

**KLASIFIKASI CITRA X-RAY PARU-PARU ANAK PNEUMONIA
DAN NON-PNEUMONIA MENGGUNAKAN METODE
SEGMENTASI DAN DETEKSI TEPI**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

BAYU DWI PRASETYO

16524088

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

KLASIFIKASI CITRA X-RAY PARU-PARU ANAK PNEUMONIA DAN NON-PNEUMONIA MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI DAN DETEKSI TEPI

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Disusun oleh:

**Bayu Dwi Prasetyo
16524088**

Yogyakarta, 18 Agustus 2020

Menyetujui,

Pembimbing 1



Yusuf Aziz Amrullah S.T M.Sc Ph.D

NIK. 045240101

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

KLASIFIKASI CITRA X-RAY PARU-PARU ANAK PNEUMONIA DAN NON-PNEUMONIA MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI DAN DETEKSI TEPI

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Bayu Dwi Prasetyo

16524088

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: tanggal bulan tahun

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji 1: Alvin Sahroni, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota Penguji 2: Ida Nurcahyani, S.T., M.Eng.

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 31 Agustus 2020

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah S.T M.Sc Ph.D

NIK. 045240101

PERNYATAAN

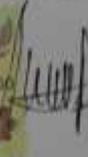
Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.



Yogyakarta, 19 Agustus 2020

METERAI
TEMPEL
UC257A4HF500626800
6000
ENAM RIBU RUPIAH



Bayu Dwi Prasetyo

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.,

Alhamdulillah *rabbi'l'alam*, Segala puji bagi Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya, tidak lupa solawat serta salam kita panjatkan kepada nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga umat manusia menjadi lebih baik. Berkat rahmat dan ridho Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Klasifikasi Citra *X-ray* Paru-Paru Anak Pneumonia dan Non-Pneumonia Dengan Menggunakan Metode Segmentasi dan Deteksi Tepi” sebagai syarat memperoleh gelar sarjana Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa isi dari tugas akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan ilmu dan pengetahuan penulis sebagai mahasiswa, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima saran dan kritikan yang sifatnya membangun dari semua pihak.

Pada kesempatan ini, penulis ucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, kerja sama, fasilitas dan kemudahan lainnya. Untuk itu, dengan ketulusan hati saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia. Serta selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, membimbing, memberi saran, dan masukan selama proses penelitian ini.
2. Seluruh dosen dan pegawai Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu yang membantu menyelesaikan penelitian ini.
3. Orang tua serta keluarga yang telah memberikan dukungan, doa serta nasihat dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Teman-teman Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Indonesia khususnya Angkatan 2016 yang telah mendukung penelitian ini.
5. Seluruh pihak yang terlibat yang telah memberikan masukan dan arahan hingga laporan skripsi ini selesai.

Akhir kata penulis sampaikan harapan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang cukup berarti khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT senantiasa selalu memberikan rahmat dan hidayah – Nya kepada kita semua. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 19 Agustus 2020

Bayu Dwi Prasetyo

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

λ	Mengatur intensitas citra didalam dan diluar kontur
μ	Mengontrol <i>smoothness</i> dari <i>zero level set</i>
ν	Meningkatkan kecepatan
Ω	Domain citra
H	<i>Heaviside function</i>
∇	Operasi gradien pada citra
θ	Besar sudut (<i>Theta</i>)
σ	Standar deviasi
e	Konstanta euler
FN	<i>False Negative</i>
FP	<i>False Positive</i>
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
TN	<i>True Negative</i>
TP	<i>True Positive</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
X-ray	<i>X-radiation</i>



ABSTRAK

Paru-paru merupakan organ vital manusia untuk fungsi pernapasan yang biasanya terjadi infeksi karena polusi udara atau udara tercemar bakteri/virus. Penyakit yang biasa menginfeksi paru-paru anak yaitu penyakit pneumonia. Maka dari itu pendeteksian terhadap paru-paru anak pneumonia sangat dibutuhkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membedakan paru-paru anak pneumonia dan non-pneumonia. Tahap awal untuk penelitian ini yaitu mengumpulkan citra *x-ray* paru-paru anak dengan interval umur 0 - 5 tahun sebanyak 60 citra yang terdiri dari 30 data citra dari Rumah Sakit Sardjito dan 30 data citra dari *kaggle*. Selanjutnya melakukan segmentasi pada citra *x-ray* paru-paru anak. Metode yang digunakan untuk melakukan segmentasi yaitu metode *active contour chan-vese*. Metode lain yang dilakukan pada penelitian ini adalah deteksi tepi *canny*. Proses segmentasi pada data citra paru dari Rumah Sakit Sardjito dilakukan dengan proses memasukan data citra secara manual. Hal ini dikarenakan adanya masalah teknis pada data citra yang digunakan seperti kontras paru kurang, terdapat paru mengempis, dan rotasi paru. Sedangkan untuk proses segmentasi data citra paru dari *kaggle* dilakukan secara otomatis. Dari tahapan yang telah dilakukan, kemudian mencari hasil persentase dari perbandingan jumlah *pixel* putih pada hasil segmentasi dan hasil deteksi tepi. Setelah dilakukan pengujian, selanjutnya menentukan *threshold* yang digunakan untuk menghitung nilai akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas. *Threshold* yang digunakan pada penelitian yaitu 15 dan 20 untuk *threshold* paru pneumonia. Hasil uji coba dari data Rumah Sakit Sardjito menghasilkan nilai akurasi 73.3%, sensitivitas 62.5%, dan spesifisitas 77.2%. Hasil uji coba dari data *kaggle* menghasilkan nilai akurasi 83.3%, sensitivitas 70%, dan spesifisitas 90%. Berdasarkan hasil akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dari kedua data citra *x-ray* menggunakan metode *active contour chan-vese* dan deteksi tepi *canny* dihasilkan data citra *x-ray* dari *kaggle* menghasilkan nilai lebih bagus dibanding dengan hasil dari Rumah Sakit Sardjito. Hal ini dikarenakan kualitas data citra *x-ray* dari *kaggle* lebih baik dibanding dari Rumah Sakit Sardjito. Sehingga metode *active contour chan-vese* dan deteksi tepi *canny* dapat digunakan untuk klasifikasi penyakit pneumonia dan non-pneumonia apabila data citra *x-ray* yang digunakan memiliki kualitas yang baik dan tidak memiliki masalah teknis seperti data citra *x-ray* paru-paru yang memiliki kontras kurang.

Kata Kunci: Paru-paru, Pneumonia, Segmentasi, *Active Contour Chan-vese*, Deteksi Tepi *Canny*

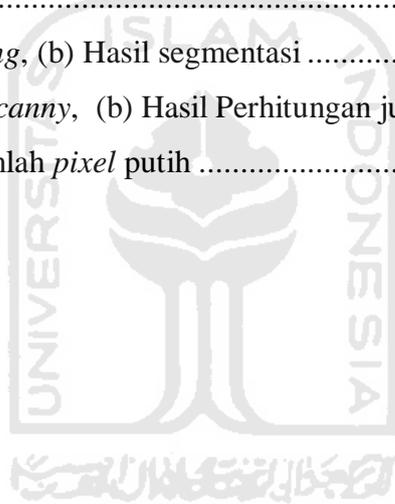
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur.....	3
2.2 Tinjauan Teori.....	4
2.2.1 Pengolahan Citra Digital.....	4
2.2.2 Citra <i>Grayscale</i>	5
2.2.3 Segmentasi.....	5
2.2.4 Metode <i>Chan-vee</i>	6
2.2.5 Deteksi Tepi.....	6
2.2.6 Klasifikasi dan Validasi.....	7
BAB 3 METODOLOGI	8
3.1 Alur Penelitian	8

3.2	Prosedur Penelitian.....	9
3.3	Perancangan Sistem dan Metode Analisis.....	9
3.3.1	<i>Input</i> citra.....	9
3.3.2	Preprocessing.....	10
3.3.3	Segmentasi.....	12
3.3.4	Penggabungkan Hasil Preprocessing dan Hasil Segmentasi.....	14
3.3.5	Perhitungan Jumlah <i>Pixel</i> Putih.....	14
3.3.6	Klasifikasi dan Validasi.....	16
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1	Data penelitian.....	18
4.2	<i>Input</i> Citra Paru-paru.....	19
4.3	Preprocessing.....	19
4.3.1	Normalisasi.....	19
4.3.2	<i>Filter</i>	20
4.4	Segmentasi.....	21
4.5	Penggabungan Hasil <i>Preprocessing</i> dan Hasil Segmentasi.....	22
4.6	Perhitungan Jumlah <i>Pixel</i> Putih.....	23
4.7	Klasifikasi Paru Anak dan Hasil Uji Coba.....	23
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1	Kesimpulan.....	28
5.2	Saran.....	28
DAFTAR	PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skala citra <i>grayscale</i>	5
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> alur penelitian.....	8
Gambar 4.1 Citra <i>x-ray</i> anak negara berkembang.....	18
Gambar 4.2 Citra <i>x-ray</i> anak negara maju	18
Gambar 4.3 (a) Kontras Kurang, (b) Paru Mengempis, (c) Rotasi	19
Gambar 4.4 (a) Citra <i>Input</i> , (b) Citra Hasil <i>Resize</i>	20
Gambar 4.5 Citra hasil <i>grayscale</i>	20
Gambar 4.6 Citra <i>histogram equalization</i>	21
Gambar 4.7 Citra <i>contrast stretching</i>	21
Gambar 4.8 Inisialisasi Model	22
Gambar 4.9 Hasil segmentasi.....	22
Gambar 4.10 (a) Hasil <i>preprocessing</i> , (b) Hasil segmentasi	22
Gambar 4.11 (a) Hasil deteksi tepi <i>canny</i> , (b) Hasil Perhitungan jumlah <i>pixel</i> putih.....	23
Gambar 4.12 Hasil perhitungan jumlah <i>pixel</i> putih	23



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jumlah data paru	19
Tabel 4.2 Hasil uji coba data Rumah Sakit Sardjito.....	24
Tabel 4.3 Hasil uji coba data dari <i>kaggle</i>	25
Tabel 4.4 Hasil validasi data	27



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Paru-paru merupakan organ vital manusia untuk fungsi pernafasan. Masalah yang bisa terjadi pada paru-paru yaitu infeksi karena polusi udara atau udara tercemar bakteri/virus. Hal tersebut dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit pernafasan seperti pneumonia, emfisema dan *pleuritic*, kanker paru-paru, *bronchitis*.

Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2016 [1], setiap hari sekitar 93% anak-anak di bawah usia 15 tahun di dunia menghirup udara yang begitu tercemar sehingga membahayakan kesehatan dan perkembangan anak. *World Health Organization* (WHO) juga telah memperkirakan bahwa sekitar 600.000 anak meninggal dikarenakan infeksi pada saluran pernapasan [1].

Infeksi saluran pernapasan anak (ISPA) merupakan salah satu penyebab kematian di dunia. Hampir empat juta orang meninggal yang disebabkan oleh ISPA pada setiap tahunnya [2]. Tingkat kematian sangat tinggi yang disebabkan oleh ISPA terutama pada bayi, anak-anak, dan orang lanjut usia. Negara – negara yang banyak terserang ISPA yaitu negara– negara dengan pendapatan per kapita yang rendah dan menengah [2] .

Infeksi saluran pernapasan anak (ISPA) merupakan penyakit penyebab kematian utama di Indonesia terutama pada bayi dan balita. Dari beberapa hasil survei kesehatan rumah tangga (SKRT) diketahui bahwa sekitar 80% – 90% dari seluruh kasus kematian ISPA disebabkan oleh pneumonia [2].

Lebih lanjut, berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2017, pneumonia merupakan penyebab kematian menular tunggal terbesar pada anak-anak diseluruh dunia. Pneumonia membunuh 808.694 anak di bawah usia 5 tahun. Penyakit pneumonia terhitung 15% dari penyebab semua kematian anak di bawah usia 5 tahun [3]. Untuk menegakkan diagnosis pneumonia, saat ini WHO masih menggunakan citra *x-ray* sebagai baku emas (*gold standard*). Namun untuk pasien anak, pengambilan citra *x-ray* sangat menantang karena pasien belum bisa mengikuti instruksi seperti menghirup nafas dan menahannya beberapa saat serta tidak bergerak selama pengambilan data. Lebih lanjut, kemampuan teknisi mesin *x-ray* juga sangat beragam. Hal tersebut menghasilkan citra *x-ray* yang kurang ideal. Sayangnya permasalahan ini banyak terjadi di Indonesia.

Dari permasalahan tersebut, kami melakukan studi untuk mengimplementasikan metode segmentasi dan deteksi tepi dalam pemrosesan data citra *x-ray* yang diperoleh dari Indonesia dan

data dari database luar negeri (*Kaggle*). Harapannya, algoritma yang kami kembangkan dapat bekerja baik pada kedua dataset tersebut. Selanjutnya algoritma yang kami bangun dapat digunakan untuk membantu memproses data-data citra *x-ray* pada anak-anak yang mempunyai permasalahan teknis seperti kontras/rotasi untuk tetap digunakan dalam mendukung diagnosis pneumonia secara akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana kinerja metode segmentasi dan deteksi tepi untuk membedakan citra *x-ray* pneumonia dan non-pneumonia pada *data set* ideal (data dari luar negeri) dan non-ideal yang diperoleh di Indonesia?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Citra paru-paru yang digunakan pada penelitian ini merupakan data paru-paru anak dari Rumah Sakit Sardjito Yogyakarta dan database dari *Kaggle*.
2. Citra yang digunakan pada penelitian berupa citra *x-ray* dengan format *Joint Photographic Experts Group* (*.jpeg).
3. Interval umur anak yang digunakan sebagai data penelitian antara 0 – 5 tahun.
4. Penelitian ini hanya membedakan paru-paru anak pneumonia dan non-pneumonia.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah maka dapat diperoleh tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui tipe-tipe permasalahan pada *x-ray* anak di Indonesia.
2. Mengetahui kinerja metode segmentasi dan deteksi tepi pada *data set* citra *x-ray* anak ideal dan non-ideal untuk membedakan pneumonia dan non-pneumonia.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Membantu dokter dalam menegakkan diagnosis berdasarkan citra *x-ray*.
2. Memberikan gambaran umum permasalahan umum *x-ray* anak di Indonesia.
3. Menambah wawasan bagi peneliti mengenai ilmu kedokteran dan pengolahan citra medis menggunakan metode segmentasi dan deteksi tepi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang segmentasi citra *x-ray* pada paru-paru telah banyak dilakukan sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Mokhammad Amin Hariyadi telah melakukan penelitian tentang segmentasi citra *x-ray* paru-paru menggunakan metode *active contour* [4]. Metode *active contour* dapat berevolusi mengikuti penyebaran kurva, kurva dapat berkembang dan berhenti pada batas obyek suatu *image*. Hasil yang diperoleh menggunakan metode *active contour* adalah sensitivitas 93.36%, akurasi 96.17% dan spesifitas 96.78%, untuk paru-paru kiri serta sensitivitas 93.47%, akurasi 95.88%, dan spesifitas 96.31% untuk paru-paru.

Pada tahun 2014, Linda Salma Angreani dkk telah melakukan penelitian tentang segmentasi paru-paru dengan menggunakan metode *active contour chan-veese* [5]. Segmentasi citra *x-ray* paru-paru dilakukan uji coba menggunakan 20 data citra *x-ray thorax*. Segmentasi citra *x-ray* paru-paru dengan metode *active contour chan-veese* mendapatkan rata-rata hasil akurasi 87.89 %, sensitivitas 76.27% dan spesifisitas 93.97%. Akurasi dengan nilai tertinggi sebesar 92.0502, dan nilai terendah sebesar 82.0419. Sensitivitas dengan nilai tertinggi sebesar 83.1183 dan nilai terendah sebesar 68.3135. Spesifisitas dengan nilai tertinggi sebesar 98.706 dan nilai terendah sebesar 88.3848.

Pada tahun 2014, Shuqiang Guo dkk telah melakukan penelitian tentang *medical image segmentation* menggunakan model *active contour chan-veese* [6]. Hasil percobaan menunjukkan bahwa algoritma *active contour chan-veese* dapat menangkap detail wilayah lokal untuk mewujudkan segmentasi gambar di area heterogen tingkat abu-abu dan metode ini dapat mensegmentasi citra medis dengan akurasi tinggi, kemampuan beradaptasi dan kinerja yang lebih stabil.

Penelitian tentang segmentasi paru-paru anak pneumonia telah dilakukan sebelumnya pada tahun 2019 oleh Longjiang dkk yang melakukan penelitian tentang *Using deep-learning techniques for pulmonary-thoracic segmentations and improvement of pneumonia diagnosis in pediatric chest radiographs* [7]. Pada penelitian ini menggunakan citra *x-ray* sebanyak 1351 pasien anak dengan menggunakan model teknik *deep-learning*. Kinerja model dievaluasi dengan kemiripan koefisien *jaccard* dan koefisien *dice*. Hasil yang didapat pada penelitian ini dengan model *deep learning* mencapai koefisien *jaccard* sebesar 0.910 dan 0.950. Sedangkan koefisien *dice* mencapai 0.948 dan 0.974. Masing-masing dari hasil tersebut merupakan nilai dari segmentasi paru-paru dan dada.

Penelitian tentang klasifikasi penyakit paru-paru telah dilakukan sebelumnya pada tahun 2018 oleh Ahmad Fauzi dkk yang melakukan penelitian tentang klasifikasi penyakit paru-paru menggunakan deteksi tepi *canny* [8]. Penelitian ini menggunakan citra *x-ray* paru-paru normal dan tidak normal sebanyak 8 citra. Selanjutnya dilakukan perubahan pada citra *x-ray* menjadi *grayscale*, pemodelan histogram, segmentasi dan deteksi tepi *canny*. Dari tahapan pengolahan citra yang telah dilakukan, kemudian dicari persentase dari jumlah *pixel* putih yang diproses dengan deteksi tepi *canny* dan segmentasi. Diperoleh hasil bahwa citra *x-ray* normal memiliki persentase 14.02% - 20.60%. Sedangkan hasil dari citra *x-ray* yang tidak normal memiliki rentang persentase 22.04% - 28.00%.

Pada penelitian [4],[5], dan [6] tersebut telah melakukan penelitian yang kuat mengenai segmentasi menggunakan metode *active contour* citra *x-ray* pada orang dewasa. Oleh karena itu pada penelitian ini, peneliti ingin mengimplementasikan segmentasi metode *active contour* untuk citra *x-ray* paru - paru anak. Berdasarkan pada penelitian [7] telah melakukan segmentasi pada citra *x-ray* anak pneumonia di negara maju. Sehingga peneliti ingin melakukan implementasi citra *x-ray* anak pneumonia di negara berkembang khususnya di Indonesia. Sedangkan pada penelitian [8] telah melakukan penelitian tentang klasifikasi paru-paru dengan menggunakan metode deteksi tepi. Sehingga peneliti juga diharapkan dapat mengimplementasikan metode deteksi tepi untuk mengklasifikasikan penyakit paru-paru pneumonia dan non-pneumonia pada anak.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Citra *X-ray*

X-ray merupakan suatu gelombang elektromagnetik yang berupa cahaya dan gelombang bunyi [9]. Panjang gelombang dari *x-ray* sangat kecil sehingga membuat frekuensi dari citra *x-ray* besar dan menyebabkan energi yang dimiliki *x-ray* sangat besar [9]. *X-ray* sangat bermanfaat bagi kesehatan dan dapat melewati tubuh untuk melihat organ dalam. Pada mesin *x-ray* akan memunculkan sinar radiasi yang kecil dan akan melewati tubuh sehingga akan merekam citra pada plat khusus atau film untuk merekam hasil gambar digital [10]. Pada bagian tulang akan menerima radiasi dari *sinar x-ray* yang lebih besar dibandingkan dengan bagian yang lunak seperti lemak, otot, dan organ tubuh lainnya. Hasil yang didapat untuk tulang akan menghasilkan gambar berwarna putih yang terdapat pada gambar *x-ray*, sedangkan pada bagian lunak akan berwarna abu-abu pada gambar dan untuk udara akan berwarna hitam pada gambar.

Manfaat *x-ray* pada ilmu kedokteran yaitu *x-ray* digunakan untuk melihat kondisi pada bagian paru-paru, tulang, dan organ dalam tubuh lainnya. Pencitraan medis yang digunakan untuk

mendiagnosa penyakit paru-paru menggunakan rontgen yang memanfaatkan sinar-X sehingga menjadi bentuk foto rontgen.

