

Skripsi Fisika

**PERBANDINGAN METODE *HISTOGRAM EQUALIZATION* DAN
CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION PADA
CITRA CT-SCAN KANKER PARU-PARU**

NURHIDAYAH

H21116312



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

PERBANDINGAN METODE *HISTOGRAM EQUALIZATION* DAN *CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION* PADA CITRA CT-SCAN
KANKER PARU-PARU

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Tugas Akhir Untuk Memenuhi Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika

Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

UNIVERSITAS HASANUDDIN

OLEH:

NURHIDAYAH

H211 16 312

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

HALAMAN PENGESAHAN

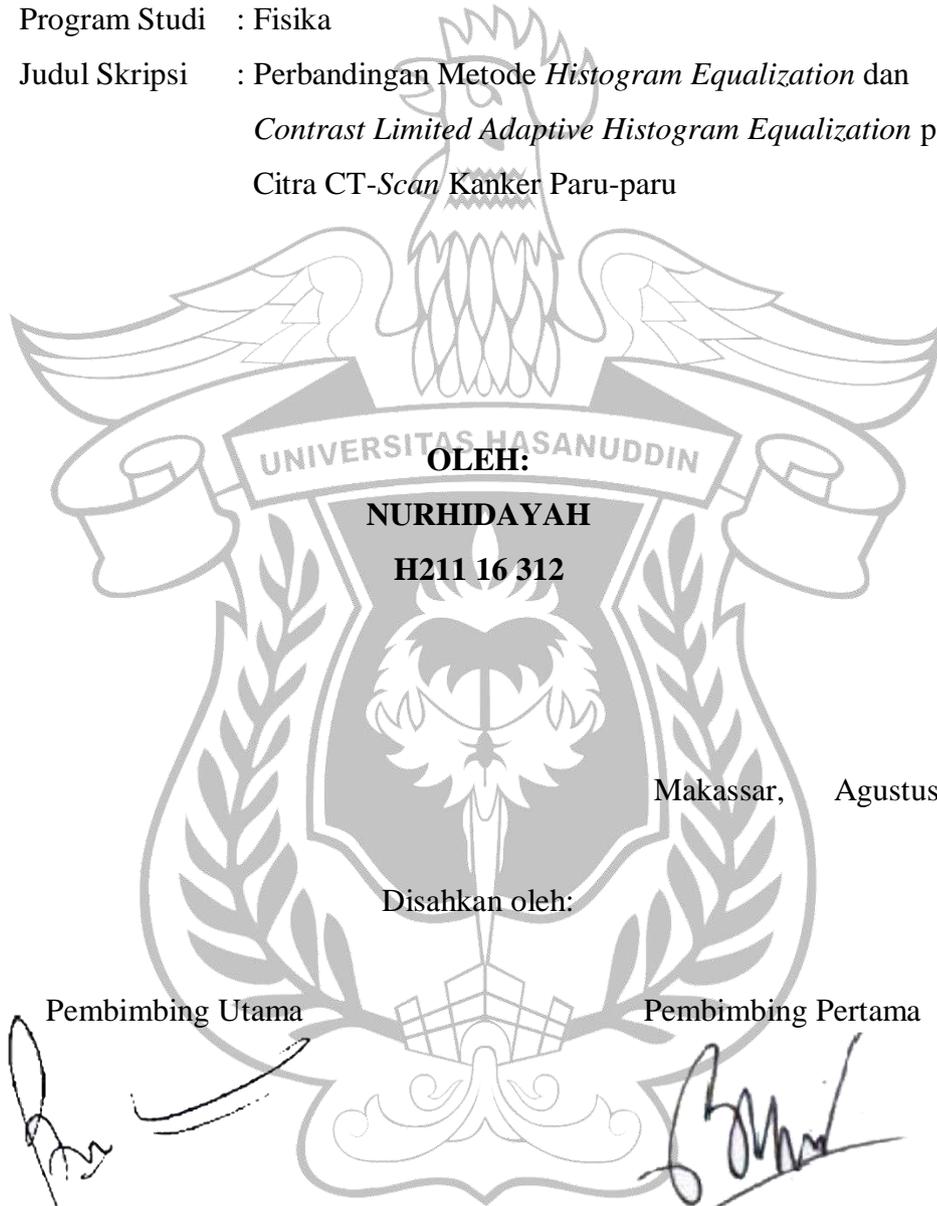
Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Nurhidayah

NIM : H21116312

Program Studi : Fisika

Judul Skripsi : Perbandingan Metode *Histogram Equalization* dan
Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization pada
Citra CT-Scan Kanker Paru-paru



Makassar, Agustus 2020

Disahkan oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc

Bannu, S.Si., M.Si

19550105 197802 1 001

19730502 199802 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinal saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasi atau telah ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk suatu gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan tinggi lainnya dimanapun, kecuali bagian yang telah dikutip sesuai kaidah ilmiah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri dan dalam batas tertentu dibantu oleh pihak pembimbing.

Penulis

Nurhidayah

ABSTRAK

Kualitas citra radiodiagnostik memegang peranan penting dalam keakuratan untuk mendeteksi suatu kelainan atau penyakit. Citra radiografi harus memiliki nilai kontras dan detail yang tinggi. CT-Scan sebagai salah satu alat radiodiagnostik mampu menampilkan citra 3D karena dapat mendeteksi kedalaman dan luasan jaringan yang abnormal, memerlukan kualitas citra yang optimal. Penelitian ini membandingkan metode *contrast enhancement* berbasis *Histogram Equalization* (HE) dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) yang dikombinasikan dengan metode median filter untuk mereduksi *noise* menggunakan *software Matlab*. Parameter yang dibandingkan dari kedua metode adalah nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dengan standar nilai MSE harus lebih rendah dan nilai PSNR harus lebih tinggi.. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) memberikan kinerja yang lebih baik dibanding metode *Histogram Equalization* (HE). Pada metode *Histogram Equalization* (HE), nilai MSE terbesar pada citra 1 = 1530,400 dB dan nilai MSE terkecil pada citra 6 = 475,547 dB serta nilai PSNR terbesar pada citra 6 = 269,252 dB dan nilai PSNR terkecil pada citra 1 = 150,091 dB. Sedangkan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE), nilai MSE terbesar pada citra 1 = 1171,200 dB dan nilai MSE terkecil pada citra 5 = 346,138 dB serta nilai PSNR terbesar pada citra 5 = 315,596 dB dan nilai PSNR terkecil pada citra 1 = 171,569 dB.

