

**ANALISIS CITRA THORAX DETEKSI KANKER PARU-PARU
MENGUNAKAN METODE ANALISIS FOURIER 2D**



**MUHAMMAD ZHARFAN
F1C316020**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi,
Yang menyatakan

Muhammad Zharfan
F1C316020

RINGKASAN

Penelitian ini tentang Analisis Citra Thorax Deteksi Kanker Paru-Paru Menggunakan Metode Analisis Fourier 2D. Tujuannya memperoleh nilai dimensi fraktal dan *intercept* yang digunakan untuk mengklasifikasikan Thorax Normal dan Kanker. Sebelum dilakukan proses Fourier 2D citra melalui beberapa tahapan yaitu perancangan program, program yang digunakan pada penelitian ini yaitu program MATLAB dengan versi R2017a dengan memanfaatkan fungsi GUI (*Graphical User Interface*) yang berfokus pada pengolahan citra dengan cara yang sederhana. Setelah perancangan selesai, selanjutnya Analisa citra thorax dengan menggunakan metode Fourier 2D, data pertama yang digunakan yaitu Data citra thorax Normal yang diperoleh dataset *Japaness Society of Radiological Technology (JSRT)* dan kedua merupakan data citra thorax kanker dari penelitian sebelumnya. Selanjutnya citra tersebut melalui proses perbaikan, segmentasi citra, dan mencari nilai dimensi fraktal dan nilai *intercept* dengan menggunakan fungsi MATLAB Analisis fourier 2D. Nilai dimensi fraktal ini bertujuan untuk melihat bentuk keteraturan permukaan struktur jaringan pada citra thorax untuk mendeteksi adanya kanker pada paru-paru tersebut. Dari proses komputasi, diperoleh nilai dimensi fraktal pada citra thorax kanker yaitu 0,86 sampai 1,07 dan nilai *intercept* diperoleh 32,83 sampai 37,07. Nilai dimensi fraktal yang diperoleh lebih kecil dari nilai dimensi fraktal citra thorax normal (1,73) dan nilai *intercept* citra kanker lebih besar dari nilai *intercept* citra thorax kanker. Sehingga disimpulkan bahwa, nilai dimensi fractal pada citra thorax normal lebih besar dari pada nilai dimensi fractal pada citra thorax kanker, sehingga perolehan data tersebut dapat dikatakan benar, namun perlu diketahui nilai persentase eror rata-rata sebesar 42% dan akurasi rata-rata sebesar 58%. Terlihat bahwa kemampuan metode analisis Fourier 2D untuk mendeteksi Kanker pada Citra Thorax yang diperoleh dari Dataset hasil Penelitian masih sangat jauh dari harapan. Hal ini bisa terjadi karena Hal ini bisa terjadi karena, citra yang diperoleh dari database tersebut memiliki kualitas yang kurang baik sehingga mempengaruhi hasil dan data tersebut tidak dapat diklasifikasikan dengan baik.

Kata Kunci : Citra Thorax, Dimensi Fraktal, Intercept, Kanker Paru-Paru

SUMMARY

This research is about Thorax Image Analysis for Lung Cancer Detection Using 2D Fourier Analysis Method. The goal is to obtain fractal and intercept dimension values that are used to classify Normal and Cancer Thorax. Before the Fourier 2D image process was carried out, several stages were carried out, namely program design. The program used in this study was the MATLAB program version R2017a by utilizing the GUI (Graphical User Interface) function which focuses on image processing in a simple way. After the design is complete, further analysis of the thorax image using the Fourier 2D method, the first data used is Normal thorax image data obtained from the Japanese Society of Radiological Technology (JSRT) dataset and the second is thorax cancer image data from previous research. Furthermore, the image goes through a process of repair, image segmentation, and looking for fractal dimension values and intercept values using the MATLAB Fourier 2D Analyst function. The value of this fractal dimension aims to see the surface shape of the tissue structure on the thorax image to detect the presence of cancer in the lung. From the processing process, the fractal dimension values obtained on cancer thorax images were 0.86 to 1.07 and the intercept values were 32.83 to 37.07. The obtained fractal dimension value is smaller than the normal thorax image fractal dimension value (1.73) and the cancer image intercept value is greater than the cancer thorax image intercept value. So it can be concluded that the fractal dimension value in normal thorax images is greater than the fractal dimension value in cancer thorax images, so that the data acquisition can be said to be correct, but it is necessary to know that the average error proportion value is 42% and the average accuracy is 58%. It can be seen that the ability of the 2D Fourier analysis method to detect cancer in Thorax images obtained from the research dataset is still very far from expectations. This can happen because this can happen because the images obtained from the database are of poor quality, which affects the results and the data cannot be classified properly.

Keywords: *Thorax Image, Fractal Dimension, Intercept, Lung Cancer*

**ANALISIS CITRA THORAX DETEKSI KANKER PARU-PARU
MENGUNAKAN METODE ANALISIS *FOURIER* 2D**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Fisika.



MUHAMMAD ZHARFAN

F1C316020

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2023

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul **ANALISIS CITRA THORAX DETEKSI KANKER PARU-PARU MENGGUNAKAN METODE ANALISIS FOURIER 2D** yang disusun oleh **MUHAMMAD ZHARFAN, NIM: F1C316020** telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 07 September 2023 dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji:

Ketua : Haerul Pathoni, S.Pd., M.PFis
Sekretaris : Mardian Peslinof, S.Si., M.Si
Anggota : 1. Nurhidayah, S.Pd., M.Sc.
2. Yoza Fendriani, S.Pd., M.Si.
3. Jesi Pebralia, S.Pd., M.Si.

Disetujui :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Haerul Pathoni, S.Pd., M.PFis
NIP. 198511012012121001

Mardian Peslinof, S.Si., M.Si
NIP. 198611292014021001

Dekan,

Diketahui,

Ketua Jurusan MIPA

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T
NIP.196806021993031004

Dr. Yusnaidar, S.Si. M.Si
NIP.196809241999032001

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Zharfan lahir di Koto Dian Pulau Tengah pada tanggal 04 Desember 1998. Penulis merupakan anak pertama dari Ismail, S.PdS dan Rina Susanti. Penulis memulai pendidikan di SD No 280/III Desa Koto Dian Pulau Tengah pada tahun 2006 hingga 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan di MTs pada tahun 2010 Koto Dian Pulau Tengah hingga 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di MA Negeri 1 Kota Sungai Penuh pada tahun 2013 hingga 2016. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Jambi, Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Fisika di tahun 2016 melalui jalur UMB. Penulis mengakhiri masa studi di Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi dengan melaksanakan Magang di RSUD Raden Mattaher Jambi. Setelah itu, penulis menyusun tugas akhir dan skripsi i, S.Pd., M.Pfis selaku pembimbing utama dan Bapak Mardian Peslinof, S.Si., M.Si selaku pembimbing pendamping pada skripsi yang berjudul **“Analisis Citra Thorax Deteksi Kanker Paru-Paru Menggunakan Metode Analisis Fourier 2D”**.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Analisis Citra Thorax Deteksi Kanker Paru-Paru Menggunakan Metode Analisis Fourier 2D”**.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu selama penulisan skripsi, penulis telah mendapatkan berbagai bimbingan, arahan, serta dorongan dari berbagai pihak, diantaranya :

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Ismail,S.Pd dan Ibunda Rina Susanti yang telah mendoakan, mendukung serta meridhoi sehingga skripsi ini selesai dengan lancar tanpa hambatan apapun.
2. Drs. Jefri Marzal,M.Sc.,D.I.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
3. Dr. Yusnaidar, S.Si. M.Si selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
4. Nurhidayah, S.Pd., M.Sc selaku ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
5. Haerul Pathoni, S.Pd., M.Pfis selaku Pembimbing Utama Penelitian Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
6. Mardian Peslinof, S.Si., M.Si selaku Pembimbing Pendamping Penelitian Program Studi Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi.
7. Teman-teman Program Studi Fisika terkhusus para Fisika Medis angkatan 2016.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan penelitian-penelitian bertema sains di Indonesia.

Jambi, September 2023

Muhammad Zharfan

F1C316020

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
RINGKASAN	ii
SUMMARY	iii
PENGESAHAN	v
RIWAYAT HIDUP	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Analisis Citra <i>Thorax</i>	4
2.2 Kanker Paru-paru	6
2.3 Metode Analisis <i>Fourier 2D</i>	8
III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat.....	13
3.2 Bahan dan Peralatan	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.4 Diagram Alir	21
3.5 Analisis Data.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Perancangan Program Menggunakan GUI MATLAB R2017a	23
4.2 Analisis Citra <i>thorax</i> Menggunakan Metode Analisis <i>Fourier 2D</i>	36
4.3 Menganalisis Kinerja dengan Menentukan Nilai Akurasi dari Data Citra <i>Thorax</i>	44
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Nilai dimensi fraktal dan intercept citra thorax normal	37
Tabel 2. Nilai dimensi fraktal dan intercept Citra Mammogram	38
Tabel 3. Nilai dimensi fraktal dan intercept citra Tumor Otak	38
Tabel 4. Nilai Dimensi Fraktal dan intercept Citra thorax kanker	41
Tabel 5. Persentase Nilai Error dan nilai Akurasi pada citra Thorax	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Citra thorax.....	5
Gambar 2. <i>Anatomi Thorax</i>	5
Gambar 3. <i>Contoh Grafik Histogram Fasa citra CT Scan Tumor Otak</i>	11
Gambar 4. <i>Kurva log (magnitude) dan Log (Frekuensi)</i>	11
Gambar 5. <i>Tahapan Penelitian</i>	13
Gambar 6. Tampilan Awal Pemanggilan Fungsi GUI pada MATLAB	14
Gambar 7. Tampilan Jendela Dialog GUIDE.....	15
Gambar 8. Tampilan Awal GUIDE.....	15
Gambar 9. <i>Perancangan Program menggunakan GUI MATLAB R2017a</i>	16
Gambar 10. <i>Akuisisi Citra Thorax</i>	17
Gambar 11. <i>Citra thorax (a) Citra Asli (b) Citra hasil Perbaikan</i>	18
Gambar 12. <i>Proses Perbaikan kualitas citra (Imadjust)</i>	18
Gambar 13. <i>Proses Segmentasi Citra thorax hasil perbaikan</i>	19
Gambar 14. <i>Citra thorax hasil segmentasi</i>	19
Gambar 15. <i>Proses mencari Nilai Dimensi Fraktal dan Intercept</i>	20
Gambar 16. <i>Diagram Alir Penelitian</i>	21
Gambar 17. <i>Skema GUI MATLAB</i>	23
Gambar 18. <i>Tampilan Membuat Panel GUI MATLAB</i>	24
Gambar 19. <i>Tampilan Membuat Axes pada GUI MATLAB</i>	24
Gambar 20. <i>Tampilan Membuat Panel pada GUI MATLAB</i>	25
Gambar 21. <i>Tampilan pembuatan Statistic Textpada GUI Matlab</i>	25
Gambar 22. <i>Tampilan untuk mengedit Statistic Text GUI MATLAB</i>	26
Gambar 23. <i>Tampilan Statistic text GUI Matlab</i>	26
Gambar 24. <i>Tampilan Edit Text GUI Matlab</i>	27
Gambar 25. <i>Tampilan hasil piushbutton GUI MATLAB</i>	27
Gambar 26. <i>Tampilan akhir GUI MATLAB</i>	28
Gambar 27. <i>Tampilan GUI MATLAB untuk memilih citra</i>	34
Gambar 28. <i>Tampilan GUI MATLAB hasil citra input</i>	35
Gambar 29. <i>Citra hasil Segmentasi</i>	35
Gambar 30. <i>Grafik Histogram dan Kurva Log metode Fourier 2D</i>	36
Gambar 31. <i>Hasil segmentasi citra Thorax</i>	40
Gambar 32. <i>(a) Citra Heterogen (b) Citra Homogen</i>	42
Gambar 33. <i>(a) Diagram Fasa Citra Normal (b) Diagram Fasa Citra Kanker</i> .	43
Gambar 34. <i>(a) Grafik Log Magnitude vs Frequency citra Normal (b) Grafik Log Magnitude vs Frequency citra kanker</i>	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Data Citra thorax Normal	50
Lampiran 2. Data citra thorax kanker.....	51
Lampiran 3. Perhitungan %Eror dan nilai Akurasi.....	56
Lampiran 4. Source Code MATLAB	59
Lampiran 5. Hasil Proses Komputasi	66