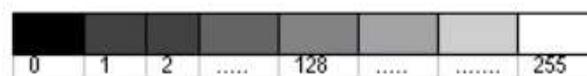
Prosedur dalam pengambilan foto rontgen yaitu dengan posisi badan tidak bergerak dan menahan nafas. Sedangkan untuk anak-anak biasanya pengambilan rontgen dibantu dengan penyangga agar anak tidak bergerak. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil gambar rontgen yang tidak kabur. Apabila prosedur dalam pengambilan foto rontgen tidak sesuai maka akan menghasilkan citra *x-ray* paru-paru kontras kurang, citra *x-ray* paru-paru mengempis, dan citra *x-ray* paru-paru rotasi kurang atau posisi dari citra *x-ray* paru-paru tidak tegak.

2.2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan suatu teknik yang mempelajari tentang cara mengolah citra yang dilakukan secara digital. Citra merupakan gambar diam (foto) ataupun gambar yang bergerak. Sedangkan digital merupakan proses pengolahan citra dengan menggunakan komputer atau dilakukan secara digital [11]. Dalam pengolahan citra dilakukan manipulasi citra supaya citra memiliki kualitas yang lebih baik dan agar lebih mudah diinterpretasikan oleh mesin (komputer) ataupun manusia [12].

2.2.3 Citra Grayscale

Citra *grayscale* merupakan citra yang memiliki nilai intensitasnya berdasarkan tingkat derajat keabuan. Citra *grayscale* memiliki kemungkinan warna hitam untuk minimum dan warna putih untuk maksimum. Citra *grayscale* hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*-nya. Dengan kata lain nilai dari *Red = Green = Blue* sama dan menghasilkan warna keabuan. Citra *grayscale* biasa disebut juga dengan citra 8-bit dan mempunyai tingkat nilai intensitas antara 0 sampai 255. Warna yang muncul pada proses *grayscale* tergantung pada jumlah bit. Semakin banyak jumlah bit maka akan semakin halus warna yang muncul pada citra *grayscale*. Untuk tingkat warna keabuan pada citra *grayscale* berdasarkan nilai intensitas terdapat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.1 Skala citra *grayscale* [5]

2.2.4 Segmentasi

Segmentasi citra merupakan suatu teknik membagi citra kedalam beberapa daerah. Beberapa daerah yang telah dibagi akan memiliki kemiripan seperti tingkat keabuan, warna, dan tekstur.

Pada suatu citra banyak terdapat manipulasi pada suatu objek. Hal yang sulit dalam melakukan manipulasi pada suatu citra yaitu tanpa menyentuh objeknya. Hal ini dikarenakan objeknya masih tergabung dengan objek lainnya. Sehingga untuk memisahkan suatu objek yang masih tercampur membutuhkan metode pengolahan citra.

Tujuan dari segmentasi citra yaitu untuk membagi daerah-daerah yang homogen atau daerah yang memiliki kesamaan dan kemiripan. Dengan melakukan segmentasi citra maka dapat mengubah citra *input* ke dalam citra *output* berdasarkan pada objek yang diambil dari citra tersebut. Sehingga segmentasi citra dapat membedakan objek dengan *background*.

2.2.5 Metode *Chan-vese*

Tony F. Chan mengusulkan suatu metode *Chan-vese*. *Chan-vese* merupakan *region-based model*. Model ini merupakan perbaikan dari *edge-based model* dan pengembangan dari metode *level set*. *Chan-vese* merupakan metode aktif kontur tanpa tepi. Metode *Chan-vese* merupakan *active contour* yang digunakan untuk mendeteksi objek gambar menggunakan energi evolusi. Kelebihan *region-based model* dibandingkan *edge-based model* yaitu *region-based* kurang sensitif terhadap letak inisialisasi kontur dan dapat secara efisien dalam mendeteksi interior dan eksterior secara bersamaan [5]. Kelebihan selanjutnya *region-based* memanfaatkan bagian dalam dan luar kontur untuk mengontrol evolusi, dan kurang sensitif terhadap *noise* dan mempunyai kinerja lebih baik pada citra tanpa tepi maupun dengan tepi yang lemah [5].

2.2.6 Deteksi Tepi

Deteksi tepi (*edge detection*) merupakan proses menghasilkan tepi-tepi pada suatu citra. Tepi (*edge*) merupakan perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang tiba-tiba besar dalam jarak yang singkat [8]. Tujuan dari deteksi tepi pada suatu citra sebagai berikut [13]:

- a. Sebagai penanda bagian yang menjadi detail citra.
- b. Untuk memperbaiki citra yang kabur.
- c. Untuk mengubah suatu citra menjadi kurva.

Operator *canny* merupakan deteksi tepi yang paling optimal dan memberikan tingkat kesalahan yang rendah [8]. Keunggulan dari deteksi tepi *canny* dibandingkan deteksi tepi lainnya sebagai berikut [13]:

- a. *Good detection*, dapat memaksimalkan *rasio signal to noise*. Sehingga memaksimalkan kemungkinan dalam mendeteksi tepi yang benar dan meminimalkan kemungkinan dalam mendeteksi tepi yang salah.

- b. *Good location*, dapat meminimalkan jarak antara hasil deteksi tepi sebenarnya dan deteksi tepi hasil pemrosesan. Sehingga lokasi deteksi tepi yang dihasilkan menyerupai dari tepi nyata.
- c. *One respon to single edge*, untuk satu tepi nyata tidak menghasilkan lebih dari satu ujung tepi yang terdeteksi.

2.2.7 Klasifikasi dan Validasi

Klasifikasi citra merupakan pengelompokan citra berdasarkan dari jenis kelas citra yang sama dan diinterpretasikan sebagai suatu yang spesifik. Klasifikasi citra dapat digunakan untuk membedakan penyakit pada citra *x-ray* paru-paru. Menghitung nilai dari klasifikasi citra paru-paru dengan cara memperhitungkan nilai *pixel* dari citra paru-paru dengan menggunakan suatu metode.

Validasi merupakan proses menghitung nilai dari akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas. Dalam proses menghitung nilai dari akurasi, sensitivitas, spesifitas dibutuhkan parameter seperti TP (*True Positive*), TN (*True Negative*), FP (*False Positive*), dan FN (*False Negative*).

a. Akurasi

Persentase hasil pengujian yang diidentifikasi dengan benar oleh pengujian.

b. Sensitivitas

Persentase hasil pengukuran seberapa baik sebuah pengujian dalam mengklasifikasikan orang yang benar-benar sakit.

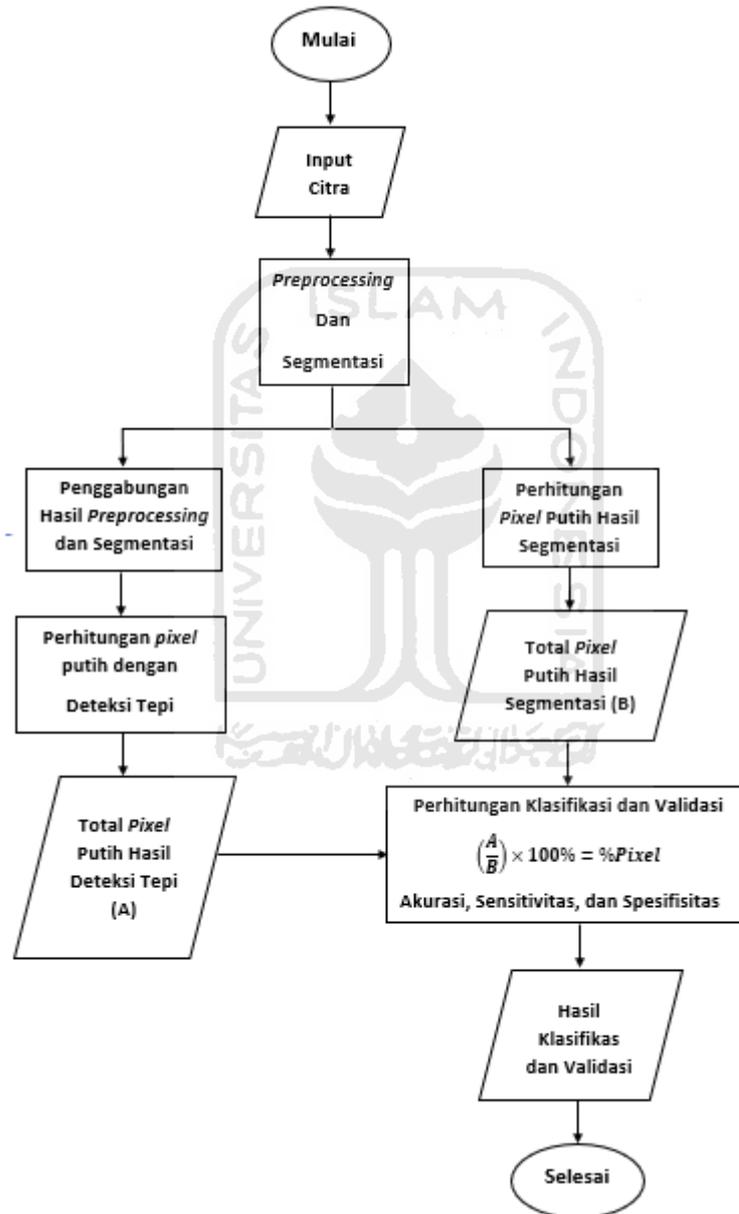
c. Spesifisitas

Persentase hasil pengukuran seberapa baik sebuah pengujian dalam mengklasifikasikan orang yang tidak sakit sebagai orang benar-benar yang tidak memiliki penyakit pada kenyataannya.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Alur Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahap alur penelitian. Hal tersebut digunakan untuk menentukan alur kerja dari proses penelitian secara spesifik. Tahapan mengenai penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart* alur penelitian

Dari Gambar 3.1 tentang *flowchart* alur penelitian dijelaskan di sub bab 3.3 tentang perancangan sistem dan metode analisis.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dilakukan menggunakan data citra *x-ray* paru-paru anak yang didapatkan dari data Rumah Sakit Sardjito Yogyakarta dan data citra *x-ray* dari internet (*kaggle*). Data citra *x-ray* yang digunakan yaitu dengan interval umur anak antara 0 – 5 tahun. Citra *x-ray* paru-paru anak yang digunakan untuk penelitian ini terdapat 60 data citra yang terdiri dari 30 data citra *x-ray* dari Rumah Sakit Sardjito Yogyakarta dan 30 citra *x-ray* dari internet. Citra *x-ray* paru-paru anak dari internet didapatkan dari (<https://www.kaggle.com/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia/data>). Citra *x-ray* paru-paru anak yang digunakan untuk data *input* berbentuk *file* gambar dengan format *Joint Photographic Experts Group* (*.jpeg).