Kata Kunci: *Histogram Equalization*, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*, Citra CT-Scan, Kanker Paru-paru.

ABSTRACT

The quality of radiodiagnostic images plays an important role in the accuracy of detecting an abnormality or disease. Radiographic images must have high contrast and detail values. CT-Scan as a radiodiagnostic tool is capable of displaying 3D images because it can detect depth and extent abnormal tissue, requiring optimal image quality. This study compares the methods contrast enhancement based on Histogram Equalization (HE) and Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) combined with the median filter method to reduce noise using Matlab software. The parameters compared from the two methods are the value of Mean Square Error (MSE) and Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) with the standard MSE value must be lower and the PSNR value must be higher. The results showed that the Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) method provides better performance than the method Histogram Equalization (HE). In the method Histogram Equalization (HE), the largest MSE value in image 1 = 1530.400 dB and the smallest MSE value in image 6 = 475.547 dB and the largest PSNR value in image 6 = 269.252 dB and the smallest PSNR value in image 1 = 150.091 dB. While the Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) method, the largest MSE value in image 1 = 1171.200 dB and the value smallest MSE in image 5 = 346.138 dB and the largest PSNR value in image 5 = 315.596 dB and the smallest PSNR value in image 1 = 171.569 dB.

Keywords: Histogram Equalization, Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization, CT-Scan Image, Lung Cancer

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah subhanahu wata'ala yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Perbandingan Metode *Histogram Equalization* dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* pada Citra CT-Scan Kanker Paru-paru” yang merupakan tugas akhir untuk melengkapi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Shalawat serta salam senantiasa penulis kirimkan kepada baginda Rasulullah Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam, keluarga, para sahabat serta para pengikutnya.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis mengalami berbagai hambatan dan menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, hal ini terjadi karena kelemahan dan keterbatasan yang dimiliki penulis. Alhamdulillah hambatan tersebut dapat teratasi tentunya tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak dan merupakan kewajiban penulis dengan segala kerendahan hati untuk menghanturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta Ayahanda (**Annas**) dan Ibunda (**Rahmah**), yang tidak pernah putus berdoa dan senantiasa memberikan dukungan, baik secara moril dan materil, semoga suatu saat Ananda dapat membalas semua kebaikan yang diberikan, Adikku (Mila, Linda dan Zulkifli) dan Sepupuku (Fila dan Zamza) yang senantiasa menyemangati, menghibur dan sebagai tempat curhat dikala penulis sedang *down* beserta keluarga yang selalu memberikan semangat. Semoga Allah SWT, selalu memberikan nikmat kesehatan.
2. Bapak **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc.** selaku pembimbing utama dan Bapak **Bannu, S.Si, M.Si.** selaku pembimbing pertama yang selalu

meluangkan waktu, pikiran, memberikan arahan, bimbingan, ilmu, bantuan, saran dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

3. Ibu **Dr. Sri Dewi Astuti Ilyas, M.Si.** sebagai penguji skripsi fisika dan Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T.** sebagai penguji skripsi fisika dan selaku ketua Departemen Fisika yang telah meluangkan waktunya dan memberikan masukan serta saran-saran demi kesempurnaan skripsi ini.
4. Bapak **Eko Juarlin, S.Si, M.Si** selaku Sekertaris Departemen Fisika sekaligus sebagai penasihat akademik yang banyak memberikan nasihat, saran dan motivasi selama penulis menempuh studi.
5. Seluruh Bapak/Ibu dosen Departemen Fisika dan Fakultas MIPA yang telah mendidik dan membagi ilmunya kepada penulis.
6. Seluruh staf akademik Departemen Fisika dan Fakultas MIPA yang dengan senang hati membantu penulis dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik. Kepada Pak Syukur, Pak Ali, Ibu Rana, Ibu Evi, Ibu Firli, Pak Sangkala dan Pak Suardi, terima kasih untuk semua bantuannya.
7. Teman-teman **FISIKA 2016** (Wajan, Ekki, Mawar, Fina, Kevin, Patrick, Riri, Indri, Faras, Lina, Hilda, Novi, Evi, Afni, Anugrah dan tanpa terkecuali) terima kasih atas persaudaraan yang terjalin.
8. Teman-teman **Laboratorium Optik dan Spektroskopi** (Ekki, Mawar, Fina, Kevin, Patrick, dan Riri) yang selalu menyemangati, memberikan saran dan sebagai tempat curhat dikala penulis menemukan kendala dalam proses penyelesaian tugas akhir dan berbagi suka dan duka. Terima kasih untuk kekeluargaan dan kebersamaan yang terjalin.
9. Mufli Geofisika 2016 yang senantiasa membantu penulis untuk memahami program Matlab dan membantu penulis ketika menemukan kendala pada saat melakukan penelitian.
10. Teman seperjuangan (Wajan, Ekki, dan Firda) yang selalu bersama-sama dengan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
11. Teman seperjuangan (Ida) yang telah menjadi alumni diluan yang selalu memberikan saran kepada penulis ketika menemukan kendala pada saat

melakukan penelitian dan sebagai tempat berkonsultasi sekaligus tempat curhat.

12. Teman-teman Asbar 2016 terkhususnya Ria Yustika Latif yang senantiasa menghibur penulis dan sebagai teman curhat dikala penulis menemukan kendala penyelesaian tugas akhir dan berbagi suka dan duka.
13. Asbar 2018 (Cica dan Wiwik) yang senantiasa menghibur dan sebagai tempat curhat.
14. Teman-teman **HIPPERMAKU Komisariat Wawo** terkhususnya Lilis yang senantiasa menyemangati dan menghibur penulis.
15. Kanda-kanda, teman-teman serta adik-adik **Laboratorium Optik dan Spektroskopi**, saya ucapkan terimakasih atas doa dan selalu menyemangati penulis.
16. Teman-teman KKN Unhas Gel.102 diantaranya Fitri, El, Asyah, Darwin, dan Kak Bombom yang telah menjadi keluarga baru dan memberikan kenangan indah bagi penulis sera pengalaman berharga. Terima kasih KKN Desa Pabbentengang, Kec. Bajeng, Kab. Gowa.
17. Semua pihak yang membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam seluruh proses perkuliahan di Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan. Akhir kata penulis mengharapkan semoga penelitian ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis maupun pihak lain yang membutuhkan.

