

Sistem Diagnosa Penyakit Paru Berdasarkan Foto Rontgen Dengan Pendekatan *Fuzzy Learning Vector Quantization*

Pradityo Utomo

Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta
pradityou@gmail.com

Wiharto

Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta
wi_harto@yahoo.com

Esti Suryani

Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta
suryapalapa@yahoo.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi sangat diperlukan dalam segala bidang, salah satunya dalam bidang kesehatan. Salah satu penggunaan teknologi informasi dalam bidang kesehatan adalah pendiagnosaan penyakit paru dengan memanfaatkan hasil foto rontgen pada sistem yang berbasis komputer.

Sistem yang menggunakan pendekatan Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ) dapat melakukan pendiagnosaan terhadap penyakit paru. Karakteristik penyakit paru yang ada pada foto rontgen dapat digunakan untuk mengetahui data yang terindikasi penyakit, dan data yang normal. Sebelum data dimasukkan ke sistem, data dilakukan pengolahan citra yang meliputi deteksi tepi Canny, Threshold, segmentasi, dan ekstraksi ciri Fast Fourier Transform. Data yang telah dilakukan pengolahan citra akan dinormalisasi, kemudian data digunakan untuk pelatihan/training dan pengujian/testing terhadap sistem. Dimana akurasi sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ akan dibandingkan dengan sistem yang menggunakan pendekatan LVQ.

Sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ dengan data hasil pengolahan citra hingga tahap ekstraksi ciri memiliki akurasi sebesar 50% saat diuji menggunakan data testing, dan sebesar 95% jika diuji menggunakan data hasil pengolahan citra hingga tahap segmentasi. Sedangkan sistem yang menggunakan pendekatan LVQ memiliki akurasi sebesar 50% saat diuji menggunakan data hasil pengolahan citra hingga tahap ekstraksi ciri, dan saat diuji menggunakan data hasil pengolahan citra hingga tahap segmentasi. Dari perbandingan akurasi tersebut, sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ dengan pengolahan citra hingga tahap segmentasi dapat lebih baik jika dibandingkan dengan sistem yang menggunakan pendekatan LVQ.

Kata kunci

penyakit paru, foto rontgen, *Fuzzy Learning Vector Quantization*

1. PENDAHULUAN

Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia, penyakit paru termasuk salah satu penyakit yang kritis hingga saat ini. Jumlah penderita penyakit paru pada tahun 2009 sejumlah 1,7juta orang, tahun 2010 sejumlah 2,3juta orang, dan tahun 2011 sejumlah 4,7juta orang. Salah satu penyebab peningkatan jumlah penderita penyakit paru adalah meningkatnya perokok yang mencapai 65% dari jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2011. Untuk jumlah dokter spesialis penyakit paru hanya mencapai 600-700 orang di Indonesia. Dari data tersebut jumlah penderita penyakit paru tidak sebanding dengan jumlah dokter. Sehingga dibutuhkan teknologi yang bisa membantu

penanganan secara cepat terhadap penderita penyakit paru. Salah satunya adalah penggunaan teknologi informasi berbasis komputer.

Sebuah penelitian telah dilakukan oleh Elly Matulimah pada tahun 2004 tentang sistem deteksi penyakit paru menggunakan pendekatan algoritma LVQ (Learning Vector Quantization) yang berdasarkan foto rontgen. Karakteristik yang dimiliki penyakit paru pada foto rontgen, dapat digunakan menjadi parameter sistem. Keakuratan sistem yang dibuat menggunakan pendekatan LVQ sebesar 64,44% untuk paru kiri, dan 67,78% untuk paru kanan [1]. Penyakit paru yang dideteksi salah satunya adalah efusi pleura parapneumonia. Efusi Pleura Parapneumonia yaitu paru yang mengalami komplikasi yang biasanya membentuk lokulus yang akhirnya membentuk kavitas berisi nanah. Sehingga pada ujung paru tidak terlihat, karena berisi nanah [2].

Penelitian selanjutnya terhadap penyakit pneumonia yang menggunakan sistem berdasarkan Jaringan Syaraf Tiruan juga telah dilakukan Koda pada tahun 2000, yang memiliki akurasi waktu sistem 5 menit dalam pendeteksian [3]. Nilai keakuratan Jaringan Syaraf Tiruan LVQ dalam pendiagnosaan masih dianggap kurang optimal, sehingga dibutuhkan sistem yang menggunakan sebuah metode untuk menangani kelemahan dari sistem yang menggunakan pendekatan LVQ.