3.3 Perancangan Sistem dan Metode Analisis

Pada sub bab perancangan sistem dan metode analisis menjelaskan tentang alur dari penelitian atau *flowchart* pada Gambar 3.1. pada alur penelitian terdapat enam tahapan yang dilakukan untuk proses segmentasi dan klasifikasi paru-paru anak.

3.3.1 Input citra

Tahap pertama dari proses segmentasi yaitu melakukan *input* data citra. Citra yang digunakan untuk melakukan *input* berupa citra digital. Citra digital yang digunakan berformat *Joint Photographic Experts Group* (*.jpeg). Format *Joint Photographic Experts Group* (*.jpeg) mampu menyimpan gambar dalam *mode* warna *grayscale* dan RGB.

Citra digital dapat didefinisikan pada sebuah matriks dua dimensi dengan fungsi $f(x, y)$. Dimana parameter $f(x, y)$ merupakan intensitasi cahaya atau *brightness* yang terdapat pada titik x dan y dimana x dan y merupakan titik koordinat *pixel* pada bidang dua dimensi yang kita sebut sebagai bidang citra atau matriks citra digital. Secara matematis, citra adalah fungsi *continue* (kontinyu) dengan intensitas cahaya yang terletak pada bidang dua dimensi.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0, M - 1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1, M - 1) \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ f(N - 1, 0) & f(N - 1, 1) & \cdots & f(N - 1, M - 1) \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Dimana: M = jumlah kolom

N = jumlah baris

Besarnya nilai dari M dan N merupakan perpangkatan dari dua.

$$M = 2^m ; N = 2^n$$

Dimana untuk nilai dari m dan n merupakan bilangan bulat positif.

Data yang digunakan dari Rumah Sakit Sardjito mempunyai ukuran *pixel* yang berbeda, oleh karena perlu dilakukan proses normalisasi, seperti yang dijelaskan di sub bab 3.3.2.

3.3.2 Preprocessing

Preprocessing merupakan tahap kedua dalam proses segmentasi. Dalam tahap *preprocessing* segmentasi paru-paru terdapat beberapa tahap.

1. Normalisasi

Pada tahap normalisasi terdapat proses mengubah ukuran resolusi citra dan proses *grayscale*.

- a. Proses mengubah ukuran resolusi citra merupakan proses menyamakan ukuran resolusi pada setiap citra agar semua citra yang diproses memiliki ukuran resolusi yang sama. Perubahan ukuran citra menjadi 256×256 *pixel*. Sehingga dengan ukuran citra tersebut apabila dipresentasikan secara numerik dengan matriks maka 256 baris (dimulai dari 0 – 255) dan 256 kolom (dimulai dari 0 – 255) [14]. Sedangkan 256×256 *pixel* juga menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi untuk proses mendeteksi sistem [15]. Proses pengubahan ukuran citra dilakukan menggunakan fungsi *imresize* pada matlab.
- b. Proses *grayscale* merupakan proses merubah gambar dari RGB (*red, green, blue*) menjadi gambar *grayscale*. Pengubahan citra dari citra berwarna menjadi *grayscale* dengan cara menghitung rata-rata dari setiap warna yaitu *Red, Green, Blue*. Sebagai contoh, secara matematis konversi citra menjadi *grayscale* dapat dirumuskan sebagai berikut [16]:

$$f_{grayscale}(x, y) = (0.2989 \times R(x, y)) + (0.5870 \times G(x, y)) + (0.1140 \times B(x, y)) \quad (3.2)$$

Dimana: $f_{grayscale}(x, y)$ = Derajat keabuan di titik (x, y)

$R(x, y)$ = Derajat keabuan citra merah (R) dititik (x, y)

$G(x, y)$ = Derajat keabuan citra hijau (G) dititik (x, y)

$B(x, y)$ = Derajat keabuan citra biru (B) dititik (x, y)

Berdasarkan perubahan citra RGB ke citra *grayscale* maka citra akan mempunyai tingkat nilai intensitas antara 0 sampai 255 atau dapat disebut citra 8-bit. Untuk nilai intensitas yang paling tinggi bernilai 255 dan untuk intensitas yang paling rendah bernilai 0.

2. *Filtering*

Filtering digunakan untuk memperbaiki kualitas citra. Dengan adanya *filtering* maka *noise* dan kecerahan gambar akan merata. *Filtering* pada penelitian ini menggunakan *histogram equalization* dan *contrast stretching*.

- a. *Histogram Equalization* merupakan proses pemerataan histogram yang mana distribusi nilai keabuan dari citra akan dibuat rata. Untuk rumus matematis dari *histogram equalization* dengan fungsi transformasi sebagai berikut[17]:

$$S_k = T(r_k) \quad (3.3)$$

$$T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) \quad \text{dimana } k = 0,1,2,\dots,L - 1 \quad (3.4)$$

Pada persamaan transformasi dari *histogram equalization* pada gambar digital, untuk L merupakan jumlah tingkat abu-abu dan $p_r(r_j)$ merupakan jumlah piksel dalam gambar masukan dengan intensitas nilai r_j . Rentang dari nilai input dan output abu-abu berada pada kisaran $0,1,2, \dots, L - 1$. Selanjutnya transformasi dari *histogram equalization* memetakan input nilai r_k (dimana nilai $k = 0,1,2, \dots, L - 1$) hingga nilai output S_k .

- b. *Contrast Stretching* merupakan proses perbaikan kualitas citra dengan cara meregangkan rentang nilai intensitas citra untuk meningkatkan kontras pada citra. Secara matematis *contrast stretching* sebagai berikut[18]:

$$s(x, y) = \frac{r - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} \times 255 \quad (3.5)$$

Dimana parameter s merupakan nilai skala keabuan yang baru pada titik (x, y) . Jangkauan nilai skala keabuan dari 0 sampai 255. Parameter r merupakan nilai skala keabuan yang lama. Parameter r_{\min} merupakan skala keabuan terendah dari kelompok *pixel*. Parameter r_{\max} merupakan skala keabuan tertinggi dari kelompok *pixel*.

3.3.3 Segmentasi

Tahap segmentasi merupakan tahap yang dilakukan untuk mendapatkan bentuk bagian paru-paru. Rumus matematis dari proses segmentasi metode *active contour chan-vese* sebagai berikut:

$$E^{CV}(c_1, c_2, C) = (\mu \times \text{Length}(C)) + (v \times \text{Area}(\text{inside}(C))) + \lambda_1 \int_{in(C)} |s(x, y) - c_1|^2 dx dy + \lambda_2 \int_{out(C)} |s(x, y) - c_2|^2 dx dy \quad (3.6)$$

Keterangan: $\mu \geq 0$, $v \geq 0$, λ_1 dan $\lambda_2 > 0$ merupakan parameter tetap.

Dimana: C = kurva segmentasi

$in(C)$ = domain didalam kurva

$out(C)$ = domain diluar kurva

c_1 = rata-rata intensitas di dalam kontur

c_2 = rata-rata intensitas di luar kontur

$s(x, y)$ = citra hasil *preprocessing*

λ = mengatur intensitas citra didalam dan diluar kontur

μ = mengontrol *smoothnes* dari *zero level set*

v = meningkatkan kecepatan

Dengan menggunakan fungsi *level set*, maka tahap pertama pada metode ini dilakukan inialisasi model dengan cara *zero level set* dengan asumsi bahwa $\phi > 0$ maka titik berada di dalam kontur, $\phi < 0$ maka titik berada di luar kontur, dan $\phi = 0$ maka titik berada tepat pada kontur. Jadi, fungsi energi $E^{CV}(c_1, c_2, C)$ dapat dirumuskan ulang dalam hal fungsi *level set* sebagai berikut:

$$E^{CV}(c_1, c_2, \phi) = \mu \int_{\Omega} |\nabla H(\phi)| dx dy + v \int_{\Omega} H(\phi) dx dy + \lambda_1 \int_{\Omega} |S(x, y) - c_1|^2 H(\phi) dx dy + \lambda_2 \int_{\Omega} |S(x, y) - c_2|^2 (1 - H(\phi)) dx dy \quad (3.7)$$

Dimana parameter Ω merupakan domain citra. $\int_{\Omega} |\nabla H(\phi)| dx dy$ merupakan total dari panjang kontur pada proses segmentasi. Sedangkan $\int_{\Omega} H(\phi) dx dy$ merupakan total dari luas area segmentasi. $H(\phi)$ merupakan *Heaviside function*.

Heaviside function digunakan untuk menyelesaikan perhitungan pada c_1 dan c_2 . *Heaviside function* dapat juga disebut dengan *unit step function* yang merupakan fungsi dari diskontinyu dan memiliki nilai 0 untuk argumen negatif dan bernilai 1 untuk argumen positif.

$$H(n) = \begin{cases} 1 & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases} \quad (3.8)$$

Perhitungan untuk menentukan rata-rata intensitas pada *inside contour* (c_1) dan *outside contour* (c_2) terdapat pada persamaan berikut:

$$c_1(\phi) = \frac{\int_{\Omega} s(x,y)H(\phi(x,y)) dx dy}{\int_{\Omega} H(\phi(x,y)) dx dy} \quad (3.9)$$

$$c_2(\phi) = \frac{\int_{\Omega} s(x,y)(1-H(\phi(x,y))) dx dy}{\int_{\Omega} (1-H(\phi(x,y))) dx dy} \quad (3.10)$$

Pada rumus persamaan tersebut merupakan proses dari iterasi terhadap metode *active contour chan-veese* dengan dilakukan perhitungan pada c_1 dan c_2 . Sehingga pada proses ini merupakan *evolusi* dari kontur. Untuk besar dari nilai iterasi yang dimasukkan pada rumus akan memperbaharui nilai ϕ .