Makassar, 19 Juli 2020

Nurhidayah

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Citra Kanker Paru-paru.....	4
II.2 Pengolahan Citra Digital.....	5

II.3 Jenis Citra Digital	8
II.4 Pemulihan dan Peningkatan Citra	11
II.5 <i>Mean Square Error</i> (MSE) dan <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> (PSNR) ...	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
III.2 Alat dan Bahan.....	15
III.3 Prosedur Penelitian.....	15
III.4 Bagan Alir Penelitian	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
IV.1 Akuisisi Citra.....	19
IV.2 Konversi Citra RGB ke <i>Grayscale</i>	20
IV.3 Reduksi <i>Noise</i> (Median Filter)	20
IV.4 Pengujian Peningkatan Kontras	21
BAB V PENUTUP	27
V.1 Kesimpulan.....	27
V.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Citra paru-paru normal dan (b) Citra kanker paru-paru	5
Gambar 2.2 Representasi citra digital 2 dimensi.....	7
Gambar 2.3 Citra RGB.....	9
Gambar 2.4 Citra <i>grayscale</i>	10
Gambar 2.5 Citra biner.....	11
Gambar 2.6 Median filter	12
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian	18
Gambar 4.1 Kontur citra kanker paru-paru	20

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Citra hasil pengolahan	22
Tabel 4.2 Perbandingan nilai MSE dan PSNR.....	24

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Perbandingan nilai MSE.....	25
Grafik 4.2 Perbandingan nilai PSNR.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Citra Asli Kanker Paru-paru	31
Lampiran 2. Kontur Citra Kanker Paru-paru.....	32
Lampiran 3. <i>Histogram</i> Proses Pengolahan Citra	35
Lampiran 4. Citra Hasil (<i>Histogram Equalization</i>)	41
Lampiran 5. Citra Hasil (<i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i>)	42
Lampiran 6. Program Pengolahan Citra.....	43
Lampiran 7. Fungsi MSE dan PSNR	44

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kanker paru-paru merupakan salah satu penyebab mortalitas terbesar di dunia [1]. Berdasarkan data *World Cancer Report* pada tahun 2014, kanker paru-paru masih menjadi salah satu penyakit mematikan di dunia dengan angka kematian 1,2-1,56 juta setiap tahunnya. Diperkirakan angka kematian akan terus meningkat, dimana pada tahun 2030 diperkirakan terdapat 17 juta angka kematian akibat kanker paru-paru [2]. Di Indonesia berdasarkan data Globocan tahun 2012, kanker paru menjadi penyebab kematian kedua setelah kanker payudara yaitu sebanyak 15.9% [3]. Angka mortalitas yang cukup tinggi, maka penentuan diagnosis lebih awal memegang peranan yang sangat penting dalam manajemen terapi [4].

CT-Scan merupakan salah satu modalitas yang digunakan untuk mengevaluasi dan mendiagnosis kanker paru-paru [5]. CT-Scan mampu menghasilkan gambar secara detail untuk setiap bagian tubuh manusia. Namun, beberapa kasus sering tidak ditemukan nodul kanker karena tertutupi oleh struktur anatomi atau akibat rendahnya kualitas citra. Pada dasarnya, CT-Scan mampu menghasilkan citra yang menunjukkan letak nodul kanker secara jelas dan detail. Tetapi apabila penyebab sulitnya mendiagnosa nodul kanker akibat rendahnya kualitas citra, maka kualitas citra perlu diperbaiki agar nodul kanker dapat terlihat jelas [6].

Salah satu cara memperbaiki kualitas citra yaitu dengan meningkatkan kontras citra (*contrast enhancement*). Selain meningkatkan kontras citra, diagnosis dari pemeriksaan CT-Scan dapat ditingkatkan dengan mereduksi *noise salt and pepper* [7]. *Software Matlab* menjadi salah satu program pengolahan citra yang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Banyak dimanfaatkan di berbagai bidang, salah satu pemanfaatannya dalam bidang medis yaitu dapat melakukan pengolahan citra untuk mendeteksi berbagai penyakit berbasis citra dengan menerapkan ilmu fisika dan bahasa komputasi [8].

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Singh, *et. al.* pada tahun 2019 tentang peningkatan kualitas citra pada citra retina kontras rendah untuk deteksi dini retinopati diabetik dengan metode *histogram equalization*, diperoleh kualitas citra yang baik dan sangat efisien digunakan pada citra kontras rendah [9]. Nasution pada tahun 2019 melakukan penelitian tentang perbaikan kualitas citra dengan metode *contrast limited adaptive histogram equalization* pada citra *maps*, diperoleh kualitas citra yang baik dengan tampilan nilai piksel yang lebih jelas [10]. Khilmawan dan Riadi pada tahun 2018 melakukan penelitian tentang pengurangan *noise* pada citra tulang menggunakan metode median filter dan gaussian filter, diperoleh metode median filter lebih baik dalam mereduksi *noise* [7].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian tentang Perbandingan Metode *Histogram Equalization* dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* pada Citra CT-Scan Kanker Paru-paru berpotensi untuk diwujudkan. Penelitian ini akan membandingkan metode peningkatan kontras (*contrast enhancement*) berbasis *histogram equalization* dan *contrast limited adaptive histogram equalization* yang dikombinasikan dengan metode median filter dalam mereduksi *noise* untuk mendeteksi citra kanker paru-paru dengan menggunakan *software Matlab*.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan MSE dan PSNR metode *histogram equalization* dan *contrast limited adaptive histogram equalization*?
2. Bagaimana kualitas citra metode *histogram equalization* dan *contrast limited adaptive histogram equalization*?
3. Bagaimana pengaruh metode peningkatan kualitas citra untuk mendeteksi sel kanker paru-paru?

