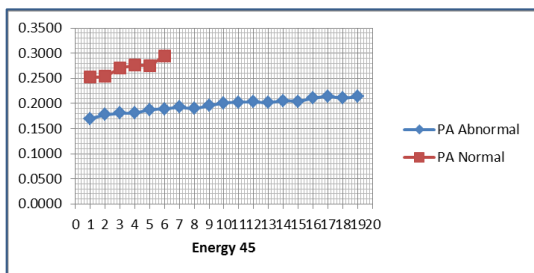
Secara keseluruhan, *average* citra *PA* normal lebih kecil dibanding dengan citra *PA* abnormal pada semua fitur (*contrast* 0° , *contrast* 45° , *contrast* 90° , dan *contrast* 135°). *Range* citra *PA* normal lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal pada semua fitur *contrast* 0° , *contrast* 45° , *contrast* 90° , dan *contrast* 135° .

Untuk fitur *energy* 0° (Gambar 14), nilai rata-rata (*average*) citra *PA* normal bernilai lebih besar dibanding citra *PA* abnormal. *Average* fitur *energy* 0° untuk citra *PA* normal 0,2769, sedangkan untuk citra *PA* abnormal 0,2062. Rentang data (*range*) fitur *contrast* 0° citra *PA* normal bernilai lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal. *Range* citra *PA* normal 0,0402, sedangkan citra *PA* abnormal 0,0476.



Gambar 14. Fitur Ciri *Energy* 0°

Untuk fitur *energy* 45° (Gambar 15), *average* citra *PA* normal bernilai lebih besar dibanding citra *PA* abnormal. *Average* fitur *energy* 45° citra *PA* normal 0,2704, sedangkan citra *PA* abnormal 0,1963. *Range* fitur *energy* 45° citra *PA* normal lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal. *Range* citra *PA* normal 0,0214, sedangkan citra *PA* abnormal 0,0449.

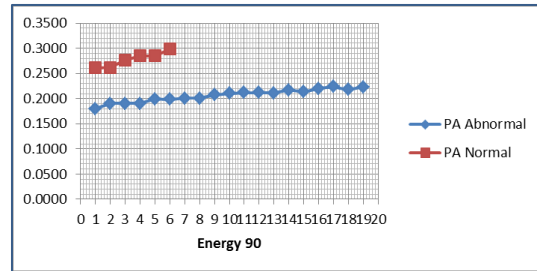


Gambar 15. Fitur Ciri *Energy* 45°

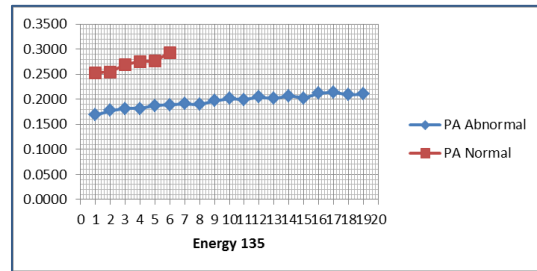
Untuk fitur *energy* 90° (Gambar 16), citra *PA* normal bernilai lebih besar dibanding citra *PA* abnormal. *Average* fitur *energy* 90° citra *PA* normal 0,2780, sedangkan citra *PA* abnormal 0,2062. *Range* fitur *energy* 90° citra *PA* normal lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal. *Range* citra *PA* normal 0,0078, sedangkan citra *PA* abnormal 0,0440.

Untuk fitur *energy* 135° (Gambar 17), citra *PA* normal bernilai lebih besar dibanding citra *PA* abnormal. *Average* fitur *energy* 135° citra *PA* normal 0,2702,

sedangkan citra *PA* abnormal 0,1960. *Range* fitur *energy* 135° citra *PA* normal lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal. *Range* citra *PA* normal 0,0238, sedangkan citra *PA* abnormal 0,0459.



Gambar 16. Fitur Ciri *Energy* 90°



Gambar 17. Fitur Ciri *Energy* 135°

Secara keseluruhan, *average* citra *PA* normal lebih besar dibanding dengan citra *PA* abnormal pada semua fitur (*energy* 0° , *energy* 45° , *energy* 90° , dan *energy* 135°). *Range* citra *PA* normal lebih kecil dibanding citra *PA* abnormal pada semua fitur *energy* 0° , *energy* 45° , *energy* 90° , dan *energy* 135° .

4.3 Ekstraksi Ciri PCA

Data uji yang digunakan sebanyak data latih yakni 33 citra diagnosis tuberkulosis. Data uji yang digunakan merupakan data latih. Hal ini karena keterbatasan data penelitian yang diperoleh peneliti. Proses identifikasi dan klasifikasi citra uji dengan cara membandingkan fitur citra uji dengan citra latih yang memiliki nilai *euclidian distance* sama atau mendekati citra latih. Sementara untuk identifikasi 33 citra uji dengan 16 fitur *PC* berdasar *euclidian distance* diperoleh 27 citra teridentifikasi benar dan 81,82% akurasi klasifikasi (Tabel 2).