Setelah proses dari segmentasi dengan metode *active contour chan-veese* dihasilkan citra segmentasi. Citra segmentasi menghasilkan rumus matematis sebagai berikut:

$$I_{seg}(x,y) = \begin{cases} 0 & I_{BW}(x,y) < E^{CV} \\ 1 & I_{BW}(x,y) \geq E^{CV} \end{cases} \quad (3.11)$$

Dimana $I_{seg}(x,y)$ merupakan nilai *pixel* dari hasil segmentasi pada titik (x,y) . $I_{seg}(x,y)$ juga dapat disebut dengan nilai *pixel binary*. Hal ini dikarenakan pada hasil segmentasi menghasilkan matriks 0 dan 1 dengan membentuk objek yang disegmentasi. Sedangkan $I_{BW}(x,y)$ merupakan nilai *pixel gray* pada titik (x,y) . $I_{BW}(x,y)$ akan bernilai 0 apabila kurang dari E^{CV} atau diluar kontur dan $I_{BW}(x,y)$ akan bernilai 1 apabila lebih dari E^{CV} atau didalam kontur. E^{CV} merupakan

hasil dari metode aktif kontur *chan-veese*. Nilai dari 0 akan berwarna hitam dan nilai 1 akan berwarna putih. Sehingga objek akan berwarna putih dan *background* berwarna hitam.

3.3.4 Penggabungan Hasil *Preprocessing* dan Hasil Segmentasi

Penggabungan hasil *preprocessing* dan hasil segmentasi digunakan untuk mendapatkan bercak putih yang terdapat pada paru-paru dan bercak putih tersebut akan dihitung sebagai jumlah *pixel* putih dan hasil penggabungan akan digunakan sebagai *input* untuk proses klasifikasi paru-paru.

Proses penggabungan ini dilakukan dengan mengalikan dari hasil matriks *preprocessing* dengan matriks hasil segmentasi. Untuk rumus matematisnya sebagai berikut:

$$P_{\text{penggabungan}}(x, y) = s(x, y) \times I_{\text{seg}}(x, y) \quad (3.12)$$

Dengan hasil penggabungan ini maka setiap nilai pada matriks dari hasil penggabungan akan dikalikan dengan matriks hasil segmentasi. Sehingga didapatkan bentuk dari objek menggunakan hasil *preprocessing* dan *background* berwarna hitam.

3.3.5 Perhitungan Jumlah *Pixel* Putih

Perhitungan jumlah *pixel* putih terdapat dua proses yaitu perhitungan jumlah *pixel* pada gabungan antara hasil *preprocessing* dengan hasil segmentasi dan perhitungan jumlah *pixel* putih hasil segmentasi. Sedangkan jumlah *pixel* putih merupakan nilai keseluruhan dari *pixel* yang berwarna putih dari hasil proses penggabungan hasil *preprocessing* dengan hasil segmentasi dan untuk letak dari *pixel* putih pada hasil penggabungan terdapat didalam bentuk paru-paru kanan dan kiri.

1. Perhitungan jumlah *pixel* gabungan antara hasil *preprocessing* dan hasil segmentasi dilakukan menggunakan metode deteksi tepi. Metode deteksi tepi dapat menghasilkan tepi-tepi dari objek citra. Sehingga dengan metode deteksi tepi ini dapat digunakan untuk membedakan paru-paru yang berwarna putih. Metode deteksi tepi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deteksi tepi *canny*. Untuk mengimplementasikan metode deteksi tepi *canny* terdapat beberapa langkah. Untuk langkah – langkahnya sebagai berikut:
 - a. Penghapusan *noise* dengan menggunakan *gaussian filter*. *Gaussian filter* merupakan matriks dengan standar deviasi = n . *Filter* dirancang berdasarkan dari ordo matriks dan nilai standar deviasi. Semakin besar nilai dari standar deviasi maka akan semakin halus hasil pemfilteran. Persamaan *gaussian* sebagai berikut:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \times e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (3.13)$$

Keterangan: $e = 2.71$ (konstanta euler)

$\sigma =$ standar deviasi

$\pi = 3.14$ (phi)

- b. Menghitung potensi gradien dengan menggunakan algoritma deteksi *canny*. Untuk gradien setiap *pixel* pada gambar yang telah diperhalus ditentukan dengan menerapkan operator *sobel* dan melakukan pencarian secara *horizontal* (Gx) dan *vertical* (Gy). Untuk matriks dari operator *sobel* sebagai berikut:

$$Gx = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 2 \end{bmatrix} \quad Gy = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 2 \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

Hasil dari Gx dan Gy digabungkan agar mendapatkan hasil dari gabungan tepi *horizontal* dan *vertical*. Penggabungan ini dengan menggunakan rumus berikut:

$$G = \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \quad (3.15)$$

Selanjutnya menentukan arah dari tepian yang ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\theta = \arctan\left(\frac{Gy}{Gx}\right) \quad (3.16)$$

Selanjutnya membagi menjadi 4 warna untuk membedakan setiap warna garis berdasarkan dari arah garisnya. Semua arah dengan derajat $0 - 22,5$ dan $157,5 - 180$ akan berwarna biru dan diubah menjadi 0 derajat. Semua arah tepi dengan derajat $22,5 - 67,5$ akan berwarna kuning dan akan diubah menjadi 45 derajat. Semua arah tepi dengan derajat $67,5 - 112,5$ akan berwarna merah dan akan diubah menjadi 90 derajat. Semua arah tepi dengan derajat $112,5 - 157,5$ akan berwarna hijau dan diubah menjadi 135 derajat.

- c. Memperkecil garis tepi yang muncul dengan menerapkan *non maximum suppression* sehingga menghasilkan garis tepi yang lebih ramping.
- d. Untuk langkah yang terakhir adalah melakukan klarifikasi pada tiap *pixel* apakah termasuk kedalam kategori tepi atau tidak. Proses ini dengan menerapkan dua *thresholding* yaitu *high*

threshold (ambang atas) dan *low threshold* (ambang bawah). Jika nilai *pixel* kurang dari ambang bawah akan diubah menjadi nol atau bukan tepi. Tetapi apabila nilai *pixel* diatas ambang atas maka akan diubah menjadi satu atau dideteksi tepi.

2. Selanjutnya perhitungan jumlah *pixel* putih pada hasil segmentasi. *Pixel* putih pada hasil segmentasi merupakan jumlah total *pixel* dari seluruh bentuk paru-paru kanan dan kiri. Sehingga jumlah *pixel* putih hasil segmentasi sama dengan luas dari paru – paru. Paru – paru termasuk dari bangun *geometri*. Sehingga untuk menentukan luas dari paru-paru secara manual dengan membagi menjadi bagian-bagian yang beraturan dan luas bangun tidak beraturan merupakan penjumlahan dari bangun yang beraturan. sedangkan untuk mendapatkan luas dari bangun yang tidak beraturan secara otomatis menggunakan algoritma pada matlab. Rumus yang digunakan untuk menghitung bangun yang tidak beraturan secara manual dengan cara menjumlahkan beberapa bangun beraturan sebagai berikut:

- a. Luas persegi = sisi (s) \times sisi (s) (3.17)

- b. Luas persegi panjang = panjang (p) \times lebar (l) (3.18)

- c. Luas lingkaran = $\pi \times$ jari – jari (r) \times jari – jari (r) (3.19)

- d. Luas segitiga = $\frac{1}{2} \times$ alas \times tinggi (3.20)

- e. Luas trapesium = $\frac{\text{jumlah sisi sejajar} \times \text{tinggi}}{2}$ (3.21)

3.3.6 Klasifikasi dan Validasi

Klasifikasi merupakan suatu teknik untuk membedakan suatu objek. Klasifikasi pada penelitian ini untuk membedakan paru-paru anak pneumonia dan non-pneumonia. Klasifikasi yang digunakan dengan cara perbandingan jumlah *pixel* putih deteksi tepi dengan jumlah *pixel* hasil segmentasi. Sehingga dengan perbandingan tersebut didapatkan persentase yang dapat digunakan untuk membedakan paru pneumonia dan non-pneumonia. Untuk rumus mendapatkan hasil persentase sebagai berikut:

$$\text{Hasil} = \frac{A}{B} \times 100\% \tag{3.22}$$

Dimana: A = jumlah *pixel* putih hasil deteksi tepi

B = jumlah *pixel* putih hasil segmentasi

Validasi merupakan proses untuk menentukan nilai dari akurasi, sensitivitas, spesifisitas. Untuk rumus matematis untuk mendapatkan nilai tersebut sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3.23)$$

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3.24)$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{TN + FP} \quad (3.25)$$

Dimana: TP = *true positive* (jumlah data penyakit yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem)

TN = *true negative* (jumlah data non penyakit yang terklasifikasi benar oleh sistem)

FP = *false positive* (jumlah data penyakit yang terklasifikasi salah oleh sistem)

FN = *false negative* (jumlah data non penyakit yang terklasifikasi salah oleh sistem)



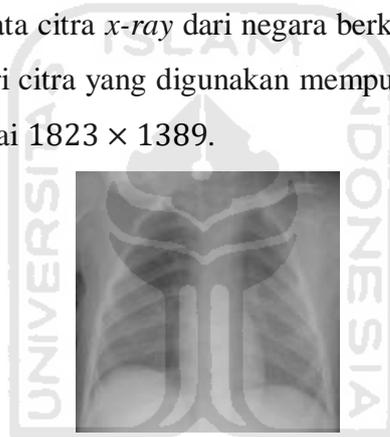
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan membahas tentang hal-hal yang berkaitan tentang proses segmentasi citra *x-ray* paru-paru anak dan klasifikasi paru-paru anak sesuai dengan perancangan sistem yang terdapat pada bab 3.

4.1 Data penelitian

Data *input* citra pada penelitian ini adalah citra *x-ray* paru-paru anak yang didapatkan dari data Rumah Sakit Sardjito Yogyakarta sebagai citra *x-ray* dari negara berkembang dan data internet (<https://www.kaggle.com/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia/data>) sebagai citra *x-ray* dari negara maju. Citra *x-ray* paru-paru anak yang digunakan untuk penelitian ini terdapat 60 data citra yang terdiri dari 30 data citra *x-ray* dari negara berkembang dan 30 citra *x-ray* dari negara maju. Data ukuran *pixel* dari citra yang digunakan mempunyai nilai *pixel* yang bervariasi dari rentang *pixel* 842×572 sampai 1823×1389 .