I.3 Tujuan Penelitian

1. Membandingkan MSE dan PSNR metode *histogram equalization* dan *contrast limited adaptive histogram equalization*.

2. Membandingkan kualitas citra metode *histogram equalization* dan *contrast limited adaptive histogram equalization*.
3. Mengetahui kinerja metode peningkatan kontras citra untuk mendeteksi sel kanker paru-paru.

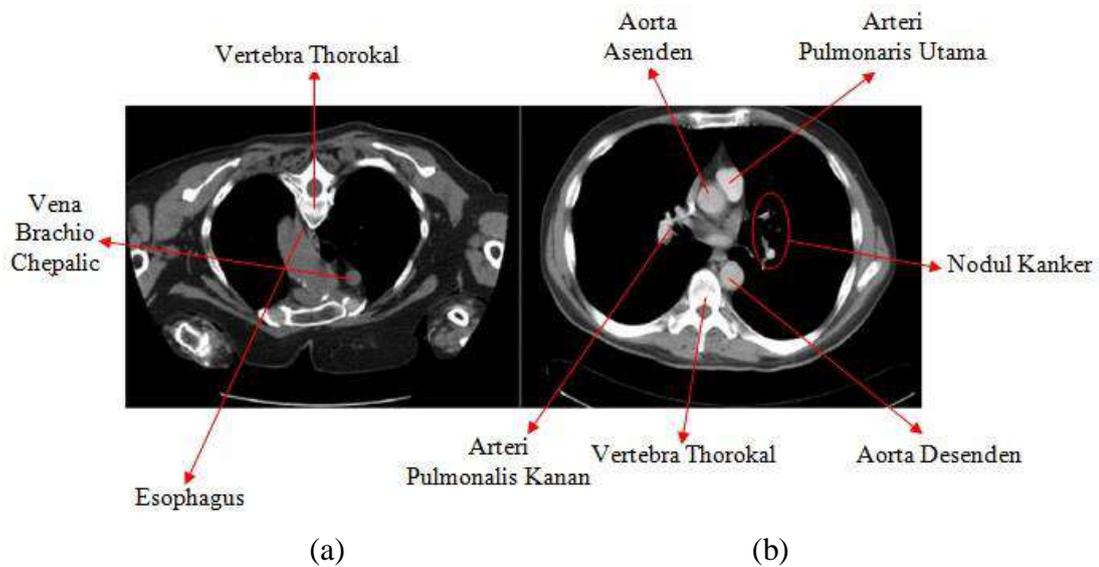
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Citra Kanker Paru-paru

Kanker paru-paru adalah tumor ganas yang berasal dari epitel bronkus atau karsinoma bronkus [11]. Faktor-faktor penyebab kanker paru-paru yaitu merokok, polusi udara, paparan zat karsinogen, diet, genetik, dan penyakit paru [12]. Faktor-faktor tersebut mengakibatkan pertumbuhan sel yang tidak normal dalam tubuh manusia [13]. Sebuah sel normal dapat menjadi sel kanker apabila terjadi ketidakseimbangan antara fungsi onkogen dengan gen tumor suppressor dalam proses tumbuh dan kembangnya sebuah sel. Perubahan atau mutasi gen yang menyebabkan terjadinya hiperekspresi onkogen atau kurangnya fungsi gen tumor suppressor menyebabkan sel tumbuh dan berkembang tidak normal [14].

Pada stadium awal, kebanyakan nodul kanker memiliki kondisi yang sama dengan jaringan normal dan baru terlihat pada saat memasuki stadium lanjut. Penyakit ini memerlukan penanganan dan tindakan yang cepat dan terarah [15]. Deteksi dini kanker berdasarkan keluhan saja tidaklah cukup. Penentuan diagnosis dan stadium klinis dari kanker paru-paru harus secara holistik dengan melakukan pemeriksaan terhadap riwayat penyakit, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang radiologis dan laboratorium. *Computerized Tomography (CT) Scan* merupakan standar sarana penunjang radiologi dalam mendiagnosis kanker paru-paru karena teknik pencitraan *CT-Scan* dapat menentukan kelainan paru secara lebih baik daripada foto toraks [C]. Pada kasus kanker paru-paru ganas, *CT-Scan* dapat memberikan informasi tentang lokasi, ukuran, karakteristik tumor, penyebaran kelenjar getah bening, dan infiltrasi jaringan ke sekitarnya sehingga membantu penetapan stadium klinis kanker paru-paru [6]. Citra paru-paru normal dan kanker paru-paru hasil *CT-Scan* dapat dilihat pada Gambar 2.1 [15].



Gambar 2.1 (a) Citra paru-paru normal dan (b) Citra kanker paru-paru

II.2 Pengolahan Citra Digital

Citra merupakan istilah lain dari gambar yang merupakan informasi berbentuk visual. Suatu citra diperoleh dari penangkapan kekuatan sinar yang dipantulkan oleh objek. Ketika sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya tersebut. Pantulan ini ditangkap oleh alat-alat pengindra optik, misalnya mata manusia, kamera, *scanner* dan sebagainya. Bayangan objek tersebut akan terekam sesuai intensitas pantulan cahaya. Ketika alat optik yang merekam pantulan cahaya itu merupakan mesin digital, misalnya kamera digital, maka citra yang dihasilkan merupakan citra digital. Pada citra digital, kontinuitas intensitas cahaya dikuantisasi sesuai resolusi alat perekam[15].

Citra digital terdiri dari sejumlah elemen tertentu yang mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi [16]. Meskipun sebuah citra kaya akan informasi, namun sering kali citra yang dijadikan objek pembahasan mengandung *noise*, seperti citra yang terlalu terang atau gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya [17]. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut kurang jelas [18]. Oleh karena itu perlu suatu proses perbaikan mutu citra terhadap citra yang mengalami *noise* tersebut sehingga citra dapat dengan mudah diinterpretasikan baik oleh mata manusia [19].