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia kesehatan Sinar-X sangat umum digunakan untuk diagnosis gambar medis. Sinar-X digunakan dalam dunia medis dengan cara melakukan foto *rontgen* sehingga diperoleh sebuah citra. Citra sinar-X mampu memberikan informasi mengenai kepadatan tulang, komposisi tulang, struktur dan matriks tulang, sehingga dapat digunakan untuk diagnosis dalam dunia kesehatan (Mulyono, 2009). Citra sinar-X memiliki lapisan tipis, piringan *fosfor* serta emulsi atau sensor digital yang dapat memancarkan ion dalam *Radiograph* sehingga dapat digunakan untuk melihat isi dalam tubuh manusia, seperti otak, dental dan paru-paru (Fauzi, 2016).

Pendeteksian kanker paru-paru saat ini yaitu dengan bantuan dokter, dokter akan melakukan diagnosis dari gejala dan pemeriksaan fisik. Biasanya pemeriksaan fisik yang dilakukan yaitu pemeriksaan *Spirometri* atau memeriksa fungsi paru-paru dengan mengukur jumlah udara yang keluar dan masuk saat bernapas, selanjutnya pemeriksaan radiologi juga dilakukan dengan cara melakukan *CT Scan* Paru-paru atau *Thorax* pada pasien dan akan diperoleh langsung dari hasil citra pemeriksaan dengan adanya massa berwarna putih keabuan, jika sudah dipastikan memiliki kanker paru, prosedur *bronkoskopi* dan *biopsi* akan dilakukan dan sampel jaringan yang diambil dari biopsi akan diperiksa (Herminahospitals, 2022).

Citra *thorax* digunakan untuk menganalisis perbedaan kondisi paru-paru normal dan abnormal (Ekananda *dkk.*, 2022). Pendeteksian Kanker paru-paru menggunakan citra *thorax* relatif cepat, dan mudah dilakukan. Metode analisis citra *thorax* dikatakan normal jika pada hasil Citra tidak memiliki bercak. Tekstur citra halus, bentuk dan ukuran paru-paru tidak berubah. Pemeriksaan paru-paru menggunakan Citra *thorax* dikarenakan pemeriksaan yang dilakukan relatif cepat, mudah dilakukan, dan lebih murah daripada test MRI dan *CT Scan* (Wikanargo *dkk.*, 2018).

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai Citra Sinar-X paru-paru diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Wulan (2012) dalam penelitian tersebut dari parameter yang digunakan hasil pengujian memperoleh nilai akurasi sebesar 86,67% namun pada penelitian ini, terdapat beberapa kekurangan diantaranya yaitu proses *Cropping* citra yang masih manual menggunakan aplikasi Photoshop sehingga bisa saja hasil yang diperoleh tidak akurat karena adanya perbedaan ukuran dan posisi analisis pada saat *cropping*.

Selanjutnya menurut Rodiah (2012) dalam melakukan pendeteksian nodul terhadap citra sinar-x tidak dapat diterapkan secara langsung terutama dalam melakukan penentuan dari tepi paru sebagai tahap awal pendeteksian nodul. Seringkali terjadi ketidaktepatan yang mengakibatkan hasil segmentasi menjadi kurang tepat, salah satunya nodul yang akan di deteksi ikut menjadi bagian dari citra paru bukan nodul yang akan dideteksi, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap pendeteksian nodul dengan metode lain. Pada penelitian yang dilakukan oleh Listyalina (2020) diperoleh nilai akurasi sebesar 72,97%, dalam penelitiannya citra dilakukan perbaikan dengan melakukan penambahan kontras sehingga citra yang dianalisis dapat menghasilkan nilai akurasi yang cukup tinggi sehingga penelitian ini menjadi pendukung untuk penelitian selanjutnya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode Analisis *Fourier* 2D. Metode ini dapat digunakan untuk mengetahui besar nilai kepadatan tulang paru-paru dan mengetahui struktur pada tulang paru-paru, metode tersebut juga cukup mudah dan lebih efektif dalam mengkaraktisasi citra (Rusmawarningsih, 2018). Kanker paru saat ini mencapai kasus kematian 12,6% atau 26.095 kasus (Yunianto, 2021). Saat ini pemeriksaan Kanker paru-paru dengan bantuan dokter masih seringkali terjadi ketidaktepatan dari hasil diagnosa. Maka perlu dilakukan penelitian tentang **“Analisis Citra thorax Deteksi Kanker Paru-Paru Menggunakan Metode Analisis *Fourier* 2D”** secara digital dengan menggunakan citra sinar-X paru-paru melalui proses penambahan kontras citra, segmentasi, dan mencari nilai Dimensi Fraktal dan *Intercept* citra serta menambahkan data citra uji untuk mendapatkan nilai akurasi yang tinggi.

1.2 Identifikasi dan Perumusan masalah

Kanker paru-paru dapat menyerang semua usia dan merupakan penyebab kematian tertinggi di Indonesia. Proses pendeteksian kanker secara manual yang dilakukan oleh Dokter seringkali terjadi ketidaktepatan pada saat proses diagnosa. Metode pemeriksaan citra yang manual juga memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu perlu dilakukan pendeteksian kanker paru-paru secara komputasi sehingga disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Membuat program MATLAB dan GUI MATLAB untuk deteksi Kanker paru-paru pada Citra *Thorax*.
2. Menganalisis hasil deteksi kanker paru-paru dari citra *Thorax* menggunakan metode Analisis *Fourier* 2D.

3. Menganalisis kinerja Metode Analisis *Fourier* 2D dalam mendeteksi Kanker Paru-paru dengan menentukan nilai Akurasi dari data citra *Thorax*.

1.3 Tujuan Penelitian

Dari identifikasi dan perumusan masalah yang di buat, diperoleh tujuan penelitian yaitu:

1. Untuk mengetahui bagaimana proses membuat program MATLAB dan GUI MATLAB untuk deteksi Kanker paru-paru pada Citra *Thorax*.
2. Untuk menganalisis hasil deteksi kanker paru-paru dari citra *Thorax* menggunakan metode Analisis *Fourier* 2D.
3. Untuk menganalisis kinerja Metode Analisis *Fourier* 2D dalam mendeteksi Kanker Paru-paru dengan menentukan nilai Akurasi dari data citra *Thorax*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang, identifikasi dan perumusan masalah dan tujuan yang terdapat di atas maka diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Menambah ilmu dan wawasan peneliti dan pembaca mengenai analisis citra *thorax* deteksi kanker paru-paru menggunakan Metode Analisis *Fourier* 2D.
2. Membuat program MATLAB dan GUI MATLAB untuk deteksi Kanker paru-paru pada Citra *Thorax*.
3. Menganalisis hasil deteksi kanker paru-paru dari citra *Thorax* menggunakan metode Analisis *Fourier* 2D.
4. Menganalisis kinerja Metode Analisis *Fourier* 2D dalam mendeteksi Kanker Paru-paru dengan menentukan nilai Akurasi dari data citra *Thorax*.
5. Sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Citra *Thorax*

Perkembangan teknologi dalam dunia kesehatan sangat membantu untuk mendeteksi suatu penyakit. Citra merupakan representasi visual dari suatu objek, orang atau pemandangan dalam bentuk dua dimensi yang dihasilkan dari cermin, lensa atau kamera. Dalam dunia kesehatan, citra diperoleh dari Sinar-X yang dipancarkan kepada pasien atau disebut sebagai *photo rontgen*. Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Conrad Rontgen berkebangsaan Jerman pada tahun 1895. Sinar-X merupakan bentuk Radiasi elektromagnetik dengan energi 200 eV sampai 1 MeV. Pada proses pencitraan Sinar-X diperlukan tegangan tinggi yang memiliki tujuan untuk menghasilkan berkas sinar-X yang baik (Ramadhan, 2015). Citra terbagi dalam dua bentuk yaitu Kontinue dan Digital. Pengolahan citra ialah teknik manipulasi citra secara digital atau biasa disebut sebagai citra digital yang merupakan suatu representasi, kemiripan, atau tiruan dari suatu objek agar mudah dipahami oleh manusia atau komputer (Umam, 2015). Citra memiliki komponen multimedia yang memiliki informasi visual. Penggunaan sinar-X untuk mendiagnosa berbagai penyakit disebut radiodiagnostik. Pemanfaatan sinar-X radiodiagnostik adalah sebagai penegak diagnosa suatu penyakit dan sejak saat itu radiodiagnostik menjadi salah satu pemeriksaan dalam dunia kedokteran (Latif, 2016).

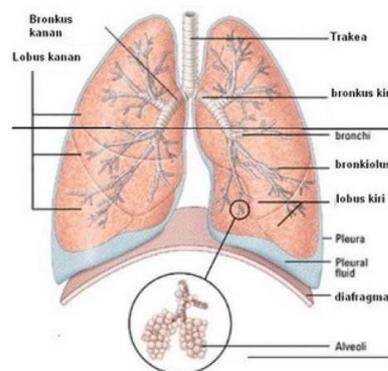
Pemeriksaan yang dilakukan oleh *Radiographer* untuk melihat paru-paru yaitu pemeriksaan *Thorax*. Pemeriksaan ini bertujuan untuk melihat kondisi dada yaitu paru-paru dan jantung (Long dkk., 2017). Proses pembuatan citra *thorax* dilakukan pada permukaan film topografi. Sinar-X yang telah terserap oleh tubuh pasien dan mengenai permukaan film yang akan memberikan bayangan gambar pada film sehingga terbentuk Citra *thorax* (Wulan, 2012). Bagian tulang pada citra sinar-X akan menyerap lebih banyak radiasi sinar-x dibandingkan bagian tubuh lunak lain seperti lemak, otot dan organ tubuh lain, sehingga hasil yang diperoleh pada bagian tulang akan menghasilkan gambar berwarna putih sedangkan pada bagian yang lunak akan berwarna abu-abu sedangkan untuk udara akan menghasilkan warna hitam pada Citra *thorax* (Prasetyo, 2020). Citra *thorax* normal akan menghasilkan citra yang halus, tidak memiliki bercak, bentuk dan ukurannya tidak berubah.