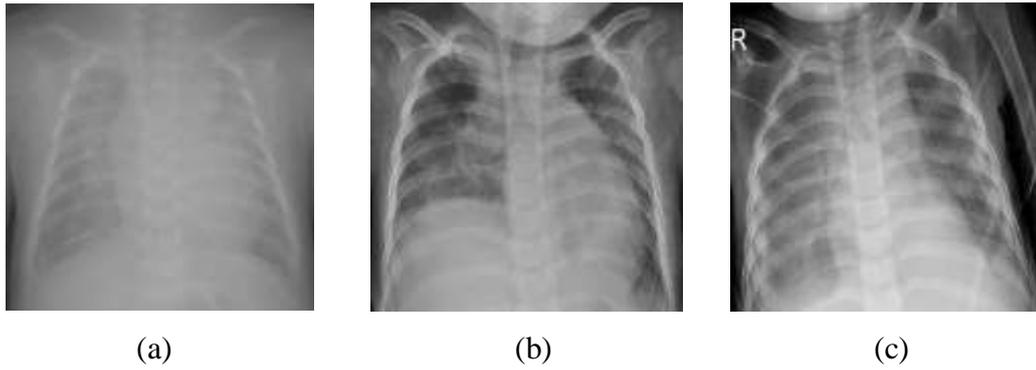


Gambar 4.1 Citra *x-ray* anak negara berkembang
(Data Rumah Sakit Sardjito Yogyakarta)



Gambar 4.2 Citra *x-ray* anak negara maju
(<https://www.kaggle.com/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia/data>)

Dari beberapa data citra terdapat beberapa masalah teknis pada data yang digunakan untuk penelitian. Untuk jumlah data citra yang bermasalah ditunjukkan pada Tabel 4.1. Sedangkan sampel gambar dari citra yang terdapat masalah teknis ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 (a) Kontras Kurang, (b) Paru Mengempis, (c) Rotasi

Tabel 4.1 Jumlah data paru

No.	Masalah Teknis	Jumlah Data
1	Data Kontras Kurang (DKK)	6
2	Data Paru Mengempis (DPM)	3
3	Data Paru Rotasi (DPR)	2
4	Data Paru Normal (DPN)	19
Total		30

4.2 Input Citra Paru-paru

Input Citra merupakan proses awal dari penelitian. Pada proses ini dengan memasukan citra paru-paru dalam bentuk *file* gambar.

4.3 Preprocessing

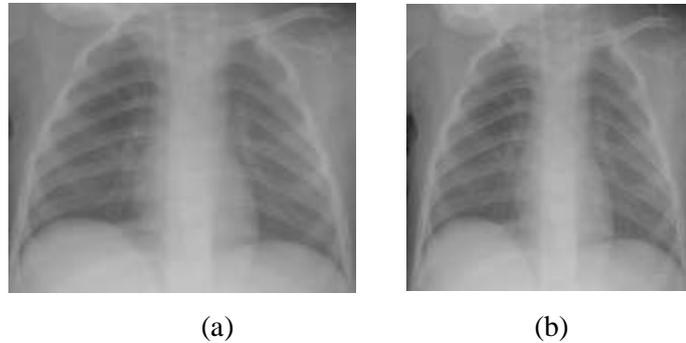
Preprocessing digunakan untuk melakukan proses normalisasi dan pemfilteran citra. Dengan proses tersebut dapat untuk memperbaiki citra dan dapat mempermudah proses selanjutnya yaitu segmentasi.

4.3.1 Normalisasi

Normalisasi merupakan proses awal untuk melakukan pengolahan citra. Pada implementasi normalisasi citra akan diubah ukuran dari resolusi citra dan proses *grayscale* atau mengubah menjadi berwarna abu-abu.

1. *Resize*

Resize pada awal pengolahan citra bertujuan untuk menyamakan ukuran dari resolusi citra yang akan digunakan untuk proses segmentasi. *Resize* yang dilakukan yaitu dengan resolusi citra berukuran 256×256 *pixel*. Untuk hasil dari perubahan *pixel* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 (a) Citra *Input* (1119×816 *pixel*), (b) Citra Hasil *Resize* (256×256 *pixel*)

2. *Grayscale*

Grayscale digunakan untuk mengubah citra *input* yang awalnya RGB menjadi citra *grayscale*. Hasil citra *grayscale* akan berwarna abu-abu. Untuk hasil citra *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Citra hasil *grayscale*.
(Perubahan warna dari RGB menjadi keabuan)

4.3.2 *Filter*

Filter merupakan proses untuk memperbaiki citra seperti mempertajam objek dan mengurangi *noise* sebelum dilakukannya proses segmentasi. *Filter* yang digunakan yaitu *histogram equalization* dan *contrast stretching*.

1. *Histogram Equalization*

Histogram equalization (Histeq) merupakan proses selanjutnya dari *grayscale*. *Histogram equalization* bertujuan untuk meratakan histogram sehingga menghasilkan derajat keabuan yang rata pada citra. Untuk hasil *histogram equalization* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Citra *histogram equalization*
(Derajat keabuan pada citra menjadi rata)

2. *Contrast Stretching*

Contrast stretching merupakan *filter* yang digunakan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara mempertajam objek pada citra. Sedangkan untuk citra *contrast stretching* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Citra *contrast stretching*
(Mempertajam objek pada citra)

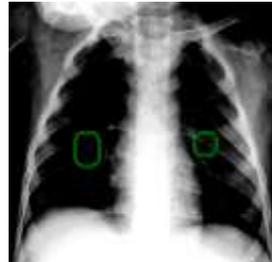
4.4 Segmentasi

Setelah melakukan *preprocessing* selanjutnya proses segmentasi. Segmentasi bertujuan untuk memisahkan objek dan *background*. Metode yang digunakan untuk segmentasi adalah metode kontur aktif *chan-veese*.

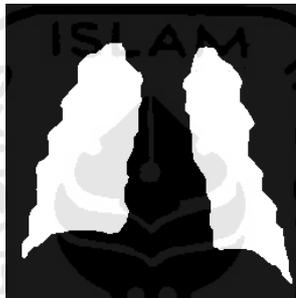
Inisialisasi model merupakan tahap menentukan letak dari inisialisasi untuk tahap awal segmentasi. Inisialisasi model pada penelitian ini menggunakan mode mengembang. Sehingga

letak inisialisasinya terdapat didalam paru-paru. Proses dari inialisasi model dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Evolusi kontur merupakan proses kontur aktif yang akan bergerak untuk mendapatkan bentuk segmentasi. Evolusi kontur merupakan tahap terakhir dari proses segmentasi. Hasil segmentasi dapat dilihat pada Gambar 4.9.



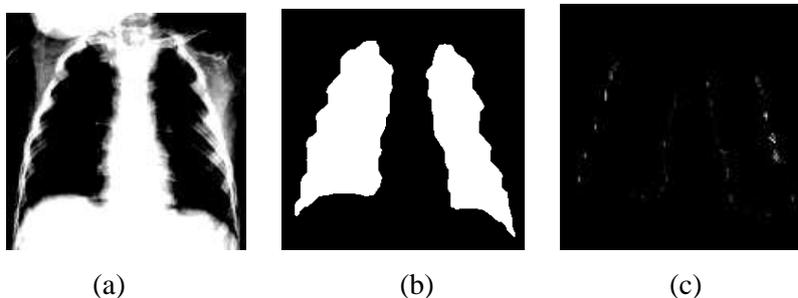
Gambar 4.8 Inialisasi Model



Gambar 4.9 Hasil segmentasi

4.5 Penggabungan Hasil *Preprocessing* dan Hasil Segmentasi

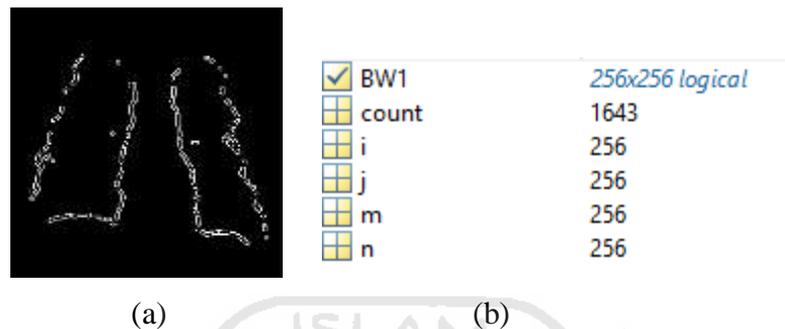
Penggabungan hasil *preprocessing* dan hasil segmentasi digunakan sebagai perbandingan untuk mengklasifikasikan paru-paru anak pneumonia dan non-pneumonia. Hasil dari penggabungan mendapatkan hasil yang memiliki bercak putih pada bagian paru-paru. Untuk hasil dari penggabungan hasil *preprocessing* dan hasil segmentasi dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 (a) Hasil *preprocessing*, (b) Hasil segmentasi, (c) Hasil penggabungan dari *preprocessing* dan segmentasi

4.6 Perhitungan Jumlah *Pixel* Putih

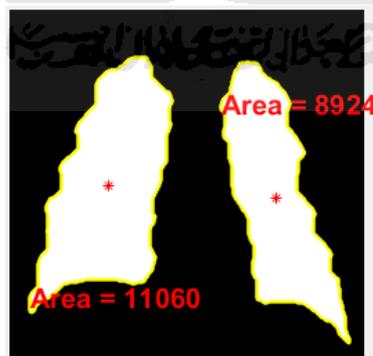
Perhitungan jumlah *pixel* putih dilakukan pada hasil dari penggabungan hasil *preprocessing* dan hasil segmentasi serta dilakukan perhitungan pada hasil segmentasi. Proses perhitungan jumlah *pixel* putih pada penggabungan hasil *preprocessing* dan hasil segmentasi dengan menggunakan metode deteksi tepi. Metode deteksi tepi yang digunakan adalah deteksi tepi *canny*. Untuk hasil dari perhitungan dengan menggunakan deteksi tepi *canny* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 (a) Hasil deteksi tepi *canny*, (b) Hasil Perhitungan jumlah *pixel* putih

Dari Gambar 4.11 didapatkan hasil deteksi tepi *canny* dan hasil perhitungan jumlah *pixel* putih. Untuk mengetahui nilai jumlah *pixel* putih dapat dilihat pada gambar b yang bertuliskan *count*.

Hasil implementasi dari perhitungan *pixel* putih pada hasil segmentasi dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil perhitungan jumlah *pixel* putih

4.7 Klasifikasi Paru Anak dan Hasil Uji Coba

Klasifikasi dilakukan untuk membedakan paru-paru anak pneumonia dan paru-paru anak non-pneumonia. Klasifikasi ini dengan cara melakukan perbandingan antara jumlah *pixel* putih metode deteksi tepi dan jumlah *pixel* putih hasil segmentasi. Hasil perbandingan ini diubah menjadi hasil

persentase. Rumus untuk mendapatkan nilai persentase untuk klasifikasi terdapat pada persamaan 3.22.

Implementasi perhitungan dengan rumus untuk klasifikasi sebagai berikut:

Jumlah *pixel* putih deteksi tepi *canny*: 1643

Jumlah *pixel* putih hasil segmentasi : 20207

$$\frac{\text{Jumlah } \textit{pixel} \text{ putih deteksi tepi } \textit{canny}}{\text{Jumlah } \textit{pixel} \text{ putih hasil segmentasi}} = \frac{1643}{20207} \times 100\% = 8.13\%$$

. Hasil uji coba pada 30 citra dari Rumah Sakit Sardjito dapat dilihat pada Tabel 4.2. Sedangkan untuk hasil uji coba pada 30 citra dari *kaggle* dengan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Hasil uji coba data Rumah Sakit Sardjito. Tanda * menunjukkan data kontras kurang, tanda ** menunjukkan data paru mengempis, tanda *** menunjukkan data paru rotasi

NO	Data	Penyakit	Jumlah <i>Pixel</i> Putih Deteksi Tepi <i>Canny</i>	Jumlah <i>Pixel</i> Putih Segmentasi	Total jumlah <i>pixel Canny</i> / Segmentasi (%)	Data hasil pengujian
1	Pasien 1 *	Non-pneumonia	2366	13001	18,19	Pneumonia
2	Pasien 2	Non-pneumonia	2142	14849	14,42	Non-pneumonia
3	Pasien 3 *	Non-pneumonia	1932	13537	14,27	Non-pneumonia
4	Pasien 4	Non-pneumonia	1643	20207	8,13	Non-pneumonia
5	Pasien 5 *	Non-pneumonia	2156	14539	14,82	Non-pneumonia
6	Pasien 6 *	Non-pneumonia	2117	13414	15,78	Pneumonia
7	Pasien 7 (*) (**)	Non-pneumonia	2366	15396	15,36	Pneumonia
8	Pasien 8	Non-pneumonia	1908	15358	12,42	Non-pneumonia
9	Pasien 9 *	Pneumonia	1369	8514	16,07	Pneumonia
10	Pasien 10 ***	Non-pneumonia	750	13129	5,71	Non-pneumonia
11	Pasien 11 *	Non-pneumonia	1010	13089	7,71	Non-pneumonia
12	Pasien 12	Non-pneumonia	1887	18635	10,12	Non-pneumonia
13	Pasien 13	Non-pneumonia	1474	13993	10,53	Non-pneumonia
14	Pasien 14 **	Non-pneumonia	1558	14229	10,94	Non-pneumonia
15	Pasien 15	Non-pneumonia	1729	18741	9,22	Non-pneumonia
16	Pasien 16	Non-pneumonia	2123	22713	9,34	Non-pneumonia
17	Pasien 17	Non-pneumonia	1713	18266	9,37	Non-pneumonia

18	Pasien 18	Non-pneumonia	1746	15326	11,39	Non-pneumonia
19	Pasien 19	Pneumonia	1521	15159	10,03	Non-pneumonia
20	Pasien 20	Non-pneumonia	1657	14234	11,64	Non-pneumonia
21	Pasien 21	Non-pneumonia	1876	12962	14,47	Non-pneumonia
22	Pasien 22	Pneumonia	2015	10682	18,86	Pneumonia
23	Pasien 23	Pneumonia	1783	13359	13,34	Non-pneumonia
24	Pasien 24	Pneumonia	2473	18658	13,25	Non-pneumonia
25	Pasien 25	Pneumonia	2753	15473	17,79	Pneumonia
26	Pasien 26 **	Pneumonia	1471	9732	15,11	Pneumonia
27	Pasien 27	Pneumonia	2267	18438	12,29	Non-pneumonia
28	Pasien 28 ***	Pneumonia	1799	11199	16,06	Pneumonia
29	Pasien 29	Pneumonia	1583	15383	10,29	Non-pneumonia
30	Pasien 30	Non-pneumonia	1778	18890	9,41	Non-pneumonia

Tabel 4.3 Hasil uji coba data dari kaggle

NO	Data	Penyakit	Jumlah <i>Pixel</i> Putih Deteksi Tepi	Jumlah <i>Pixel</i> Putih Segmentasi	Total jumlah <i>pixel Canny</i> / Segmentasi (%)	Data hasil Pengujian
1	Pasien anak 1	Non-pneumonia	2164	14030	15,42	Pneumonia
2	Pasien anak 2	Non-pneumonia	1718	13901	12,35	Non-pneumonia
3	Pasien anak 3	Pneumonia	2494	16867	14,78	Non-pneumonia
4	Pasien anak 4	Non-pneumonia	2071	18704	11,07	Non-pneumonia
5	Pasien anak 5	Non-pneumonia	1544	13299	11,60	Non-pneumonia
6	Pasien anak 6	Non-pneumonia	2029	19471	10,42	Non-pneumonia
7	Pasien anak 7	Non-pneumonia	2401	17236	13,93	Non-pneumonia
8	Pasien anak 8	Non-pneumonia	1566	12169	12,86	Non-pneumonia
9	Pasien anak 9	Non-pneumonia	1672	15798	10,58	Non-pneumonia
10	Pasien anak 10	Non-pneumonia	1390	12373	11,23	Non-pneumonia
11	Pasien anak 11	Non-pneumonia	1921	19105	10,05	Non-pneumonia
12	Pasien anak 12	Non-pneumonia	2949	19392	15,20	Pneumonia
13	Pasien anak 13	Non-pneumonia	1888	16176	11,67	Non-pneumonia
14	Pasien anak 14	Non-pneumonia	2235	18274	12,23	Non-pneumonia
15	Pasien anak 15	Non-pneumonia	2701	19408	13,91	Non-pneumonia

16	Pasien anak 16	Pneumonia	3097	15946	19,42	Pneumonia
17	Pasien anak 17	Pneumonia	2734	14667	18,64	Pneumonia
18	Pasien anak 18	Pneumonia	2635	14571	18,08	Pneumonia
19	Pasien anak 19	Pneumonia	2519	13073	19,26	Pneumonia
20	Pasien anak 20	Pneumonia	2738	15034	18,21	Pneumonia
21	Pasien anak 21	Non-pneumonia	2748	19744	13,91	Non-pneumonia
22	Pasien anak 22	Pneumonia	2761	17864	15,45	Pneumonia
23	Pasien anak 23	Non-pneumonia	2263	14057	16,09	Pneumonia
24	Pasien anak 24	Non-pneumonia	2032	14598	13,91	Non-pneumonia
25	Pasien anak 25	Non-pneumonia	2055	15669	13,11	Non-pneumonia
26	Pasien anak 26	Pneumonia	1998	10651	18,75	Pneumonia
27	Pasien anak 27	Non-pneumonia	2066	16953	12,18	Non-pneumonia
28	Pasien anak 28	Non-pneumonia	2037	14423	14,12	Non-pneumonia
29	Pasien anak 29	Pneumonia	2231	15362	14,52	Non-pneumonia
30	Pasien anak 30	Pneumonia	2845	16601	17,13	Pneumonia

Dari Tabel 4.2 didapatkan hasil dari perhitungan klasifikasi paru-paru dari data Rumah Sakit Sardjito. Sedangkan Tabel 4.3 didapatkan hasil perhitungan klasifikasi paru-paru data uji coba dari *kaggle*. Klasifikasi paru-paru berisi data pasien non-pneumonia dan pasien pneumonia.

Proses segmentasi pada data Rumah Sakit Sardjito dilakukan dengan proses memasukan data citra manual. Hal ini dikarenakan adanya masalah teknis pada data citra yang digunakan. Pada proses segmentasi dengan menggunakan data citra dari *kaggle* dilakukan secara otomatis.

Setelah mendapatkan hasil pada Tabel 4.2 dan 4.3, selanjutnya dilakukan proses perhitungan hasil akurasi, sensitivitas, spesifisitas dengan menggunakan *threshold* 15 dan 20 untuk paru pneumonia. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Implementasi perhitungan akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas untuk data dari Rumah Sakit Sardjito sebagai berikut:

$$TP = 5$$

$$TN = 17$$

$$FP = 5$$

$$FN = 3$$

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{17 + 5}{17 + 5 + 3 + 4} \times 100\% = 73,3\%$$

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{5}{5 + 3} \times 100\% = 62,5\%$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{17}{17 + 5} \times 100\% = 77,2\%$$

Implementasi perhitungan akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas untuk data dari *kaggle* sebagai berikut:

$$TP = 7$$

$$TN = 18$$

$$FP = 2$$

$$FN = 3$$

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{18 + 7}{18 + 7 + 3 + 2} \times 100\% = 83,3\%$$

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{7}{7 + 3} \times 100\% = 70\%$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{18}{18 + 2} \times 100\% = 90\%$$

Tabel 4.4 Hasil validasi data

NO	Hasil Data	Akurasi (%)	Sensitivitas (%)	Spesifisitas (%)
1	Hasil data Rumah Sakit Sardjito	73,3	62,5	77,2
2	Hasil data <i>kaggle</i>	83,3	70	90

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Algoritma sederhana seperti metode *active contour chan-ve* dan deteksi tepi dapat digunakan untuk melakukan proses segmentasi paru-paru anak dan dapat digunakan untuk membedakan paru-paru anak pneumonia dan non-pneumonia.
2. Proses segmentasi pada data citra paru dari Rumah Sakit Sardjito dilakukan secara manual. Sedangkan proses segmentasi pada data citra paru dari *kaggle* dilakukan secara otomatis. Hal ini dikarenakan perbedaan kualitas pada kedua data citra paru. Sehingga kualitas data citra paru-paru anak sangat berpengaruh pada proses segmentasi.
3. Pengujian data dengan menggunakan nilai threshold untuk paru-paru pneumonia 15 dan 20. Dengan menggunakan nilai threshold tersebut pengujian dari Rumah Sakit Sardjito menghasilkan nilai akurasi sebesar 73.3%, sensitivitas sebesar 62.5%, dan spesifisitas sebesar 77.2%. Sedangkan pengujian dengan menggunakan data citra dari *kaggle* menghasilkan nilai akurasi sebesar 83.3%, sensitivitas sebesar 70%, dan spesifisitas sebesar 90%.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat digunakan untuk mencapai kesempurnaan pada bahasan – bahasan berikutnya, yaitu:

1. Pada penelitian ini hanya sebatas melakukan segmentasi secara manual pada data citra paru-paru untuk negara berkembang. Sehingga untuk selanjutnya dapat mengembangkan proses segmentasi secara otomatis khususnya pada data citra paru-paru negara berkembang.
2. Memperbaiki masalah – masalah teknik yang terdapat pada data citra paru-paru seperti kontras dan rotasi sebelum melakukan proses pengujian untuk memudahkan proses pengujian.
3. Memperbanyak data citra paru-paru untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
4. Menambahkan indikator penyakit paru-paru seperti kanker paru, bronkitis, dan TBC untuk perbandingan penyakit pneumonia. Sehingga dapat mendapatkan hasil perbedaan yang lebih baik antara penyakit paru-paru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO, "More Than 90% Of The World's Children Breathe Toxic Air Every Day," 2016. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/detail/29-10-2018-more-than-90-of-the-worlds-children-breathe-toxic-air-every-day>.
- [2] M. H. Syahidi, D. Gayatri, and K. Bantas, "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada Anak Berumur 12-59 Bulan di Puskesmas Kelurahan Tebet Barat, Kecamatan Tebet, Jakarta Selatan, Tahun 2013," *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 23–27, 2016.
- [3] WHO, "Pneumonia," 2017. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>.
- [4] M. A. Hariyadi, "Segmentasi Citra X-ray Thorax Menggunakan Level Set," 2012.
- [5] A. Hariyadi, L. S. Angreani, and A. S. Fatkhurrahman, "Segmentasi Citra X-ray Menggunakan Metode Chan-Vese," pp. 5–8, 2014.
- [6] S. Guo, X. Shi, Y. Wang, and X. Zhou, "Medical Image Segmentation Using Improved Chan-Vese Model," pp. 379–380, 2014.
- [7] E. Longjiang *et al.*, "Using deep-learning techniques for pulmonary-thoracic segmentations and improvement of pneumonia diagnosis in pediatric chest radiographs," *Pediatric Pulmonology*, vol. 54, no. 10, pp. 1617–1626, 2019.
- [8] A. Fauzi and D. Riana, "Metode Segmentasi Canny pada Citra Rontgen untuk Klasifikasi Penyakit Paru," 2018.
- [9] P. P. P. Sinar-x and T. Cgr, "PENGARUH PERUBAHAN JARAK OBYEK KE FILM TERHADAP PEMBESARAN OBYEK I . vol. 15, no. 2, pp. 15–21, 2014.
- [10] E. D. Anwar, "SISTEM PRIOTEKSI RADIASI : Analisis Terhadap Bidang Radiologi Rumah Sakit," vol. 1, pp. 47–63.
- [11] R. D. Kusumanto and A. N. Tompunu, "PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK MENDETEKSI OBYEK MENGGUNAKAN PENGOLAHAN WARNA MODEL NORMALISASI RGB," vol. 2011, no. Semantik, 2011.
- [12] A. Citra, "Perbandingan Deteksi Tepi Citra Digital dengan Metode Prewitt , Sobel dan Canny," vol. 01, no. 01, pp. 1–4, 2017.
- [13] J. W. Yodha and A. W. Kurniawan, "Perbandingan Penggunaan Deteksi Tepi Dengan Metode Laplace , Sobel Dan Prewit Dan Canny Pada Pengenalan Pola," *Techno.COM*, vol. 13, no. 3, pp. 189–197, 2014.
- [14] J. N. I. No, "ANALISA BICUBIC DAN BILINEAR MENGGUNAKAN METODE DISCRETE WAVELET TRANSFORM PADA SUPER."
- [15] R. I. Hardianzah, F. T. Elektro, U. Telkom, F. K. Gigi, U. Padjajaran, and R. Growing, "PENGOLAHAN CITRA RADIOGRAF PERIAPIKAL PADA DETEKSI PENYAKIT PULPITIS MENGGUNAKAN METODE ADAPTIVE REGION GROWING APPROACH BERBASIS ANDROID IMAGE PROCESSING OF PERIAPICAL RADIOGRAPH ON PULPITIS DETECTION USING ADAPTIVE REGION GROWING APPROACH METHOD."

- [16] R. E. Binarahandra, W. Hapsari, and J. K. T, “SUBSTRAKSI BACKGROUND DAN DETEKSI BAYANGAN,” no. 1, pp. 1–15.
- [17] N. Ahmad and A. Hadinegoro, “Metode histogram equalization untuk perbaikan citra digital 21,” vol. 2012, no. Semantik, pp. 439–445, 2012.
- [18] M. Murinto, “Perbaikan Kualitas Citra Menggunakan Histogram Linear Contrast Stretching pada Citra Skala Keabuan,” no. August 2005, 2016.



LAMPIRAN

Lampiran 1 – Program proses *preprocessing* dan segmentasi

```
img = imread(fullFileName ); % Berfungsi untuk memanggil citra
Img = imresize(img, [256 256]); % Proses resize resolusi citra menjadi 256x256
imshow(Img); % Menampilkan hasil

Iinitial = Img;
[rows, columns, numberOfColorChannels] = size(Iinitial);
if numberOfColorChannels > 1
    % Apabila input gambar RGB diubah menjadi gray scale.
    Igray = rgb2gray(Iinitial);
else
    % Input gambar sudah grayscale.
    Igray = Iinitial;
end
imshow(Igray); % Untuk menampilkan citra grayscale.

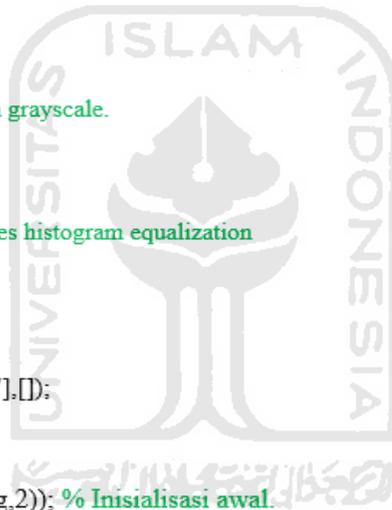
Img_grayscale = Igray;
Img_histeq = histeq(Img_grayscale); % Proses histogram equalization
imshow(Img_histeq);

Img_str = Img_histeq;
Img_stretching = imadjust(Img_str,[0.4 0.7],[]);
imshow(Img_stretching);

m = zeros(size(Img_seg,1),size(Img_seg,2)); % Inisialisasi awal.

m(90:170,50:80) = 1;
m(90:140,190:200) = 1;
% m(90:170,50:80) = 1;
% m(90:140,150:160) = 1;
% m(160:180,200:220) = 1;
} % Menentukan titik untuk segmentasi.

seg = region_seg(Img_seg,m,500,0.5); % Berfungsi untuk mendapatkan segmentasi.
```



Lampiran 2 – Fungsi *Chan-ese*

```
function seg = region_seg(I,init_mask,max_its,alpha,display)

%--main loop
for its = 1:max_its

    idx = find(phi <= 1.2 & phi >= -1.2); % Mendapatkan kurva dari narrow band

    %-- mencari rata-rata dari interior dan exterior
    upts = find(phi<=0); % interior points
    vpts = find(phi>0); % exterior points
    u = sum(I(upts))/(length(upts)+eps); % interior mean
    v = sum(I(vpts))/(length(vpts)+eps); % exterior mean

    F = (I(idx)-u).^2-(I(idx)-v).^2; % SPF dari gambar
    curvature = get_curvature(phi,idx); % Mengontrol tekanan kurva

    dphidt = F./max(abs(F)) + alpha*curvature; % Minimize energy
    dt = .45/(max(dphidt)+eps);
    %-- Evolusi kurva
    phi(idx) = phi(idx) + dt.*dphidt;
    %-- Keep SDF smooth
    phi = sussman(phi, .5);

    %-- intermediate output
    if((display>0) && (mod(its,20) == 0))
        showCurveAndPhi(I,phi,its);
    end
end
%-- final output
if(display)
    showCurveAndPhi(I,phi,its);
end
```

Lampiran 3 – Program penggabungan hasil *preprocessing* dan hasil segmentasi

```
seg = bwareaopen(seg,100); % Menghilangkan noise disekitar hasil segmentasi
se = strel('disk',10);
seg = imclose(seg,se); % Menghaluskan bagian tepi hasil segmentasi
seg = imfill(seg,'holes'); % Untuk mengisi daerah citra yang berlubang pada hasil segmentasi
Img_stretching(~seg) = 0; % Proses penggabungan hasil preprocessing dengan hasil segmentasi
imshowpair(seg,Img_stretching,'montage'); % Menampilkan hasil segmentasi dan hasil
    penggabungan
```

Lampiran 4 – Program deteksi tepi *canny*

```
i= imread('Input data');
BW1 = edge(i,'canny');
imshow(BW1);
%Hitung Jumlah Pixel Putih Metode Canny
[m,n]= size(BW1);
count = 0;
for i = 1 : m;
for j = 1 : n;
if BW1(i,j) == 1;
count = count + 1;
else,
end
end
end
```

Lampiran 5 – Program perhitungan luas segmentasi

```
clc;clear;close all;
I = imread('4.jpeg');
figure, imshow(I)
bw = im2bw(I);
bw2 = imfill(bw,'holes');

s = regionprops(bw2, 'centroid','area');
centroids = cat(1, s.Centroid);
area = cat(1, s.Area);
hold on
plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'r*')

[B,L] = bwboundaries(bw2,'noholes');
[~,num] = bwlabel(bw2,4);

for k = 1:num
    boundary = B{k};
    plot(boundary(:,2), boundary(:,1), 'y', 'LineWidth', 2)
    text(boundary(1,2),boundary(1,1),strcat(['Area = ',num2str(area(k))]),'Color','r',...
        'FontSize',15,'FontWeight','bold');
end
```