Agar citra yang mengalami gangguan atau derau mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra[17].

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra [20]. Pengolahan citra dilakukan dengan komputer digital, maka citra yang akan diolah terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam bentuk besaran-besaran diskrit dari nilai tingkat keabuan pada titik-titik elemen citra, bentuk citra ini disebut citra digital[21]. Poin terpenting dalam pengolahan citra adalah manipulasi dan analisis sebuah citra dilakukan dengan bantuan komputer.

Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi $f(x,y)$ yang terdiri dari M baris dan N kolom, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*) atau elemen terkecil dari sebuah citra, dapat dilihat pada persamaan (2.1) berikut [20]:

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Suatu citra $f(x,y)$ dalam fungsi matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$0 \leq x \leq M-1 \quad (2.2)$$

$$0 \leq y \leq N-1 \quad (2.3)$$

$$0 \leq f(x,y) \leq G-1 \quad (2.4)$$

Keterangan: M = jumlah piksel baris (*row*) pada array citra

N = jumlah piksel kolom (*column*) pada array citra

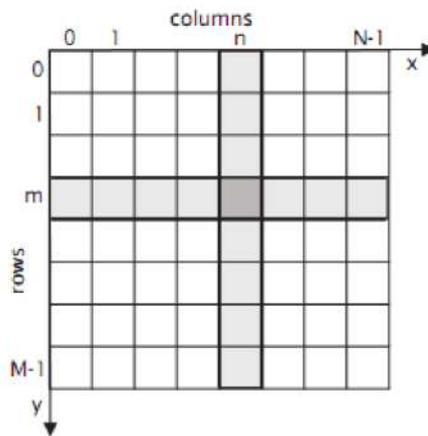
G = nilai skala keabuan (*graylevel*)

Besarnya nilai M , N dan G pada umumnya merupakan perpangkatan dari dua dapat dilihat pada persamaan (2.5).

$$M = 2^m ; N = 2^n ; G = 2^k \quad (2.5)$$

dimana nilai m , n dan k adalah bilangan bulat positif. Interval $(0,G)$ disebut skala keabuan (*grayscale*). Besar G tergantung pada proses digitalisasinya, biasanya keabuan 0 (nol) menyatakan intensitas hitam dan 1 (satu) menyatakan intensitas putih. Untuk citra 8 bit, nilai G sama dengan $2^8 = 256$ warna (derajat

keabuan) [16]. Representasi citra digital dalam 2 dimensi dapat dilihat pada Gambar 2.2 [20].



Gambar 2.2 Representasi citra digital dalam 2 dimensi

Berikut ini adalah definisi dasar yang dipergunakan dalam pengolahan citra [15]:

1. Citra

Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses *sampling*. Gambar analog dibagi menjadi M baris dan N kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya adalah gambar/titik diskrit pada baris m dan kolom n disebut dengan piksel [m,n] [15].

2. *Sampling*

Sampling adalah proses untuk menentukan warna pada piksel tertentu pada citra dari sebuah gambar yang kontinu. Pada proses *sampling* biasanya dicari warna rata-rata dari gambar analog yang kemudian dibulatkan. Proses *sampling* sering juga disebut proses digitisasi. *Sampling* merupakan bagian dari metodologi statistika [15].

3. Kuantisasi

Ada kalanya dalam proses *sampling* warna rata-rata yang didapat di relasikan ke level warna tertentu. Contohnya apabila dalam citra hanya terdapat 16 tingkatan warna abu-abu, maka nilai rata-rata yang didapat dari proses

sampling harus diasosiasikan ke 16 tingkatan tersebut. Proses mengasosiasikan warna rata-rata dengan tingkatan warna tertentu disebut dengan kuantisasi [15].

4. *Noise*

Noise adalah gambar atau piksel yang mengganggu kualitas citra. *Noise* dapat disebabkan oleh gangguan fisis (optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Contohnya adalah bintik hitam atau putih yang muncul secara acak yang tidak diinginkan di dalam citra. bintik acak ini disebut dengan derau *salt and pepper* [15].

II.3 Jenis Citra Digital

Pada aplikasi pengolahan citra digital pada umumnya, citra digital dapat dibagi menjadi [20]:

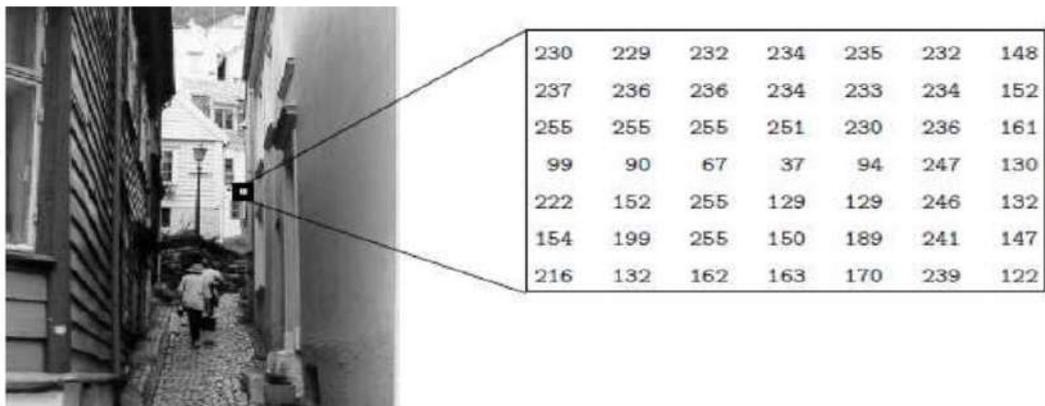
1. Citra RGB (*Red, Green, and Blue*)

Citra RGB merupakan citra dengan sekumpulan triplet dimana setiap triplet terdiri atas variasi tingkat keterangan (*brightness*) dari elemen *red*, *green* dan *blue* [22]. Jika masing-masing warna memiliki *range* 0-255, maka totalnya adalah $255^3 = 16.581.375$ (16 K) variasi warna berbeda pada gambar, dimana variasi warna ini cukup untuk gambar apapun. Karena jumlah bit yang diperlukan untuk setiap piksel, gambar tersebut juga disebut gambar bit warna. *Color image* ini terdiri dari tiga matriks yang mewakili nilai-nilai merah, hijau dan biru untuk setiap pikselnya, seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3 [23].