Sedangkan citra *thorax* yang tidak normal akan menghasilkan citra yang buram, teksturnya tidak halus dan bentuk ukuran paru-paru berubah. Menurut Rahmanty *dkk* (2022) Citra *X-Ray Thorax* diperoleh melalui pemeriksaan menggunakan radiasi elektromagnetik yang berfungsi untuk menampilkan citra atau gambar dada seseorang dengan menunjukkan paru-paru, jantung, saluran pernafasan dan pembuluh darah. Contoh citra *thorax* yang digunakan pada penelitian ini yaitu :



Gambar 1. Citra thorax
(Rahmanty *dkk.*, 2022)

Thorax merupakan sebuah rongga pada tubuh, berbentuk kerucut dengan bagian bawah lebih besar dan bagian belakangnya lebih panjang. *Thorax* terbentuk atas rongga pleura dan diafragma yang digunakan dalam proses respirasi. *Thorax* dibentuk oleh *sternum*, 12 pasang tulang rusuk dan 12 tulang *Thoracalis*. *Thorax* memiliki dua *clavikula* yang berfungsi untuk menghubungkan *sternum* dengan dua *scapula*, 12 pasang tulang rusuk yang melingkari rongga dada dan 12 tulang belakang (Aulia, 2021). Anatomi *Thorax* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Anatomi Thorax

Pleura selaput tipis yang membungkus paru-paru terbagi dalam dua bagian yaitu *pleura viseralis* merupakan selaput yang langsung membungkus paru-paru sedangkan *pleura parietalis* merupakan selaput yang menempel pada rongga dada (Prabandari, 2017).

Paru-paru merupakan organ yang paling penting pada manusia yang terdiri dari kanan dan kiri, paru-paru memiliki bagian yang disebut lobus. Setiap paru-paru memiliki jumlah lobus yang berbeda, pada paru-paru kanan, memiliki tiga lobus yaitu atas, tengah dan bawah. Sedangkan paru-paru kiri memiliki dua lobus yaitu lobus atas dan bawah. Anatomi ini sangat penting untuk diketahui oleh dokter paru-paru untuk menentukan lokasi kelainan paru-paru sehingga mempermudah proses diagnosis (Putra, 2020). Lobus merupakan dua organ besar berbentuk seperti spons (Umara *dkk.*, 2021). Kanker paru-paru merupakan penyakit yang memerlukan penanganan serta tindakan yang tepat, seorang yang mengalami kanker harus lebih sering datang ke dokter dikarenakan penyakit ini merupakan penyakit mematikan terbesar didunia. Terdapat dua jenis kanker paru-paru yaitu, *Small Cell Lung Cancer* (SCLC) yaitu jenis kanker yang tumbuh lebih cepat namun bisa dikendalikan dengan kemoterapi. Kedua yaitu *Non Small Cell Lung Cancer* (NSCLC) atau penyakit kanker yang bukan sel kecil dan ini merupakan jenis kanker yang paling umum (Fajri, 2018).

2.2 Kanker Paru-paru

World Health Organization (WHO) dan Organisasi Penanggulangan Kanker Dunia (UICC) memprediksikan pada tahun 2030 terjadi peningkatan kanker hingga 300%. Kanker yang dimaksud merupakan kanker yang paling mematikan yaitu kanker paru-paru. Dari data yang diperoleh Globocan tahun 2018 kasus kanker paru-paru terjadi di Indonesia sebanyak 30.023 dengan angka kematian mencapai 12,6% atau 26.095 kasus kematian (Yunianto, 2021). Seseorang yang mengalami kanker paru-paru akan terjadi perubahan pada struktur paru-paru itu sendiri. Sel kanker yang menyerang akan menyebabkan tumor yang dapat merusak sistem kekebalan tubuh sehingga terjadi kelainan dan tubuh tidak mampu berfungsi dengan baik (Kementrian Kesehatan RI, 2015). Kanker paru-paru tidak datang secara tiba-tiba. Gejala yang dialami penderita kanker paru-paru yaitu sesak nafas, nafsu makan berkurang nyeri pada dada yang tidak membaik, batuk disertai darah, kesulitan menelan dan kehilangan berat badan (Taher, 2013). Menurut *Japanese Society of Radiology Technology*, nodul atau benjolan yang terdeteksi pada paru-paru dikategorikan menjadi dua yaitu *non cancerous nodule* (tumor jinak) dan *cancerous nodule* (tumor ganas). (*Modern Cancer Hospital Guangzhou*, 2015). Jika paru-paru sudah terinfeksi oleh kanker, paru-paru akan ditutupi oleh sel kanker dan dapat mengganggu kerja paru-paru sehingga perlu dilakukan pendektasian kanker paru-paru secepat mungkin karena memungkinkan akan menghambat penyebaran kanker yang terjadi (Rahmadewi, 2016).

Menurut Wulandari (2022) Kanker merupakan penyakit yang dapat mempengaruhi suatu bagian tubuh. Kanker ditandai dengan pembelahan sel yang terjadi pada tubuh biasa dikenal dengan istilah tumor ganas dan *neoplasma*. Kanker terjadi dengan beberapa proses yang disebut sebagai karsinogenesis. Karsinogenesis dibedakan menjadi empat tahap diantaranya yaitu :

- a. **Tumor *Initiatio* (Inisiasi);** Tumor initiation terjadi akibat adanya kerusakan genetik pada sel normal secara ireversibel atau sesuatu yang tidak bisa kembali tepat pada kondisi semula. Selama proses sintesis DNA, karsinogenesis dapat menyebabkan perubahan pada struktur DNA. Pada tahap ini biasanya komponen asap rokok menjadi peran utamanya.
- b. **Tumor *Promotion* (Promosi);** Merupakan sebuah ekspansi atau proliferasi awal dari klon tertentu yang telah terinisiasi. Pada saat sel membelah, maka mutasi sel akan semakin besar dan terjadi akumulasi sel sehingga menjadi ganas. Biasanya pada tahap ini zat yang dapat menyebabkan tumor promosi yaitu asap rokok, dioksin, dan *Dichloro diphenyl trichloroethane* (DDT).
- c. ***Malignant conversion*;** Istilah lain pada tahap ini yaitu tumor yang berubah menjadi ganas yang disebabkan kerusakan atau terjadinya perubahan genetik yang berlanjut sehingga menyebabkan tumor menjadi ganas.
- d. **Tumor *progression* (Perkembangan lanjut);** Sel-sel tersebut akan berubah menjadi ganas dan cenderung lebih agresif.

Sel kanker normalnya akan terjadi pada bagian-bagian tubuh manusia, sel penyusun tubuh akan tumbuh dan terus membelah. Ketika sel sudah tua atau rusak, sel tersebut akan mati dan akan di gantikan oleh sel-sel baru. Berbeda pada sel kanker, sel yang sudah tua atau rusak justru masih tetap tumbuh dan membelah membentuk sel baru sehingga menyebabkan terbentuknya tumor (Wulandari, 2022). Satu sel normal dapat berubah menjadi sel kanker karena terjadinya mutasi atau kerusakan pada *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA) atau disebut dengan kode genetik tubuh yang mengakibatkan perubahan fungsi sel menjadi abnormal sehingga sel tersebut berubah karakterisasinya mempunyai kemampuan membelah terus menerus tanpa batas (Putra, 2020). Kanker yang pertama kali berkembang disebut kanker primer, disebut sebagai kanker lokal jika belum terjadi penyebaran pada bagian tubuh yang lain. Jika kanker primer telah menyebar pada bagian sel tubuh lain maka disebut sebagai sel kanker sekunder (Umara *dkk.*, 2021). Beberapa faktor resiko yang menyebabkan terjadinya kanker yaitu Obesitas atau berat badan yang

berlebih, kurangnya asupan makanan buah dan sayuran, aktivitas fisik, merokok, minuman beralkohol, hubungan seks yang tidak aman, polusi udara, dan faktor usia (Kurniasih *dkk.*, 2017).

2.3 Metode Analisis *Fourier* 2D

Metode Analisis *Fourier* 2D atau disebut dengan Transformasi *Fourier* 2D digunakan untuk menganalisis dalam beberapa bidang diantaranya bidang elektronika, zat padat, mekanika struktur, mekanika gelombang dan mekanika kuantum. Tujuan penggunaan metode Analisis *Fourier* 2D ini yaitu untuk mendapatkan informasi sinyal dalam satuan domain waktu, berfungsi untuk meningkatkan mutu citra, analisis data citra seperti menganalisis bentuk kerja fungsi gelombang, mengestimasi regresi nonparametric, restorasi citra dan kompresi data citra (Anike, 2015). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode Analisis *Fourier* 2D metode ini dapat digunakan untuk mengetahui besar nilai kepadatan tulang paru-paru dan mengetahui struktur pada tulang paru-paru, metode tersebut juga cukup mudah dan lebih efektif dalam mengkaraktisasi citra (Rusmawarningsih, 2018).

Metode analisis *Fourier* 2D merupakan metode sederhana yang biasa digunakan untuk mengevaluasi periodisitas dari suatu sinyal dalam domain spasial, hal tersebut didasarkan dengan menggunakan deret *Fourier*. Analisis *Fourier* merupakan dasar dari Transformasi *Fourier* dengan mengubah citra dari domain ruang menjadi domain frekuensi, sehingga analisis *Fourier* bisa digunakan untuk menentukan nilai dimensi fraktal dengan melihat kemiringan *kurva log spektrum* daya terhadap Frekuensi, dan jugadapat menentukan nilai intercept dengan melihat kurva untuk mengetahui karakteristik permukaan citra. Analisis *Fourier* 2D dapat menentukan nilai dimensi fraktal melalui kurva profil sehingga permukaan citra akan bersiat anisotropis. Analisa *Fourier* 2D untuk menganalisis permukaan citra sudah lama dikembangkan oleh Salisbury, Moon dan Sutherland (1994) dimana menurutnya Analisa *Fourier* 2D dapat menyediakan informasi tentang Panjang gelombang dan masing-masing arah setiap gelombang. Dimensi fraktal merupakan suatu bilangan real, hubungan antara dimensi fraktal dan Analisis *Fourier* merupakan sebuah sinyal yang bervariasi dan skala waktu. Dimensi fraktal yang diestimasi memiliki deret waktu antara satu dan lainnya.