Penelitian lain yang menggunakan algoritma berbeda, salah satunya menggunakan algoritma FLVQ. Penelitian yang telah dilakukan, salah satunya oleh Fajar dan kawan-kawan pada tahun 2011. Hasil penelitiannya yang menggunakan pendekatan FLVQ pada pendiagnosaan penyakit aritmia mampu diterapkan dengan akurasi sistem 100% dengan percobaan 100 data [4]. Penelitian juga dilakukan oleh Jatmiko dan kawan-kawan pada tahun 2011 yang menggunakan FLVQ untuk mendiagnosa penyakit jantung, dengan akurasi sistemnya mencapai 95% untuk data yang tidak diketahui dan 87,6% yang diketahui [5].

Menurut penelitian-penelitian yang telah dilakukan, salah satu metode yang dianggap mampu menangani kelemahan LVQ adalah Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ). Karena pada penelitian Wu dan kawan-kawan pada tahun 2002 telah membandingkan bahwa FLVQ dapat lebih baik jika dibandingkan LVQ [6]. FLVQ adalah penggabungan dari dua metode yaitu Logika Fuzzy dan Jaringan Saraf Tiruan. Logika Fuzzy yang digunakan pada algoritma FLVQ adalah Fuzzy C-Means, sedangkan Jaringan Saraf Tiruan yang digunakan adalah Learning Vector Quantization. Karena algoritma FLVQ adalah penggabungan dari dua metode, sehingga FLVQ dianggap lebih optimal jika digunakan pada sebuah sistem clustering data [7].

Ditinjau dari segi pengolahan citra yang dilakukan pada penelitian Elly Matullimah menggunakan pendekatan LVQ. Pengolahan citra yang diterapkannya hanya menggunakan segmentasi gambar. Pada penelitian tersebut belum ada pengekstrakan ciri pada gambarnya juga. Tetapi jika pengolahan citra yang dilakukan menggunakan tahapan Deteksi Tepi, Threshold, Segmentasi, dan Ekstraksi Ciri dapat membantu sistem untuk mengoptimalkan pendiagnosaannya. Deteksi tepi yang digunakan adalah deteksi tepi canny, karena menurut penelitian Hidayatno pada tahun 2011, deteksi tepi canny memiliki hasil yang lebih bagus dari deteksi tepi lainnya, karena dapat membantu akurasi pengenalan penyakit sebesar 70% [8]. Canny didapatkan dari gradien tepi dan arah [9]. Kemudian data dibuat ke piksel 0 dan 1 dengan melakukan threshold. Tahapan selanjutnya adalah segmentasi yang digunakan untuk membagi gambar ke bagian yang lebih kecil [10]. Dimana bagian lebih kecil tersebut adalah bagian yang terinfeksi oleh penyakit.

Untuk mencirikan penyakit yang ada pada gambar, dilakukan proses ekstraksi ciri. Fitur/gambar diekstrak menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) supaya mendapatkan akurasi yang baik [11]. Menurut penelitian yang dilakukan Said pada tahun 2011, dengan menggunakan ekstraksi ciri mampu membantu pengoptimalan Jaringan Saraf Tiruan dengan akurasi 85,56% [12]. Setelah foto rontgen dilakukan pengolahan citra, tahapan selanjutnya untuk memperkecil nilai dari piksel-piksel data, akan dilakukan proses normalisasi. Jenis normalisasi yang digunakan untuk memperkecil nilai piksel adalah Min-max normalization. Karena Min-max Normalization membuat nilai piksel-piksel data menjadi diskalakan dalam range 0 sampai 1 [13].