rata dari *color image*, dengan demikian dapat dituliskan pada persamaan (2.6) sebagai berikut [20]:

$$I_{\text{Gray}}(x,y) = \frac{I_{\text{R}}(x,y)+I_{\text{G}}(x,y)+I_{\text{B}}(x,y)}{3} \quad (2.6)$$

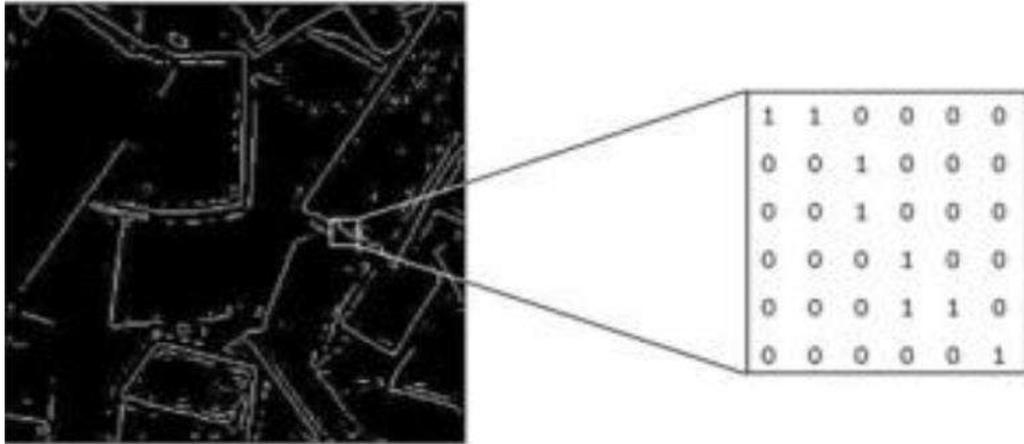
dengan $I_{\text{R}}(x,y)$ = nilai piksel *red* titik (x,y), $I_{\text{G}}(x,y)$ = nilai piksel *green* titik (x,y), $I_{\text{B}}(x,y)$ = nilai piksel *blue* titik (x,y) sedangkan $I_{\text{Gray}}(x,y)$ = nilai piksel *grayscale* titik (x,y). Piksel citra *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 2.4 [20].



Gambar 2.4 Citra *grayscale*

3. Citra Biner

Setiap piksel pada citra biner hanya mempunyai dua nilai yaitu 0 dan 1. Nilai 0 menyatakan warna hitam sedangkan nilai 1 menyatakan warna putih. Oleh karena hanya memiliki dua nilai kemungkinan dari setiap piksel, maka setiap piksel hanya memiliki ukuran 1 bit. Hal ini menyebabkan proses penyimpanan citra biner sangat efisien. Contoh dari citra tipe biner diperlihatkan pada Gambar 2.5, dimana warna putih menyatakan piksel tepi (*edge*) dan warna hitam menyatakan latar belakang (*background*) [21].



Gambar 2.5 Citra biner

II.4 Pemulihan dan Peningkatan Citra

Istilah pemulihan dalam pengolahan citra memiliki perbedaan makna dengan peningkatan citra. Istilah peningkatan citra memiliki makna usaha untuk membuat citra agar menjadi lebih baik menurut sudut pandang pengolahnya. Pada peningkatan citra dimungkinkan untuk memanipulasi piksel hingga terjadi perubahan drastis diluar nilai intensitas piksel aslinya. Ukuran citra menjadi lebih baik juga bersifat relatif karena antara pengolah satu dengan yang lain memiliki ukuran yang berbeda. Pemulihan citra merupakan proses untuk mengembalikan kualitas citra yang turun akibat adanya tambahan derau saat pendigitalan atau pengiriman agar menjadi mirip dengan keadaan aslinya. Adapun teknik pemulihan dan peningkatan citra sebagai berikut [18]:

II.4.1 Median Filter

Metode median filter merupakan filter *non linear* yang dikembangkan oleh Tukey. Metode tersebut berfungsi untuk mengurangi *noise* dan menghaluskan citra. Dikatakan non linear karena cara kerja penapis ini tidak termasuk kedalam kategori operasi konvolusi. Operasi *non linear* dihitung dengan cara mengurutkan nilai intensitas sekelompok piksel, kemudian mengganti nilai piksel yang diproses dengan nilai tertentu . Pada median filter suatu *window* atau penapis yang memuat sejumlah piksel digeser titik per titik pada seluruh daerah citra. Lalu nilai-nilai tersebut diurutkan secara *ascending* untuk kemudian dihitung nilai mediannya.

Nilai median tersebut akan menggantikan nilai yang berada pada pusat bidang *window*. Metode ini sangat cocok untuk reduksi *noise salt and pepper*. Contoh filtering dengan filter 3x3 dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut [24]:

	123	125	126	130	140	
	122	124	126	127	135	
	118	120	150	125	134	
	119	115	119	123	133	
	111	116	110	120	130	

Gambar 2.6 Median filter

II.4.2 Contrast Enhancement

II.4.2.1 Histogram Equalization

Histogram equalization merupakan metode dalam pengolahan gambar yang meningkatkan kontras gambar secara umum. Melalui penyesuaian ini, intensitas gambar dapat didistribusikan pada *histogram* dengan lebih baik. Hal ini memungkinkan untuk daerah kontras lokal yang lebih rendah untuk mendapatkan kontras yang lebih tinggi tanpa mempengaruhi kontras global. Metode ini juga berguna untuk dengan latar belakang dan *foregrounds* yang keduanya terang atau keduanya gelap [25].