Dari penelitian sebelumnya yang menggunakan metode Transformasi *Fourier* belum pernah dilakukan pada citra paru-paru, beberapa penelitian yang dilakukan yaitu untuk deteksi kanker payudara yang dilakukan oleh Sampurno (2016) menyatakan bahwa metode Transformasi *Fourier* 2D dapat digunakan untuk deteksi Kanker Payudara dengan hasil Nilai Dimensi Fraktal yang

semakin tinggi artinya permukaan tersebut semakin heterogen, jika nilai dimensi fraktal lebih rendah artinya jaringan pada paru-paru bersifat homogen, daerah ini diindikasikan sebagai tumor yang mengalami ketebalan pada jaringan, sehingga semakin besar keberadaan nilai jaringan tumor maka nilai dimensi fraktalnya semakin kecil. Selanjutnya penelitian yang dilakukan Rusmawarningsih (2018) deteksi tumor otak yang memperoleh hasil jika citra CT scan otak normal hasilnya bersifat heterogen sedangkan citra CT scan otak abnormal (tumor) memiliki nilai densitas yang lebih tinggi dan nilai dimensi fraktalnya lebih kecil. Transformasi *Fourier* merupakan suatu model transformasi yang merubah domain spasial atau domain waktu menjadi domain Frekuensi.

Dalam citra digital, Transformasi *Fourier* terbagi dalam dua jenis yaitu Transformasi *Fourier* 1D dan Transformasi *Fourier* 2D (Sianipar, 2019). Transformasi *Fourier* 1D memiliki persamaan sebagai berikut:

$$F(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \left(\cos\left(\frac{2\pi ux}{N}\right) - j \sin\left(\frac{2\pi ux}{N}\right) \right) \quad (1)$$

Transformasi *Fourier* 1D dalam bentuk diskrit yaitu $f(x) = (f(0), f(1), f(2), \dots, f(N-1))$ berukuran N dengan indeks $x = 0$ sampai $N-1$. Dimana $u = 1, 1, 2, \dots, N-1$. $F(u)$ menyatakan komponen frekuensi spasial dengan u menyatakan koordinat frekuensi spasial. $j = \sqrt{-1}$ merupakan bilangan kompleks.

Persamaan Transformasi *Fourier* 2D yaitu sebagai berikut :

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \exp^{-2\pi j(u \cdot x + v \cdot y)} \, dx \, dy \quad (2)$$

Dalam bentuk diskrit, persamaan Transformasi *Fourier* 2D yaitu :

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \exp \left[-j2\pi \left(\frac{ux}{M} + \left(\frac{vy}{N} \right) \right) \right] \quad (3)$$

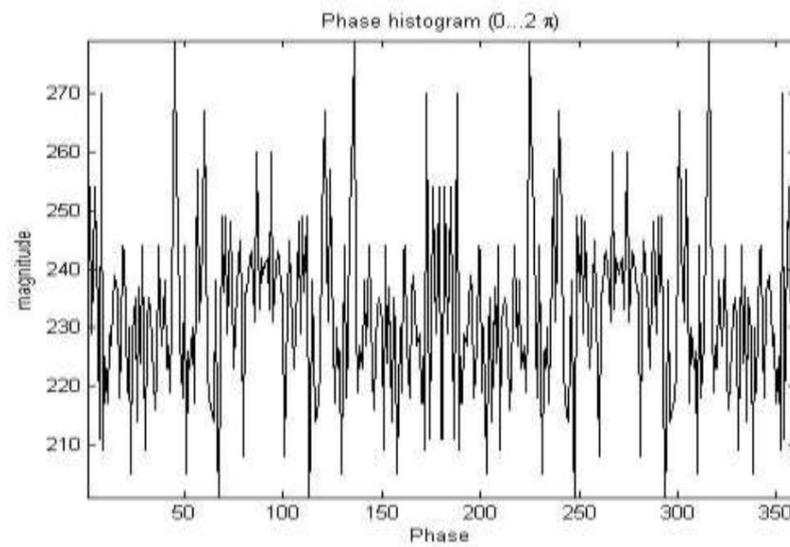
Dimana $F(u, v)$ adalah fungsi dalam domain frekuensi dan $f(x, y)$ adalah fungsi spasial, $u = 1, 2, 3, 4, \dots, M-1$; $x = 1, 2, 3, 4, \dots, M-1$; $v = 1, 2, 3, 4, \dots, N-1$ $y = 1, 2, 3, 4, \dots, N-1$ (Putra, 2010).

Menurut penelitian yang dilakukan Nurhasanah (2015) menyatakan bahwa metode Fraktal dapat dimanfaatkan untuk menganalisis otak manusia, kanker, data radiografik tekstur tulang *trabecular* dan menganalisis dinamika detak jantung anak yang terkena sindrom metabolik. Pada penelitiannya tentang Penentuan Densitas Citra X-Ray Tulang Tangan Dengan Metode Fraktal Berbasis Analisis *Fourier* menyatakan bahwa metode tersebut mudah untuk dipahami, program yang digunakan untuk memperoleh nilai dimensi fraktal dan *intercept* tidak terlalu rumit. Sehingga metode tersebut dapat digunakan dalam mendeteksi osteoporosis pada tulang tangan. Metode Transformasi *Fourier* 2D

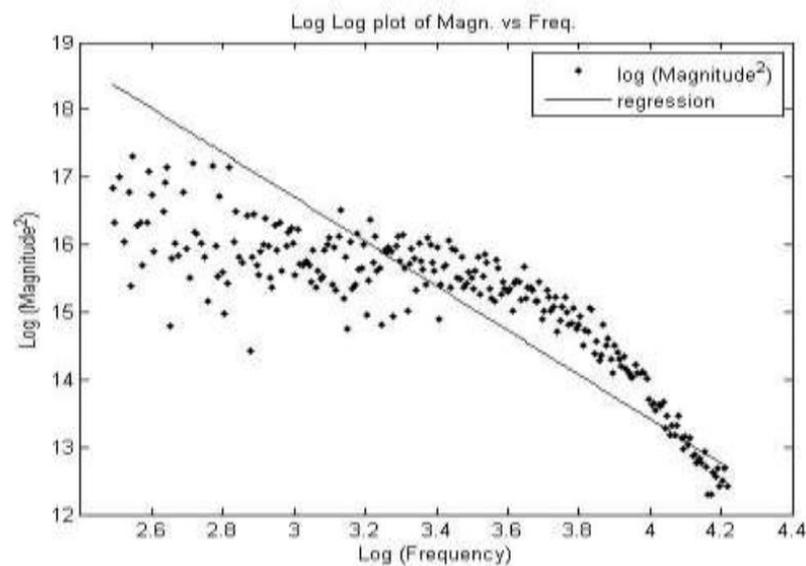
telah banyak digunakan dalam beberapa penelitian untuk deteksi kanker payudara, deteksi osteoporosis, dan deteksi kanker otak.

Transformasi *Fourier* mempunyai peranan penting dalam aplikasi pengolahan citra, yaitu untuk peningkatan mutu citra, analisis data citra seperti menganalisis bentuk kerja fungsi gelombang, mengestimasi regresi *nonparametric*, restorasi citra dan kompresi data citra. Transformasi *Fourier* adalah salah satu metode pilihan karena hasil yang diperoleh berasal dari komputasi yang minimal, bersifat efisien karena mendukung berbagai bentuk seperti (kurva sudut tangen, jarak koordinat kompleks, jarak sentroid dan seterusnya). Dengan Transformasi *Fourier*, citra dapat di filter melalui sinyal yang kompleks atau pada pola pinggiran citra (Anike, 2015). Metode Transformasi *Fourier* 2D dapat digunakan pada pendeteksian kanker. Citra *thorax* yang digunakan sebelumnya melalui proses perbaikan kualitas citra dan segmentasi citra untuk membedakan antara objek paru-paru dan *background* pada citra tersebut. Selanjutnya dilakukan Metode Analisis *Fourier* pada citra *thorax* dengan mencari Grafik Histogram dan Kurva Log *Magnitude* pada citra.

Menurut (Rusmawarningsih, 2018) Transformasi *Fourier* diskrit atau *Discrete Fourier Transform* (DFT) mempunyai data masukan berupa matriks dan akan menghasilkan matriks data keluaran dengan ukuran yang sama. Citra dengan nilai intensitas secara spasial ditransformasikan ke dalam wilayah frekuensi. Tujuan transformasi ini untuk memperoleh nilai intensitas citra ke dalam domain frekuensi. Selanjutnya penentuan sudut dari masing-masing nilai intensitas frekuensi berdasarkan nilai bilangan kompleks yang diperoleh, selanjutnya penentuan nilai *magnitude* dari masing-masing intensitas frekuensi. Histogram fasa citra akan terbentuk dengan nilai *magnitude* berdasarkan arah fasenya. Jika gambaran hasil histogram fasa citra berbentuk random dan seragam, maka citra tersebut berkelakuan sebagai fraktal dan sebaliknya. Jika citra dikatakan fraktal maka kurva *log magnitude*² terhadap log frekuensi harus berbentuk linear.



Gambar 3. Contoh Grafik Histogram Fasa citra CT Scan Tumor Otak



Gambar 4. Kurva \log (magnitude) dan \log (Frekuensi)

Dari Grafik bisa dilihat perbedaan antara Citra *thorax* kanker dan Citra *thorax* normal, karena menurut penelitian yang dilakukan oleh Rusmawarningsih (2018), dikatakan bahwa “jika grafik histogram fasa berbentuk random dan seragam hal ini berarti citra tersebut bersifat fraktal, dan kurva \log (magnitude) terhadap \log (frekuensi) akan berbentuk linear”. Peningkatan nilai dimensi fraktal permukaan menunjukkan bahwa citra otak normal memiliki ketidakteraturan (kompleksitas) struktur jaringan semakin meningkat, Ketidakteraturan ini mengindikasikan bahwa jaringan bersifat heterogen dan tidak membentuk jaringan yang homogen (Rusmawarningsih, 2018).

Hasil penelitian tersebut sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Sampurno (2016) menyatakan bahwa metode Transformasi *Fourier* 2D dapat digunakan untuk deteksi Kanker Payudara dengan hasil Nilai Dimensi Fraktal yang semakin tinggi artinya permukaan tersebut semakin heterogen, jika nilai dimensi fraktal lebih rendah artinya jaringan pada paru-paru bersifat homogen, daerah ini diindikasikan sebagai tumor yang mengalami ketebalan pada jaringan, sehingga semakin besar keberadaan nilai jaringan tumor maka nilai dimensi fraktalnya semakin kecil.