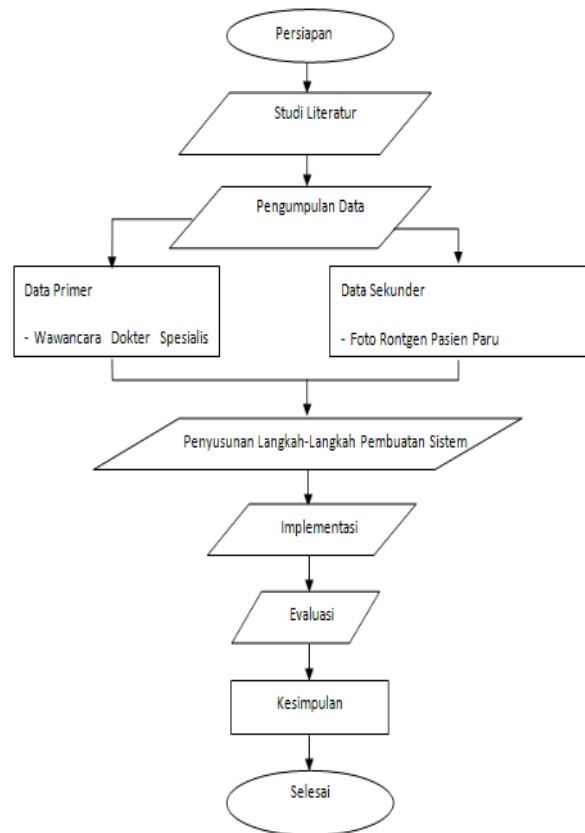
Mengacu dari hasil akurasi sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa FLVQ dapat lebih baik dari sistem yang menggunakan pendekatan LVQ. Sehingga akan dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengimplementasikan Sistem Diagnosa Penyakit Paru yang berdasarkan Foto Rontgen dengan pendekatan Fuzzy Learning Vector Quantization bagi penderita penyakit paru, dan mengetahui perbandingan akurasinya dengan sistem yang hanya menggunakan Algoritma Learning Vector Quantization (LVQ).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian yang menggunakan metode eksperimental yang bertujuan untuk membuat sistem diagnosa penyakit paru yang berdasarkan foto rontgen dengan pendekatan Fuzzy Learning Vector Quantization. Data yang diperlukan pada penelitian ada dua jenis, yaitu Data sekunder dan Data primer. Data Sekunder adalah data foto rontgen penyakit paru. Karakteristik dari penyakit paru bisa digunakan untuk membedakan mana data yang terinfeksi penyakit, dan mana data yang normal. Data sekunder diperoleh dari data pasien paru Rumah Sakit Dungus Kabupaten Madiun dan Rumah Sakit Umum Daerah Kota Madiun.

Data Primer adalah wawancara dengan Dokter Spesialis Penyakit Paru. Wawancara dilakukan untuk mengetahui seberapa pentingkah foto rontgen untuk memeriksa pasien paru. Selain itu dengan wawancara langsung dengan Dokter Spesialis paru, dapat mengetahui bagaimana penyakit paru tersebut.

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat ditunjukkan pada bagan alir penelitian seperti Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Penyusunan langkah-langkah pembuatan sistem melalui beberapa tahapan sehingga mendapatkan hasil yang sesuai target. Data yang berupa gambar dilakukan pengolahan citra terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke sistem. Pengolahan citra yang dilakukan meliputi deteksi tepi, threshold, segmentasi, dan ekstraksi ciri. Deteksi tepi yang dipilih menggunakan deteksi tepi canny. Canny didapatkan dari gradien tepi dan arah yang dapat ditentukan dengan:

$$g(x, y) = (G_x^2 + G_y^2)^{1/2} \dots(1)$$

dan $\alpha(x, y) = \tan^{-1}(G_x / G_y) \dots (2)$

Kemudian dilakukan threshold untuk membuat piksel gambar bernilai 0 dan 1. Threshold didapat dari merata-rata nilai pikselnya :

$$T' = \frac{m_1 + m_2}{2} \dots(3)$$

$$m = \mu(Piksel) \dots(4)$$

Setelah itu data disegmentasi menjadi ukuran yang lebih kecil menurut karakteristik penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Gambar yang telah tersegmentasi diekstrak untuk mendapatkan ciri gambar dengan ekstraksi ciri Fast Fourier Transform. Fast Fourier Transform didapat dari :

$$f(t) = A \cos(\omega_1 t) + B \sin(\omega_2 t) + C \text{sinc}(\omega_3 t) \dots(5)$$

Setelah gambar dilakukan pengolahan citra, kemudian gambar dinormalisasi. Normalisasi yang dipilih menggunakan Min-max Normalization. Min-max Normalization dihitung menggunakan :

$$s' = \frac{s - \min\{s_k\}}{\max\{s_k\} - \min\{s_k\}} \dots\dots(6)$$

Nilai piksel dilambangkan s, dan k= 1,2,3,...n.

Data hasil normalisasi dimasukkan ke sistem diagnosa penyakit paru yang menggunakan pendekatan Fuzzy Learning Vector Quantization. Banyaknya data yang dikenali akan digunakan untuk mengetahui akurasi sistem dalam pendiagnosaan penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Akurasi sistem diagnosa penyakit paru yang menggunakan pendekatan Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ) akan dibandingkan dengan sistem yang menggunakan pendekatan Learning Vector Quantization (LVQ). Perhitungan akurasi sistem dihitung menggunakan rumus 7.

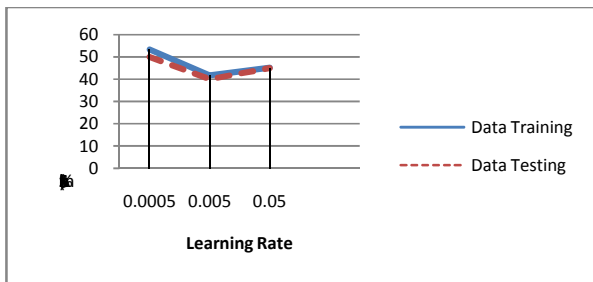
$$Persentase\ Akurasi = \frac{Jumlah\ data\ yang\ dikenali\ benar}{Jumlah\ data\ yang\ diuji} \times 100\% \dots(7)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada pembuatan Sistem Diagnosa Penyakit Paru berdasarkan Foto Rontgen dengan Pendekatan Fuzzy Learning Vector Quantization, dapat dilihat akurasi dalam mengenali data, baik data training atau pun data testing. Sehingga saat diuji, sistem akan menampilkan notifikasi apakah data foto rontgen dikenali terindikasi penyakit paru efusi pleura parapneumonia, atau data dikenali normal.

Data foto rontgen paru yang digunakan untuk melatih data (mentraining data) sebanyak 60 data, yaitu terdiri dari 30 data yang terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia, dan 30 data yang paru normal. Banyaknya data foto rontgen yang digunakan untuk menguji data (testing data) adalah dari jumlah total masing-masing jenis data untuk training, yaitu 10 data yang terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia, dan 10 data yang paru normal.

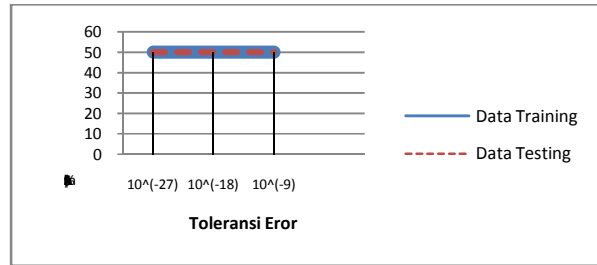
Sebelum data dimasukkan ke sistem, dilakukan pengolahan citra terlebih dahulu. Data yang citranya diolah hingga tahap ekstraksi ciri Fast Fourier Transform akan ditraining dan ditesting menggunakan algoritma Learning Vector Quantization (LVQ), dengan dilakukan percobaan sebanyak 3 kali menggunakan learning rate 0.0005, learning rate 0.005, learning rate 0.05, dan maksimal iterasi yang digunakan adalah 1000 iterasi. Perbandingan akurasi sistem menurut learning rate yang digunakan pada sistem, dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Akurasi Sistem Menggunakan Pendekatan LVQ Dengan Pengolahan Citra Hingga Tahap Ekstraksi Ciri

Menurut Gambar 10, telah terlihat bahwa akurasi terbaik yang menggunakan pendekatan LVQ adalah pada learning rate 0.0005 dengan prosentase akurasi data training yang dikenali oleh sistem sebesar 53.33%, dan data testing yang dikenali oleh sistem sebesar 50%. Selain itu data yang citranya diolah hingga

tahap ekstraksi ciri Fast Fourier Transform akan ditraining dan ditesting menggunakan algoritma Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ), dengan dilakukan percobaan sebanyak 3 kali menggunakan toleransi error 10^{-9} , 10^{-18} , 10^{-27} , dan maksimal iterasi yang digunakan adalah 1000 iterasi. Perbandingan akurasi sistem menurut toleransi error yang digunakan pada sistem, dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Akurasi Sistem Menggunakan Pendekatan FLVQ Dengan Pengolahan Citra Hingga Tahap Ekstraksi Ciri

Menurut Gambar 11, telah terlihat bahwa akurasi sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ adalah sama baiknya, dengan prosentase akurasi data training yang dikenali oleh sistem sebesar 50%, dan data testing yang dikenali oleh sistem sebesar 50%. Jika akurasi terbaik sistem yang menggunakan pendekatan LVQ dan sistem yang menggunakan FLVQ dibandingkan, maka dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Akurasi Sistem Menggunakan Pendekatan LVQ Dan Sistem Menggunakan Pendekatan FLVQ Dengan Pengolahan Citra Hingga Tahap Ekstraksi Ciri

Jenis Pendekatan	Perbandingan Akurasi	
	Data Training Dikenali (%)	Data Testing Dikenali (%)
LVQ	53,33	50
FLVQ	50	50

Menurut Tabel 1, akurasi sistem yang menggunakan pendekatan LVQ lebih baik dibandingkan dengan yang menggunakan pendekatan FLVQ. Hal ini terbukti dari jumlah data training dan data testing yang dikenali oleh sistem. Perbandingan jumlah data yang dikenali dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Data Training Dan Data Testing Yang Dikenali Menggunakan Pendekatan LVQ Dan Sistem Menggunakan Pendekatan FLVQ Dengan Pengolahan Citra Hingga Tahap Ekstraksi Ciri

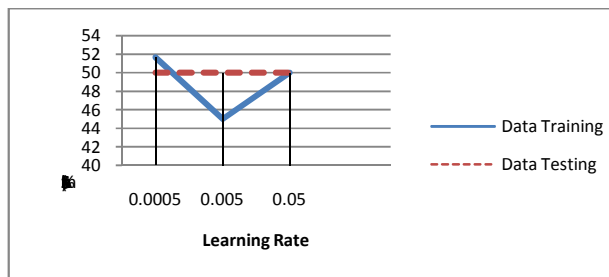
Jen. Pend	Data Training				Data Testing			
	Normal		Indikasi		Normal		Indikasi	
	Nor	Ind	Nor	Ind	Nor	Ind	Nor	Ind
LVQ	18	12	16	14	7	3	7	3
FLVQ	2	28	2	28	0	10	0	10

Menurut Tabel 2, data training yang dikenali oleh sistem yang menggunakan pendekatan LVQ lebih banyak dibandingkan menggunakan pendekatan FLVQ. Pada sistem yang menggunakan pendekatan LVQ, data yang sudah ditraining diujikan kembali. Sebanyak 30 data normal yang diujikan, 18 data dikenali normal dan 12 data diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Sedangkan 30 data terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia yang diujikan, 16 data diterjemahkan normal dan 14 data diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura

Parapneumonia. Kemudian sistem diuji juga dengan data testing, sebanyak 10 data normal yang diujikan, 7 data yang dikenali normal dan 3 data diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Sedangkan 10 data terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia yang diujikan, 7 data diterjemahkan normal dan 3 data dikenali terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia.

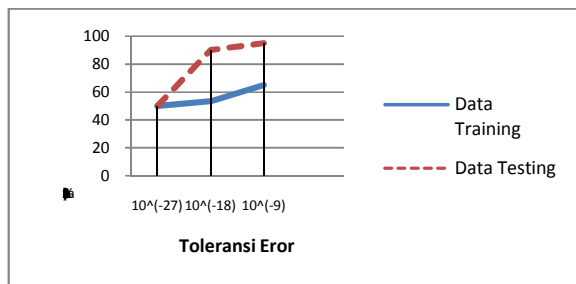
Pada sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ, data yang sudah ditrainingkan diujikan kembali, sebanyak 30 data normal yang diujikan, 2 data yang dikenali normal dan 28 data diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Sedangkan 30 data terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia yang diujikan, 2 data diterjemahkan normal dan 28 data dikenali terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Kemudian sistem diuji juga dengan data testing, sebanyak 10 data terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia yang diujikan, tidak ada data yang diterjemahkan normal dan 10 data yang dikenali terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia.

Tetapi jika data yang digunakan adalah data yang dilakukan pengolahan citra hingga tahap segmentasi, maka hasil akurasi sistem yang menggunakan pendekatan LVQ dengan learning rate 0.0005, learning rate 0.005, learning rate 0.05, dan maksimal iterasi yang digunakan adalah 1000 iterasi, dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Akurasi Sistem Menggunakan Pendekatan LVQ Dengan Pengolahan Citra Hingga Tahap Segmentasi

Menurut Gambar 12, telah terlihat bahwa akurasi terbaik yang menggunakan pendekatan LVQ adalah pada learning rate 0.0005 dengan prosentase akurasi data training yang dikenali oleh sistem sebesar 51,67%, dan data testing yang dikenali oleh sistem sebesar 50%. Selain itu data yang citranya diolah hingga tahap ekstraksi ciri segmentasi akan ditraining dan ditesting menggunakan algoritma FLVQ, dengan dilakukan percobaan sebanyak 3 kali menggunakan toleransi eror 10^{-9} , 10^{-18} , 10^{-27} , dan maksimal iterasi yang digunakan adalah 1000 iterasi. Perbandingan akurasi sistem menurut toleransi eror yang digunakan pada sistem, dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Akurasi Sistem Menggunakan Pendekatan FLVQ Dengan Pengolahan Citra Hingga Tahap Segmentasi

Menurut Gambar 13, telah terlihat bahwa akurasi terbaik yang menggunakan pendekatan LVQ adalah pada sistem yang menggunakan toleransi eror 10^{-9} dengan prosentase akurasi data training yang dikenali oleh sistem sebesar 65%, dan data testing yang dikenali oleh sistem sebesar 95%. Jika akurasi terbaik sistem yang menggunakan pendekatan LVQ dan sistem yang menggunakan FLVQ dibandingkan, maka dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Akurasi Sistem Menggunakan Pendekatan LVQ Dan Sistem Menggunakan Pendekatan FLVQ Dengan Pengolahan Citra Hingga Tahap Segmentasi

Jenis Pendekatan	Perbandingan Akurasi	
	Data Training Dikenali (%)	Data Testing Dikenali (%)
LVQ	51,67	50
FLVQ	65	95

Menurut Tabel 3, akurasi sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ lebih baik dibandingkan dengan yang menggunakan pendekatan LVQ. Hal ini terbukti dari jumlah data training dan data testing yang dikenali oleh sistem. Perbandingan jumlah data yang dikenali dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Data Training Dan Data Testing Yang Dikenali Menggunakan Pendekatan LVQ Dan Sistem Menggunakan Pendekatan FLVQ Dengan Pengolahan Citra Hingga Tahap Segmentasi

Jen. Pend	Data Training				Data Testing			
	Normal		Indikasi		Normal		Indikasi	
	Nor	Ind	Nor	Ind	Nor	Ind	Nor	Ind
LVQ	30	0	29	1	10	0	10	0
FLVQ	19	11	10	20	10	0	1	9

Menurut Tabel 4, data training yang dikenali oleh sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ lebih banyak dibandingkan menggunakan pendekatan LVQ. Pada sistem yang menggunakan pendekatan LVQ, data yang sudah ditrainingkan diujikan kembali. Sebanyak 30 data normal yang diujikan, 30 data dikenali normal dan tidak ada data yang diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Sedangkan 30 data terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia yang diujikan, 29 data diterjemahkan normal dan 1 data diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Kemudian sistem diuji juga dengan data testing, sebanyak 10 data normal yang diujikan, 10 data yang dikenali normal dan tidak ada data diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Sedangkan 10 data terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia yang diujikan, 10 data diterjemahkan normal dan tidak ada data dikenali terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Pada sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ, data yang sudah ditrainingkan diujikan kembali. Sebanyak 30 data normal yang diujikan, 19 data yang dikenali normal dan 11 data diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Sedangkan 30 data terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia yang diujikan, 10 data diterjemahkan normal dan 20 data dikenali terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Kemudian sistem diuji juga dengan data testing, sebanyak 10 data normal yang diujikan, 10 data yang dikenali normal dan tidak ada data diterjemahkan terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia. Sedangkan 10 data terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia yang diujikan, 1 data diterjemahkan normal dan 9 data dikenali terindikasi penyakit paru Efusi Pleura Parapneumonia.

4. KESIMPULAN

Sistem yang menggunakan pendekatan LVQ dengan data hasil pengolahan citra hingga tahap segmentasi memiliki akurasi sebesar 51,67% menurut data *training* yang dikenali sistem, dan sebesar 50% menurut data *testing* yang dikenali sistem. Tetapi jika sistem menggunakan data hasil pengolahan citra hingga tahap ekstraksi ciri, sistem memiliki akurasi sebesar 53,33% menurut data *training* yang dikenali sistem, dan sebesar 50% menurut data *testing* yang dikenali sistem. Sedangkan sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ dengan data hasil pengolahan citra hingga tahap segmentasi memiliki akurasi sebesar 65% menurut data *training* yang dikenali sistem, dan sebesar 95% menurut data *testing* yang dikenali sistem. Jika sistem menggunakan data hasil pengolahan citra hingga tahap ekstraksi ciri memiliki akurasi sebesar 50% menurut data *training* dan data *testing* yang dikenali sistem.

Menurut prosentase tersebut, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan data hasil pengolahan citra hingga tahap ekstraksi ciri, sistem yang menggunakan pendekatan LVQ lebih baik dibandingkan sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ. Tetapi dengan menggunakan data hasil pengolahan citra hingga tahap segmentasi, sistem yang menggunakan pendekatan FLVQ sudah lebih baik dibandingkan sistem yang menggunakan pendekatan LVQ.

Penelitian ini masih bisa dikembangkan lagi untuk memaksimalkan akurasi Sistem Diagnosa Penyakit Paru. Rekomendasi sistem yang dapat dipertimbangkan untuk mengembangkan dan memaksimalkan akurasi Sistem Diagnosa Penyakit Paru Berdasarkan Foto Rontgen dengan Pendekatan Fuzzy Learning Vector Quantization yang telah dibuat, adalah dengan mengimplementasikan sistem untuk pendeteksian paru kanan, menambahkan penelitian tentang penelitian akurasi sistem menurut waktu, dan mengimplementasikan sistem untuk mendeteksi penyakit paru lain.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Matulimah, E. 2004. *Deteksi Jenis Penyakit Paru Berdasarkan Image Rontgen Dengan Algoritma LVQ*. Skripsi. Surabaya:ITS.
- [2] Mulyono, J. 2000. *Efusi Pleura Parapneumonia*. Cermin Dunia Keokteran No. 123. SMF Paru Rumah Sakit Samsudin SH. Sukabumi.
- [3] Koda, T., Kondo, H., Zhang, L. 2000. *Computer Aided Diagnosis For Pneumoconiosis Radiographs Usin g Neural Network*. International Archives of Fotogrammetry and Remote sensing. Vol. XXXIII. Part B5. Amsterdam. Page 453-458.
- [4] Fajar, M., Jatmiko, W., Ruliantyo. 2011. *Implementasi Algoritma Fuzzy Learning Vector Quantization Pada Field Programmable Gate Array Untuk Pendeteksian Aritmia*. KNS & I11-035. Bali.
- [5] Jatmiko, W., Matulimah, E.,dkk. 2011. *Heart Beat Clasification Using Wavelet Feature Based on Neural Network*. ISSN: 1109-2777. Issue 1. Vol. 10. Indonesia.
- [6] Wu, K., Yang, M. 2002. *A Fuzzy-Soft Learning Vector Quantization*. Neurocomputing 55. Page 681-697.
- [7] Karayiannis, N., Bezdek, J. 1997. *An Integrated Approach To Fuzzy Learning Vector Quantization And Fuzzy C-Means Clustering*. IEEE Transactions On Fuzzy System. Vol. 5. No. 5. Page 622-628.
- [8] Hidayatno, A., Isnanto, R., Wulandari, N. 2011. *Identifikasi Tumor Pada Jaringan Sekitar Tulang Dan Paru-Paru Menggunakan Segmentasi Berdasarkan Aras Keabuan Citra*. Semarang: UNDIP.
- [9] Prasetyo, Eko. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab*. Penerbit : Andi.
- [10] Gonzales, R., Woods, R. 2010. *Digital Image Processing*. Penerbit: Pearson.
- [11] Anggodo, Dito. 2010. <http://deeto88.wordpress.com/2010/09/28/mengenal-fft-iff/>. (Diakses tanggal 29 Nopember 2010).
- [12] Said, B. 2011. *Identifikasi Penyakit Tanaman Menggunakan Fast Fourier Transform dan Local Binary Pattern dengan Probabilistic Neural Network*. Bogor: IPB.
- [13] Jayalakshmi, T. And Santhakumaran, A. 2011. *Statistical Normalization and Back Propagation for Classification*. International Journal of Computer Theory and Engineering. II