Citra kontras ditentukan oleh rentang dinamis yang didefinisikan sebagai perbandingan antara bagian paling terang dan paling gelap intensitas piksel. *Histogram* memberikan informasi untuk kontras dan intensitas keseluruhan distribusi dari suatu gambar. Misalkan gambar *input* $f(x,y)$ terdiri dari tingkat abu-abu diskrit dalam kisaran dinamis $[0, L-1]$ maka *histogram equalization* didefinisikan sebagai persamaan 2.7 [25]:

$$S_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \frac{L-1}{MN} \sum_{j=0}^k n_j \quad (2.7)$$

Untuk persamaan transformasi *histogram equalization* pada gambar digital, variabel $M \times N$ menunjukkan total jumlah piksel, L jumlah tingkat abu-abu, dan $p_r(r_j)$ jumlah piksel dalam gambar masukan dengan intensitas nilai r_j . Rentang nilai *input* dan *output* abu-abu berada di kisaran $0,1,2,\dots,L-1$. Kemudian, transformasi *histogram equalization* memetakan *input* nilai r_k (di mana $k = 0,1,2, \dots,L-1$) hingga nilai *output* S_k [25] .

II. 4.2.2 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)

CLAHE merupakan teknik perbaikan kontras citra dengan meningkatkan kontras lokal citra. Lokal citra ini didapat dengan membentuk beberapa *grid* simetris pada citra yang disebut dengan *region size*. Struktur regional citra dibagi menjadi tiga, yaitu bagian yang berada di sudut citra ditandai dengan *corner region* (CR), bagian tepi kecuali CR ditandai dengan *border region* (BR), dan bagian lainnya yang berada di tengah ditandai dengan *inner region* (IR). Permasalahan peningkatan kontras yang berlebihan dapat diatasi dengan menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE), yaitu dengan memberikan nilai batas pada *histogram*. Nilai batas ini disebut dengan *clip limit* yang menyatakan batas maksimum tinggi suatu *histogram*. Cara menghitung *clip limit* suatu *histogram* dapat didefinisikan dengan persamaan (2.8) [26].

$$\beta = \frac{M}{N} \left(1 + \frac{\alpha}{100} (s - 1) \right) \quad (2.8)$$

Keterangan: M = luas *region size*

N = nilai *grayscale* (256)

α = *clip factor* (penambahan batas limit suatu *histogram* yang bernilai antara 0-100)

II.5 Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

MSE dan PSNR untuk mengetahui metode mana yang lebih bagus untuk dipakai dalam peningkatan kualitas citra. Dalam citra digital terdapat suatu standar pengukuran kualitas citra yaitu nilai MSE dan PSNR. Tingkat keberhasilan dan kemampuan dari suatu metode peningkatan kualitas citra dihitung dengan menggunakan MSE dan PSNR. Kemampuan metode peningkatan

kualitas citra juga dapat diukur dengan teknik visual, yaitu melihat pada citra hasil dan membandingkannya dengan citra asli, tetapi dalam citra medis tidak mudah melihat kelainannya tanpa memiliki dasar pengetahuan yang baik, sehingga hasil pengukuran teknik visual setiap orang berbeda-beda [27].

PSNR adalah sebuah perhitungan yang menentukan nilai dari sebuah citra yang dihasilkan. Nilai PSNR ditentukan oleh besar atau kecilnya nilai MSE yang terjadi pada citra. Semakin besar nilai PSNR, semakin baik pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Sebaliknya, semakin kecil nilai PSNR, maka akan semakin buruk hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Satuan nilai dari PSNR sama seperti MSE, yaitu *decibel* (dB). Jadi hubungan antara nilai PSNR dengan nilai MSE adalah semakin besar nilai PSNR, maka akan semakin kecil nilai MSE-nya. PSNR secara umum digunakan untuk mengukur kualitas pada penyusunan ulang citra. Hal ini lebih mudah didefinisikan dengan MSE. MSE adalah kesalahan kuadrat rata-rata. Nilai MSE didapat dengan membandingkan nilai selisih piksel-piksel citra asal dengan citra hasil pada posisi piksel yang sama. Semakin besar nilai MSE, maka tampilan pada citra hasil akan semakin buruk. Sebaliknya, semakin kecil nilai MSE, maka tampilan pada citra hasil akan semakin baik. Hal ini akan menjadi parameter perbandingan tiap-tiap metode. Nilai MSE dan PSNR dapat dicari dengan persamaan (3.2) dan (3.3) [27]:

$$MSE = \left(\frac{1}{MN} \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N (g'(x,y) - g(x,y))^2 \right) \quad (3.2)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{Max}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (3.3)$$

Keterangan:

- x = ukuran baris dari citra
- y = ukuran kolom dari citra
- g(x,y) = matriks citra hasil pemrosesan
- [MN] = ukuran citra

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2020 di Laboratorium Optik dan Spektroskopi Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu laptop dan *software Matlab* 2017a.

III.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder citra *CT-Scan* pasien kanker paru-paru sebanyak 6 citra.

III.3 Prosedur Penelitian

III.3.1 Akuisisi Citra

Pengambilan data sekunder citra *CT-Scan* kanker paru-paru di <http://www.radiopedia.org> sebanyak 6 citra. Data citra yang diambil berdasarkan *slice* dengan potongan aksial.

III.3.2 Konversi Citra RGB ke *Grayscale*

Mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matriks masing-masing R, G, dan B menjadi citra *grayscale* dengan nilai Gy, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai

i R, G, dan B sehingga dapat dituliskan pada persamaan (3.1) berikut:

$$I_{Gy}(x,y) = \frac{I_R(x,y) + I_G(x,y) + I_B(x,y)}{3} \quad (3.1)$$

III.3.3 Reduksi Noise (Median Filter)

Reduksi *noise* yaitu memperbaiki citra dengan menghilangkan *noise* menggunakan metode median filter dengan cara sebagai berikut:

1. Melakukan filter median dengan menggunakan matriks berukuran 3x3.

Misalnya:

$$\begin{vmatrix} 3 & 5 & 7 \\ 9 & 4 & 8 \\ 8 & 1 & 7 \end{vmatrix}$$

Bila dijadikan 1 baris maka: 3, 5, 7, 9, 4, 8, 8, 1, 7

Bila diurutkan: 1, 3, 4, 5, 7, 7, 8, 8, 9. Maka, mediannya = 7

2. Siapkan matriks nol yang ukurannya sama persis dengan citra yang akan diolah.

$$\begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Matriks ini nantinya akan berisi nilai-nilai intensitas dari citra asli.

$$\begin{vmatrix} 3 & 5 & 7 \\ 9 & 7 & 0 \\ 8 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

3. Proses median filter dilakukan untuk semua piksel hingga semua nilai 0 pada matriks nol berubah menjadi nilai median atau titik tengah dari matriks original yang sesuai dengan ukuran dari jendela filter.