Setelah Grafik dan kurva diperoleh, selanjutnya mencari nilai *slope* atau nilai kemiringan dari kurva plot log spektrum daya (P) terhadap log Frekuensi. Nilai *Slope* diperoleh dengan bantuan Log Plot nilai *Magnitude* P terhadap masing-masing Frekuensi yang didekatkan dengan metode Regresi Linear sehingga menghasilkan kurva atau *Slope* (β) (Sampurno dan Faryuni, 2016). Penentuan nilai *slope* (β) dan *intercept* dilakukan berdasarkan kurva linearnya. Nilai *slope* (β) ditentukan melalui persamaan garis $y = mx + c$ sedangkan *intercept* berdasarkan titik potong sumbu y. Dimensi fraktal dihitung berdasarkan nilai *slope* (β) menggunakan Persamaan sebagai berikut :

$$D = \frac{6 + \beta}{2} \quad (4)$$

dengan:

D = Dimensi Fraktal Permukaan

β = Nilai kemiringan (*Slope*)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

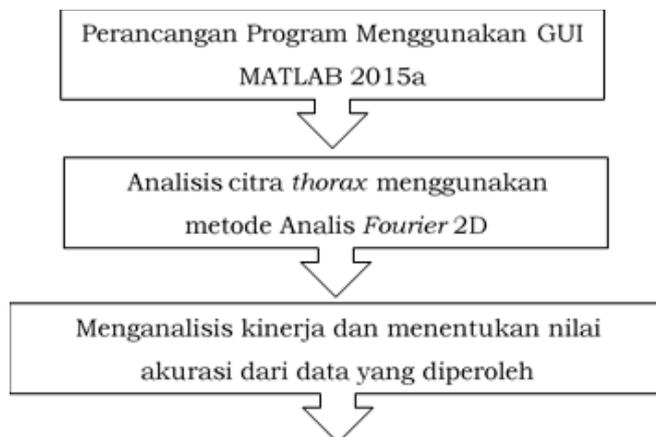
Penelitian terdiri dari Analisis data berupa Citra *thorax* data sekunder yang didapat dari Mendeley, dataset citra *thorax* dibawah lisensi dari *Japaness Society of Radiological Technology (JSRT)* diakses pada bulan Februari 2023 di Fakultas sains dan Teknologi Universitas Jambi. Data citra *thorax* tersebut dibagi kedalam dua data yaitu 5 data citra normal dan 20 data citra kanker. Citra kanker merupakan citra yang diperoleh dari penelitian Azizah (2021) tentang Klasifikasi Nodul Penyakit Kanker Paru-Paru Pada Citra Rontgen Thorax Berdasarkan Ekstraksi Fitur Geometris Dan Tekstur Menggunakan SCILAB, pada penelitian, citra tersebut digunakan untuk dibuktikan kebenaran identifikasi dengan menggunakan metode yang berbeda yaitu metode Analisis *Fourier* 2D komputasi Pemograman MATLAB R2017a.

3.2 Bahan dan Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer dengan software Matlab R2017a. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu Citra *thorax* yang diperoleh dari dataset citra *thorax* dibawah lisensi *Japaness Society of Radiological Technology (JSRT)* diakses pada bulan Februari 2023 di Fakultas sains dan Teknologi Universitas Jambi. Data citra *thorax* tersebut dibagi kedalam dua data yaitu 5 data citra normal dan 20 data citra kanker.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan terdiri atas tiga tahapan yaitu perancangan program analisis citra, analisis citra *thorax* menggunakan metode Analisis *Fourier* 2D, Menganalisis kinerja dan menentukan nilai akurasi dari data yang diperoleh. Pada metode penelitian diperoleh beberapa tahapan untuk menganalisis citra yaitu pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Tahapan Penelitian

Gambar 5 merupakan tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian. Perancangan program dilakukan untuk membuat program yang digunakan dalam pengolahan hasil citra. Pengambilan data pada penelitian dimulai dengan pemeriksaan citra *thorax* yang diperoleh dari Mendeley. Analisis data dengan menggunakan metode analisis *Fourier 2D* dan menghitung nilai akurasi pada Metode analisis *Fourier 2D*.

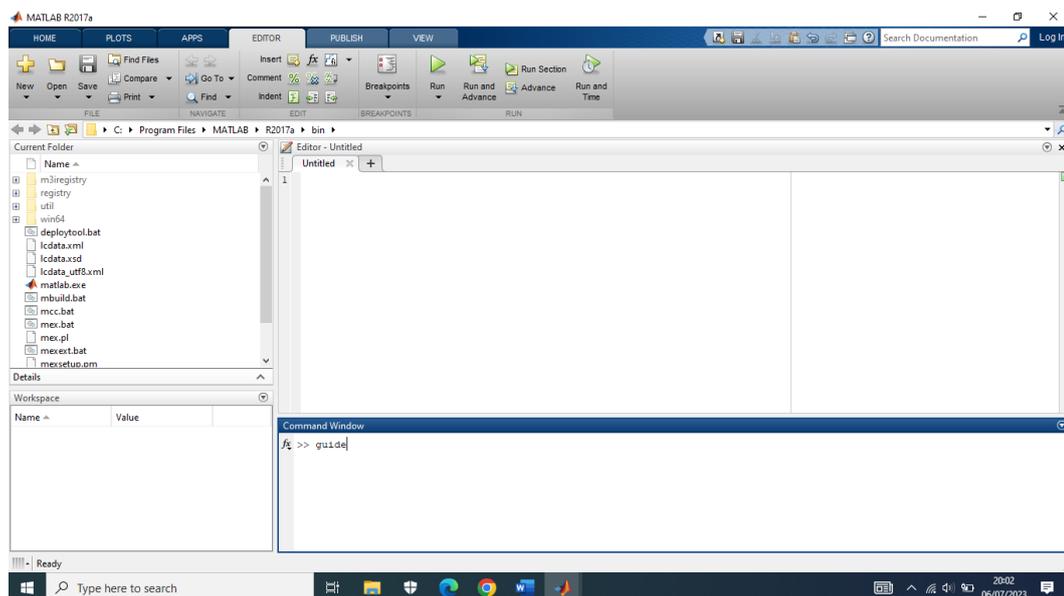
3.3.1 Perancangan Program Menggunakan GUI MATLAB R2017a

Perancangan program menggunakan GUI MATLAB R2017a untuk mendeteksi kanker paru-paru pada citra *thorax* menggunakan metode *Fourier 2D* dengan parameter nilai dimensi fraktal dan nilai *intercept* dari sebuah citra. Sebelum proses analisa dilakukan, citra *thorax* dilakukan perbaikan dengan menaikkan kontras pada citra, selanjutnya dilakukan segmentasi dengan cara memisahkan antara *background* citra dan daerah analisa. Perancangan program yang digunakan yaitu pada gambar 6 dibawah ini :

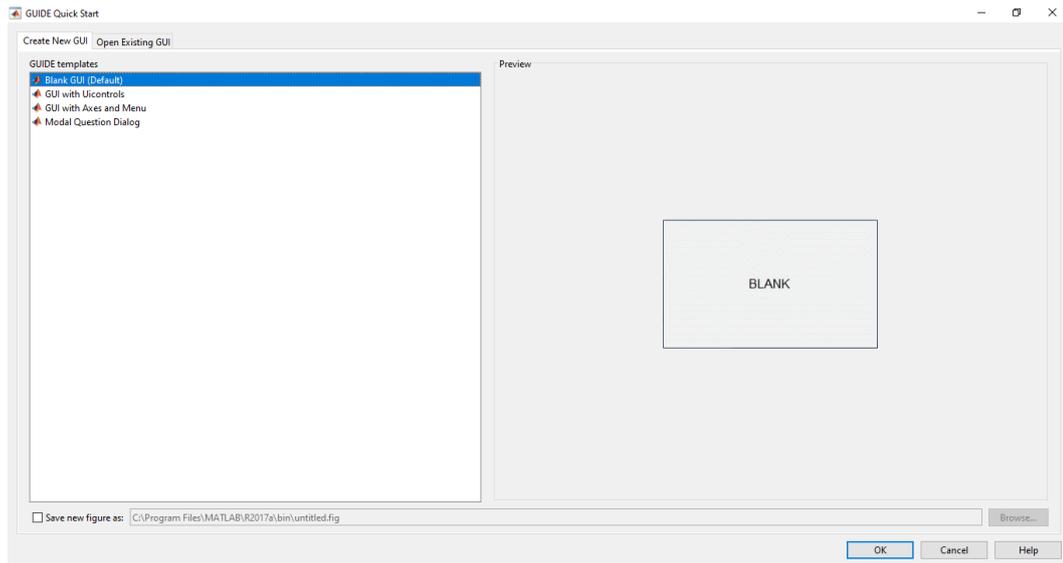
Membuka aplikasi MATLAB R2017a dan ketik pada *Command Windows scrib* berikut ini :

>> guide

Perhatikan gambar berikut ini untuk proses pertama.

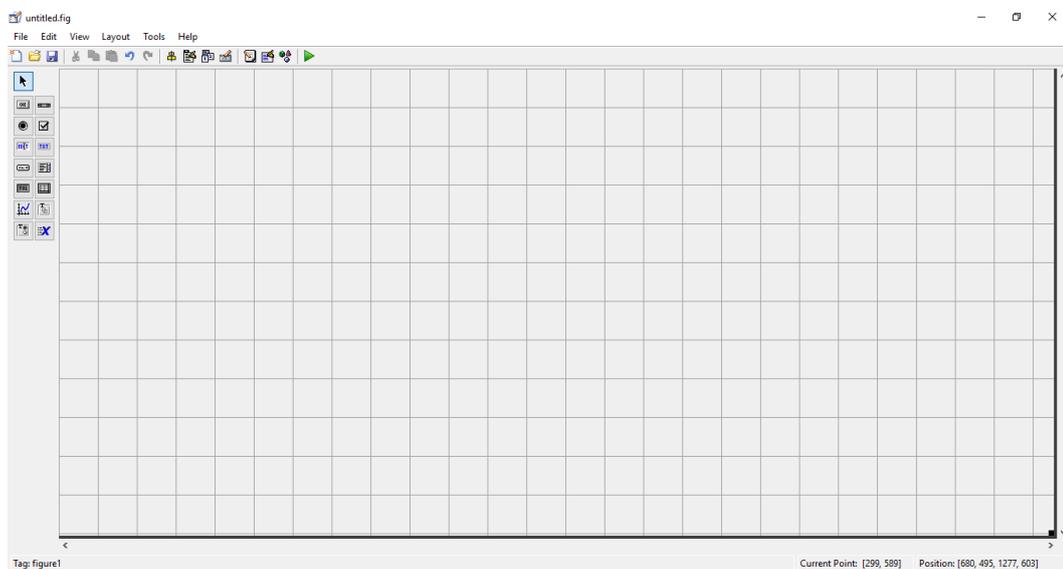


Gambar 6. Tampilan Awal Pemanggilan Fungsi GUI pada MATLAB Setelah itu, tekan enter. Akan muncul kotak dialog sebagai berikut :



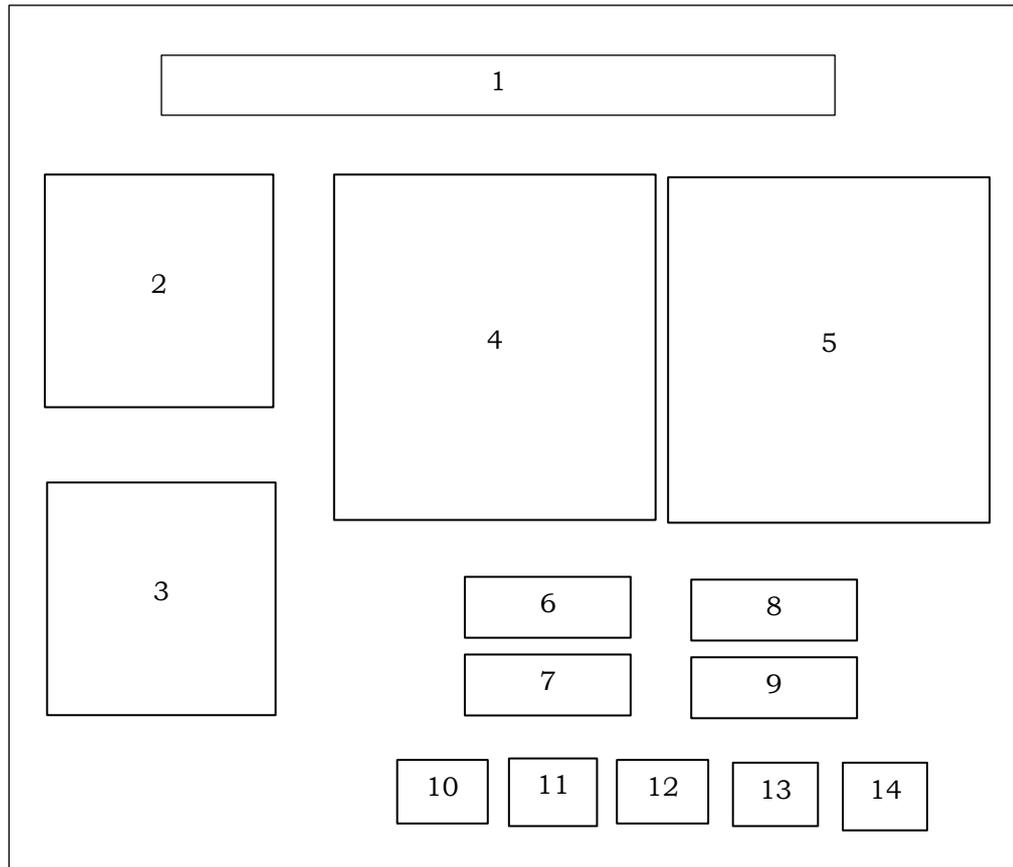
Gambar 7. Tampilan Jendela Dialog GUIDE

Setelah itu, klik OK untuk membuat GUI baru. Sehingga tampilannya menjadi berikut :



Gambar 8. Tampilan Awal GUIDE

Selanjutnya, buat rancangan skema GUIDE untuk menganalisis citra *thorax* seperti pada gambar 9 berikut :



Gambar 9. Perancangan Program menggunakan GUI MATLAB R2017a

Pada Gambar 9 yang ditampilkan memiliki fitur sebagai berikut :

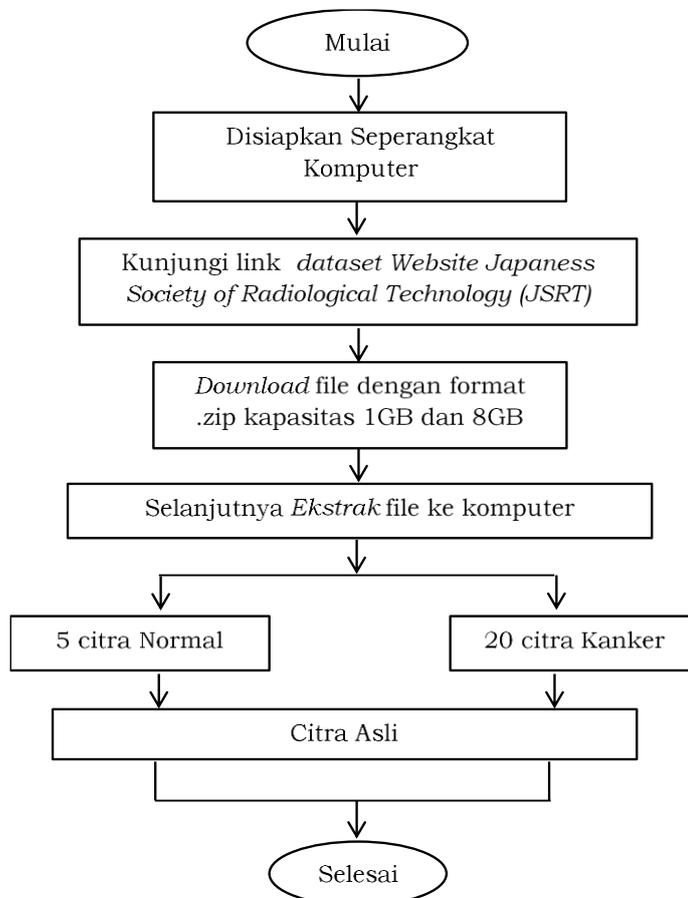
1. Tab yang menampilkan judul dari program analisis kanker paru-paru.
2. Tab untuk menampilkan citra asli *thorax* yang akan dianalisa.
3. Tab untuk menampilkan citra *thorax* hasil segmentasi.
4. Tab untuk menampilkan grafik histogram fasa metode *fourier* 2D.
5. Tab untuk menampilkan grafik log *magnitude* terhadap frekuensi metode *fourier* 2D.
6. Tab untuk menghasilkan nilai dimensi fraktal.
7. Tab untuk menghasilkan nilai *intercept*.
8. Tab untuk menghasilkan nilai dimensi fraktal acuan yang diperoleh dari data latih.
9. Tab untuk menghasilkan klasifikasi citra.
10. *Push button* perintah untuk memanggil atau memasukkan citra asli.
11. *Push button* perintah untuk proses segmentasi.
12. *Push button* perintah untuk analisis *fourier* 2D.
13. *Push button* perintah menghapus proses yang telah dilakukan.
14. *Push button* perintah untuk mengakhiri proses analisis citra.

3.3.2 Analisis Citra *thorax* Menggunakan Metode Analisis *Fourier* 2D

Pada tahap ini, parameter yang digunakan yaitu mencari nilai dimensi fraktal dan nilai *intercept* yang digunakan untuk menganalisis citra. Nilai dimensi fraktal sebelumnya diperoleh dengan menggunakan data citra *thorax* kanker sebagai nilai dimensi fraktal acuan atau batas ambang dari nilai dimensi fraktal normal. Langkah-langkah analisis data tersebut adalah sebagai berikut:

Akuisisi Citra *Thorax*

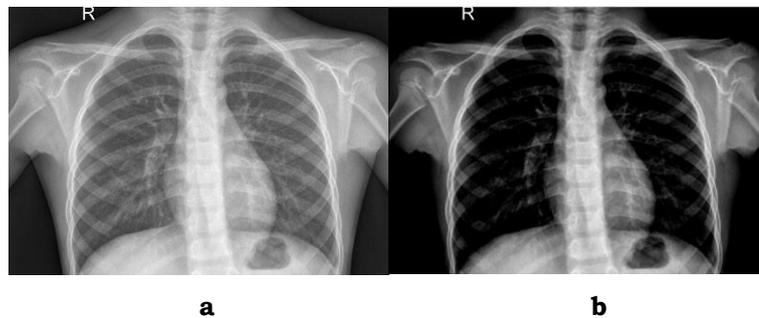
Akuisisi Citra merupakan proses memilih objek yang ingin digunakan, mempersiapkan alat yaitu seperangkat komputer dengan *Software* MATLAB R2017a. Citra yang digunakan dibagi dua yaitu Data citra *thorax* tersebut dibagi kedalam dua data yaitu 5 data citra normal dan 20 data citra kanker yang diperoleh dari dataset *Website Japanese Society of Radiological Technology (JSRT)*. Citra *thorax* yang digunakan yaitu format *.jpeg* dengan kapasitas 1800 x 1700 piksel. Proses pengambilan data citra normal melalui langkah-langkah berikut :



Gambar 10. Akuisisi Citra Thorax

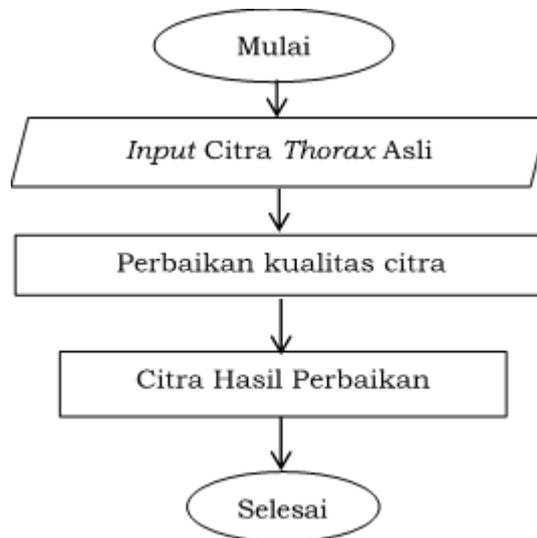
1. Perbaikan Citra

Citra hasil *Rontgen* belum memenuhi standar pengolahan sehingga perlu dilakukan pengolahan citra dengan cara melakukan perbaikan pada kualitas citra dengan menaikkan kontras citra menggunakan fungsi *Imadjust*. contoh proses perbaikan citra menggunakan fungsi *Imadjust* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 11. Citra thorax (a) Citra Asli (b) Citra hasil Perbaikan

Langkah-langkah yang dilakukan yaitu pada gambar 12 berikut ini :



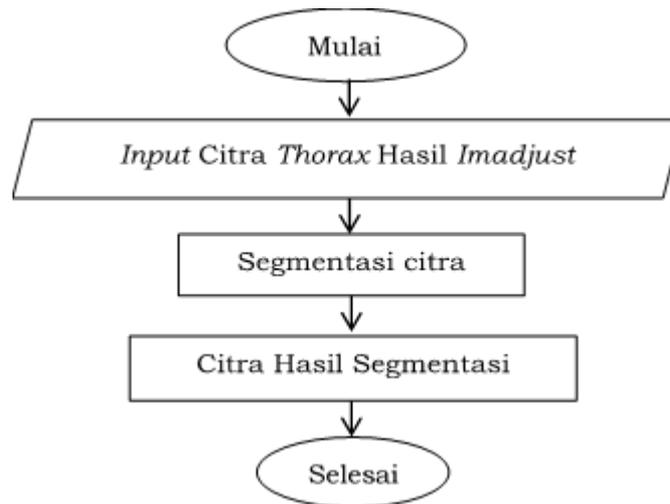
Gambar 12. Proses Perbaikan kualitas citra (*Imadjust*)

Citra yang telah melalui proses perbaikan dengan menaikkan nilai kontras pada area paru-paru selanjutnya dilakukan proses segmentasi untuk mendapatkan area yang diinginkan.

2. Segmentasi Citra

Segmentasi merupakan langkah awal untuk melakukan klasifikasi pada sebuah citra. Tujuan dari proses segmentasi ini yaitu untuk memisahkan antara lokasi citra yang dianalisa dan *background* atau untuk mendapatkan objek-objek yang terkandung didalam citra (Kadir dan Susanto, 2013). Fungsinya agar

memudahkan pada proses analisa. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu sebagai berikut :



Gambar 13. Proses Segmentasi Citra *thorax* hasil perbaikan

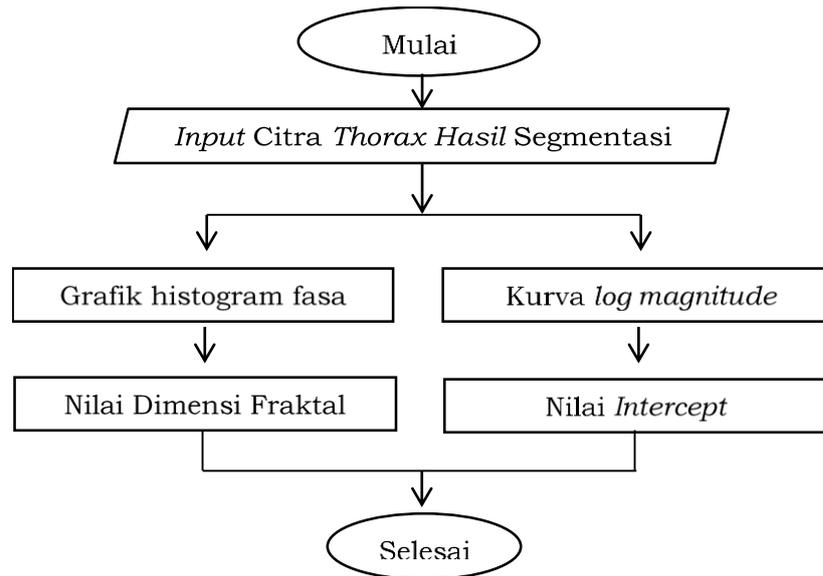


Gambar 14. Citra *thorax* hasil segmentasi

3. Analisis Citra *thorax* Menggunakan Metode Analisis *Fourier 2D*

Setelah citra melalui proses akuisisi, selanjutnya citra tersebut dianalisa menggunakan pemrograman MATLAB R2017a dengan mencari parameter Nilai Dimensi Fraktal dan Nilai *intercept*. Dengan cara mentransformasikan citra domain spasial kedalam bentuk domain frekuensi pada citra *Thorax*. Fraktal permukaan merupakan tinjauan fraktal terhadap permukaan suatu objek geometri. Langkah yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dimensi fraktal pada suatu citra yaitu dengan mencari grafik histogram fasa. Selanjutnya mencari Kurva $\log \text{magnitude}^2$ terhadap \log (frekuensi) yang digunakan untuk menentukan *slope* dari masing-masing sudut setiap citra yang digunakan. Setelah nilai *slope* diperoleh selanjutnya didapatkan Nilai *intercept*. Nilai dimensi fraktal digunakan untuk mengetahui tingkat keteraturan struktur tulang pada citra *Thorax*. Sedangkan nilai *intercept* digunakan untuk menggambarkan variasi nilai secara vertikal dari densitas citra antara satu titik dan titik lain yang berada pada area paru-paru yang dideteksi.

Langkah-langkah yang dilakukan pada saat melakukan analisis Metode *Fourier 2D* yaitu pada Gambar 15 berikut :



Gambar 15. Proses mencari Nilai Dimensi Fraktal dan *Intercept*

4. Menganalisis Kinerja dengan Menentukan Nilai Akurasi dari Data Citra Thorax.

Setelah nilai dimensi fraktal dan *intercept* diperoleh dengan mencari Grafik grafik histogram fas Kurva *log magnitude*² terhadap log (frekuensi) dari nilai *Slope* kedua grafik tersebut. Parameter ini bertujuan untuk menentukan tingkat kompleksitas dan tingkat densitas dari suatu citra. Dimensi fraktal tersebut mengacu kepada nilai kompleksitas (ketidakteraturan) dari struktur jaringan citra. Sedangkan nilai *intercept* mengacu kepada nilai kerapatan (densitas) citra antara satu titik dengan titik lain yang terdistribusi dalam citra yang ditinjau (Rusmawarningsih, 2018).

Selanjutnya dilakukan Klasifikasi Citra. Klasifikasi bertujuan untuk melihat perbedaan nilai Dimensi Fraktal dan *intercept* pada Citra *thorax* normal dan Citra *thorax* kanker. Klasifikasi ini dilakukan dengan cara mencari nilai ambang dari nilai Dimensi Fraktal dan *Intercept* pada citra *thorax* data Acuan. Dari Grafik bisa dilihat perbedaan antara Citra *thorax* kanker dan Citra *thorax* normal, karena menurut penelitian yang dilakukan oleh Rusmawarningsih (2018), dikatakan bahwa “jika grafik histogram fasa berbentuk *random* dan seragam hal ini berarti citra tersebut bersifat fraktal”, pada saat Grafik Histogram fasa berbentuk kanker dan seragam, maka kurva *log magnitude*² terhadap log (frekuensi) akan berbentuk linear.

Sedangkan jika dilihat dari Nilai dimensi Fraktal dan *intercept* dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan, disimpulkan bahwa “Jika citra tersebut normal maka Nilai dimensi fraktal yang diperoleh akan semakin besar, dan sebaliknya jika Citra tersebut Tumor, kanker atau osteoporosis yang

memiliki kelainan pada Citra *thorax* maka nilai Dimensi Fraktal yang diperoleh tersebut akan lebih kecil”.

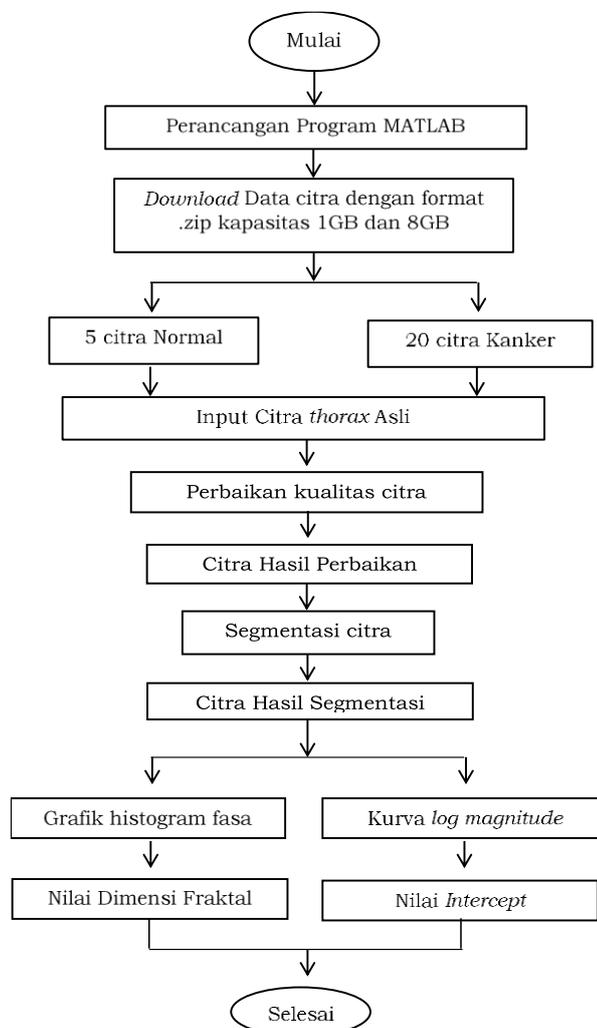
Setelah Nilai Dimensi Fraktal dan *intercept* diperoleh, selanjutnya menghitung Nilai *Error*. Mencari nilai *Error* yaitu dengan cara nilai dari Citra *thorax* normal dikurang dengan nilai dari citra *thorax* kanker, dan dibagi dengan nilai Citra *thorax* normal kemudian dikalikan 100. Nilai Data Citra *thorax* kanker yaitu nilai Maksimum yang diperoleh dari Data Citra *thorax* kanker. Menentukan nilai *Error* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Nilai Error (\%)} = \left| \frac{DN-DH}{DN} \right| \times 100 \quad (5)$$

Dimana DN merupakan Nilai dimensi fraktal acuan, DH nilai dimensi fraktal Hitung. Sedangkan persentase nilai Akurasi didapatkan dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \% \text{Error} \quad (6)$$

3.4 Diagram Alir



Gambar 16. Diagram Alir Penelitian

3.5 Analisis Data

Data yang diolah dalam penelitian ini terdiri dari citra *thorax* yang tersimpan dalam format .zip dengan resolusi 1 GB dan 8 GB. Dalam penelitian ini digunakan 5 citra *thorax* normal dan 20 citra *thorax* kanker. Data tersebut diperoleh dari dataset *Japaness Society of Radiological Technology (JSRT)*. *Thorax* yang digunakan yaitu format *.jpeg dengan kapasitas 1800 x 1700 piksel. Pertama, data citra *thorax* normal diproses dengan mencari Nilai Dimensi Fraktal dan *intercept*, setelah data diperoleh, ditentukan nilai dimensi fraktal dan *intercept*

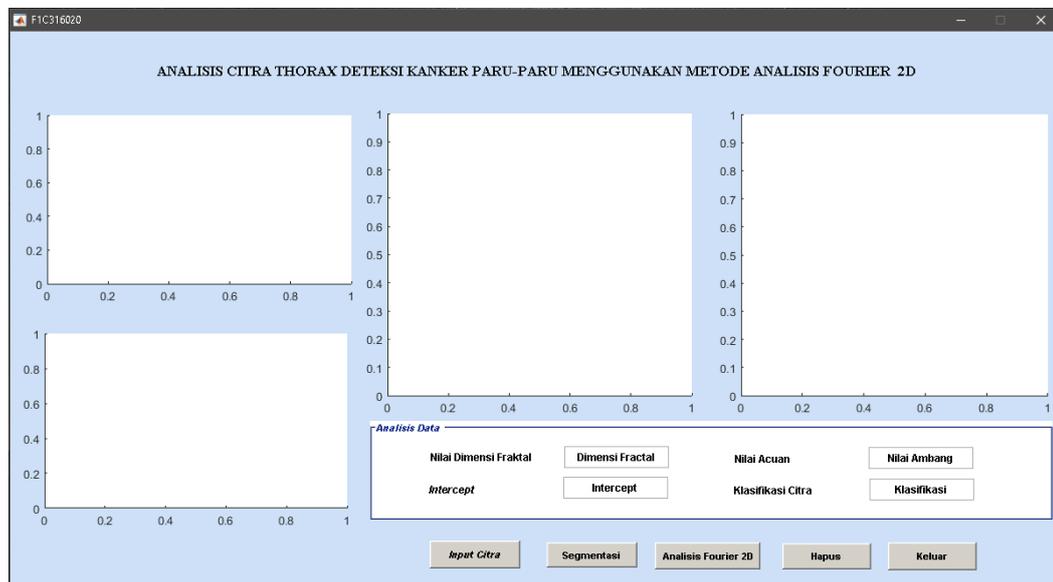
Dari data tersebut diperoleh nilai maksimum yang digunakan sebagai nilai acuan untuk proses klasifikasi. Jika nilai dimensi fraktal yang diperoleh dari citra *thorax* kanker lebih besar dari nilai maksimum atau nilai acuan maka citra *thorax* dianggap kanker atau bersifat homogen. Karena dari beberapa penelitian mengenai metode *Fourier* 2D pada deteksi kanker bahwa jika citra terindikasi kanker atau tumor maka nilai dimensi fraktal yang diperoleh akan semakin besar.

