

**MEMPERBAIKI KUALITAS FOTO *RONTGEN* PARU-PARU UNTUK
IDENTIFIKASI PENYAKIT *PNEUMONIA* MENGGUNAKAN METODE
*POWER-LAW TRANS***

THESIS



OLEH:

KADEK SUARJUNA BATUBULAN

136060300111012

PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

MINAT SISTEM KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

MALANG

2015

**MEMPERBAIKI KUALITAS FOTO *RONTGEN* PARU-PARU UNTUK
IDENTIFIKASI PENYAKIT *PNEUMONIA* MENGGUNAKAN METODE
*POWER-LAW TRANS***



Oleh:

Nama Mahasiswa : Kadek Suarjuna Batubulan

NIM : 136060300111012

Program Magister : Teknik Elektro

Minat : Sistem Komunikasi Dan Informatika

Menyetujui,

KOMISI PEMBIMBING

Ketua,

Anggota,

(Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D.)
NIP. 197711022006042003

(Dr-Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T., M.Sc)
NIP. 197404172000032007

Mengetahui,

Ketua Program Magister Teknik Elektro

(Ir. Wijono, M.T., Ph.D.)
NIP. 19621111 198903 1 003

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

IDENTITAS PENGUJI TESIS

JUDUL TESIS:

Identifikasi penyakit Pneumonia Pada Citra Rontgen Paru-Paru Menggunakan Metode Power-Law Trans

Nama Mahasiswa : Kadek Suarjuna Batubulan

NIM : 136060300111012

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Kekhususan : Sistem Komunikasi dan Informatika

KOMISI PEMBIMBING

Ketua : Rahmadwati, S.T.,M.T.,Ph.D.

Anggota : Dr-Ing Onny Setyawati., S.T., M.T., MS.c

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, M.S.

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, M.T.

Tanggal Ujian :

SK Penguji : 989/UN10.6/SK/2014

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama Lengkap : Kadek Suarjuna Batubulan

Tempat tanggal lahir : Klungkung, 20 Maret 1990

Pendidikan : 1. Teknik Informatika

Institut Teknologi Nasional Malang (2009-2013)

2. Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Brawijaya (2013-2015)

E-mail : kadek.suarjuna@yahoo.com

Bidang penelitian : Pengolahan Citra Digital

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama penyusunan penelitian dan laporan ini penulis telah dibantu berbagai pihak, untuk itu ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis haturkan kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmad serta hidayahnya.
2. Nabi Muhammad SAW, pembawa cahaya Islam dan pemberi suri taula dan terbaik.
3. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, doa serta dorongan moril maupun materil.
4. Bapak Muhammad Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang sekaligus sebagai komisi pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, kritik dan saran demi hasil yang baik.
5. Bapak Ir. Wijono, MT., Ph.D selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang.
6. Ibu Rahmadwati, S.T., M.T., PhD dan Dr-Ing Onny Setyawati, S.T., M.T., MS.C. Selaku komisi pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, kritik dan saran demi hasil yang baik.
7. Ibu Dr. Ir. Erni Yudaningsy, M.T. dan Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, M.S. selaku penguji tesis.
8. Terima kasih Rumah Sakit Saiful Anwar atas penelitian dan pengambilan sambil foto rontgen thorax.
9. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa program studi magister teknik elektro angkatan 2013 dan 2015 khususnya Kelas SKI 1.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala amal kebaikan semua pihak yang membantu penulis mendapatkan imbalan yang lebih baik dari Allah SWT. Amin Ya Robbal Alamin.

Kadek Surjuna BB

ABSTRAK

Kadek Suarjuna Batubulan. Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Memperbaiki Kualitas Foto Rontgen Paru-Paru Untuk Identifikasi Penyakit Pneumonia Menggunakan Metode Power-Law Trans. Komisi Pembimbing: Rahmadwati, ST., MT., Ph.D. (Ketua), Dr. Ing. Onny Setyawati, S.T.,M.T., M.Sc (Anggota).

Tulisan ini mengajukan sebuah sistem untuk melakukan klasifikasi penyakit pneumonia dengan menggunakan citra X-Ray. Penelitian ini menggunakan beberapa langkah dari pengolahan citra, seperti *Power-Law Trans*, *Gabor Wavelet* dan *Boundary*, Tujuan utama dari langkah tersebut adalah untuk mengidentifikasi *infiltrate* dari citra X-Ray paru-paru manusia dan menentukan klasifikasi *infiltrate*. Hasil penelitian mengindikasikan klasifikasi dari penyakit pneumonia menjadi normal, pneumonia ringan, dan pneumonia kronik.

Kata Kunci — Power-law Trans, Pneumonia, Gabor Wavelet dan Boundary.

ABSTRACT

Kadek Suarjuna Batubulan. Magister of Electrical Engineering Program, University of Brawijaya. Improve Quality of X-ray Lung Diseases Pneumonia For Identification Method Using Power-Law Trans. Supervisor: Rahmadwati, S.T., M.T., PH.D. Co-supervisor: DR-ING. Onny setyawati, S.T., M.T., M.Sc.

This paper proposes a system for pneumonia disease classification using X-rays images. This research explores various steps of image processing namely Power-Law Trans, Gabor Wavelet and Boundary. The main aim of this step is to identify infiltrate of human lungs X-Ray images and quantify the infiltration. The result indicates the classification of pneumonia disease into normal, mild pneumonia, and chronic pneumonia.

Key Words — Power-law Trans, Pneumonia, Gabor Wavelet dan Boundary.

RINGKASAN

Kadek Suarjuna Batubulan. Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Identifikasi Penyakit *Pneumonia* Pada Citra Rontgen Paru-paru Menggunakan Metode *Power-law trans*. Komisi Pembimbing: Rahmadwati, ST., MT., Ph.D. (Ketua), Dr. Ing. Onny Setyawati, S.T.,M.T., M.Sc (Anggota).

Pneumonia merupakan penyakit dari paru-paru dan sistem pernapasan dimana alveoli menjadi radang dan disertai dengan penimbunan cairan. Hal-hal menarik yang dapat dijadikan sebagai obyek penelitian antara lain adalah identifikasi infiltrate pneumonia, segmentasi, ekstraksi ciri, klasifikasi, dan hasil diagnosis. Dikarenakan penderita penyakit pneumonia sangat banyak dan hampir setiap hari bertambah, tetapi tidak diiringi dengan hasil diagnosis yang tepat sehingga banyak keraguan dalam menentukan hasil infiltrate pneumonia dan infiltrate penyakit lain. Untuk mencegah adanya salah diagnosis sehingga, dibutuhkan suatu system handal untuk mengolah data foto rontgen paru-paru yang dapat diidentifikasi dari penelitian yang dibangun. Dengan mengetahui hasil diagnosis melalui system yang dibangun, maka dapat digunakan sebagai system bantu identifikasi pneumonia oleh para radiology.

Salah satu metode untuk memperbaiki kualitas foto rontgen paru-paru yaitu *Power-Law Trans*. *Power-Law Trans* bertujuan untuk memperbaiki kualitas grey level pada foto rontgen. Algoritma *Gabor Wavelet* digunakan untuk mencapai proses ekstraksi fitur yang terbaik. *Gabor wavelet* juga mengusulkan sebuah algoritma untuk filter adaptif seleksi yang dapat mengurangi dimensi fitur tanpa menurunkan kinerja. Pendekatan baru untuk rotasi invariant klasifikasi tekstur menggunakan *Gabor wavelet* dengan menghitung mean dan varians citra. Deteksi boundary merupakan sebuah sistem yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi batas objek yang dirujuk oleh citra. Didalam boundary terdapat Centroid, EquivD, Perimeter, dan Roundness yang mempunyai masing-masing fungsi.

Proses identifikasi pneumonia di foto rontgen paru-paru menggunakan algoritma Power-Law Trans, Gabor Wavelet dan Boundary telah berhasil dibangun dengan tingkat specificity mencapai 100%. Hasil persentase lebih tinggi 6% jika dibandingkan dengan menggunakan algoritma wavelet yang mencapai 94%.

SUMMARY

Kadek Suarjuna Batubulan. Magister of Electrical Engineering Program, University of Brawijaya. Improve Quality of X-ray Lung Diseases Pneumonia For Identification Method Using Power-Law Trans. Supervisor: Rahmadwati, ST., MT., Ph.D. Co-Supervisor: Dr. Ing. Onny Setyawati, S.T.,M.T., M.Sc.

Pneumonia is a disease of the lungs and respiratory system in which the alveoli become inflamed and are accompanied by fluid retention. Interesting things that can be used as objects of research are the identification of infiltrate pneumonia, segmentation, feature extraction, classification, and results of diagnosis. Due to the very many patients with pneumonia and almost every day to grow without accompanied by the results of the right diagnosis, it causes so many doubts in determining the outcome of infiltrate pneumonia and other diseases. To prevent misdiagnosis, it needs a reliable system for lung x-rays data that can be identified from the previous study. By knowing the diagnosis through an existing system, it can be used as an auxiliary system identification of pneumonia by the radiologist .

One of the methods to improve the quality of lung x-rays is Power-Law Trans. Power-Law Trans aims to improve the grey level of lung x-rays. Gabor wavelet algorithm is used to achieve the best feature extraction process. Gabor wavelet also proposes an adaptive algorithm to filter the selection that can reduce the dimensions of the features without degrading performance. The new approach to rotation invariant texture classification using a Gabor wavelet is by calculating the mean and variance image. Boundary detection is a system that has the ability to detect the boundary object referenced by the image. This boundary also contains Centroid, EquivD, Perimeter, and Roundness that has its own functions.

The process of identification of pneumonia in the lung x-rays using an algorithm Trans Power-Law, Gabor Wavelet and Boundary has been successfully

built with a level of specificity reaches 100%. It gives higher percentage results of 6% when compared to using wavelet algorithm, which reaches 94% .

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah robbil alamin penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala, atas Rahmad dan Anugerah-Nya laporan tesis berjudul “Memperbaiki Kualitas Foto *Rontgen* Paru-Paru Untuk Identifikasi Penyakit *Pneumonia* Menggunakan Metode *Power-Law Trans*” ini bisa terselesaikan. Makalah ini diajukan guna memenuhi syarat memperoleh gelar Magister Teknik.

Karya tulis ini berisikan penelitian tentang memperbaiki kualitas citra rontgen dan klasifikasi jenis *Pneumonia* berdasarkan data ekstraksi ciri, dengan metode *Power-Law Trans* sebagai perbaikan kualitas citra. Metode *Gabor Wavelet* sebagai proses segmentasi dan ekstraksi ciri serta metode *Boundary* untuk klasifikasinya. Semoga dengan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya praktisi dibidang Teknologi Informasi dan Pengolahan Citra Digital sebagai sumbangsih keilmuan yang dapat penulis berikan.

Laporan ini tentunya belum sempurna oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi sempurnanya karya-karya selanjutnya.

Malang,

Kadek Suarjuna BB

DAFTAR ISI

IDENTITAS PENGUJI THESIS.....	i
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
RINGKASAN.....	vi
SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1. Penelitian Terkait	4
2.2. Citra	7
2.2.1. Citra Digital	7
2.2.2. Citra Medis	7
2.2.3. Citra Grayscale	8
2.2.4. Representasi Citra	9
2.3. Image Enhancement	10
2.3.1. Filter Laplacian.....	10
2.3.2. Sharpening	11

2.3.3. Smoothing	12
2.3.4. Deteksi Tepi Sobel.....	13
2.3.5. Unsharp Masking.....	13
2.3.6. Highboost Filter.....	14
2.3.7. Power-Law Trans	14
2.3.8. Spatial Domain (2-D) Gabor Filter.....	15
2.3.9. Gabor Wavelet.....	17
2.3.10. Boundary Recognition	19
2.4. Sensitivity dan Specificity	20
2.5. AmandemenKomisiEtik.....	21

BAB III KERANGKA KONSEP PENELITIAN

3.1. RancanganProses.....	23
3.1.1. Akuisisi Citra	23
3.1.2. Sample Citra	24
3.1.3. Proses Image Enhancement.....	24
3.1.4. Proses Tekstur Citra	26
3.1.5. Hasil Diagnosis Citra	28

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Input Citra	29
4.2. Enhancement	30
4.3. Tekstur	31
4.4. Klasifikasi	32
4.5. Diagnosa	32

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5. Representasi Pengetahuan.....	34
5.1. Input Citra.....	34
5.2. Preprocessing	35
5.2.1 Filter Laplacian.....	35

5.2.2. Sharpening.....	37
5.2.3. Histogram Equalization	39
5.2.4. Deteksi Tepi Sobel.....	40
5.2.5. Smoothing	41
5.2.6. Highboost Filter.....	43
5.2.7. Enhanced Image	44
5.2.8. Power-Law Trans	46
5.3. Segmentasi Gabor Wavelet.....	47
5.4. Klasifikasi	49

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....	59
6.2. Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA.....	61
----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terkait Metode Power-Law Trans Dan Image Enhancement	5
Tabel 4.1. Tabel Pelaksanaan Penelitian.....	29
Tabel 5.1. Hasil Proses Input dan Histogram	34
Tabel 5.2.1.a. Filter Laplacian.....	36
Tabel 5.2.1.b. Perhitungan Hasil Laplacian	37
Tabel 5.2.2.a. Hasil Proses Sharpening.....	37
Tabel 5.2.2.b. Hasil Perhitungan Sharpening.....	38
Tabel 5.2.3.a. Hasil Histogram Equalization	39
Tabel 5.2.3.b. Hasil Perhitungan Histogram Equalization.....	40
Tabel 5.2.4.a. Hasil Proses Sobel	40
Tabel 5.2.4.b. Hasil Perhitungan Sobel.....	41
Tabel 5.2.5.a. Hasil Proses Smoothing	42
Tabel 5.2.5.b. Hasil Perhitngan Smoothing	43
Tabel 5.2.6.a. Hasil Highboost Filter.....	43
Tabel 5.2.6.b. Hasil Perhitungan Highboost Filter	44
Tabel 5.2.7.a. Enhanced	45
Tabel 5.2.7.b. Hasil Perhitungan Enhanced	45
Tabel 5.2.8. Power Law Trans	46
Tabel 5.3. Tabel Segmentasi Gabor.....	48
Tabel 5.4. Sample Hasil Deteksi	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.3. Struktur Citra Medis	8
Gambar 2.3.7. Plot Power-law Transformasi.....	15
Gambar 2.3.8. Fungsi Gabor Kompleks Dalam Ruang Domain.....	16
Gambar 2.3.10. Algoritma Boundary	20
Gambar 2.4. Proses Crop	22
Gambar 3.1. Rancangan Proses.....	23
Gambar 3.1.1. Proses Akuisisi Citra.....	24
Gambar 3.1.3. Proses Preprocessing Image Enhancement	25
Gambar 3.1.4. Tekstur Citra Menggunakan Gabor Wavelet	27
Gambar 3.1.5. Hasil Diagnosis Citra	28
Gambar 4.1. Blok Diagram Program	29
Gambar 4.2. Ilustrasi Proses PengambilanCitra.....	30
Gambar 4.3. Citra Asli dan Citra <i>Power Law Transformasion</i>	30
Gambar 4.4. Tekstur Foto Rontgen Paru-paru	31
Gambar 4.5. Klasifikasi Segmentasi.....	32
Gambar 4.6. Infiltrat Pneumonia Paru-paru.....	33

Bab I

Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pneumonia merupakan penyakit yang terdapat di paru-paru dan sistem pernapasan dimana *alveoli* menjadi radang dan disertai dengan penimbunan cairan. *Pneumonia* merupakan penyakit yang umumnya terjadi pada semua kelompok umur, yang kematian tertinggi terjadi pada orang tua dengan diagnosis penyakit *pneumonia* kronis (Dr. Fransisca S. K, 2000). Hasil Survei Kesehatan Rumah Tangga Depkes tahun 2001, menunjukkan penyakit infeksi saluran nafas bawah menempati urutan ke-2 sebagai penyebab kematian di Indonesia (himpunan Dokter Paru Indonesia, 2003). *Pneumonia* merupakan masalah kesehatan di dunia karena angka kematiannya sangat tinggi, tidak saja di negara berkembang tetapi terdapat juga di negara maju seperti Amerika, Kanada dan negara-negara Eropa lainnya (Zr. Ganda, 2013).

Deteksi penyakit *Pneumonia* dilakukan melalui tanda-tanda klinis uji laboratorium dan foto *x-ray* paru. Tanda-tanda klinis dan foto paru dengan *x-ray* merupakan cara yang umum dilakukan oleh dokter untuk mendiagnosis pasien penderita penyakit *pneumonia* (Dr. Fransisca S. K, 2000). Pada citra paru-paru dapat diketahui pula jenis penyakit pernafasan yang lain seperti asma, TBC, kelenjar getah bening dan kanker paru-paru. Sehingga terdapat kemungkinan perbedaan pendapat para radiolog dalam memutuskan atau mendiagnosa suatu penyakit karena radiolog mempunyai pengalaman yang berbeda-beda dan terkadang terdapat unsur subyektifitas (Vincent, 2013).

Penelitian ini bertujuan membuat suatu alat bantu untuk identifikasi penyakit *pneumonia*. Foto paru hasil dari *x-ray* merupakan citra dua dimensi yang dapat dipindai menjadi data citra digital dan dianalisis menggunakan teknik pengolahan citra digital. Ekstraksi ciri informasi paru-paru adalah kerangka acuan yang dapat menunjukkan posisi daerah fokus dan mendapatkan hasil profesional pengolahan citra rontgen dibidang pengolahan citra medis berdasarkan fitur analisis penyakit *pneumonia* di paru-paru

dengan metode *Power-Law Trans* (Yanwen, 2013). Didalam penelitian ini metode *Power-law Trans* digunakan untuk meningkatkan kualitas grey-level pada foto rontgen paru-paru. Citra paru-paru yang telah dipindai akan ditingkatkan kualitas citranya menggunakan metode *Power-law Trans* kemudian dilanjutkan dengan ekstraksi ciri dari penyakit *pneumonia* berdasarkan informasi dari dokter. Selain itu penelitian ini bertujuan menterjemahkan dari bahasa medis (*linguistic*) kedalam bahasa pemrograman (matematik). Hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat memperbaiki kualitas citra rontgen yang di dalamnya terdapat penyakit *pneumonia* di paru-paru berfungsi untuk membantu identifikasi dokter dalam mendiagnosis, sehingga dapat mengurangi terjadinya salah diagnosis penyakit pneumonia pada paru-paru manusia.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut :

- a. Meningkatkan kualitas pixel foto rontgen paru-paru dengan menggunakan metode *Power-law Trans*.
- b. Cara untuk dapat mendesain sistem identifikasi penyakit *Pneumonia* dengan lebih spesifik.
- c. Ciri-ciri ekstraksi fitur pada citra rontgen yang terdapat penyakit *Pneumonia* pada paru-paru.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberikan berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan diatas adalah sebagai berikut :

- a. Pengukuran *linear structure* hanya dilakukan pada *citra X-Ray* dengan ukuran citra 500x500, yang di dalam citra tersebut terdapat *Pneumonia*.
- b. Perbaikan kualitas citra penyakit *Pneumonia* pada *citra X-Ray* dengan menggunakan fitur metode *image enhancement*.

- c. Data uji pada penelitian ini menggunakan 50 foto rontgen paru-paru manusia.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun suatu sistem *computer-aided* yang mampu mendesain pola input citra yang akan diproses untuk melakukan perbaikan kualitas citra pada citra *rontgen*, yang didalamnya terdapat penyakit *pneumonia* menggunakan metode *Power-law Trans*.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat karena dapat memperbaiki kualitas citra rontgen yang didalamnya terdapat *infiltrat pneumonia* di paru-paru yang berfungsi membantu dokter dalam mendiagnosis penyakit *pneumonia*, sehingga mengurangi terjadinya salah mendiagnosis penyakit *pneumonia* pada paru-paru manusia.

BAB II

Dasar Teori

2.1. Penelitian Terkait

Jaya dkk (2014) menyajikan analisis dan identifikasi gambar teknik pengolahan yang cocok untuk gambar mammogram. Beberapa teknik pengolahannya yaitu kontras peregangan, *Power-law Trans*, histogram, unsharp masking, pengolahan morfologi, filtering median telah dilakukan untuk mengidentifikasi kesesuaian yang lebih baik untuk gambar mammogram. Jadi teknik ini akan lebih cocok dalam tahap pengolahan mammogram gambar. Penelitian tersebut di masa depan ditingkatkan untuk awal identifikasi citra, klasifikasi, distorsi arsitektur dan asimetri bilateral untuk deteksi kanker payudara dengan menggunakan teknik *Power-law Trans*.

Khushhal dkk (2014) menyajikan teknik peningkatan citra medis yang subjektif untuk kualitas gambar medis. Dalam penelitian ini menggunakan teknik strategi elektik untuk meningkatkan image yang terdiri dari metode seperti deteksi tepi, *Smoothing*, *Power-law Trans* dan filter. Gambar medis gelap dianalisis dan hasilnya diverifikasi dengan membandingkan entropi pada gamma yang berbeda nilai-nilai. Hasilnya disajikan untuk menunjukkan bahwa penerapan domain spasial pada citra medis gelap menghasilkan kualitas yang lebih baik, yang membuatnya cocok untuk pra-pengolahan citra medis.

Vimal dkk (2012) mengusulkan skema untuk mengotomatisasi *Power-law Transformasi* yang digunakan untuk peningkatan citra. Skema tersebut tidak memerlukan pengguna untuk memilih eksponen dalam *Power-law Transformasi*. Metode ini bekerja dengan baik untuk gambar yang memiliki kontras rendah, terutama bagi gambar dimana puncak sesuai dengan latar belakang dan latar depan tidak banyak dipisahkan.

Tabel 2.1 berisi penelitian relevan yang telah disebutkan yaitu mempunyai keterkaitan dengan penelitian dilakukan.

Judul Penelitian	Bio-Medical Image Enhancement Based On spatial Domain Technique	Identification of Pre-processing Technique for Enhancement of Mammogram Images	<i>Power-law Transformation</i> for Enhanced Recognition of Born-Digital Word Images	Automated image enhancement using power law transformations
Peneliti	Khushhal Jindal, Kriti Gupta, Manan Jain, Manmohan Maheshwari	Jaya Sharma, J. K. Rai	Deepak Kumar and A G Ramakrishnan	S P VIMAL and P K THIRUVIKRAM N
Tahun Penelitian	2014	2014	2012	2012
Permasalahan	Untuk meningkatkan spesifik fitur gambar dengan mengurangi noise, menyesuaikan kontras gambar dan meningkatkan tingkat kecerahan untuk diagnosis dan analisis	Bagaimana meningkatkan kualitas visual gambar untuk interpretasi yang lebih baik dan persepsi manusia	Resolusi rendah teks dan anti-aliasing adalah isu utama yang harus ditangani gambar digital, sedangkan perubahan pencahayaan adalah masalah dalam hal kamera menangkap gambar	Meningkatkan kualitas kontras citra untuk menentukan tendensi sentral dari kecerahan histogram.
Ruang Lingkup Permasalahan	Menganalisa gambar medis dan hasilnya diverifikasi dengan membandingkan entropi pada gamma yang berbeda nilai-nilai, lanjut juga dapat diverifikasi oleh manusia visualisasi.	Analisis dan identifikasi gambar dengan teknik pengolahan yang cocok untuk mammogram salah satu tahap awal digunakan untuk image enhancement mammogram untuk membantu identifikasi awal lesi yang mencurigakan dan kalsifikasi mikro.	membahas masalah yang berkaitan dengan citra digital dengan metode <i>Power-law Transformasi</i> pada gambar untuk binarization.	Memungkin gagal untuk menentukan kelas citra Secara otomatis yang berfungsi meningkatkan kontras gambar telah menjadi tugas yang menantang karena digital gambar dapat mewakili berbagai jenis adegan.
Tujuan	Untuk meningkatkan spesifik fitur gambar dengan mengurangi noise, menyesuaikan kontras gambar dan meningkatkan tingkat kecerahan	Meningkatkan kualitas visual gambar untuk interpretasi yang lebih baik	Untuk mengetahui lokalisasi teks pada kamera menangkap gambar dan diekstraksi dengan menempatkan	Peningkatan kualitas citra dengan secara otomatis menentukan ukuran tendensi sentral dari kecerahan histogram dari

	untuk diagnosis dan analisis.		kotak pembatas di image	gambar dan pergeseran dan mengubah histogram tepat.
Metode Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Histogram equalization • Image Enhancemen • Non-linear transform • Spatial domain 	<ul style="list-style-type: none"> • Image enhancemen • Mammogram • Preprocessiong • PSNR 	<ul style="list-style-type: none"> • power-law transform; • binarization • strokewidth • word recognition • born-digital image 	<ul style="list-style-type: none"> • Image enhancement • power law transformations • contrast stretching
Hasil Penelitian	Penerapan domain spasial teknik pada citra medis menghasilkan kualitas yang lebih baik, yang membuatnya cocok untuk pra-pengolahan aplikasi citra medis.	<i>Power-law Transformasi</i> , pengolahan morfologi, dan unsharp masking memberikan hasil peningkatan yang lebih baik dalam hal mencapai nilai PSNR dibandingkan dengan pra-pengolahan lainnya.	<ul style="list-style-type: none"> • Menunjukkan peningkatan citra binarization dan peningkatan konsekuensi dalam kinerja pengakuan Mesin OCR pada gambar kata. • Nilai optimal gamma untuk kata gambar secara otomatis dipilih oleh algoritma kami dengan yang tetap tak ambang lebar. 	Metode ini bekerja dengan baik untuk gambar yang memiliki kontras noise, terutama bagi mereka gambar di mana puncak sesuai dengan latar belakang dan latar depan tidak banyak dipisahkan.
Kesimpulan	Eksperimental hasil menunjukkan bahwa teknik yang diusulkan melampaui teknik peningkatan umum digunakan seperti histogram pemerataan kualitatif dan kuantitatif.	pre-processing teknik telah diuji pada set 30 gambar dan hasilnya menunjukkan bahwa anisotropic difusi, <i>Power-law Transformasi</i> , unsharp masking, morfologi pengolahan dan filter median memberikan nilai PSNR yang lebih tinggi.	Meningkatkan segmentasi dan konsekuensi pengakuan disempurnakan jenis lain dari gambar resolusi rendah seperti gambar kata indah	Metode ini bekerja dengan baik untuk kasus-kasus di mana latar depan dan latar belakang puncak yang tidak baik dipisahkan, yaitu, citra input dari kontras rendah.

2.2. Citra

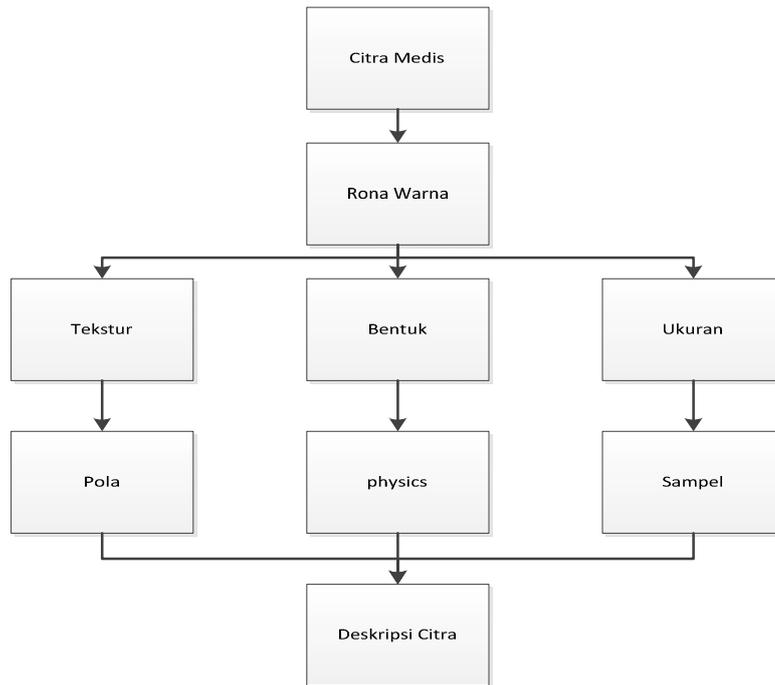
2.2.1. Citra Digital

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpan (Sutoyo, 2009).

Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai lebar x tinggi y (Dimas, 2013). Citra digital memiliki koordinat spasial, dengan tingkat kecerahan atau intensitas cahaya (skala keabu-abuan) yang memiliki numeric yang diskrit dipresentasikan dalam bentuk fungsi matematis $f(x,y)$ yang menyatakan intensitas cahaya pada titik (x,y) itu sendiri.

2.2.2. Citra Medis

Citra medis pada dasarnya adalah suatu teknik atau proses penggambaran bagian-bagian organ tubuh manusia dengan tujuan untuk mengetahui kerusakan yang terdapat pada organ tubuh tersebut akibat dari aktivitas bakteri dan virus. Caranya dengan menggunakan kompresi data yang memiliki fleksibilitas tinggi sehingga dapat menampilkan gambar organ tubuh manusia secara efisien dan juga memiliki kualitas yang lebih baik dan dapat dilihat oleh indera penglihatan tanpa menggunakan alat bantu apapun. Teknik dan proses yang digunakan untuk membuat gambar tubuh manusia (atau bagian-bagian dan fungsi dari padanya) untuk tujuan klinis (prosedur medisberusaha untuk mengungkapkan, mendiagnosis atau memeriksa penyakit) atau ilmu kedokteran (Joyjit, 2013). Struktur citra medis dapat dilihat pada gambar 2.2.2.



Gambar 2.2.2. Struktur Citra Medis

2.2.3. Citra Grayscale

Grayscale atau abu-abu pada sebuah image digital adalah image yang pada setiap pixelnya hanya berisikan informasi intensitas warna putih (255) dan hitam (0). Citra *grayscale* memiliki banyak variasi nuansa abu-abu sehingga berbeda dengan citra hitam-putih. *Grayscale* juga disebut monokromatik karena tidak memiliki warna lain selain variasi intensitas putih dan hitam. Sebuah image yang dijadikan *grayscale* akan terkesan berbeda bila dibandingkan dengan image berwarna (Firas, 2013).

Sehingga konsep itu diubah dengan mengubah 3 layer di atas menjadi 1 layer matrik grayscale dan hasilnya adalah citra gray-scale. Dalam citra ini tidak ada lagi warna, yang ada adalah derajat keabuan. Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing r , g dan b menjadi citra grayscale dengan nilai s , maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai r , g dan b (W.K. Yeo, 2011).

Sehingga mendapatkan persamaan merubah RGB menjadi Grayscale seperti berikut ini:

$$S. gray = a. RED + \beta. GREEN + \gamma * BLUE \quad (2.1)$$

Nilai yang diberikan untuk ketiga parameter $\alpha\beta\gamma$ bisa secara acak asalkan total keseluruhan nilainya adalah satu Misal kita menggunakan nilai $\alpha=0.3$, $\beta=0.5$, $\gamma= 0.2$. Apabila kita menjumlahkan ketiga parameter tersebut pasti hasilnya sama dengan satu 1.