III.3.4 Contrast Enhancement

Melakukan pengujian perbaikan kualitas citra dengan menggunakan 2 metode sebagai berikut:

III.3.4.1 Histogram Equalization

Metode *histogram equalization* akan meningkatkan kualitas citra digital dengan melakukan perataan *histogram* dimana penyebaran nilai tingkat keabuan citra dibuat rata. Adapun langkah-langkah pengolahan sebagai berikut:

1. Membaca citra yang telah di proses dengan metode median filter dengan perintah "imread".
2. Melakukan perbaikan kontras citra dengan perintah "histeq".

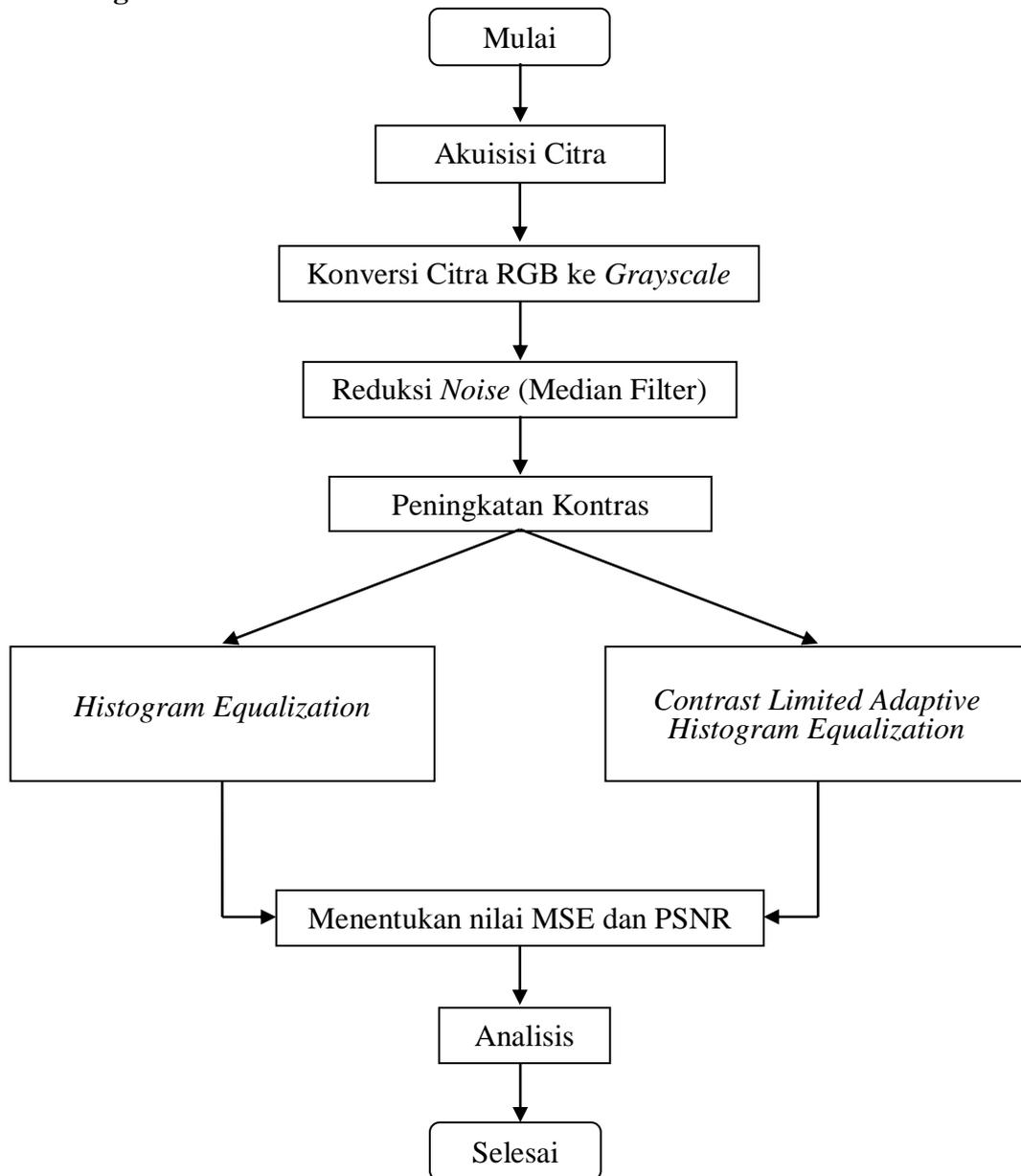
3. Menampilkan grafik perbandingan citra sebelum dan setelah diolah dengan perintah “imhist”.
4. Kemudian di run maka program *Matlab* akan memproses citra tersebut dengan metode *histogram equalization*.
5. Hasil dari program *Matlab* berupa citra asli dan citra yang telah diolah dilengkapi dengan grafiknya.
6. Analisis data.

III.3.4.2 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization

Metode *contrast limited adaptive histogram equalization* akan meningkatkan kontras lokal citra dengan memberikan nilai batas pada histogram. Nilai batas ini disebut dengan *clip limit* yang menyatakan batas maksimum tinggi suatu histogram. Adapun langkah-langkah pengolahan sebagai berikut:

1. Membaca citra yang telah di proses dengan metode median filter dengan perintah “imread”.
2. Melakukan perbaikan kontras citra dengan perintah “adapthisteq”.
3. Menampilkan grafik perbandingan citra sebelum dan setelah diolah dengan perintah “imhist”.
4. Kemudian di run maka program *Matlab* akan memproses citra tersebut dengan metode *contrast limited adaptive histogram equalization*.
5. Hasil dari program *Matlab* berupa citra asli dan citra yang telah diolah dilengkapi dengan grafiknya.
6. Analisis data.

III.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian