

SEGMENTASI CITRA MENGGUNAKAN HAAR WAVELET UNTUK DETEKSI PENYAKIT TBC DARI CITRA BERNOISE

Christine Wulandari

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA,
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57126
christine.thuel@gmail.com

Esti Suryani

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA,
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57126
suryapalapa@yahoo.com

Umi Salamah

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA,
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
u_salamah@yahoo.com

ABSTRAK

Rontgen berguna untuk membantu dan menegakkan diagnosa penyakit. Seperti halnya dengan citra gambar, foto rontgen dapat mengalami penurunan kualitas yang disebabkan adanya noise berupa bintik-bintik gelap dan terang secara acak yang disebut dengan noise salt and pepper sehingga sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan oleh rontgen tersebut menjadi berkurang. Kasus yang digunakan pada penelitian ini adalah foto rontgen positif TBC yang mengalami penurunan kualitas karena adanya noise. Oleh karena itu, diperlukan adanya perbaikan citra dengan suatu metode supaya foto rontgen yang berkurang kualitasnya dapat diperbaiki dan digunakan kembali.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas citra adalah Median Filter. Setelah mengalami perbaikan citra dengan median filter, citra hasil tersebut akan dicari cirinya melalui proses ekstraksi ciri, dimana ciri yang diambil adalah ciri tekstur. Segmentasi yang digunakan untuk pencarian ciri yaitu dengan metode Haar Wavelet.

Hasil dari pengujian dapat disimpulkan bahwa metode median filter dapat diterapkan untuk perbaikan citra. Selanjutnya metode Haar Wavelet dapat diterapkan untuk menemukan ciri dan mengidentifikasi citra paru TBC. Hal ini ditunjukkan dengan perhitungan akurasi sebesar 80%.

Kata Kunci :

Tuberculosis (TBC), Noise Salt and Pepper, Median Filter, Haar Wavelet

1. PENDAHULUAN

TBC (*Tuberculosis*) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycrobacterium Tuberculosis*. Penyakit ini banyak diderita masyarakat di Indonesia. Berdasarkan Data Badan Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 2007 menyatakan jumlah penderita Tuberculosis di Indonesia sekitar 528 ribu atau berada di posisi tiga di dunia setelah India dan Cina. Laporan WHO pada tahun 2009 mencatat peringkat Indonesia menurun ke posisi lima dengan jumlah penderita TBC sebesar 429 ribu orang. Lima negara dengan jumlah terbesar kasus insiden pada tahun 2009 adalah India, Cina, Afrika Selatan, Nigeria dan Indonesia.

Salah satu alat pemeriksaan yang dapat digunakan untuk mengetahui penyakit TBC adalah rontgen. Rontgen berguna untuk membantu dan menegakkan diagnosa penyakit, untuk melihat anggota tubuh bagian dalam yang digunakan sebagai dokumentasi rekam medis [1]. Seperti halnya dengan citra gambar, foto rontgen dapat mengalami penurunan kualitas yang disebabkan adanya

noise. Dalam foto rontgen, sering dijumpai *noise* bintik-bintik gelap dan terang secara acak yang disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya yaitu suhu udara sehingga foto *rontgen* tidak terpakai dan pasien harus melakukan perulangan foto. Hal ini dapat merugikan pasien karena penggunaan *rontgen* secara berlebihan akan dapat menimbulkan penyakit yang berbahaya dan matinya jaringan dalam tubuh[2].

Noise adalah variasi intensitas yang bersifat acak yang berarti gangguan pada citra. *Noise* dapat disebabkan oleh gangguan fisik (optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Salah satu jenis *noise* yang sering dijumpai adalah *noise salt and pepper*. *Noise* ini berbentuk bintik-bintik gelap dan terang yang muncul secara acak yang menyebar pada obyek (citra) maupun latar belakangnya [3].

Ada banyak teknik untuk menghilangkan *noise*. Salah satunya dengan menggunakan filter median. Penelitian terdahulu [4] menjelaskan tentang perbaikan citra digital film radiografi menggunakan filter median untuk menghilangkan *noise salt and pepper*. Penelitian lain [4] melakukan penelitian dengan membandingkan metode Gaussian, Mean, dan Median untuk reduksi *noise*. Selain itu, penelitian lain [5] melakukan perbandingan 3 metode yaitu median filtering, adaptive filtering, dan average filtering untuk reduksi *noise* dengan kasus pengambilan foto melalui x-ray. Hasil dari penelitian tersebut menjelaskan bahwa metode median filter merupakan metode paling baik digunakan untuk reduksi *noise* pada foto x-ray sehingga dapat meningkatkan kualitas citra.

Kualitas citra dapat diukur dengan menggunakan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). PSNR adalah sebuah perhitungan yang menentukan nilai dari sebuah citra yang dihasilkan. Nilai PSNR ditentukan oleh besar atau kecilnya nilai MSE yang terjadi pada citra. Semakin besar nilai PSNR, semakin baik pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil dan telah berkurang *noisenya* [3].

Citra yang akan diperbaiki pada penelitian ini adalah citra paru TBC. Setelah mengalami perbaikan citra dengan median filter, citra hasil tersebut akan dicari cirinya melalui proses ekstraksi ciri, dimana ciri yang diambil adalah ciri tekstur. Segmentasi yang digunakan untuk pencarian ciri yaitu dengan metode Haar Wavelet. Penelitian terdahulu [7] menjelaskan Haar Wavelet cukup baik digunakan untuk analisis tekstur citra dibandingkan dengan metode Daubechies dan Coiflet. Penelitian terdahulu [8] menjelaskan tentang pendeteksian penyakit TBC melalui proses ekstraksi ciri menggunakan filter 2D Gabor Wavelet. Hasil akurasi dari penelitian tersebut adalah 70% untuk deteksi TBC.

Mengacu pada penelitian yang dilakukan sebelumnya, maka penulis melakukan proses perbaikan citra yang kemudian

hasil dari perbaikan citra akan disegmentasi dengan proses ekstraksi ciri untuk pendeteksian penyakit TBC. Diharapkan penelitian ini dapat memperbaiki foto rontgen dengan kondisi terdapat *noise salt and pepper* sehingga dapat meningkatkan kualitas citra dan dapat digunakan kembali untuk pendeteksian penyakit TBC.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah metode Haar Wavelet dapat diterapkan untuk menemukan ciri dan mengidentifikasi citra paru TBC setelah mengalami proses penghilangan *noise*.

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan hasil penelitian ini bisa menjadi alat bantu para dokter supaya foto rontgen yang gagal bisa diperbaiki dan digunakan kembali untuk identifikasi TBC.

2. DASAR TEORI

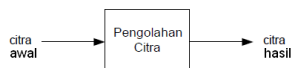
Terdapat beberapa teori yang mendukung dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

2.1 Citra

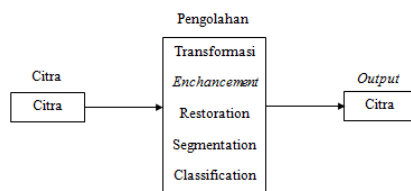
Secara harfiah, citra adalah gambar pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, dan objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam [9].

2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra yang secara khusus menggunakan komputer sehingga diperoleh citra yang kualitasnya lebih baik. Pengolahan citra juga dapat diartikan sebagai suatu pemrosesan suatu gambar sehingga menghasilkan suatu gambar lain yang lebih sesuai dengan keinginan kita [9].



Gambar 2.1 Proses Pengolahan Citra [9]



Gambar 2.2 Dasar-dasar Pengolahan Citra [9]

2.3 Restorasi Citra

Restorasi citra merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra. Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami *noise* pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang/gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Melalui operasi pemrosesan awal inilah, kualitas citra diperbaiki sehingga citra dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (*recognition*) objek di dalam citra [10].

2.4 PSNR

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah sebuah perhitungan yang menentukan nilai dari sebuah citra yang dihasilkan. Nilai PSNR ditentukan oleh besar atau kecilnya nilai MSE yang terjadi pada citra. Semakin besar nilai PSNR, semakin baik pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Sebaliknya, semakin kecil nilai PSNR, maka akan semakin buruk pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Satuan nilai dari PSNR sama seperti MSE, yaitu dB (*deciBell*). Jadi, hubungan antara nilai PSNR dengan nilai MSE adalah semakin besar nilai PSNR, maka akan semakin kecil nilai MSE-nya [3].

Perhitungan PSNR dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$PSNR = 10 \log \frac{255^2}{MSE}, \text{ atau} \tag{2.1}$$

$$PSNR = 10 \log \frac{255^2}{\frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} ((x[i, j] - y[i, j])^2)} \tag{2.2}$$

Dimana :

M adalah matrik baris, N adalah matrik kolom

$x[i, j]$ adalah citra awal dengan dimensi M x N

$y[i, j]$ adalah citra hasil yang telah mengalami proses restorasi

2.5 Noise Salt and Pepper

Noise salt and pepper adalah *noise* yang biasanya terlihat titik-titik hitam dan putih pada citra seperti tebaran garam dan merica. *Noise* ini disebabkan karena terjadinya *error* bit dalam pengiriman, *pixel-pixel* yang tidak berfungsi dan kerusakan pada lokasi memori. *Noise* ini termasuk dalam degradasi statistik yang diakibatkan sensor-sensor pencitraan elektronik, granularitas film, dan fluktuasi cahaya atmosfer. *Pixel* yang mengalami degradasi ini akan terlihat berbeda dengan *pixel* ketetanggaannya [3].

2.6 Filter Median

Filter median adalah *low pass* filter dengan fungsi utamanya adalah menghilangkan *noise*. Median adalah nilai tengah dari serangkaian nilai yang telah diurutkan, jika ada sejumlah genap nilai maka median adalah rerata dari dua nilai yang berada pada urutan tengah. Dengan demikian filter median secara umum akan mengganti *pixel-pixel* yang *bernoise* dengan suatu nilai yang dekat dengan *pixel-pixel* disekitarnya [9].

Cara mencari nilai median sebagai berikut [9] :

- Baca nilai *pixel* yang akan diproses beserta *pixel-pixel* tetangganya.
- Urutkan nilai-nilai *pixel* dari yang paling kecil hingga yang paling besar.
- Pilih nilai pada bagian tengah untuk nilai yang baru bagi *pixel* (x,y).

2.7 Deteksi Tepi Sobel

Operator Sobel diterapkan dalam dua buah kernel matrik. Matrik yang pertama (S_x) digunakan untuk melakukan penelusuran terhadap suatu citra secara horizontal dan matrik yang kedua (S_y) digunakan untuk melakukan penelusuran terhadap suatu citra secara vertikal. Sobel menggunakan kernel operator gradient 3x3. Kernel (S_x) dan (S_y) adalah sebagai berikut, dengan konstanta $c = 2$ [10].

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Langkah-langkah algoritma sobel :

- a. Menginputkan citra masukan
 - b. Memulai baris dan kolom untuk *looping*
 - c. Menentukan panjang dan lebar matriks
 - d. Menghitung (S_x)
- $$S_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6) \tag{2.3}$$

- e. Menghitung (S_y)
- $$S_y = (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4) \tag{2.4}$$

- f. Mencari gradien magnitude dan menyimpan dalam matriks yang dihasilkan.

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \approx |S_x| + |S_y| \tag{2.5}$$

- g. Menghitung nilai ambang yang akan digunakan untuk matriks hasil

2.8 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri menggunakan Transformasi Haar Wavelet karena Haar Wavelet merupakan metode yang lebih bagus digunakan untuk merepresentasikan ciri tekstur dan bentuk. Di samping itu, Haar Wavelet memerlukan waktu komputasi yang lebih kecil dari pada transformasi wavelet lainnya [7].

Haar Wavelet didefinisikan dengan fungsi sebagai berikut [11] :

$$\varphi = \begin{cases} 1 & 0 \leq t \leq 0,5 \\ -1 & 0,5 < t \leq 1 \\ 0 & \text{Lainnya} \end{cases}$$

Fungsi tersebut menggunakan dua koefisien tak nol $h(0) = 1/\sqrt{2}$ dan $h(1) = -1/\sqrt{2}$. Dengan dua koefisien tidak nol $h(0) = h(1) = 1/\sqrt{2}$ diperoleh fungsi *scaling* sebagai berikut:

$$\varphi(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq 1 \\ 0, & \text{Lainnya} \end{cases}$$

Ciri yang digunakan untuk perhitungan dalam ekstraksi ciri adalah perhitungan *mean* dan *variance* [12].

- a. *Mean* (μ)
Menunjukkan ukuran dispersi dari suatu citra.
- $$\mu = \sum_n f_n p(f_n) \tag{2.6}$$

- b. *Variance* (σ^2)
Menunjukkan variasi elemen pada histogram dari suatu citra
- $$\sigma^2 = \sum_n (f_n - \mu)^2 p(f_n) \tag{2.7}$$

Dimana :

μ : *Mean* dari sampel

f_n : Suatu nilai intensitas keabuan

$p(f_n)$: Nilai histogram (probabilitas kemunculan intensitas tersebut pada citra)

σ^2 : Ragam atau variansi dari sampel

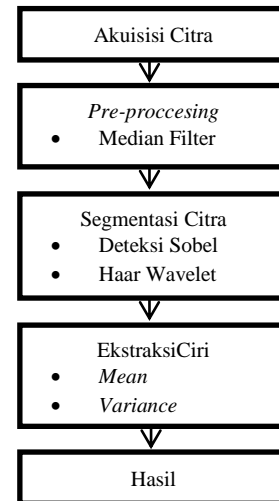
2.9 Citra Paru-paru TBC

Pada dasarnya citra paru-paru TBC terbagi atas dua, yaitu citra untuk kondisi *primary* TBC dan *post primary* TBC. Kondisi *primary* TBC merupakan kondisi dimana terjadi infeksi melalui jalan pernapasan akibat bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Pada citra paru-paru kondisi *primary* akan tampak sarang kapur (*ghon*) dan bayangan garis-garis halus. Sedangkan kondisi *post primary* TBC merupakan kondisi kronis. Pada citra paru-paru *post primary* akan tampak bayangan

bercak-bercak, awan-awan, dan lubang (*cavitas*). Sarang-sarang yang terlihat biasanya pada bagian atas paru-paru [13].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan penulis untuk menyelesaikan penelitian ini dibagi menjadi 5 tahap yang bisa dilihat dalam Gambar 3.1.



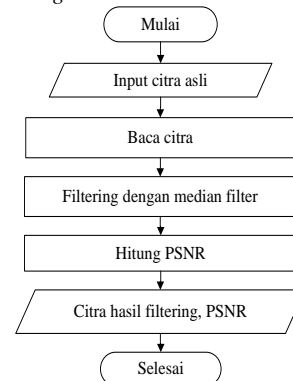
Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.1 Akuisisi Citra

Citra yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 25 foto rontgen paru berpenyakit TBC. Citra tersebut terdiri dari 20 foto rontgen TBC dengan kondisi terdapat bintik-bintik hitam/putih yang sering disebut dengan *noise salt and pepper* yang kemudian dijadikan sebagai data untuk diproses pada restorasi citra dan identifikasi TBC. Sedangkan 5 foto rontgen TBC normal (tidak terdapat *noise*) akan dipakai untuk acuan nilai identifikasi TBC. Data diperoleh dari RS Dungus Madiun pada bagian radiologi.

3.2 Pre-processing

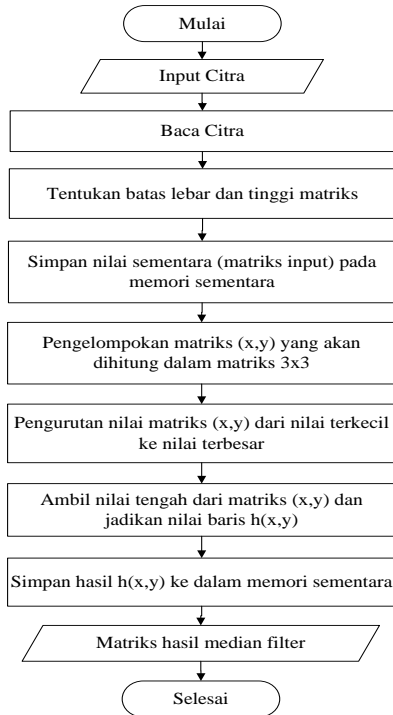
Tahap *pre-processing* adalah tahap ketika median filter digunakan untuk menghilangkan *noise*. Gambar 3.2 menjelaskan *flowchart pre-processing*.



Gambar 3.2 Flowchart Pre-processing

Keterangan gambar :

- 1) Input citra asli, input yang dimasukkan adalah foto rontgen yang terdapat *noise*
- 2) Baca citra untuk membaca inputan citra foto rontgen
- 3) Filtering dengan median filter digunakan untuk menghapus *noise*. Adapun diagram alir median filter adalah sebagai berikut :

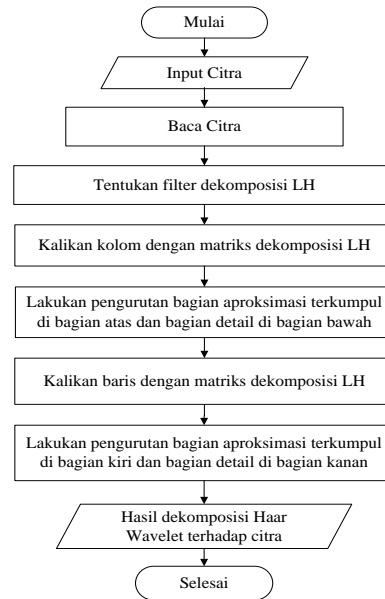


Gambar 3.3. Diagram Alir Median Filter

- 4) Hitung PSNR untuk mengetahui kualitas citra sebelum dan sesudah mengalami proses restorasi citra dengan Persamaan (2.2)

3.3 Segmentasi Citra

Segmentasi citra pada penelitian ini terdiri dari deteksi Sobel dan Haar Wavelet. Deteksi sobel digunakan untuk menajamkan tepi-tepi pada citra. Sedangkan Haar Wavelet digunakan untuk mengenali tekstur dan bentuk foto rontgen yang sudah mengalami proses perbaikan citra. Gambar 3.4 menunjukkan diagram alir transformasi Haar Wavelet.



Gambar 3.4. Diagram Alir Haar Wavelet

3.4 Ekstraksi Ciri

Melalui transformasi Haar Wavelet didapatkan citra hasil untuk pengenalan tekstur. Ekstraksi ciri yang digunakan untuk pengenalan tekstur adalah nilai dari *mean* dan *variance*, dengan Persamaan (2.6) dan (2.7).

3.5 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi kebenaran identifikasi citra paru TBC berdasarkan perbandingan antara hasil identifikasi sistem dengan nilai acuan dari ekstraksi ciri nilai *mean* dan *variance*. Selanjutnya dilakukan dengan perhitungan akurasi sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ data\ terdeteksi\ positif}{Jumlah\ keseluruhan\ data} \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 25 foto rontgen paru positif TBC. Data tersebut terdiri dari 20 foto rontgen paru TBC dengan kondisi terdapat *noise* dan 5 foto rontgen paru TBC tidak terdapat *noise* untuk acuan identifikasi TBC.

4.1 Analisis Pengolahan Citra menggunakan Median Filter

Foto dengan kondisi terdapat *noise* diproses menggunakan median filter untuk menghasilkan foto yang dapat digunakan untuk pendeteksian penyakit TBC. Hasil restorasi citra menggunakan median filter akan dihitung PSNRnya, sehingga kualitas citra dapat diketahui melalui perhitungan PSNR. Semakin besar nilai PSNR, semakin baik pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Kualitas citra dilihat dari nilai PSNR dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kualitas Citra dilihat dari Nilai PSNR [14]

PSNR (dB)	Picture Quality
60	Excellent, no noise apparent
50	Good, a small amount of noise but picture quality good
40	Reasonable, fine grain or snow in the picture, some fine detail lost
30	Poor picture with a great deal of noise
20	Unusable

Hasil PSNR dan kualitas citra setelah mengalami perbaikan citra secara keseluruhan dapat dilihat di Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Nilai PSNR Foto Rotgen Setelah Mengalami Perbaikan Citra

Data ke-	File ter-filter	PSNR (dB)
1	Img0362M.bmp	51.6515
2	Img0505M.bmp	51.6747
3	Img0882M.bmp	44.7429
4	Img0852M.bmp	47.0420
5	Img0848M.bmp	44.9332
6	Img0744M.bmp	51.9230
7	Img0405M.bmp	45.0608
8	Img0513M.bmp	44.3333
9	Img0839M.bmp	44.8647
10	Img0887M.bmp	44.8489
11	Img0735M.bmp	51.9605
12	Img0855M.bmp	53.3638
13	Img0495M.bmp	51.5341
14	Img0366M.bmp	53.1862
15	Img0448M.bmp	44.5167
16	Img0457M.bmp	41.3754
17	Img0522M.bmp	52.8906
18	Img0499M.bmp	53.0485
19	Img0456M.bmp	56.4655
20	Img0537M.bmp	44.4017

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat hasil PSNR dari metode Median Filter dan nilai kualitas citra dengan acuan Tabel 4.1. Dari 20 data, terdapat 10 data yang nilainya ≥ 50 dB yang berarti foto rontgen tersebut *good* atau kualitasnya baik. Data tersebut terdapat sedikit *noise* dan mendekati *image* sempurna. Selanjutnya, ada 10 data yang nilainya ≥ 40 dB yaitu *reasonable* dengan kualitas cukup baik walaupun hasilnya sedikit kabur.

4.2 Hasil Ekstraksi Ciri

Ciri yang digunakan untuk perhitungan dalam ekstraksi ciri adalah perhitungan *mean* dan *variance*. Digunakan sebuah nilai acuan untuk mengetahui foto rontgen hasil restorasi citra mengalami TBC atau tidak. Nilai acuan diambil dari rata-rata 5 data TBC tidak *bernoise*. Data yang digunakan untuk acuan yaitu

data foto rontgen berdasarkan referensi dari dr. Denok Yenny Wulandari (*Consultant Doctor*) di PathLab Laboratorium, Jakarta. Nilai rata-rata *mean* dan *variance* dari 5 data yang akan dijadikan nilai acuan dapat dijelaskan di Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Mean dan Variance untuk Nilai Acuan

Data ke-	Rontgen TBC	Mean (μ)	Variance(σ^2)
1	Img0466EC.bmp	52.1907	3454.6735
2	Img0498EC.bmp	50.1775	3322.2013
3	Img0509EC.bmp	60.5282	5778.1143
4	Img0547EC.bmp	51.3800	4220.9622
5	Img0599EC.bmp	64.3780	4368.7332
Rata-rata		$T\mu=55.73088$	$T\sigma^2=4228.9249$

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari 5 data yang digunakan sebagai acuan untuk identifikasi tekstur TBC didapat nilai $T\mu = 55,73$ dan $T\sigma^2 = 4228,92$. Keseluruhan hasil dari perhitungan *mean* dan *variance* foto rontgen setelah mengalami segmentasi citra dapat ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Mean dan Variance Foto Rotgen setelah Mengalami Segmentasi Citra

Data ke-	Haar Wavelet	Mean (μ)	Variance(σ^2)
1	Img0362EC.bmp	55.9970	3042.7159
2	Img0505EC.bmp	64.1832	4355.5540
3	Img0882EC.bmp	146.4834	15895.8805
4	Img0852EC.bmp	163.8459	14935.2236
5	Img0848EC.bmp	147.6541	15850.0638
6	Img0744EC.bmp	147.6553	15850.0127
7	Img0405EC.bmp	29.8995	1578.9529
8	Img0513EC.bmp	146.4703	15896.3773
9	Img0839EC.bmp	157.0345	15383.9619
10	Img0887EC.bmp	130.4643	10553.7777
11	Img0735EC.bmp	158.2460	15310.9355
12	Img0855EC.bmp	153.5666	15576.7836
13	Img0495EC.bmp	149.2954	15781.2112
14	Img0366EC.bmp	52.9782	3193.7918
15	Img0448EC.bmp	75.2377	6248.7740
16	Img0457EC.bmp	50.2623	2570.1929
17	Img0522EC.bmp	62.8984	3626.9868
18	Img0499EC.bmp	56.8131	3901.6380
19	Img0456EC.bmp	76.4994	6002.5489
20	Img0537EC.bmp	50.6276	3602.1750

Tabel 4.4 menunjukkan data perhitungan *mean* dan *variance* dari 20 data. Selanjutnya hasil pengujian dari 20 data tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.5.

4.3 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil nilai *mean* dan *variance* yang diperoleh dari ekstraksi ciri pada Tabel 4.4 dengan nilai acuan $T\mu$ dan $T\sigma^2$ yang didapatkan pada Tabel 4.3. Berdasarkan percobaan 20 data yang telah dilakukan, terlihat bahwa semakin tinggi nilai *mean* dan *variance* dari $T\mu$ dan $T\sigma^2$ maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut positif TBC.

Berdasarkan percobaan tersebut dapat digunakan sebuah *rule* untuk identifikasi TBC, yaitu sebagai berikut :

1. Jika nilai $mean \geq T\mu$ dan $variance \geq T\sigma^2$ maka hasilnya positif TBC
2. Jika nilai $mean \geq T\mu$ dan $variance \leq T\sigma^2$ maka hasilnya positif TBC
3. Jika nilai $mean \leq T\mu$ dan $variance \geq T\sigma^2$ maka hasilnya positif TBC
4. Jika nilai $mean \leq T\mu$ dan $variance \leq T\sigma^2$ maka hasilnya negatif TBC.

Hasil pengujian citra TBC positif dapat dilihat di Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Citra TBC Positif

Image	Mean (μ)	Variance(σ^2)	Identifikasi Sistem
Img0362EC.bmp	55.9970	3042.7159	Positif
Img0505EC.bmp	64.1832	4355.5540	Positif
Img0882EC.bmp	146.4834	15895.8805	Positif
Img0852EC.bmp	163.8459	14935.2236	Positif
Img0848EC.bmp	147.6541	15850.0638	Positif
Img0744EC.bmp	147.6553	15850.0127	Positif
Img0405EC.bmp	29.8995	1578.9529	Negatif

Tabel 4.5. (Lanjutan)

Image	Mean (μ)	Variance(σ^2)	Identifikasi Sistem
Img0513EC.bmp	146.4703	15896.3773	Positif
Img0839EC.bmp	157.0345	15383.9619	Positif
Img0887EC.bmp	130.4643	10553.7777	Positif
Img0735EC.bmp	158.2460	15310.9355	Positif
Img0855EC.bmp	153.5666	15576.7836	Positif
Img0495EC.bmp	149.2954	15781.2112	Positif
Img0366EC.bmp	52.9782	3193.7918	Negatif
Img0448EC.bmp	75.2377	6248.7740	Positif
Img0457EC.bmp	50.2623	2570.1929	Negatif
Img0522EC.bmp	62.8984	3626.9868	Positif
Img0499EC.bmp	56.8131	3901.6380	Positif
Img0456EC.bmp	76.4994	6002.5489	Positif
Img0537EC.bmp	50.6276	3602.1750	Negatif

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa dari 20 data, terdapat 4 data hasil identifikasi sistem yang tidak terdeteksi TBC. Beberapa kesalahan data yang terjadi dikarenakan hasil dari *pre-processing* pada saat penghilangan *noise* yang berpengaruh pada pencarian tekstur ciri nilai *mean* dan *variance* pada proses ekstraksi ciri.

Hasil dari akurasi didapatkan pada perhitungan di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{Jumlah data terdeteksi positif}}{\text{Jumlah keseluruhan data}} \times 100\% \\
 &= \frac{16}{20} \times 100\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa hasil dari penelitian ini mempunyai akurasi sebesar 80%. Hasil akurasi menunjukkan bahwa data tersebut teridentifikasi secara benar berdasarkan keseluruhan data.

4.4 Pembahasan

Penelitian yang dilakukan terdiri dari 2 tahap. Tahap pertama yaitu restorasi citra. Tahap ini digunakan untuk

menghilangkan *noise salt and pepper* yang ada pada foto rontgen TBC. Dari 20 data, hasil perhitungan PSNR yang mempunyai nilai > 40dB yaitu 10 data yang berarti *reasonable*. 10 data lainnya mempunyai nilai PSNR > 50dB yang berarti kualitasnya *good*.

Ekstraksi ciri yang dilakukan menggunakan ciri tekstur dengan nilai *mean* dan *variance*. Pada saat pencarian ciri, rentang nilai *variance* yang didapatkan sangat besar. Hal ini dimungkinkan terjadinya kurva tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu diperlukan adanya penambahan data sehingga nilai-nilai ekstrim pengaruhnya dapat diperkecil.

Hasil restorasi dan ekstraksi ciri pada 20 data citra positif TBC, ada beberapa data pada saat restorasi hasil PSNR *good* tetapi pada ekstraksi ciri tidak teridentifikasi TBC. Hal ini dikarenakan nilai PSNR hanya sebagai alat ukur kualitas citra dari citra yang sudah mengalami restorasi. Selanjutnya masuk ke tahap segmentasi yang terdiri dari *cropping* dan deteksi tepi. Dimungkinkan pada saat segmentasi hasil yang diperoleh kurang maksimal, sehingga pada saat dilakukan ekstraksi ciri hasil PSNR yang *good* belum tentu teridentifikasi positif TBC pada sistem.

Setelah dilakukan pengujian pada 20 data citra positif TBC, hasil akurasi sistem adalah 80%, dengan hasil pengujian 16 data citra paru teridentifikasi positif TBC dan 4 data citra paru teridentifikasi negatif TBC. Beberapa kesalahan yang terjadi dikarenakan hasil dari *pre-processing* pada saat penghilangan *noise* dan *cropping* foto yang masih manual. Selain itu kualitas citra awal juga berpengaruh, seperti kontras yang terlalu gelap/terang, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya.

4.5 Kesimpulan dan Saran

4.5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa median filter dapat diterapkan untuk menghilangkan *noise salt and pepper* pada foto rontgen positif TBC dengan hasil 10 data yang nilainya ≥ 50 dB yang berarti foto rontgen tersebut *good* atau kualitasnya baik. 10 data yang lain nilainya ≥ 40 dB yaitu *reasonable* dengan kualitas cukup baik. Selanjutnya metode Haar Wavelet dapat diterapkan untuk menemukan ciri dan mengidentifikasi citra paru TBC. Hal ini ditunjukkan dengan perhitungan akurasi sebesar 80%.

4.5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Perlu adanya penambahan data sehingga nilai *variance* yang didapatkan akan menjadi lebih kecil.
2. Perlu adanya penambahan *pre-processing*, seperti *contrast stretching*, *filtering*, dan deteksi tepi supaya ciri yang didapatkan lebih jelas sehingga nilai akuratnya tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yolanda, Iga. 2012. *Tujuan Foto Rontgen*, (<http://www.scribd.com/doc/97759610/Tujuan-Foto-Rontgen>, diakses 06 Agustus 2012).
- [2] Warjono, Sulistyono. 2011. *Pesawat Radioterapi pada Rumah Sakit di Indonesia*. ORBITH Vol.7 No.2 Juli 2011: 186-193. Politeknik Negeri Semarang : Semarang.
- [3] Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha ilmu.

- [4] Muhtadan, 2008. *Pengembangan Aplikasi Untuk Perbaikan Citra Digital Film Radiografi*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional IV, SDM Teknologi Nuklir: Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008.
- [5] Jannah, Asmaniatul. 2008. *Analisis Perbandingan Metode Filter Gaussian, Mean, Dan Median Terhadap Reduksi Noise Salt And Peppers*. Skripsi, Universitas Islam Negeri Semarang : Semarang.
- [6] Shinde, Bhausahab. 2012. *Study Of Noise Detection And Noise Removal Techniques In Medical Images*. IJ. Image, Graphics and Signal Processing: 51-60
- [7] Listyaningrum, Rosanita. 2008. *Analisis Tekstur Menggunakan Metode Transformasi Paket Wavelet*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- [8] Zaldy, Deby Faradiba. 2011. *Analisis Pendeteksian Penyakit Tuberkulosis (TBC) dan Efusi Pleura Menggunakan Filter 2D Gabor Wavelet dan Logika Fuzzy*. Skripsi. Institut Teknologi Telkom : Bandung.
- [9] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung : Informatika Bandung.
- [10] Gonzales C, Rafael and Woods, E, Richard. 1992. *Digital Image Processing*, Prentice Hall.
- [11] Sydney, Burrus C., A.G. Remesg, G. Haito, 1998, *Introduction to Wavelets and Wavelet Transform*, Prentice-Hall International, Inc.
- [12] Chahyati, Dina. 2010. *Dekomposisi Citra dengan Wavelet Haar*. (diakses 26 September 2012).
- [13] Amin, Muhammad., Alsagaff, Hood., Saleh, Taib. 1989. *Pengantar Ilmu Penyakit Paru*. Surabaya. Penerbit: Airlangga University Press.
- [14] Pramitarini, Yushintia. 2011. *Analisa Pengiriman Citra Terkompresi JPEG Dengan Teknik Spread Spektrum Direct Sequence (DS-SS)*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.