2.2.4. Representasi Citra Digital

Komputer dapat mengolah isyarat-isyarat elektronik digital yang merupakan kumpulan sinyal biner (bernilai dua: 0 dan 1). Untuk itu, citra digital harus mempunyai format tertentu yang sesuai sehingga dapat merepresentasikan obyek pencitraan dalam bentuk kombinasi data biner. Citra yang tidak berwarna atau hitam putih dikenal sebagai citra dengan derajat abu-abu (*citra graylevel/grayscale*). Derajat abu-abu yang dimiliki ini bisa beragam mulai dari 2 derajat abu-abu (yaitu 0 dan 1) yang dikenal juga sebagai citra *monochrome*, 16 derajat keabuan dan 256 derajat keabuan. Dalam sebuah citra *monochrome*, sebuah piksel diwakili oleh 1 bit data yang berisikan data tentang derajat keabuan yang dimiliki piksel tersebut. Data akan berisi 0 bila piksel berwarna hitam dan 1 bila piksel berwarna putih.

Citra yang memiliki 16 derajat keabuan (mulai dari 0 yang mewakili warna hitam sampai dengan 15 yang mewakili warna putih) direpresentasikan oleh 4 bit data. Sedangkan citra dengan 256 derajat keabuan (nilai dari 0 yang mewakili warna hitam sampai dengan 255 yang mewakili warna putih) direpresentasikan oleh 8 bit data. Dalam citra berwarna, jumlah warna bias beragam mulai dari 16, 256, 65536 atau 16 juta warna yang masing-masing direpresentasikan oleh 4, 8, 16 atau 24 bit data untuk setiap pikselnya. Warna yang ada terdiri dari 3 komponen utama yaitu nilai merah (*red*), nilai hijau (*green*) dan nilai biru (*blue*). Paduan ketiga komponen utama pembentuk warna tersebut dikenal sebagai RGB *color* yang nantinya akan membentuk citra warna (Akewak, 2011).

2.3. Image Enhancement

Image enhancement adalah proses heuristik yang sangat bergantung dari kebutuhan dari setiap kasus. Biasanya proses ini dilakukan secara *heuristic*, alias coba-coba sampai puas. Kalau pada proses *image restoration* peneliti tahu kapan berhenti, pada *image enhancement* penilaian subjektif sangat berpengaruh. Proses ini baru berhenti ketika kita merasa puas akan hasil yang didapatkan (Tamalika, 2013).

Ada banyak metode yang dapat dipakai pada *image enhancement*. Metode tersebut sebagian besar adalah berupa filter. Filter-filter ini nantinya akan dikonvolusi dengan citra untuk mendapatkan hasil yang baik. Untuk proses filtering akan dijelaskan secara terpisah. Selain dengan menggunakan filter, ada metode lain seperti transformasi, histogram dan sebagainya (Achmad, 2009).

2.3.1. Laplacian

Operator *Laplace* biasanya selalu disebut dengan sebutan operator turunan. Operator *Laplace* biasanya mendeteksi tepi lebih akurat khususnya pada tepi yang curam. Pada tepi yang curam, turunan keduanya memiliki *zero crossing* (persilangan nol), yaitu titik dimana terdapat pergantian tanda nilai turunan kedua, sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat persilangan [Yanwen, 2013]. Operator Laplace memiliki jumlah seluruh koefisiennya nol dan koefisiennya mengandung nilai negatif maupun positif. Representasi turunan kedua dalam bentuk kernel operator *Laplacian* adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x-1, y) - 2f(x, y) + f(x+1, y) \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y-1) - 2f(x, y) + f(x, y+1) \quad (2.3)$$

Sehingga diperoleh implementasi dalam bentuk kernel:

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

Operator *Laplace* memberitahukan keberadaan dari suatu tepi ketika keluaran dari operator membuat perpotongan dengan sumbu x namun bila pada suatu daerah dalam citra mempunyai nilai Nol yang seragam maka akan diabaikan dan tidak dianggap tepi [Zijun, 2011].

2.3.2. *Sharpening*

Sharpening adalah penajaman citra yang mengubah nilai piksel secara sistematis sehingga menghasilkan efek kenampakan citra yang lebih ekspresif sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penajaman kontras ini bertujuan untuk memperoleh kesan kontras yang lebih tinggi (badreddine, 2013). Dengan mentransformasi seluruh nilai kecerahan. Hasilnya adalah berupa citra baru dengan nilai maksimum baru lebih tinggi dari nilai maksimum awal, dan nilai minimum baru lebih rendah dari nilai minimum awal. Jika dilihat secara visual hasilnya berupa citra baru yang variasi hitam putihnya lebih menonjol sehingga tampak lebih tajam dan memudahkan proses interpretasi. proses *Sharpening* adalah pada isi matriks yang digunakan (Shailendra, 2014). Berikut ini ditampilkan matriks:

Sharpening:

$$f_s = f + \lambda f_h \quad (2.4)$$

$$h_s(m, n) = \delta(m, n) + \lambda h_h(m, n) \quad (2.5)$$

$$H_h = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \rightarrow H_s \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 8 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \text{ with } \lambda=1$$

$$H_h = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \rightarrow H_s \frac{1}{8} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \text{ with } \lambda=1$$

2.3.3. *Smoothing*

Smoothing merupakan prosedur perbaikan terus-menerus pada citra terhadap objek pengamatan terbaru. Metode ini menitik-beratkan pada penurunan prioritas secara eksponensial pada objek pengamatan yang lebih tua. Dalam pemulusan eksponensial atau exponential *Smoothing* terdapat satu atau lebih parameter pemulusan yang ditentukan secara eksplisit, dan hasil ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi. Dengan kata lain, observasi terbaru akan diberikan prioritas lebih tinggi bagi peramalan daripada observasi yang lebih lama [Wei Hu, 2015]. Ada beberapa cara atau metode pelembutan citra, diantaranya adalah mean filtering, median filtering, modus filtering dan Gaussian filtering. Tetapi di penelitian ini menggunakan filter median adalah nilai tengah dari kumpulan data (Usman, 2005). Untuk mencari median dari kumpulan data yang ganjil maka:

$$x = \frac{n + 1}{2} \quad (2.6)$$

Keterangan:

n = Jumlah data

x = Nilai baru median

Sebagai contoh jika diketahui suatu matrik berdimesi 3X3 yang berisi piksel utama dan piksel-piksel disekitarnya :

9	5	5
3	8	5
2	1	4

Matrik diatas harus diurutkan terlebih dahulu dan dimasukkan dalam sebuah matrik yang berukuran 1X (3X3) atau 1X9.

1	2	3	4	5	5	5	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dari gambar 2.3.3. dapat dicari nilai piksel yang baru dengan menggunakan perhitungan median, maka nilai mediannya adalah $X=5$. Nilai 5 ini akan menggantikan nilai 8 sehingga piksel utamanya akan memiliki warna yang berbeda dengan sebelumnya (Bambang, 2011).

2.3.4. Deteksi Tepi *Sobel*

Tepi (edge) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak besar dalam jarak yang dekat. Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi bila titik tersebut mempunyai perbedaan nilai piksel yang tinggi dengan nilai piksel tetangganya (Achmad, 2011).

Misal, suatu pengaturan piksel disekitar piksel (x,y) :

$$\begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_7 & (x, y) & a_3 \\ a_6 & a_5 & a_4 \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Operator *Sobel* adalah magnitudo dari gradien yang dihitung dengan:

$$M\sqrt{S_x^2 + S_y^2} \quad (2.8)$$

Turunan parsial dihitung dengan:

$$n \ S_x = (a^2 + ca^3 + a^4) - (a_0 + ca^7 + a^6) \quad (2.9)$$

$$S_y = (a_0 + ca^1 + a^2) - (a^6 + ca^5 + a^4) \quad (2.10)$$

Dengan konstanta c adalah 2, dalam bentuk kedok (mask), S_x dan S_y dapat dinyatakan sebagai:

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

Arah tepi dihitung dengan persamaan:

$$a(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{S_y}{S_x} \right) \quad (2.11)$$

2.3.5. *Unsharp Masking*

Unsharp Masking merupakan teknik untuk mendeteksi tepi citra prosesnya adalah ada beberapa langkah yang pertama mengaburkan citra asli kemudian citra kabur dikurangi dari citra asli. Fungsi dari unsharp dapat mengurangi kandungan frekuensi tinggi dan tidak mengubah kerapatan area

yang luas dimana kecil rincian yang terkandung (Salonika, 2014). Teknik unsharp (UMT) matematis digambarkan sebagai berikut:

$$Fs(x, y) = f(x, y) - f * (x, y),$$

dimana $f * (x, y)$ ialah gambar kabur (2.12)

2.3.6. Highboost Filter

Sejenis dengan *filter unsharp masking* adalah filter *high boost*, yang diperoleh dengan menggunakan formula

$$high\ boost = Ax(original) - (low\ pass)$$

Dengan A adalah faktor penguatan. Jika A=1, maka filter *high boost* menjadi filter HPF sederhana. Jika diambil filter pererata 3x3 sebagai filter LPF, maka filter *high boost* akan menjadi berbentuk sebagai berikut.

$$\frac{1}{9} \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & z & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

Dengan $z > 8$. Jika $z = 11$, diperoleh proses *filtering* yang sangat mirip dengan *unsharp masking*, namun dengan faktor skala yang berbeda. Formula untuk *high boost* juga dapat dinyatakan sebagai (Indah, 2009).

$$\begin{aligned} high\ boost &= A (original) - (low\ pass) \\ &= A (original) - [(original) - (high\ pass)] \\ &= (A - 1) (original) + (high\ pass) \end{aligned}$$

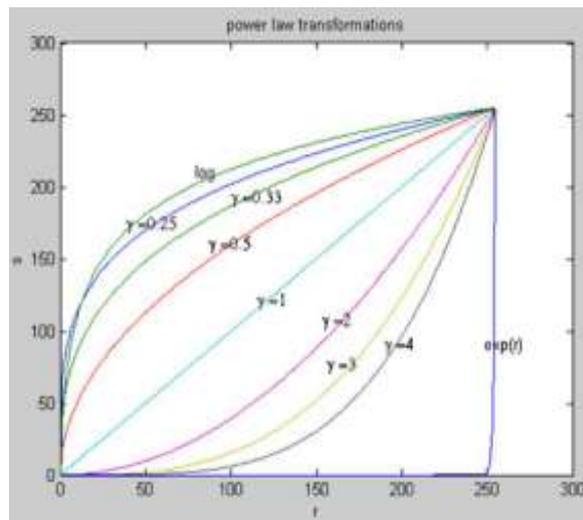
2.3.7. Power-law Trans

Metode yang paling mudah adalah *Power-law Transformation* pada grey-level. Pada prinsipnya setiap nilai grey level pada *pixel* diganti dengan nilai hasil perhitungan formula tertentu. Marilah kita lihat formula *Power-law Transformation* ini (Khushhal, 2014).

$$S = CR^y \tag{2.13}$$

S adalah nilai grey level yang baru, R adalah nilai grey level yang lama, C dan y yang ditentukan sesuai dengan selera. Misalkan pada

koordinat (1,1), nilai grey-level untuk komponen *red* adalah 120. Maka, dengan $C=1$ dan $\gamma=0.5$ nilai ini akan diganti menjadi 10.9. Kalau dilihat, proses ini akan membuat setiap nilai menuju angka 0 alias membuat citra lebih gelap, jika ingin membuat citra lebih terang maka dirubah pangkat γ menjadi 1.2 hasilnya citra akan semakin terang (Deepak, 2012). Blok diagram dapat dilihat pada gambar 2.3.7.



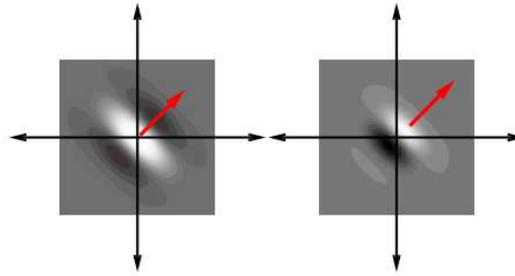
Gambar 2.3.7. Plot *Power-law Transformasi* untuk berbagai γ dengan tingkat input abu-abu di sepanjang sumbu X dan output tingkat abu-abu di sepanjang sumbu Y.

2.3.8. Spatial Domain (2-D) Gabor Filter

Berikut adalah rumus dari fungsi Gabor kompleks dalam domain ruang

$$g(x, y) = s(x, y)wr(x, y) \quad (2.14)$$

Dimana $s(x, y)$ adalah sinusoid kompleks, yang dikenal sebagai pembawa, dan $wr(x, y)$ adalah 2-D Gaussian berbentuk fungsi, yang dikenal sebagai amplop.



Gambar 2.3.8: bagian real dan imajiner dari fungsi Gabor kompleks dalam ruang domain. Gambar adalah 128×128 piksel. Parameter adalah sebagai berikut: $x_0=0$ $y_0=100$, $a=1/50$ piksel, $b=1/40$ piksel, $\theta=-45$ deg, $F_0=\sqrt{2}/80$ siklus/piksel, $\omega_0=45$ deg, $P=0$ deg.

Sekarang kita memiliki fungsi Gabor kompleks dalam domain ruang 4 (lihat Gambar 2.3.8):

$$g(x, y) = K \exp(-\pi(a^2(x - x_0)^2 + b^2(y - y_0)^2)) \quad (2.15)$$

$$\exp(j(2\pi(u_0x + v_0y) + P)) \quad (2.16)$$

Atau dalam koordinat polar,

$$g(x, y) = K \exp(-\pi(a^2(x - x_0)^2 + b^2(y - y_0)^2)) \quad (2.17)$$

$$\exp(j(2\pi F_0(x \cos \omega_0 + y \sin \omega_0) + P)) \quad (2.18)$$

Sangat mudah untuk memverifikasi bahwa fungsi kompleks Gabor mencapai batas bawah hubungan ketidakpastian. Untuk daerah tertentu dalam domain ruang yang menyediakan resolusi maksimum yang mungkin dalam domain frekuensi, dan sebaliknya. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa lebar dan panjang dari fungsi Gabor adalah sebagai berikut:

$$\Delta U_{rms} = \frac{a}{2\sqrt{\pi}} \quad (2.19)$$

$$\Delta V_{rms} = \frac{b}{2\sqrt{\pi}} \quad (2.20)$$

Setidaknya dua neuron di quadrature. Kita dapat model operasi seperti satu set neuron sebagai operasi konvolusi (dengan asumsi distribusi kontinu dan seragam filters di semua lokasi foveal). Sejak konvolusi dalam domain ruang adalah produk dalam domain frekuensi, himpunan Gabor berfungsi bekerja sebagai filters frekuensi bandpass dari gambar foveal. Frekuensi puncak dikendalikan oleh frekuensi spasial pembawa sinusoid. Wilayah setengah-besarnya dikendalikan oleh θ rotasi dan skala parameter a, b, amplop Gaussian (Javier, 2010).

2.3.9. *Gabor Wavelet*

Di antara berbagai metode wavelet, fungsi *Gabor* memberikan resolusi optimal dalam waktu (spasial) dan domain frekuensi. *Gabor wavelet transform* tampaknya menjadi dasar yang optimal untuk ekstrak fitur multi-resolusi dan multi-orientasi untuk mengukur frekuensi spasial. Selain itu, telah ditemukan untuk menghasilkan toleransi distorsi ruang untuk tugas-tugas pengenalan pola. Fungsi *Gabor* dasar diwakili oleh persamaan seperti dibawah.

$$h(x, y) = g(x', y') \exp[j2\pi(U_x + V_y)] \quad (2.21)$$

Fungsi *Gaussian* dua dimensi didefinisikan oleh persamaan

$$g(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left\{\frac{1}{2}\left[\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right]\right\} \quad (2.22)$$

Dari dua Persamaan diatas, Gabor fungsi dasar dapat ditulis sebagai persamaan

$$g(x, y) \frac{1}{2\pi} \exp\left[\frac{x^2 + y^2}{\sigma_x + \sigma_y}\right] \exp[j2\pi u_0(x \cos \theta + y \sin \theta)] \quad (2.23)$$

Berdasarkan keunggulan *Gabor transformasi wavelet*, telah digunakan di banyak aplikasi analisis citra, dan laporan ini fokus pada klasifikasi tekstur. *Gabor Wavelet* digunakan sebagai diskrit *transformasi wavelet* yang baik untuk sinyal input kontinyu atau diskrit. Ketika penggalan fitur untuk pengenalan pola, pengambilan, atau tujuan visi ekstraksi ciri, koefisien berubah digunakan untuk mengukur jarak atau representasi dikompresi tetapi tidak untuk rekonstruksi, sehingga kendala orthogonal bisa dihilangkan. Dua parameter penting dari *Gabor wavelet* adalah pita frekuensi dan orientasi yang dapat dihitung dari persamaan berikut.

$$B_r = \log_2 \left(\frac{u_0 + (2\ln 2)^{1/2} \sigma_u}{u_0 - (2\ln 2)^{1/2} \sigma_u} \right)$$

$$B_\theta = \left(\frac{(2\ln 2)^{1/2} \sigma_v}{u_0} \right) \quad (2.24)$$

Gabor wavelet tidak hanya bisa digunakan untuk ekstraksi fitur tapi juga untuk gambar lain seperti tekstur yang digunakan untuk browsing dan pengambilan gambar data, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa *Gabor wavelet* dapat mencapai kinerja yang terbaik terhadap metode ekstraksi fitur lain seperti konvensional fitur *pyramid-structured wavelet transform* (PWT), fitur *three-structured wavelet transform* (TWT), dan *the multi-resolution simultaneous auto regressive* (MR-SAR) (Arvazhagan, 2013).

Fitur tekstur dari lima komponen yang ditemukan cukup khas. Langkah pertama dalam klasifikasi *pneumonia* adalah untuk menghasilkan sebuah *Gabor wavelet* yang tepat yang dapat disetel ke frekuensi spasial yang berbeda dan orientasi untuk menutup kemungkinan ruang frekuensi spasial. Pemilihan parameter didasarkan pada empat orientasi yang berpusat di 0, 45, 90, 135 dan 180 derajat, dan sejumlah frekuensi tergantung pada ukuran gambar. *Gabor* menerapkan

pendekatan multi-channel filtering menggunakan pemilihan frekuensi dan orientasi. Kemungkinan frekuensi untuk masing-masing orientasi dinyatakan dalam Persamaan:

$$1\sqrt{2}, 2\sqrt{2}, 4\sqrt{2}, \dots \dots \dots \text{ and } \left(\frac{N}{4}\right)\sqrt{2} \frac{\text{cycles}}{\text{imagewidth}} \quad (2.25)$$

2.3.10. Boundary Recognition

Pendeteksian kontur merupakan langkah awal membentuk *Boundary* objek pada sebuah citra digital. Kontur adalah rangkaian piksel-piksel tepi yang membentuk batas daerah (*region Boundary*). Batas daerah berguna untuk mendeskripsikan bentuk objek dalam tahapan analisis citra seperti pengenalan objek. Melalui bentuk konturmata kita mampu mendeteksi tepi-tepi objek di dalam citra. Representasi kontur telah menjadi salah satu topik penting dalam computer vision. Representasi kontur dapat berupa senarai tepi (*edge list*) atau berupa kurva. Senarai tepi merupakan himpunan terurut piksel-piksel tepi.

Representasi kontur ke dalam kurva merupakan representasi yang kompak dan mangkus untuk analisis citra 3. Misalnya, rangkaian piksel tepi yang membentuk garis dapat direpresentasikan hanya dengan sebuah persamaan garis lurus. Kode rantai (*chain code*) adalah suatu notasi kode arah senarai tepi yang menggambarkan batasan-batasan objek di dalam suatu citra. Kode rantai menyediakan informasi yang dapat memudahkan proses analisis citra lebih lanjut seperti proses pengenalan pola (*pattern recognition*). Arah yang digunakan adalah delapan arah mata angin seperti terlihat pada gambar 10. Dimulai dari sebuah piksel tepi dan searah jarum jam, arah setiap piksel tepi yang membentuk batas objek dikodekan dengan salah satu dari delapan kode rantai. Kode rantai merepresentasikan batas objek dengan koordinat piksel tepi pertama, lalu diikuti dengan senarai kode rantai selanjutnya. (Yuyun, 2010)



Gambar 2.3.10. Algoritma *Boundary*

Banyak teknik pengolahan citra telah dikembangkan selama dua dekade terakhir untuk membantu ahli radiologi dideteksi batas paru. Kebanyakan penelitian yang dilakukan memiliki membuktikan bahwa pengukuran awal parameter fisiologis dapat membantu deteksi penyakit yang berhubungan dengan paru-paru. Deteksi batas bidang paru-paru menjadi lebih sulit dengan adanya bakteri infeksi paru. The radiografi yang paling umum manifestasi dari infeksi tersebut adalah fokus dari konsolidasi.

2.4. *Sensitivity dan Specificity*

Sensitivity dan specifisity dapat untuk mengevaluasi kasus-kontrol tetapi predictivity mensyaratkan bahwa subyek ditindak lanjuti sampai selesai, sehingga status penyakit dikonfirmasi sebagai ada atau tidak ada. Ini bisa sangat memakan waktu dan membutuhkan biaya mahal. Jadi predictivitas sulit untuk mengevaluasi prediksi penyakit. Jika prevalensi penyakit pada kelompok sasaran diketahui, prediksi dapat diperoleh dengan menggunakan *sensitivity dan specifisity*. Di sini meletakkan pentingnya kedua konsep ini. Berdasarkan kasus yang dikonfirmasi, *sensitivity dan specifisity* yang mudah diperoleh, dan ini kemudian membantu untuk menghitung prediksi diagnosa penting. Sensitivity dan specifisity tes tetap sama tapi perubahan prediksi tergantung pada prevalensi penyakit dalam populasi target. Ketergantungan prediksi pada prevalensi muncul dari menempatkan informasi dalam konteks yang tepat. Seorang pasien dengan suhu tinggi dan menggigil mungkin didiagnosis sebagai influenza di Eropa tapi malaria di Afrika Barat (Abhaya Indrayan).

Sensitivity dapat dilihat dengan rumus:

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.26)$$

Specificity dapat dilihat dengan rumus:

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FP} \quad (2.27)$$

2.5. Amandemen Komisi Etik

Mengetahui adanya hubungan antara hasil pemeriksaan foto thorax dengan uji penelitian ini maka penderita pneumonia pada paru-paru manusia di Rumah Sakit Saiful Anwar akan dijaga kerahasiaan data pasien sehingga penelitian ini tidak melanggar peraturan yang dibuat oleh komisi etik RS Saiful Anwar. Penelitian ini menggunakan pengolah citra digital dengan metode *Power-law Trans* berdasarkan data dari rekam medis Rumah Sakit Saiful Anwar dengan teknik memperbaiki kualitas foto rontgen yang membutuhkan foto rontgen paru-paru dengan jumlah 50 sampel.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik maka penelitian ini membutuhkan pendamping yaitu dokter spesialis paru-paru dan radiologi untuk mengetahui darimana awal penelitian bekerja dengan alur dan informasi yang lebih akurat. Pendamping juga berperan penting untuk mengawasi penelitian ini apakah melanggar peraturan etik atau tidak sehingga bisa menjaga kerahasiaan data pasien yang akan diteliti.

Anatomi tubuh manusia saling berhubungan antara bagian yang satu dengan lainnya. Struktur regional mempelajari letak geografis bagian tubuh dan setiap region atau daerahnya misalnya lengan, tungkai, kepala dan seterusnya. Struktur otot, tulang, saraf dan pembuluh darah dapat dijumpai dalam sejumlah system jaringan yang berbeda. Bagian-bagian tubuh digambarkan melalui bidang-bidang imajiner :

- a. Bidang median sagital: vertikal pertengahan tubuh, membagi sisi kiri dan kanan.
- b. Bidang para median: disamping bagian median dan sejajar dengannya

- c. Bidang Kronal: vertikal, tegak lurus dengan bidang median, membagi sisi depan dan belakang.
- d. Bidang horizontal/tranversal: tegak lurus dengan bidang median dan koronal membagi tubuh menjadi bagian atas bawah.

Penelitian kasus pneumonia ini berada pada bidang yang disebutkan diatas maka dari itu dalam melakukan kriteria inklusi pneumonia untuk menentukan ada tidaknya sakit pneumonia. Dikatakan sakit pneumonia apabila terdapat *infiltrat* yang ada pada paru-paru penderita tetapi jenis *infiltrat* diparu-paru sangat banyak maka penelitian ini membutuhkan dokter spesialis paru dan radiologi untuk konsultasi.

Didalam penelitian ini untuk menjaga kerahasiaan pasien dalam pengambilan foto rontgen maka peneliti menambahkan fungsi crop dalam program. Untuk fungsi crop dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.5. Proses Crop

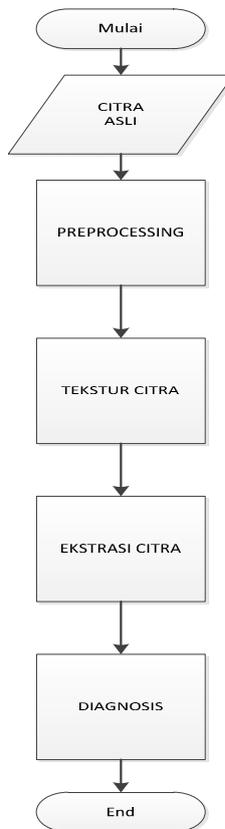
Pada gambar diatas pada proses input citra terlihat dipojok kiri atas ada data pasien yaitu berupa nama dan nomer, untuk menjaga kerahasiaan data pasien tersebut maka didalam penelitian ini disertai proses crop yang berfungsi untuk memotong data pasien yang ada pada foto rontgen sehingga penelitian ini tidak melanggar peraturan komisi etik yang dibuat, seperti terlihat pada gambar sebelah kanan. Untuk menentukan memenuhi boleh atau tidaknya proses crop pada gambar maka akan saya konsultasikan kepada pendamping penelitian yaitu dokter spesialis paru dan radiologi.

BAB III

Kerangka Konsep Penelitian

3.1. Rancangan Proses

Pada penelitian yang dibuat ini terdapat analisis proses awal dalam memperbaiki kualitas citra hingga dapat diketahui bagaimana hasil diagnose citra foto rontgen paru-paru yang didalamnya mengandung sebuah penyakit *Pneumonia*. Proses awal dapat dilihat pada gambar 3.1:



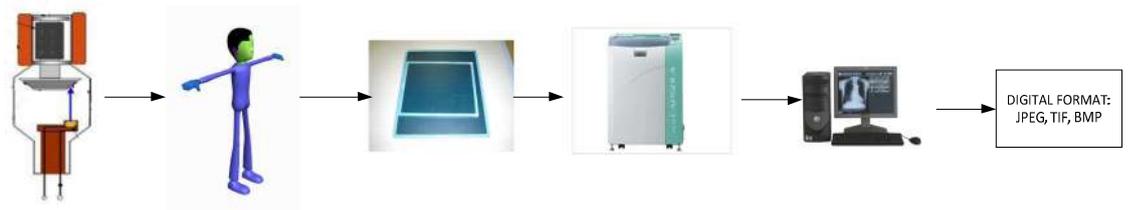
Gambar 3.1. Rancangan Proses

3.1.1. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital. Citra dibedakan menjadi dua yaitu:

- a. Citra kontinu/analog: citra yang diperoleh dari sistem optik yang menerima sinyal analog, seperti mata manusia dan kamera analog.
- b. Citra digital adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling.

Untuk mengetahui proses pembentukan akuisisi citra dapat dilihat pada gambar 3.1.1.



Gambar 3.1.1 Proses Akuisisi Citra

3.1.2. Sample Citra

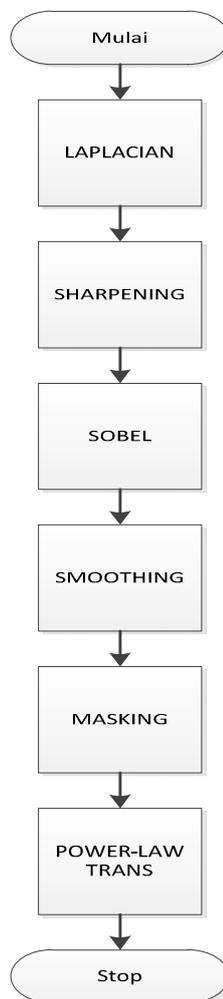
Untuk mengetahui ukuran sample citra yang digunakan dalam penelitian ini maka digunakanlah citra masukan yang akan diproses sehingga menjadi matriks sampel berupa sebuah vektor ciri. Citra awal masukan penelitian ini maksimal 500x500 pixel tetapi untuk mengetahui hasil sampel vektor ciri dibutuhkan sebuah frekuensi dan orientasi yang diterapkan pada *Gabor Wavelet*.

3.1.3. Proses *Image Enhancement*

Pada proses yang akan dibangun ini terdapat beberapa metode utama *image enhancement* berfungsi untuk memperbaiki kualitas foto rontgen yang didalamnya terdapat penyakit *Pneumonia* sehingga prosesnya dapat dilihat pada gambar 3.1.3:

- a. *Filter Laplacian* berfungsi untuk menajamkan citra tetapi mengganti daerah konstanta menjadi nol.
- b. *Sharpening* yang berfungsi untuk mempertajam (highlight) dalam intensitas citra.

- c. Deteksi tepi menggunakan *sobel* karena teknik deteksi tepi yang tidak diimplementasikan secara langsung dengan imfilter.
- d. *Smoothing* yang berfungsi untuk menghaluskan citra dengan nilai rata-rata setiap piksel dalam tetangga dari rentang *masking*.
- e. *Unsharp Masking* ini akan digunakan untuk proses tingkat tinggi lebih lanjut yang dapat dilakukan terhadap suatu citra, misalnya proses klasifikasi citra dan proses identifikasi objek.
- f. *Power-law Trans* untuk memetakan range sempit dari input gray level menjadi range yang lebar pada output grey levelnya.



Gambar 3.1.3 Proses Preprocessing *Image Enhancement*.

3.1.4. Proses Tekstur Citra

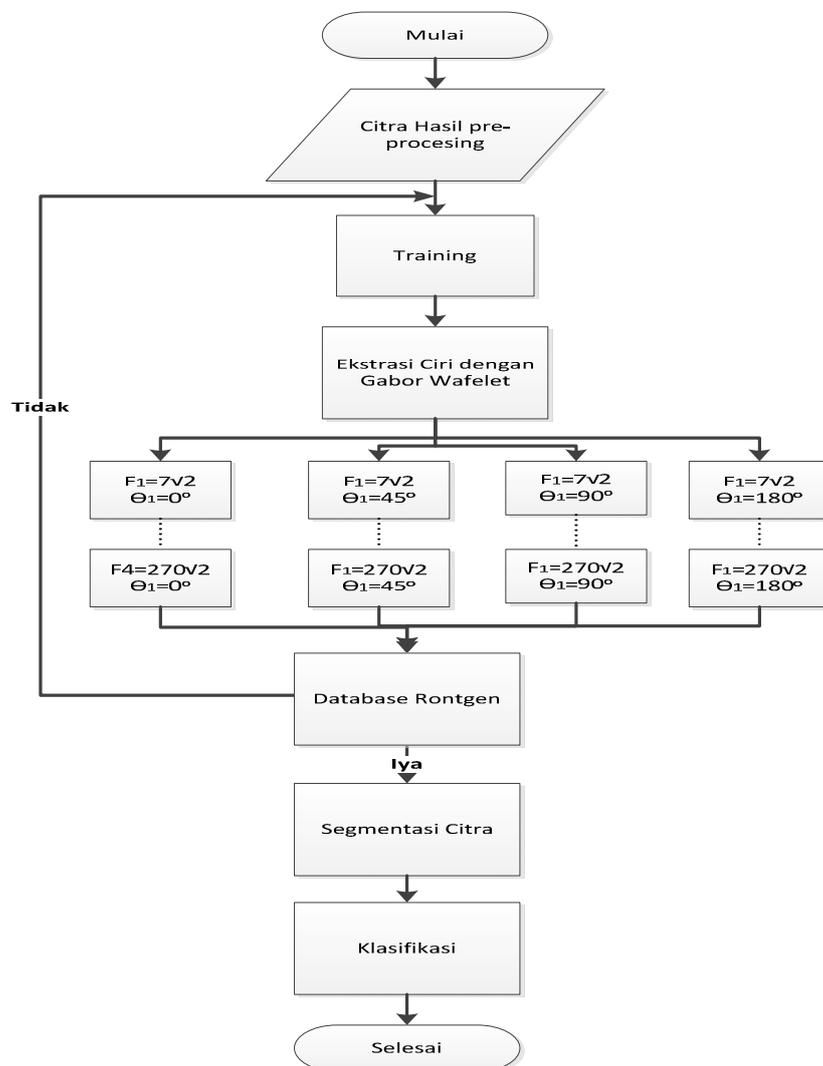
Tekstur (Textures) adalah sifat-sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat tersebut dapat berulang dalam daerah tersebut. Pengertian dari tekstur dalam hal ini adalah keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan pixel-pixel dalam citra. Suatu permukaan dikatakan mempunyai informasi tekstur, jika luasannya diperbesar tanpa mengubah skala, maka sifat-sifat permukaan hasil perluasan mempunyai sifat kemiripan dengan permukaan asalnya (Mohanaiah, 2013).

Pola-pola yang teratur muncul secara berulang-ulang dengan interval jarak dan arah yang tertentu. Suatu permukaan tak berwarna dalam suatu citra dapat mengandung informasi tekstur bila permukaan itu mempunyai pola-pola tertentu seperti tekstur tulang, rongga paru-paru, dan sebagainya. Informasi tekstur dapat digunakan untuk membedakan sifat permukaan suatu benda dalam citra yang berhubungan dengan kasar dan halus, sifat-sifat spesifik dari kekasaran dan kehalusan permukaan tersebut, yang sama sekali lepas dari warna permukaan tersebut. Analisis tekstur memang lazim untuk dimanfaatkan sebagai proses antara melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada umumnya membutuhkan tahapan ekstraksi ciri. Metode Ekstraksi ciri pada penelitian ini menggunakan *Gabor wavelet*, tujuan digunakannya *Gabor wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari citra yang telah dikonvolusi terhadap kernel. Digunakan *Gabor wavelet* karena filter kernel yang diperoleh dengan memodulasi gelombang sinus pada frekuensi dan orientasi tertentu.

Filter pada frekuensi $1\sqrt{2}$, $2\sqrt{2}$, $4\sqrt{2}$, $8\sqrt{2}$ dan $16\sqrt{2}$ digunakan dalam penelitian ini, karena filter ini terlalu besar untuk menangkap konten berbasis tekstur gambar dan tidak efisien. Frekuensi tersebut tidak dapat membedakan tekstur lima daerah dan sulit untuk mendapatkan tekstur yang diinginkan. Selain itu, frekuensi di $500\sqrt{2}$ sudah

cukup, dengan demikian, hanya enam frekuensi telah dipilih untuk digunakan dalam pekerjaan ini.

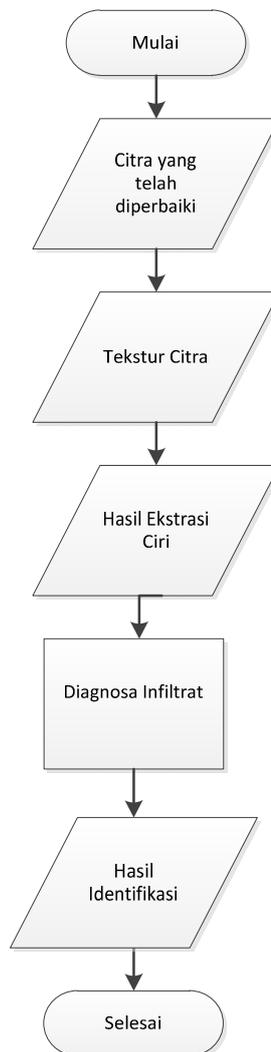
Dalam rangka untuk menghasilkan template untuk lima wilayah yang berbeda, pixel sampel masing-masing daerah yang diproses menggunakan wavelet gabor dengan enam frekuensi dan empat orientasi. Orientasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah: $\theta_0=0^\circ$, $\theta_1=45^\circ$, $\theta_2=90^\circ$, $\theta_3=180^\circ$ dan frekuensi yang digunakan berada di $7\sqrt{2}$, $15\sqrt{2}$, $31\sqrt{2}$, $62\sqrt{2}$, $124\sqrt{2}$ dan $248\sqrt{2}$ siklus/lebar gambar. Seperti yang terlihat pada gambar 3.1.4.



Gambar 3.1.4. Tekstur Citra Menggunakan *Gabor Wavelet*

3.1.5. Hasil Diagnosis Citra

Penggunaan sistem mendiagnosa gangguan paru-paru dengan menggunakan citra foto rontgen agar mengetahui apakah seseorang mendapat gangguan penyakit *Pneumonia* atau tidak dengan mengetahui *infiltrat* yang terdapat di rontgent. *Infiltrat* adalah gambaran densitas paru yang abnormal yang umumnya berbentuk bercak-bercak atau titik-titik kecil dengan densitas sedang dan batas tidak tegas. Merupakan gambaran suatu proses aktif paru untuk mewujudkannya, dibuatlah proses diagnose seperti pada gambar 3.1.5.

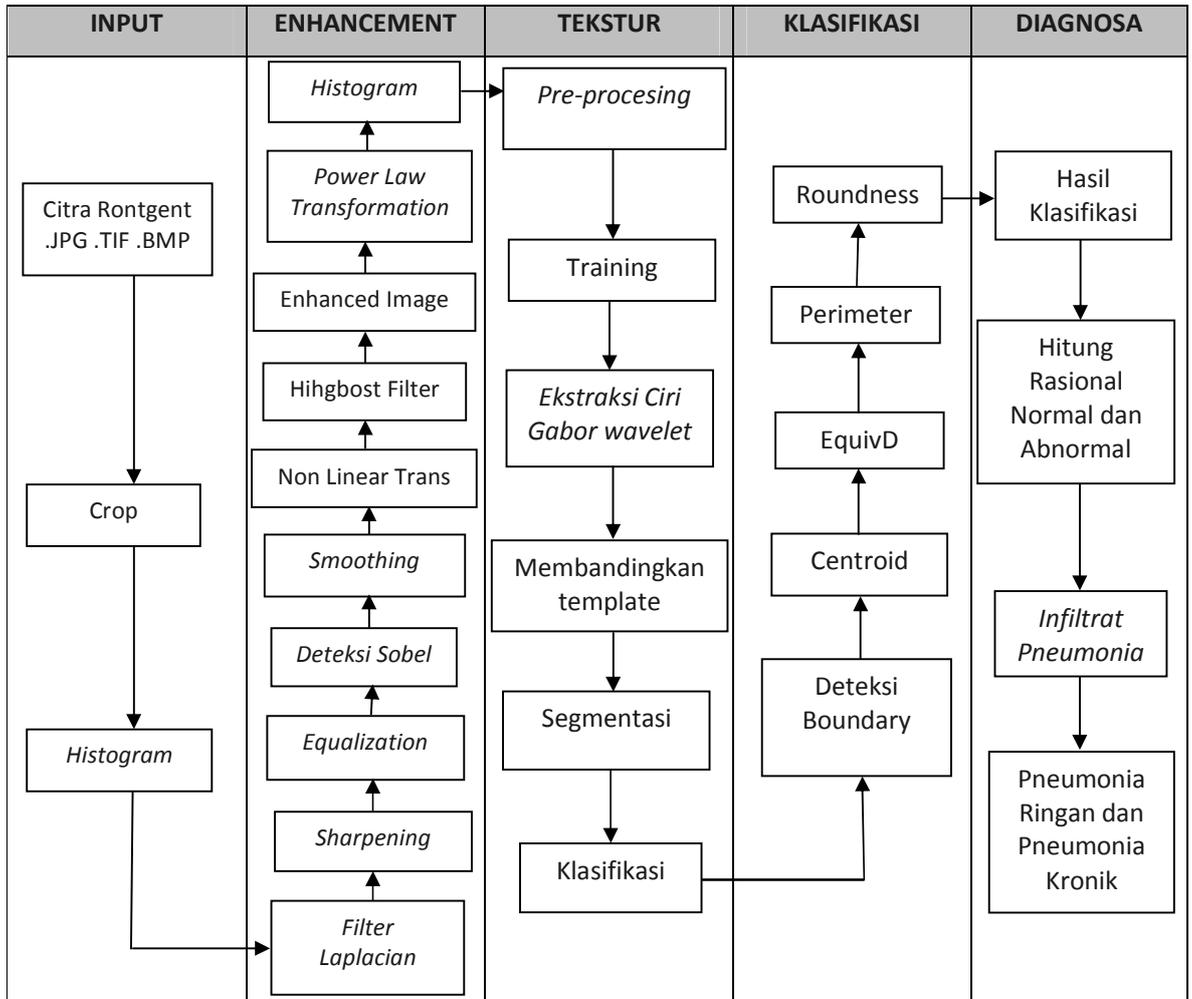


Gambar 3.1.5 Hasil Diagnosis Citra

Bab IV

Metode Penelitian

Tahap proses dari penelitian ini diuraikan dalam blok diagram kerangka operasional penelitian pada gambar 4.1 berikut.

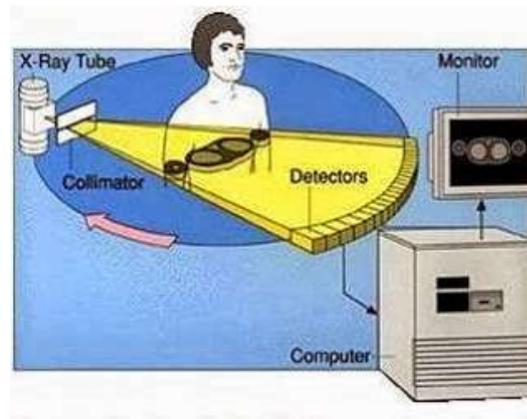


Gambar 4.1: Blok Diagram Langkah Sistem Identifikasi Pneumonia

4.1. Input Citra

Pada tahap awal dilakukan penginputan citra ke dalam aplikasi program untuk mengawali pemrosesan. Adapun data yang diambil adalah data primer dimana data primer merupakan data berupa foto rontgen yang didapatkan langsung dari objek penelitian. Foto rontgen adalah alat yang menggunakan sinar sebagai cara untuk mampu menembus bagian tubuh

manusia, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memotret bagian-bagian dalam tubuh. Pada prinsipnya sinar yang menembus tubuh ini perlu dipindahkan ke format film agar bisa dilihat hasilnya. Seiring dengan kemajuan teknologi, kini foto rontgen juga sudah bisa diproses secara digital tanpa film. Sementara hasilnya bisa disimpan dalam bentuk format jpg, tif, bmp, dll. Penggunaan foto rontgen adalah sesuatu yang penting untuk diagnosa paru-paru serta jaringan sekitarnya dan pemakaian yang paling banyak pada *diagnostic imaging sistem*. Di dalam diagnosis foto rontgen system ini mengelola pixel yang diteliti adalah berupa titik-titik kecil gambaran dimana hasil penggambarannya berupa Rekonstruksi. Mekanisme pengambilan citra dilakukan seperti pada gambar 4.2.



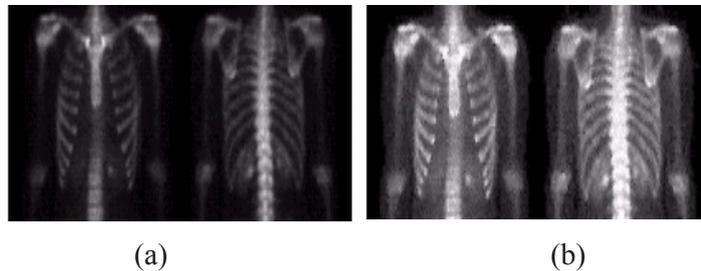
Gambar 4.2: Ilustrasi proses pengambilan citra

Pada Gambar 4.2 terlihat cara pengambilan foto rontgen paru dimana pasien berdiri diantara alat x-ray dan detector. Setelah proses pengambilan foto dilakukanlah proses selanjutnya yaitu pemberian data pasien di komputer.

4.2. *Enhancement*

Pada tahap ini citra yang diambil berupa area paru-paru manusia yang digunakan sebagai bahan utama untuk proses *enhancement*. Adapun inti pada tahap ini adalah memperbaiki kualitas citra untuk memdiagnosa

penyakit *Pneumonia* dengan proses akhir yaitu *power law transformation*. Perbedaan citra asli dan *power law transformation* dapat dilihat gambar 4.3.

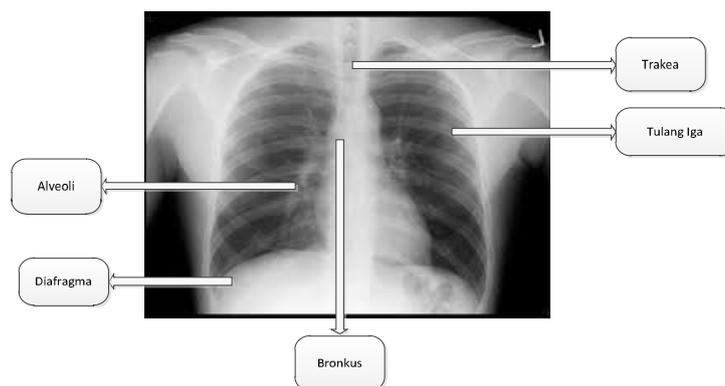


Gambar 4.3: (a) Citra Asli (b) Citra *Power Law Transformasion*

Pada gambar 4.3 terlihat bagaimana perbedaan foto rontgen asli dan foto rontgen yang sudah diproses lebih terlihat jelas. Gambar 4.3.b terlihat tulang paru-paru, tenggorokan dan tulang belakang sebagai pembeda di foto rontgen.

4.3. Segmentasi Tekstur

Pada tahap tekstur dilakukan berdasarkan bagian-bagian yang ada di foto rontgen paru. Sehingga pada penelitian ini dilakukan segmentasi menjadi empat komponenyaitu tulang iga dinyatakan dengan warna dominan abu-abu gelap, alveoli dengan warna dominan putih abu-abu tengah atas seperti jaringan syaraf, diafragma dengan warna putih tebal bawah dan bronkus ke dalam warna putih tengah. Tekstur foto rontgen paru-paru dapat dilihat pada gambar 4.4.

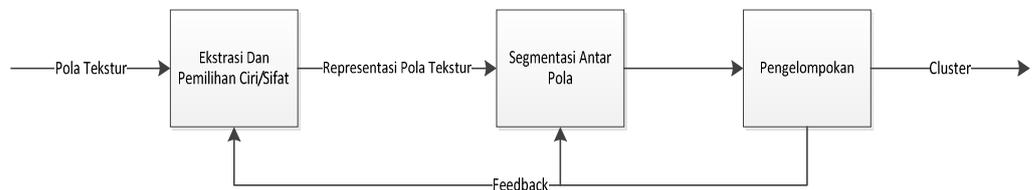


Gambar 4.4: Tekstur Foto Rontgen Paru-paru

4.4. Klasifikasi

Klasifikasi citra memiliki tujuan untuk mendapatkan gambar atau peta tematik. Gambar tematik adalah suatu gambar yang terdiri dari bagian-bagian yang menyatakan suatu objek atau tema. Setiap objek pada gambar mempunyai simbol yang unik yang dapat dinyatakan dengan warna atau pola tertentu. Proses klasifikasi citra dapat dilakukan dengan memasukkan setiap piksel citra ke dalam suatu kategori objek yang telah diketahui. Proses tersebut dikenal dengan proses klasifikasi terpandu (*supervised*) atau proses klasifikasi tidak terpandu (*unsupervised*) merupakan proses klasifikasi yang dilakukan pada sejumlah data yang telah dikelompokkan berdasarkan himpunan satuan data yang serupa, dimana jumlah kelompok data atau kluster ditentukan berdasarkan penilaian subjektif pemakai data.

Di dalam penelitian ini untuk klasifikasi penyakit pneumonia digunakan metode segmentasi. Proses segmentasi yang dilakukan adalah merepresentasikan pola-pola tekstur citra. Intensitas tekstur yang berbeda dari tiap bagian dalam citra diberi warna yang berbeda pula. Proses klasifikasi segmentasi bisa dilihat pada gambar 4.5.

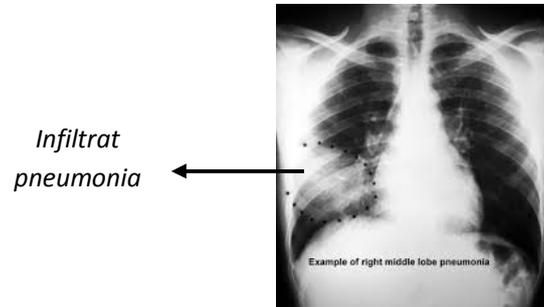


Gambar 4.5. Klasifikasi Segmentasi

4.5. Diagnosa

Diagnosa adalah identifikasi sifat-sifat penyakit melalui proses pemeriksaan terhadap sesuatu dengan menggunakan cara dan teknik tertentu. Namun, diagnosis dalam penelitian ini adalah melakukan suatu pemeriksaan terhadap penyakit *pneumonia* pada paru-paru manusia dengan menggunakan cara dan teknik tertentu. Diagnosis dapat dilakukan dengan pemeriksaan fisik, tes laboratorium, atau sejenisnya, dan dapat dibantu oleh program komputer yang dirancang untuk memperbaiki proses pengambilan keputusan. Sehingga dalam melakukan diagnose penilaian pengambilan

keputusan penyakit *pneumonia* pada paru-paru dapat diketahui dengan adanya *infiltrat* (Bercak-bercak putih atau perselubungan) pada citra rontgen. Citra rontgen *infiltrat pneumonia* dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6: *Infiltrat Pneumonia* (Data rekam pasien, 2014)

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan tentang hasil implementasi dari perancangan sistem, data hasil percobaan dan analisa. Hasil dari penelitian ini kemudian diformalisasi ke dalam skema representasi pengetahuan yang dipilih. Pemetaan ini terdiri atas beberapa bagian seperti representasi pengetahuan, inferensi, dan *User Interface*.

5. Representasi Pengetahuan

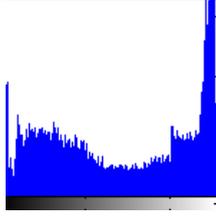
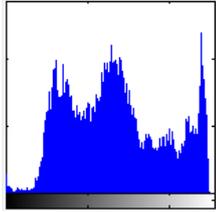
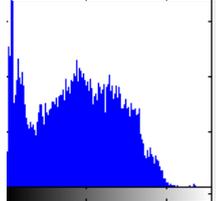
Proses representasi pengetahuan dilakukan dengan cara mengumpulkan pengetahuan-pengetahuan pokok dan aturan-aturan yang digunakan dalam pemanfaatan aplikasi sebagai alat bantu untuk identifikasi penyakit pneumonia yang disusun berdasarkan:

1. Input citra paru-paru manusia dengan media foto rontgen.
2. Preprocessing beberapa metode berdasarkan input citra.
3. Segmentasi citra menggunakan gabor wavelet berdasarkan hasil preprocessing.
4. Ekstraksi ciri berdasarkan hasil dari proses tekstur citra.
5. Proses klasifikasi data dari ekstraksi ciri dengan menggunakan *Boundary* dan diperoleh berupa centroid, equiv Diameter, perimeter, roundness.
6. Diagnosa *infiltrat* pneumonia dengan menggunakan text didalam program.

5.1. Input Citra

Input citra didalam penelitian ini menggunakan media foto rontgen bertujuan untuk memulai program identifikasi pneumonia yang berformat .jpg, .tif, .bmp. Maka dari itu foto rontgen pasien penderita pneumonia merupakan bagian yang sangat penting dalam memproses obyek. Untuk melihat jbaran di atas dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil Proses Input dan Histogram

Nama Citra	Input	Histogram
1		
2		
3		

Berdasarkan Tabel 5.1. dapat dilihat sebuah histogram yang berfungsi untuk mengetahui representasi grafis, yang didistribusikan citra digital atau menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas pixel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan relatif dari intensitas pada citra, kecerahan, dan kontras dari sebuah citra.

5.2. Preprocessing

Pada penelitian ini terdapat preprocessing yang berfungsi untuk memperbaiki kualitas citra rontgen paru-paru, dengan beberapa metode yaitu:

5.2.1. Filter *Laplacian*

Laplacian untuk menyelesaikan persamaan diferensial, bisa juga disebut suatu teknik untuk menyederhanakan permasalahan dalam suatu sistem yang

mengandung masukan dan keluaran, dengan melakukan transformasi dari suatu domain pengamatan ke domain pengamatan yang lain. Dalam matematika jenis transformasi ini merupakan suatu konsep yang penting sebagai bagian dari analisis fungsional, yang dapat membantu dalam melakukan analisis sistem invarian-waktu linier. Transformasi Laplace dapat memberikan deskripsi fungsional alternatif yang kadang dapat menyederhanakan proses analisis dari sistem atau membuat suatu sistem baru yang berdasarkan suatu kumpulan spesifikasi, untuk mengetahui hasil *Laplacian* dapat dilihat pada Tabel 5.2.1.a.

Tabel 5.2.1.a. Hasil Sample Proses *Laplacian*

Nama Citra	<i>Laplacian</i>
1	
2	
3	

Berdasarkan Tabel 5.2.1.a. dapat dilihat perbedaan citra dimana citra input terdapat noisi yang mengganggu dalam mendiagnosa sehingga didalam proses lapacian noisi tersebut dihilangkan untuk membantu ke proses selanjutnya. Sedangkan untuk mengetahui besar nilai *Laplacian* pada masing-

masing pengujian, dilakukan pencarian nilai pixel pada seluruh rontgen, dapat dilihat pada Tabel 5.2.1.b.

Tabel 5.2.1.b Perhitungan Hasil *Laplacian*

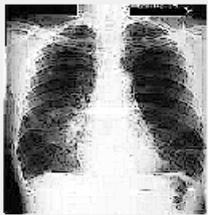
Nama Citra	Input Citra (pixel)	<i>Laplacian</i> (pixel)
1	205-245	162-184
2	211-238	156-177
3	188-153	80-65

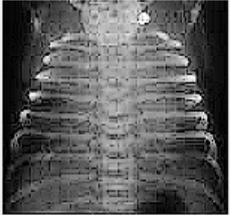
Hasil pengujian Tabel 5.2.1. setiap rontgen pada *Laplacian* memperlihatkan nilai pixel *Laplacian* tidak lebih dari nilai pixel input citra, karena *Laplacian* berfungsi untuk menghilangkan noise pada citra.

5.2.2. *Sharpening*

Sharpening memperjelas detil suatu citra (menambah kontras) dengan penjumlahan atas citra tepi dengan citra aslinya maka bagian tepi objek akan terlihat berbeda dengan latarnya, sehingga citra terkesan lebih tajam. Proses penajaman berhubungan dengan deteksi tepi perubahan warna yang dilemahkan untuk menciptakan efek tepi tajam. Menggunakan fspecial yang akan membuat filter untuk menajamkan (*Sharpening*) citra, dapat dilihat pada Tabel 5.2.2.a.

Tabel 5.2.2.a. Hasil Proses *Sharpening*

Nama Citra	<i>Sharpening</i>
1	

Nama Citra	Sharpening
2	
3	

Dari Tabel 5.2.2.a. terlihat pada proses *Sharpening* lebih terang dari citra input tetapi proses *Sharpening* di ambil dari *Laplacian* sehingga hasil dari hilangnya pixel yang terfilter oleh *Laplacian* lebih tampak. Sedangkan untuk mengetahui besar nilai *Sharpening* pada masing-masing pengujian, dilakukan pencarian nilai pixel pada seluruh rontgen, dapat dilihat pada Tabel 5.2.2.b.

Tabel 5.2.2.b Hasil Perhitungan *Sharpening*

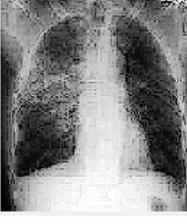
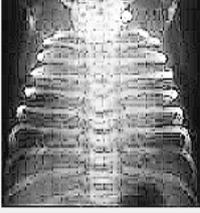
Nama Citra	<i>Laplacian</i> (Pixel)	<i>Sharpening</i> (Pixel)
1	162-184	191-202
2	156-177	193-205
3	80-65	81-96

Hasil pengujian pada Tabel 5.2.2.b setiap rontgen pada *Sharpening* memperlihatkan nilai pixel *Sharpening* lebih dari nilai pixel *Sharpening*, karena *Sharpening* berfungsi untuk mempertajam pada citra sehingga lebih terang.

5.2.3. Histogram Equalization

Histogram equalization berfungsi untuk merubah distribusi nilai derajat keabuan pada sebuah citra sehingga menjadi seragam (*uniform*). Tujuan dari *Histogram Equalization* disistem ini untuk memperoleh penyebaran histogram yang merata sehingga setiap derajat keabuan memiliki jumlah piksel yang relatif sama, dapat dilihat pada Tabel 5.2.3.a.

Tabel 5.2.3.a. Hasil Proses Histogram Equalization

Nama Citra	Equalization
1	
2	
3	

Dapat dilihat pada Tabel 5.2.3.a. proses diatas bahwa *Histogram Equalisation* berhasil men-*stretch* histogram sehingga detil yang tadinya tidak terlihat menjadi lebih terlihat. Pada dasarnya metode ini akan memberikan jarak yang cukup jauh pada dua grey level yang berdekatan tetapi memiliki perbedaan frekuensi yang mencolok. Sedangkan untuk mengetahui besar nilai *Histogram Equalisation* pada masing-masing pengujian, dilakukan pencarian nilai pixel pada seluruh rontgen, dapat dilihat pada Tabel 5.2.3.b.

Tabel 5.2.3.b Hasil Perhitungan *Histogram Equalization*

Nama Citra	<i>Sharpening (Pixel)</i>	<i>Histogram Equalization (Pixel)</i>
1	191-202	192-204
2	193-205	194-205
3	81-96	82-97

Hasil pengujian setiap rontgen pada Tabel 5.2.3.b memperlihatkan nilai pixel *Histogram Equalization* lebih dari nilai pixel *Sharpening*, karena *Histogram Equalization* berfungsi untuk meratakan derajat keabuan pada foto rontgen.

5.2.4. Deteksi Tepi Sobel

Faktor kunci dalam ekstraksi ciri adalah kemampuan mendeteksi keberadaan tepi di dalam citra. Penggunaan metode deteksi tepi yang tidak tepat, akan menghasilkan pendeteksian yang gagal. Pendeteksian tepi merupakan tahapan untuk melingkupi informasi di dalam citra. Tepi mencirikan batas objek karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek di dalam citra, dapat dilihat pada Tabel 5.2.4.a.

Tabel 5.2.4.a. Hasil Proses Sobel

Nama Citra	Sobel
1	
2	

Nama Citra	Sobel
3	

Pada tabel 5.2.4.a. terlihat bahwa operasi deteksi tepi sobel merupakan pengembangan metode *robert* dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi *Laplacian* dan *gaussian* yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Kelebihan dari metode sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Sedangkan untuk mengetahui besar nilai *Sobel* pada masing-masing pengujian, dilakukan pencarian nilai pixel pada seluruh rontgen, dapat dilihat pada Tabel 5.2.4.b.

Tabel 5.2.4.b. Hasil Perhitungan *Sobel*

Nama Citra	<i>Histogram Equalization</i> (Pixel)	<i>Sobel</i> (Pixel)
1	192-204	250-254
2	194-205	265-271
3	82-97	156-187

Hasil pengujian setiap rontgen pada Tabel 5.2.4.b memperlihatkan nilai pixel *Sobel* lebih besar dari nilai pixel *Histogram Equalization*, karena *Sobel* berfungsi untuk mencari deteksi tepi pada foto rontgen.

5.2.5. *Smoothing*

Smoothing pada system ini berfungsi untuk memvariasi intensitas pixel yang tidak berkorelasi dengan pixel tetangganya. Pixel yang terkena gangguan

umumnya mempunyai frekuensi tinggi. Pelembutan citra dilakukan dengan menekan komponen yang berfrekuensi tinggi dan membiarkan komponen yang berfrekuensi rendah seperti semula, dapat dilihat pada Tabel 5.2.5.a.

Tabel 5.2.5.a. Hasil Proses *Smoothing*

Nama Citra	<i>Smoothing</i>
1	
2	
3	

Tabel diatas terlihat menekan pixel berfrekuensi tinggi pada citra seperti memperhalus citra (*Smoothing*), atau menekan frekuensi rendah untuk memperjelas pemfilteran citra dan memperbaiki mendeteksi tepi pada citra. Tujuannya membuat citra menjadi tampak lebih baik atau tampak lebih jelas untuk analisis. Sedangkan untuk mengetahui besar nilai *Smoothing* pada masing-masing pengujian, dilakukan pencarian nilai pixel pada seluruh rontgen, dapat dilihat pada Tabel 5.2.5.b.

Tabel 5.2.5.b Perhitungan nilai *Smoothing*

Nama Citra	<i>Sobel</i> (Pixel)	<i>Smoothing</i> (pixel)
1	250-254	255-260
2	265-271	271-276
3	156-187	162-182

Hasil pengujian setiap rontgen pada Tabel 5.2.5.b memperlihatkan nilai pixel *Smoothing* lebih besar dari nilai pixel *Sobel*, karena *Smoothing* berfungsi untuk melembutkan pixel citra yang terhapus karena noisi pada foto rontgen.

5.2.6. Highboost Filter

Sistem ini berfungsi untuk menajamkan citra menggunakan kernel konvolusi penapis *High-pass* dan High-boost. Sistem terdiri dari dua kategori, yaitu mengimplementasikan metode kernel konvolusi penapis *High-pass* dan penapis High-boost untuk mempertajam citra dan menghitung nilai MSE (Mean Square Error) antara citra asli dengan citra yang telah dimodifikasi, dapat dilihat di Tabel 5.2.6.a.

Tabel 5.2.6.a. Highboost filter

Nama Citra	HighBoost Filter
1	
2	

Nama Citra	HighBoost Filter
3	

Hasil penelitian menunjukkan penajaman terbaik diperoleh pada penajaman citra buram Gaussian Blur. Penajaman citra sangat tergantung pada kernel konvolusi *High-pass* filter dan High-boost filter dan nilai faktor penguat yang digunakan. Semakin besar nilai faktor penguat kernel, citra yang dihasilkan akan semakin terang. Sedangkan untuk mengetahui besar nilai *High-pass* pada masing-masing pengujian, dilakukan pencarian nilai pixel pada seluruh rontgen, dapat dilihat pada Tabel 5.2.6.b.

Tabel 5.2.6.b Hasil Perhitungan *High-pass*

Nama Citra	<i>Smoothing</i> (pixel)	<i>High-pass</i> (Pixel)
1	255-260	271-279
2	271-276	278-296
3	162-182	203-213

Hasil pengujian setiap rontgen pada Tabel 5.2.6.b. memperlihatkan nilai pixel *High-pass* lebih besar dari nilai pixel *Smoothing*, karena *High-pass* berfungsi untuk menajamkan dan memperbaiki pixel yang hilang pada foto rontgen.

5.2.7. Enhanced Image

Enhanced digunakan untuk membuat besaran (sebagai nilai value, desirability, atau attractiveness) dan frequency adalah jumlah waktu dimana

terdapat pengulangan fungsi periodik akibat terdapat persamaan salah satu nilai varian dari variable bebas, dapat dilihat pada Tabel 5.2.7.a.

Tabel 5.2.7.a. Enhanced

Nama Citra	Enhanced
1	
2	
3	

Sedangkan untuk mengetahui besar nilai *High-pass* pada masing-masing pengujian, dilakukan pencarian nilai pixel pada seluruh rontgen, dapat dilihat pada Tabel 5.2.7.b.

Tabel 5.2.7.b. Hasil Perhitungan *Enhanced*

Nama Citra	<i>Smoothing</i> (pixel)	<i>Enhanced</i> (Pixel)
1	255-260	271-279
2	271-276	278-296
3	162-182	203-213

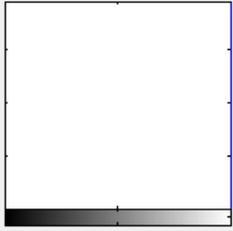
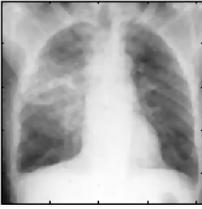
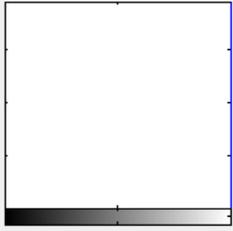
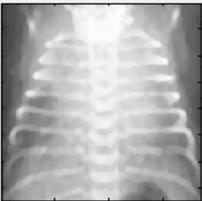
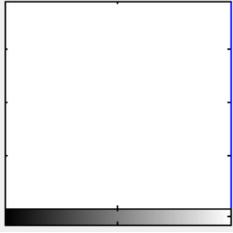
Hasil pengujian setiap rontgen pada Tabel 5.2.7.b memperlihatkan nilai pixel *High-pass* lebih besar dari nilai pixel *Smoothing*, karena *High-pass*

berfungsi untuk menajamkan dan memperbaiki pixel yang hilang pada foto rontgen.

5.2.8. Power-law Trans

Ada banyak metode yang dapat dipakai pada *image enhancement*. Metode tersebut sebagian besar adalah berupa *filter*. *Filter-filter* ini nantinya akan dikonvolusi dengan citra untuk mendapatkan hasil yang baik. Untuk proses *filtering* akan dibahas secara terpisah. Selain dengan digunakan *filter*, ada metode-metode lain seperti transformasi, *histogram*, contrast-stretching, dan sebagainya. Contoh metode yang paling mudah adalah *Power-law Transformation* pada grey-level. Pada prinsipnya setiap nilai grey level pada *pixel* diganti dengan nilai hasil perhitungan formula tertentu, dapat dilihat pada Tabel 5.2.8.

Tabel 5.2.8. Power-law Trans $S = CR^{\gamma}$

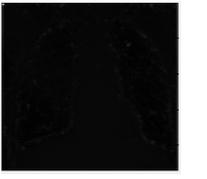
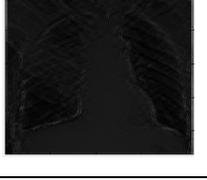
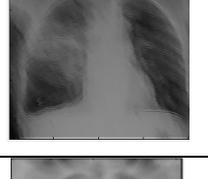
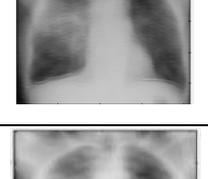
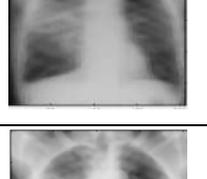
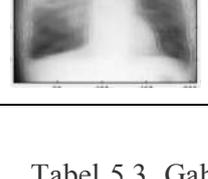
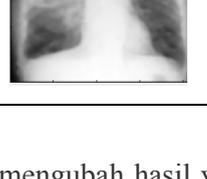
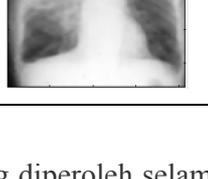
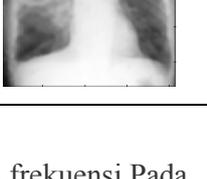
Nama Citra	Power Law trans $s(i,j)=A(i,j).^0.5;$	Histogram
1		
2		
3		

5.3. Segmentasi Gabor Wavelet

Segmentasi menggunakan Gabor wavelet tidak hanya bisa digunakan untuk ekstraksi fitur saja, tapi juga untuk citra lainnya seperti tekstur, citra penginderaan jauh, dan citra lanskap, dll. Gabor wavelet digunakan untuk mencari dan pengambilan citra data, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa Gabor wavelet mencapai proses yang terbaik kinerja terhadap metode ekstraksi fitur lain seperti *pyramid-structured wavelet transform (PWT) features, three-structured wavelet transform (TWT) features, and the multi-resolution simultaneous autoregressive model (MR-SAR) features*. Gabor wavelet juga mengusulkan sebuah algoritma untuk filter adaptif seleksi yang dapat mengurangi dimensi fitur tanpa menurunkankinerja. Pendekatan baru untuk rotasi invariant klasifikasi tekstur menggunakan Gabor wavelet mana fitur yang ditemukan oleh menghitung mean dan varians dari Gabor disaring gambar. Vektor fitur ini dihasilkan untuk fitur citra.

Di sini peneliti ingin menunjukkan penggunaan fitur wavelet Gabor untuk pengambilan citra. Tabel 5.3 menunjukkan foto rontgen paru-paru dan ada yang sesuai dengan fitur Gabor wavelet, dimana didalam foto rontgen terdapat alveoli, paru, diafragma dan tulang iga. Mengatur citra rontgen paru-paru sebagai citra query menggunakan Gabor wavelet dengan hasil pencarian yang dapat dicapai.

Tabel 5.3. Segmentasi Gabor

Teta Fre Kuensi	0^0	45^0	90^0	180^0
$7\sqrt{2}$				
$15\sqrt{2}$				
$31\sqrt{2}$				
$62\sqrt{2}$				
$164\sqrt{2}$				
$275\sqrt{2}$				

Tabel 5.3. Gabor mengubah hasil yang diperoleh selama 6 frekuensi. Pada skala tertentu citra dengan frekuensi tertentu didefinisikan sebagai orientasi yang dominan karena memiliki magnitudo terbesar, maka urutan fitur ditetapkan sebagai frekuensi $7\sqrt{2}$, $15\sqrt{2}$, $31\sqrt{2}$, $62\sqrt{2}$, $164\sqrt{2}$, $270\sqrt{2}$ dan orientasi 0^0 , 45^0 , 90^0 , 180^0 .

Gabor dapat menganalisis multi-resolusi memiliki kapasitas untuk mengenali inti *infiltrat* dari citra pneumonia. Dalam proses pelatihan, algoritma yang diusulkan menggunakan informasi dari ahli radiologi untuk mengidentifikasi daerah yang mencurigakan. Algoritma ini menerjemahkan informasi untuk fitur dan kondisi penyakit pneumonia yang secara kuantitatif diukur. Dalam penelitian ini, segmentasi dan Gabor wavelet menunjukkan hasil yang sangat baik dalam mengidentifikasi normal, pneumonia ringan dan pneumonia kronik. Pada frekuensi $275\sqrt{2}$ dan teta 180^0 menyajikan sejumlah sampel gambar pneumonia terdapat *infiltrat* dari Gabor wavelet dan segmentasi berarti pengelompokannya dalam hal rasio dihitung. Dengan mengukur jumlah *infiltrat* pneumonia ringan dan pneumonia kronik, sistem akan menghitung rasio *infiltrat* pneumonia, dan kemudian mengekstraksi citra sebagai salah satu dari tiga kategori penyakit pneumonia (normal, ringan, kronik) menggunakan algoritma *Boundary*.

Citra diklasifikasikan oleh ahli radiologi digunakan sebagai kebenaran penyakit. Lima puluh citra diproses otomatis dengan menggunakan metode yang diusulkan dan klasifikasi yang dihasilkan oleh *Boundary*. Dalam rangka untuk mengevaluasi jumlah filter yang akan memberikan respons yang tepat, perbandingan kinerja segmentasi dilakukan dengan menggunakan enam frekuensi dan empat orientasi, dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel dibawah. Dalam citra ini, komponen dari citra *Pneumonia* yang mudah untuk membandingkan secara visual.

5.4. Klasifikasi

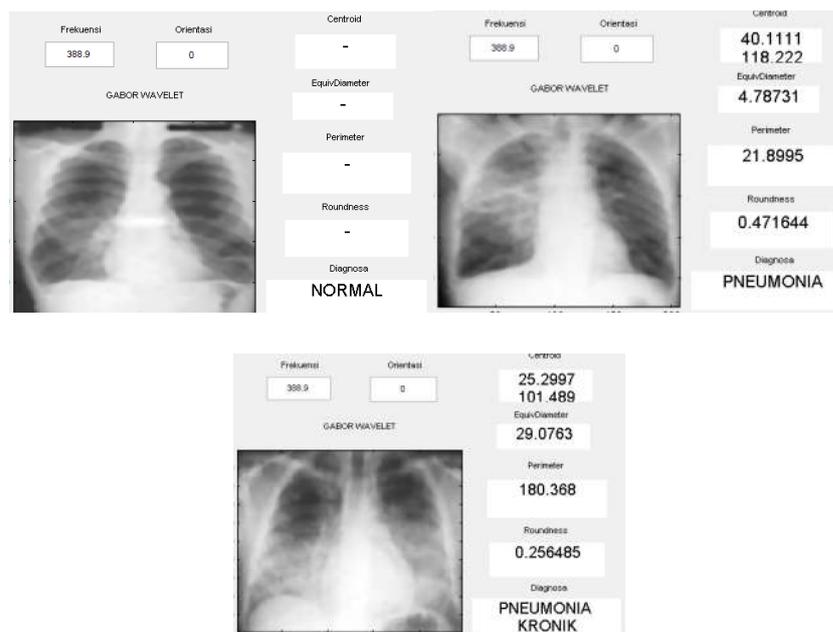
Metode *Boundary* adalah sistem yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi batas objek yang dirujuk oleh citra. Sistem ini diimplementasikan menggunakan metode yang memiliki kemampuan untuk mengikuti objek gambar gerakan, oleh karena itu metode ini dapat digunakan medis untuk mengamati diagnosis tubuh manusia. Metode ini dikenal sebagai model kontur aktif. Sistem ini menggunakan pemrograman *Oktave*. Hasil akhir dari

percobaan ini adalah citra yang dapat menjelaskan batas dari objek citra.

Infiltrat pneumonia yang telah tersegmentasi mempunyai:

- *Centroid* yang berfungsi untuk mengetahui koordinat pusat jumlah gumpalan *infiltrat*.
- *EquivD* berguna untuk menyediakan *vector* yang mengetahui diameter *infiltrat*.
- *Perimeter* berfungsi menyediakan panjang perimeter dalam pixel setiap jumlah *infiltrat*.
- *Roundness* merupakan ekstraksi fitur bentuk yang dibuat sehingga bisa mengetahui batas membrane dengan memvariasikan derajat *infiltrat*.

Untuk mengetahui hasil pneumonia di foto rontgen maka akan dilakukan sebuah pengujian dapat diketahui dengan beberapa penilaian seperti pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4. Klasifikasi menunjukkan contoh *infiltrat*

Dapat dilihat dari Gambar 5.4. dibagian pertama pemindaian gambar dilakukan secara horizontal dalam urutan utama berturut-turut. Algoritma mulai dari pixel paling kiri dari baris pertama dan melintasi semua piksel pada

baris pertama untuk mencapai pixel terakhir dari baris pertama. Kemudian diulangi pemindaian pixel dari baris berikutnya sampai kita mencapai pixel terakhir pada baris terakhir dari dua dimensi array data citra. Sebuah nilai ambang adaptif diambil untuk intensitas pixel perbandingan. Perubahan nilai ambang tergantung pada intensitas piksel di wilayah sekitarnya. Selama scanning piksel algoritma membandingkan intensitas piksel berikutnya. Jika perubahan dalam intensitas yang diamati antara dua piksel yang melebihi nilai ambang batas maka algoritma menandai pixel terakhir sebagai tepi dan menambahkan lokasi ini pixel dengan peta tepi horisontal gambar. Untuk proses lebih lanjut itu sangat penting untuk ekstraksi batas paru. Dalam penelitian ini mengusulkan metode untuk ekstraksi dari batas paru, dimulai dengan output gambar dari ekstraksi tepi. Proses dengan tujuan untuk mengidentifikasi garis tepi terluar yang merupakan tepi paru-paru. Memindai citra dari sisi kanan gambar untuk menemukan titik paling kanan dibaris pertama dari citra, yang merupakan titik awal dari pengolahan. Kemudian mempertimbangkan semua piksel disekitarnya dalam prioritas searah jarum jam dan mempertimbangkan pixel dengan tinggi prioritas. Sistem ini menyimpan pixel dilalui dalam Daftar Plotting digunakan untuk menggambar batas. Piksel yang dikelilingi pixel awal, tetapi prioritas yang lebih rendah disimpan dalam *Backtrack Stack* yang akan digunakan hanya jika mencapai proses traversal buntu. Jika buntu tercapai, kita pop keluar dari *Backtrack* tumpukan pixel prioritas yang lebih rendah dan melanjutkan dengan proses traversal. Traversal pixel berikutnya dan berlanjut sampai mencapai dasar atau bagian bawah gambar, menunjukkan akhir wilayah paru. Daftar Plotting berisi piksel batas paru-paru yang diplot setelah memperlancar untuk diproses lebih lanjut. Algoritma untuk Mendeteksi Batas paru:

- Langkah 1. Memindai citra dari sisi kiri untuk menemukan pixel paling kiri dari wilayah paru.
- Langkah 2. Memindai garis vertikal sepanjang pixel ini dari atas ke bawah mewakili dasar kiri atau batas.
- Langkah 3. Scan tepi peta dari sisi kanan ke kiri, dari baris pertama.

- Langkah 4. Mendapatkan pixel yang berwarna hitam menunjukkan jalur tepi, melintasi jalan pixel dengan mempertimbangkan semua sekitar piksel dalam prioritas searah jarum jam dan mempertimbangkan pixel dengan prioritas tertinggi.
- Langkah 5. piksel yang mengelilingi pixel tepi, tetapi dari prioritas yang lebih rendah disimpan dalam *Backtrack Stack* menjadi digunakan hanya jika proses traversal tidak tercapai.
- Langkah 6. Jika tidak tercapai, muncul keluar dari *Backtrack* tumpukan pixel prioritas yang lebih rendah dan melanjutkan dengan proses traversal.
- Langkah 7. Simpan piksel dilalui dalam Daftar Plotting untuk digunakan kemudian untuk menggambar batas *infiltrat*.
- Langkah 8. Traversal pixel berikutnya sampai mencapai dasar kiri atau bagian bawah gambar.
- Langkah 9. Jika bagian bawah citra atau dasar kiri tidak tercapai maka akan dibuang, daftar plot dihapus dan terus dari langkah 4. Lain Dapatkan piksel dari daftar plotting pada diskrit interval.
- Langkah 10. Plot pixel pertama.
- Langkah 11. Menggambar kurva sederhana antara dua pixel berturut-turut posisi dipisahkan oleh interval diskrit dan diteruskan sampai pixel terakhir di Daftar Plotting diplot.