4.3 Klasifikasi Fitur Citra Diagnosis Tuberkulosis

Klasifikasi citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis menggunakan tools *classifier* dari aplikasi Weka 3.7.7. Klasifikasi citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis berdasar fitur-fitur dari metode statistis *histogram*, *GLCM*, *PCA*, dan kombinasi *histogram GLCM*. Terdapat empat kelompok citra yang diklasifikasikan, antara lain: *PA* normal, *PA* Abnormal, *AP* normal, dan *AP* abnormal.

Tabel 2. Klasifikasi Berbasis PCA

No Citra	Jenis Citra	PC Citra Uji	PC Terdeteksi	Klasifikasi
1	PA Normal	3.4331	PC4	Benar
2	PA Normal	5.6821	PC4	Benar
3	PA Normal	5.3693	PC14	Benar
4	PA Normal	7.6212	PC4	Benar
5	PA Normal	6.1627	PC14	Benar
6	PA Normal	4.6237	PC4	Benar
7	PA Abnormal	4.0690	PC14	Benar
8	PA Abnormal	2.7978	PC4	Benar
9	PA Abnormal	4.8194	PC14	Benar
10	PA Abnormal	4.4447	PC14	Benar
11	PA Abnormal	5.9004	PC16	Salah
12	PA Abnormal	6.4723	PC14	Benar
13	PA Abnormal	6.5934	PC4	Benar
14	PA Abnormal	4.8015	PC4	Benar
15	PA Abnormal	5.1207	PC14	Benar
16	PA Abnormal	8.0130	PC4	Benar
17	PA Abnormal	7.8400	PC14	Benar
18	PA Abnormal	4.0775	PC14	Benar
19	PA Abnormal	8.9985	PC16	Salah
20	PA Abnormal	4.8249	PC14	Benar
21	PA Abnormal	7.5681	PC14	Benar
22	PA Abnormal	6.2775	PC14	Benar
23	PA Abnormal	6.0095	PC14	Benar
24	PA Abnormal	6.3108	PC14	Benar
25	PA Abnormal	4.4666	PC14	Benar
26	AP Normal	4.1096	PC14	Benar
27	AP Normal	7.7582	PC16	Salah
28	AP Normal	6.5496	PC4	Benar
29	AP Normal	6.2190	PC14	Benar
30	AP Abnormal	6.7666	PC16	Salah
31	AP Abnormal	4.5345	PC16	Salah
32	AP Abnormal	4.6752	PC4	Benar
33	AP Abnormal	6.6146	PC16	Salah

Input berupa 33 data uji yang dibangun dengan metode *Multi Layer Perceptron (MLP)*, sedang output berupa citra normal dan citra abnormal. Fitur *histogram* yang digunakan antara lain: *variance*, *std deviasi*, *skewness*, dan *kurtosis*. Fitur *GLCM* yang digunakan antara lain: *contrast* dan *energy* masing-masing pada sudut 0° , 45° , 90° , 135° . Fitu *PCA* yang digunakan antara lain: *PC1*, *PC2*, *PC3*, ..., *PC16*. Hasil klasifikasi citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis berdasar *histogram* diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 3. Klasifikasi Fitur Ciri Berbasis Histogram

No	Jenis Citra	4 Fitur	Keterangan
1.	PA Normal	4	
2.	PA Abnormal	19	1.Variance
3.	AP Normal	2	2.Std Dev
4.	AP Abnormal	2	3.Skewness
			4.Kurtosis
Jumlah		27	
Akurasi Klasifikasi (%)		81,81	

Berdasarkan Tabel 3 terlihat hasil akurasi klasifikasi citra *x-ray* paru tuberkulosis menggunakan metode *histogram* diperoleh akurasi klasifikasi sebesar 81,81%. Dari total 33 citra yang diuji, 27 citra teridentifikasi, sisanya sebanyak 6 citra uji (18,18%) tidak teridentifikasi.

Tabel 4. Klasifikasi Fitur Ciri GLCM

No	Jenis Citra	8 Fitur	Keterangan
1.	PA Normal	6	Energy 0°
2.	PA Abnormal	19	Energy 45°
3.	AP Normal	3	Energy 90°
			Energy 135°
4.	AP Abnormal	4	Contrast 0°
			Contrast 45°
			Contrast 90°
			Contrast 135°
Jumlah		32	
Akurasi Klasifikasi		96,96%	

Berdasarkan Tabel 4 terlihat hasil akurasi klasifikasi citra *x-ray* paru tuberkulosis menggunakan metode *GLCM* sebesar 96,96%. Dari total 33 citra yang diuji, 32 citra teridentifikasi dengan tepat, sedangkan sisanya sebanyak 1 citra uji (3,03%) tidak teridentifikasi.

Tabel 5. Klasifikasi Fitur Ciri Kombinasi Histogram GLCM

No	Jenis Citra	8 Fitur	Keterangan
1.	PA Normal	6	Variance
2.	PA Abnormal	19	Std Dev
3.	AP Normal	4	Skewness
			Kurtosis
			Energy 0°
			Energy 45°
			Energy 90°
4.	AP Abnormal	4	Energy 135°
			Contrast 0°
			Contrast 45°
			Contrast 90°
			Contrast 135°
Jumlah		33	
Akurasi Klasifikasi		100%	

Berdasarkan Tabel 5 terlihat hasil akurasi klasifikasi citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis berdasar metode kombinasi *histogram GLCM* dengan 12 fitur sebesar 100%. Dari total 33 citra yang diuji, 33 citra atau keseluruhan citra teridentifikasi dan terklasifikasi dengan tepat.

Tabel 6. Klasifikasi Fitur Ciri PCA

No	Jenis Citra	4 Fitur	Keterangan
1.	PA Normal	6	
2.	PA Abnormal	17	1.Variance
3.	AP Normal	3	2.Std Dev
4.	AP Abnormal	1	3.Skewness
			4.Kurtosis
Jumlah		27	
Akurasi Klasifikasi (%)		81,81	

Berdasarkan Tabel 6 terlihat hasil akurasi klasifikasi citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis berdasar metode kombinasi *histogram GLCM* dengan 12 fitur sebesar 100%. Dari total 33 citra yang diuji, 33 citra atau keseluruhan citra teridentifikasi dan terklasifikasi dengan tepat.

Tabel 7. Perbandingan Akurasi Klasifikasi Fitur Ciri

Metode	Akurasi (%)
<i>Histogram</i>	81,81
<i>GLCM</i>	96,96
<i>PCA</i>	81,82
<i>Histogram + GLCM</i>	100

Berdasarkan Tabel 7 terlihat perbandingan hasil akurasi klasifikasi citra *x-ray* paru tuberkulosis. Sebanyak 33 citra uji dilakukan pada masing-masing metode. Metode berdasar *histogram* mempunyai akurasi klasifikasi sebesar 81,81%. Metode berdasar *GLCM* mempunyai akurasi klasifikasi citra sebesar 96,96%. Metode berdasar *PCA* mempunyai akurasi klasifikasi citra sebesar 81,82%. Metode Kombinasi *histogram GLCM* mempunyai akurasi klasifikasi citra sebesar 100%. Metode kombinasi *histogram GLCM* merupakan metode ekstraksi ciri tekstur gabungan orde satu dan dua (menggabungkan fitur-fitur dari metode *histogram* dan *GLCM*). Semakin banyak fitur yang digabungkan, semakin tinggi pula akurasi klasifikasi citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis. Oleh karena itu, metode kombinasi *histogram GLCM* merupakan metode yang tepat dalam menentukan ciri citra *x-ray* diagnosis tuberkulosis menggunakan metode ekstraksi ciri berdasar tekstur statistis.

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Metode kombinasi *histogram GLCM*, lebih baik dari metode *histogram*, metode *GLCM*, dan metode *PCA* dalam mengekstraksi ciri dan mengklasifikasi citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis berbasis tekstur statistis. Kinerja sistem klasifikasi 33 data uji dalam 4 kelompok berdasar *histogram* mencapai 81,81% melalui 4 fitur. Klasifikasi berdasar *GLCM* mencapai 96,96% melalui 8 fitur. Klasifikasi berdasar *PCA*

mencapai 81,82% melalui 16 fitur. Klasifikasi metode kombinasi berdasar *histogram GLCM* mencapai 100% melalui 12 fitur. Metode kombinasi *histogram GLCM* merupakan metode ekstraksi ciri berbasis tekstur statistis yang memiliki akurasi tertinggi dalam menemukan ciri citra *x-ray* diagnosis tuberkulosis.

5.2 Saran

Perlu penelitian lanjutan terkait ekstraksi ciri citra *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis menggunakan data yang lebih banyak dan bervariasi. Data ekstraksi ciri *x-ray* paru diagnosis tuberkulosis dapat dicobakan untuk tahap yang lebih jauh seperti klasifikasi maupun identifikasi secara real time/ otomatis.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Departemen layanan dan informasi kesehatan Rumah Sakit dr. Sardjito Yogyakarta yang telah berkenan memberikan data citra medis diagnosis tuberkulosis tahun 2011-2012, dan seluruh pihak yang telah membantu memberikan sumbangsih atas penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] Irma Widia Sari, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keterlambatan Provider Dalam Pengobatan Tuberkulosis Kota Padang Tahun 2018," 2018.
- [2] Soekirman, "Identifikasi Penyakit Tuberkulosis (TB) Organ Paru Berdasarkan Citra X-Ray Menggunakan Probabilistic Neural Network (PNN)," 2014.
- [3] J. Santony, "Metode Fuzzy C-Means," vol. 1, no. 2, pp. 40-43, 2014.
- [4] Y. Agussationo, "Ekstraksi Ciri Citra X-Ray Paru Berbasis Ciri Statistis," Universitas Gadjah Mada, 2016.
- [5] R. N. Rohmah, "Computer Aided Diagnosis for Lung Tuberculosis Identification Based on Thoracic X-ray," 2013.