Tabel 5.4.a. Sample Hasil Deteksi.

Nama citra	Centroid	EquivD	Perimeter	Roundness	Identifikasi
1	40.1-118.2	4.78	21.9	0.47	Pneumonia
2	10-64	2.5	8	0.98	Pneumonia
3	37.13-54.8	10.6	41.8	0.64	Pneumonia Kronik
4	17.33-170.5	2.76	10.8	0.64	Pneumonia
5	32.5-37.5	1.6	2.8	3.14	Pneumonia
6	123.5-78	1.6	2	6.28	Pneumonia

Nama citra	Centroid	EquivD	Perimeter	Roundness	Identifikasi
7	40.5-185	1.5	2	6.28	Pneumonia
8	73.75-150	2.25	5.41	1.7	Pneumonia
9	25.3-101.5	29	180.3	0.25	Pneumonia Kronik
10	40.5-185	1.5	2	6.28	Pneumonia
11	10.5-111.5	1.59	2.8	3.14	Pneumonia
12	61-131.5	1.59	2	6.28	Pneumonia
13	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
14	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
15	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
16	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
17	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
18	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
19	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
20	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
21	204.133-93.8	25.53	170.083	0.222	Pneumonia Kronik
22	25.299-101.489	29.076	180.36	0.256	Pneumonia Kronik
23	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
24	227-96	1.95	4	2.356	Pneumonia
25	30.78-134	9.37	32.97	0.797	Pneumonia Kronik
26	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
27	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
28	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
29	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
30	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain

Nama citra	Centroid	EquivD	Perimeter	Roundness	Identifikasi
31	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
32	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
33	32.5-28	1.595	2	6.28	Pneumonia
34	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
35	22.1-184.6	7.04	51.313	0.186	Pneumonia Kronik
36	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
37	189.3-22.23	8.44	43.3	0.3751	Pneumonia Kronik
38	40.5-185	1.955	2	6.283	Pneumonia
39	17.33-170.5	2.76	10.82	0.643	Pneumonia
40	28.5-25	1.59	2	6.283	Pneumonia
41	40.11-118.2	4.787	21.899	0.47	Pneumonia
42	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
43	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
44	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
45	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
46	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
47	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
48	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Penyakit Lain
49	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Normal
50	123.5-78	1.59	2	6.28	Pneumonia

Berdasarkan Tabel 5.4.a. diatas dan pengujian sample citra di rumah sakit terlihat bahwa presentase perbandingan EquivD dan perimeter untuk menentukan identifikasi penyakit pneumonia ringan atau pneumonia kronik dapat dilihat dibawah ini.

1. Identifikasi Pneumonia Ringan

EquivD<25
Perimeter<30 } Disesuaikan dengan
EquivD dan Perimeter

2. Identifikasi Pneumonia Kronik

EquivD>25
Perimeter>30 } Disesuaikan dengan nilai
EquivD dan Perimeter

3. Identifikasi Normal

Centroid = Tidak ada

EquivD = Tidak ada

Perimeter = Tidak ada

Roundness = Tidak ada

Pengujian dilakukan pada lima puluh citra dengan spesifikasi yang berbeda. Dari hasil pengujian tersebut, menunjukkan bahwa equivD dan perimeter rata-rata *infiltrat* di tiap citra yang bernilai dibawah 30 diidentifikasi sebagai penyakit pneumonia. Diidentifikasi pneumonia kronik apabila rata-rata equivD dan perimeter *infiltrat* diatas 30. Untuk identifikasi normal apabila centroid, equivD, perimeter dan roundness tidak ada. Hasil perbandingan pengujian pada 50 data foto rontgen ditunjukkan pada Tabel 5.1.5 berikut:

Tabel 5.4.b. Perbandingan Pengujian Sistem Dengan Prediksi Dokter

Nama Citra	Sistem	Prediksi
1	Pneumonia	Pneumonia
2	Pneumonia	Pneumonia
3	Pneumonia Kronik	Pneumonia Kronik
4	Pneumonia	Pneumonia
5	Pneumonia	Pneumonia

Nama Citra	Sistem	Prediksi
6	Pneumonia	Pneumonia
7	Pneumonia	Pneumonia Kronik
8	Pneumonia	Pneumonia
9	Pneumonia Kronik	Pneumonia Kronik
10	Pneumonia	Pneumonia
11	Pneumonia	Pneumonia
12	Pneumonia	Pneumonia
13	Normal	Normal
14	Normal	Normal
15	Normal	Normal
16	Normal	Normal
17	Normal	Normal
18	Normal	Normal
19	Normal	Normal
20	Normal	Normal
21	Pneumonia Kronik	Pneumonia Kronik
22	Pneumonia Kronik	Pneumonia Kronik
23	Normal	Normal
24	Pneumonia	Pneumonia
25	Pneumonia Kronik	Tuberculosis
26	Penyakit lain	Penyakit lain
27	Normal	Normal
28	Penyakit lain	Penyakit lain
29	Penyakit lain	Penyakit lain
30	Penyakit lain	Penyakit lain

Nama Citra	Sistem	Prediksi
31	Penyakit lain	Penyakit lain
32	Normal	Normal
33	Pneumonia	Pneumonia
34	Normal	Normal
35	Pneumonia Kronik	Pneumonia Kronik
36	Normal	Normal
37	Pneumonia Kronik	Pneumonia Kronik
38	Pneumonia	Pneumonia
39	Pneumonia	Pneumonia
40	Pneumonia	Pneumonia
41	Pneumonia	Pneumonia
42	Normal	Normal
43	Penyakit lain	Penyakit lain
44	Penyakit lain	Penyakit lain
45	Penyakit lain	Penyakit lain
46	Penyakit lain	Penyakit lain
47	Penyakit lain	Penyakit lain
48	Penyakit lain	Penyakit lain
49	Normal	Normal
50	Pneumonia	Pneumonia

Hasil pengujian validitas sistem untuk performansi citra pneumonia direpresentasikan menggunakan Deteksi *Boundary*, dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 5.6.c. Performansi Deteksi *Boundary*

True Positif	True Negatif	False Positif	False Negatif
33	15	0	2

Penjelasan TP, TN, FP, dan FN adalah :

- a. TP (True Positive), apabila system mengenali ketidak normalan.

- b. TN (True Negative), apabila system mengenali normal.
- c. FP (False Positive), apabila system mengenali normal sebagai abnormal.
- d. FN (False Negative), apabila system mengenali abnormal sebagai normal.

Validitas sistem dinilai dengan cara menghitung nilai TP, TN, FP, dan FN dari Tabel 5.6.c.

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% = \frac{33}{33+2} \times 100\% = 94,3\%$$

Sensitivity dari metode ini adalah 94,3%. sistem mengenali semua kelainan yang terdeteksi dan dilaporkan. Namun, ada berbagai keberhasilan dalam hal klasifikasi kelas. Berikut *specificity* mirip dengan True Positif (TP).

Specificity dari metode *Boundary* diberikan sebagai:

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP} \times 100\% = \frac{15}{15+0} \times 100\% = 100\%$$

Specificity dari sistem ini adalah 100%. Ini berarti bahwa sistem menunjukkan 100% dari citra radiologi paru yang didiagnosis. Hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan suatu kontribusi yang lebih baik dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Dimana penelitian ini dengan penelitian sebelumnya sama-sama mengkaji bagaimana mengidentifikasi *infiltrat* pneumonia. Pada penelitian yang dilakukan oleh Keegan Kosasih (2015), dengan judul *Wavelet Augmented Cough Analysis for Rapid Childhood Pneumonia Diagnosis* memperlihatkan dengan hasil *specificity* 94%.

Berdasarkan perbandingan peneliti yang dilakukan dengan hasil penelitian Keegan Kosasih, menunjukkan hasil perbandingan menggunakan algoritma *Wavelet* dengan Algoritma *Power-law Trans*. Hasil proses *Power-law Trans* lebih bagus jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, dikarenakan hasil *enhancement* obyek menggunakan *Power-law Trans* cukup bagus dalam memperbaiki kualitas foto rontgen.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Metode *Power-law Trans* dapat meningkatkan kualitas citra rontgen paru-paru, dengan memformulasikan grey-level yang lama menjadi nilai grey-level yang baru.
2. Untuk meningkatkan desain sistem identifikasi penyakit *Pneumonia* lebih spesifik maka membutuhkan .
3. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa, citra yang diidentifikasi pneumonia ringan mewakili rata-rata equivD dan perimeter dibawah 20. Identifikasi pneumonia kronik dengan rata equivD dan perimeter diatas 30. Diidentifikasi normal mewakili rata-rata centroid, equivD, perimeter dan roundness tidak ada.
4. Dari hasil jumlah data 50 rontgen paru-paru yang diuji berhasil teridentifikasi normal, *pneumonia* ringan dan *pneumonia kronik* berdasarkan kesamaan dari diagnosis dokter dan sistem yang dibuat.
5. Validitas penelitian sistem ini mendapatkan hasil sensitifity 94,3% dan specificity 100%.

6.2 Saran

Saran yang didapatkan dari percobaan dan evaluasi yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan aplikasi selanjutnya sebaiknya ditambahkan fitur-fitur preprosesing data foto rontgen dengan mengurangi efek pencahayaan yang kurang merata.

2. Dalam pengembangan aplikasi selanjutnya diharapkan proses cropping dibagian foto rontgen yang terdapat data pasiendapat dilakukan secara otomatis dari program.
3. Dalam pengembangan data aplikasi selanjutnya diharapkan menggunakan dataset yang dapat dilakukan secara optimal yang lebih banyak dan bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouledjane Badreddine, Layachi Bennacer, Mohamed Salim Kahli. 2013. “*BEMD-UNSHARP MASKING FOR RETINAL ANGIOGRAPHY IMAGE SHARPENING*”. University Annaba, Algeria.
- Chaira Tamalika. 2013. “*Contrast Enhancement of Medical Images Using Type II Fuzzy Set*”. Indian Institute of Technology Delhi Hauz Khas, India.
- Data Rekam Pasien RSSA. “*Citra Rontgen Mengandung Penyakit Pneumonia*”. Malang, 2014.
- Dinesh S M.E, Prof. G. Vairavel. 2011. “*VLSI Implementation of Reconfigurable Processing Module for Binary and Grayscale Image Processing*”. Jansons Institute of Technology Coimbatore, India.
- Feng Zijun, Xiaoling Zhang, Huijie Zhang. 2011. “*Fusion of Multifocus Images by Combining Edge Maps and the Sum-Modified-Laplacian Technique*”. University of Electronic Science and Technique, China.
- Fransiska. 2000. “*Identifikasi Penyakit Pneumonia*”. Indonesia.
- Hidayatno Achmad, R. Rizal Isnanto, Bahrn Niam. 2013. “*Analisis Deteksi Tepi Pada Citra Berdasarkan Perbaikan Kualitas Citra*”. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hu Wei, Gene Cheung, Antonio Ortega, and Oscar C. 2015. “*Multiresolution Graph Fourier Transform for Compression of Piecewise Smooth Images*”. National Institute of Informatics, Graduate University for Advanced Studies, Tokyo, Japan.
- Huang Wei, Liang Xiao, Zhihui Wei, Hongyi Liu, and Songze Tang. 2015. “*A New Pan-Sharpener Method With Deep Neural Networks*”. School of Computer Science and Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, China.

- JassimAFiras.2013. “*A Novel Steganography Algorithm to Hide a Grayscale BMP Image in Two Grayscale BMP Images for Dual Secrecy*”.Computer Information Systems Department. Irbid National University, Jordan.
- Jeba Akewak. 2011. “*Digital Image Processing and Image Restoration*”.Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Bachelor of Engineering Information Technology.
- Jindal Khushhal, Kriti Gupta, Manan Jain, Manmohan Maheshwari. 2014. “*Bio-Medical Image Enhancement Based On Spatial Domain Technique*”. Department of CSE &IT ITM University Gurgaon, India.
- Kansal Salonika, Gurpreet Kaur. 2014. “*Image Sharpening using Unsharp Masking and Wavelet Transform*”. Chandigarh University Mohali, India.
- Kumar Deepak, A G Ramakrishnan. 2013. “*Power-law Transformation for Enhanced Recognition of Born-Digital Word Images*”.Medical Intelligence and Language Engineering Laboratory Department of Electrical Engineering Indian Institute of Science Bangalore, India.
- Liu Vincent, Mark P Clark, Mark Mendoza, Ramin Saket, Marla N Gardner, Benjamin J Turk and Gabriel J Escobar. 2013. “*Automated Identification Of Pneumonia In Chest Radiograph Reports In Critically Ill Patients*”.BMC Medical Informatics and Decision Making.
- Patra Joyjit, Himadri Nath Moulick, Arun Kanti Manna. 2013. “*Medical Image Processing in Nuclear Medicine and Bone Arthroplasty*”.Institute Of Engineering And Management, India.
- Satriyo Anto Nugroho, Arief Budi Witarto, Dwi Handoko. 2003. “*Support Vector Machine*”.Proceeding of Indonesian Scientific Meeting in Central, Japan.
- Sharma Jaya, J. K. Rai, R. P. Tewari. 2014. “*Identification of Pre-processing Technique for Enhancement of Mammogram Images*”.Amity School of Engineering and Technology Amity University, India,

- Shi Cheng, Fang Liu, Lingling Li, Licheng Jiao, Yiping Duan, and Shuang Wang. 2015. "*Learning Interpolation via Regional Map for Pan-Sharpening*". School of Computer Science and Technology, Xidian University, China.
- Singh Shailendra Negi, Yatendra Singh Bhandari. 2014. "*A Hybrid Approach to Image Enhancement using Contrast Stretching on Image Sharpening and the analysis of various cases arising using Histogram*". Department of Computer Science and Engineering G, B, Pant Engineering College (GBPEC) Pauri Garhwal, Uttarakhand, India.
- Sigalinggin Ganda. 2011. "*Karakteristik Penderita Penyakit Pneumonia Pada Anak Di Ruang Merpati Ii Rumah Sakit Umum Herna Medan*". Universitas Darma Agung, Medan.
- Susilo Joko, Teguh R. Sartono, Sumarno. 2004. "*Deteksi Bakteri Klebsiella Pneumoniae Pada Sputum Dengan Metode Imunositokimia Menggunakan Anti Outer Membrane Protein Berat Molekul 40 Kda Klebsiella Pneumoniae Sebagai Antibodi*". FK Unibraw, Malang.
- Ya-Lin Song, Yang Yang. 2010. "*Localization Algorithm and Implementation for Focal of Pulmonary Tuberculosis Chest Image*". Computing Center, Henan University Kaifeng, P.R.China.
- Yeo W. K., David F. W. Yap, D. P. Andito, M. K. Suaidi. 2011. "*Grayscale MRI Image Compression Using Feedforward Neural Networks*". Faculty of Electronic and Computer Engineering, University Teknikal Malaysia Melaka Hang Tuah Jaya, Malaysia.
- Yuwono Bambang. 2011. "*Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering, Modus Filtering Dan Gaussian Filtering*". Jurusan Teknik Informatika UPN "Veteran", Yogyakarta.