Jika klasifikasi telah selesai, selanjutnya menghitung besar *Persentase Error* dan akurasi pada citra *thorax* kanker agar mengetahui apakah metode *Fourier* 2D dapat digunakan untuk deteksi kanker paru-paru dengan melihat persentase eror yang diperoleh. Perhitungan *Error* dengan menggunakan persamaan (5) sedangkan untuk mencari nilai akurasi pada citra menggunakan persamaan (6).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Program Menggunakan GUI MATLAB R2017a

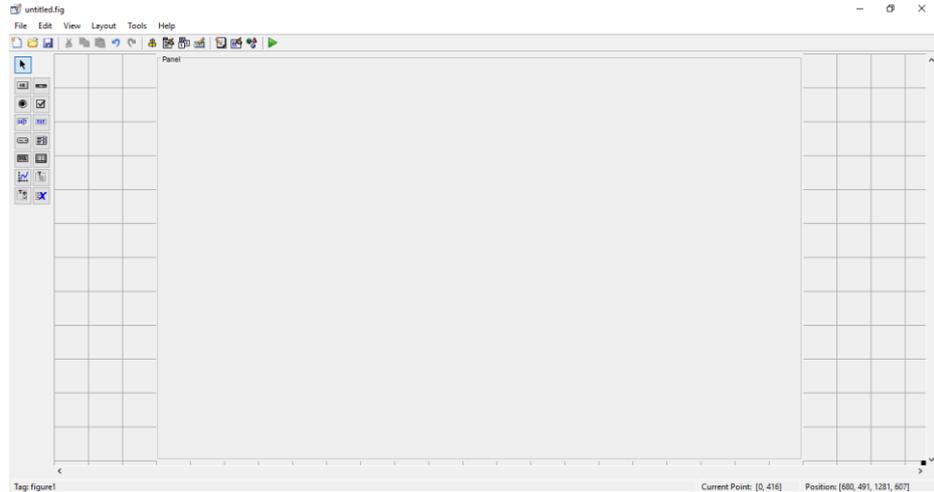
Program yang digunakan pada penelitian ini yaitu MATLAB R2017a dengan bantuan GUI untuk mempermudah proses analisa, langkah awal yang dilakukan yaitu membuat skema GUI yang digunakan untuk analisa citra menggunakan *Software* MATLAB R2017a, tampilan perancangan program GUI MATLAB R2017a yang dimaksud sebagai berikut :



Gambar 17. Skema GUI MATLAB

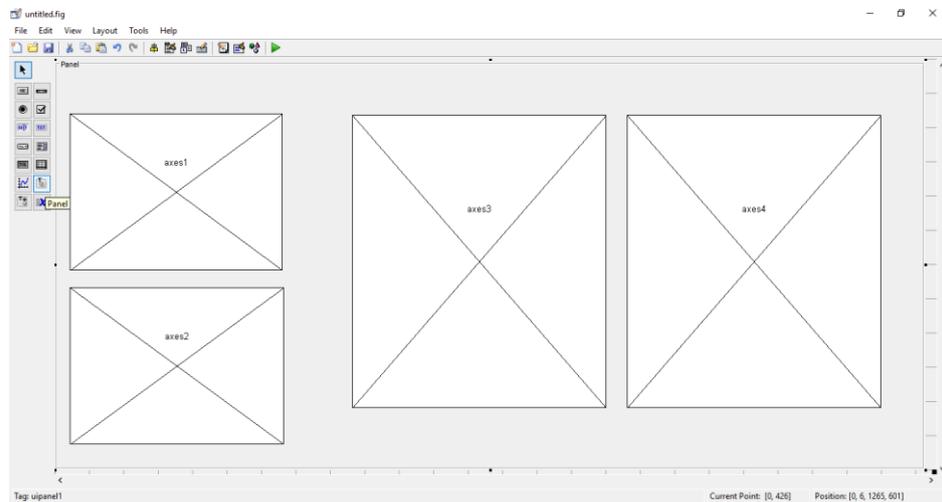
Untuk memperoleh tampilan seperti diatas, langklaha pertama yang dilakukan yaitu sebagai berikut ini :

1. Instal Aplikasi MAtalab versi 2017a.
2. Setelah aplikasi telah terpasang di Komputer atau Laptop, selanjutnya buka aplikasi tersebut.
3. Ketik **guide** pada command window matlab, seperti Gambar 6. Lalu lanjutkan dengan mengkil Oke seperti pada Gambar 7 dan 8.
4. Selanjutnya, klik **Panel** dan buat gambar kotak pad bidang kotak-kotak yang ada.



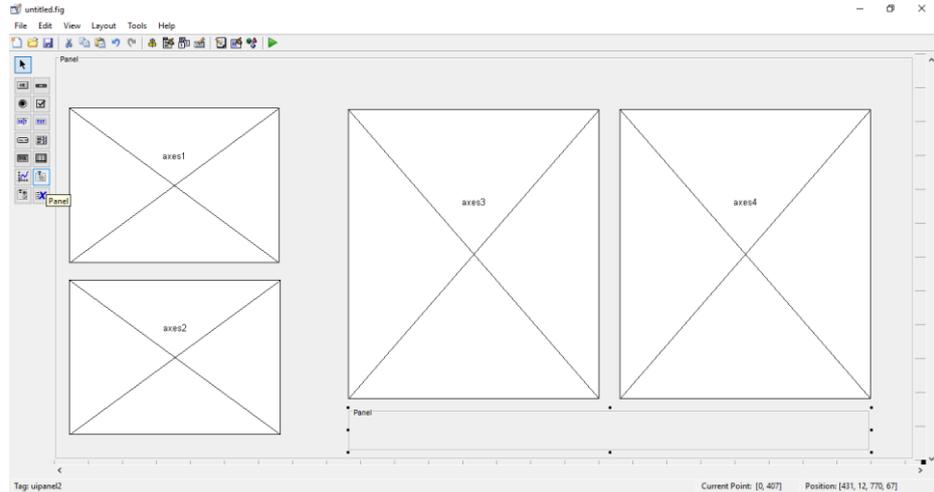
Gambar 18. Tampilan Membuat **Panel** GUI MATLAB

5. Selanjutnya, pilih **Axes** yang digunakan untuk menampilkan gambar citra yang di analisis.



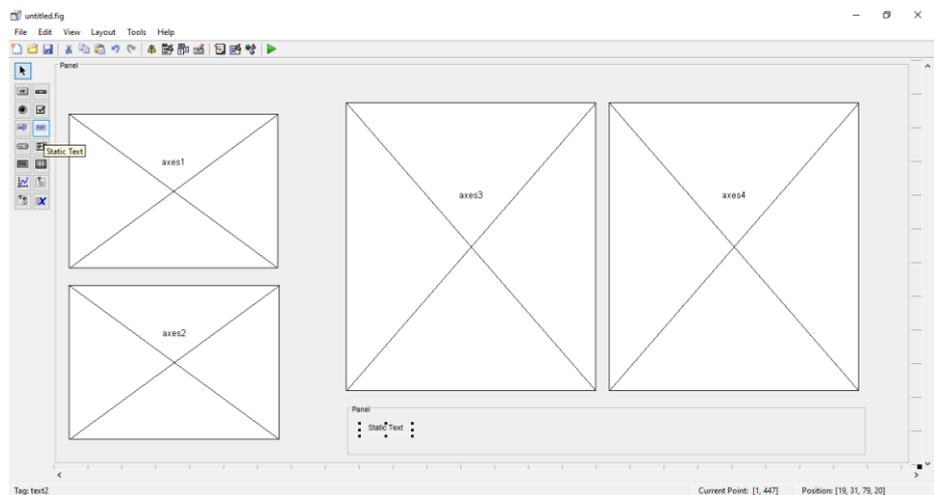
Gambar 19. Tampilan Membuat **Axes** pada GUI MATLAB

6. Selanjutnya, pilih **Panel** lagi untuk membuat pembatas nilai hasil perhitungan analisis citra pada GUI MATLAB



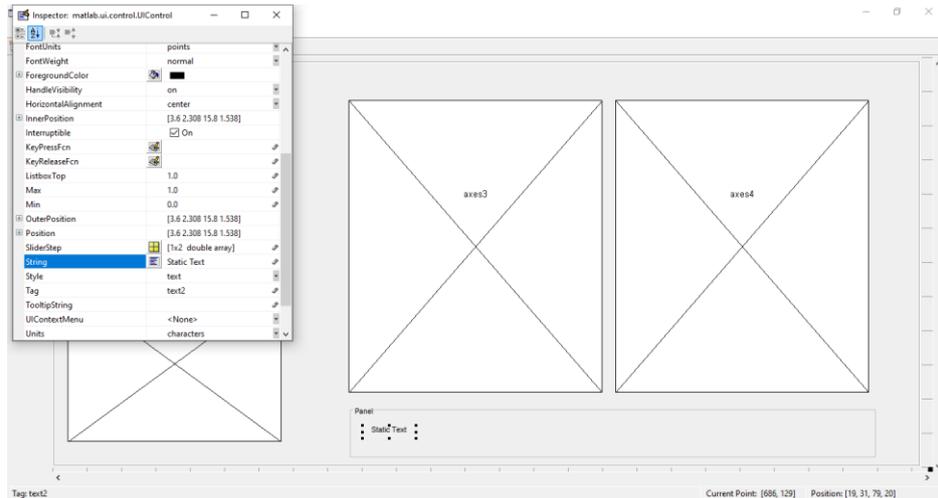
Gambar 20. Tampilan Membuat **Panel** pada GUI MATLAB

7. Setelah selesai, selanjutnya membuat **Hasil Perhitungan** berupa nilai angka untuk melakukan analisis citra. Pilih **Statistic Text** untuk memberi nama pada kolom :



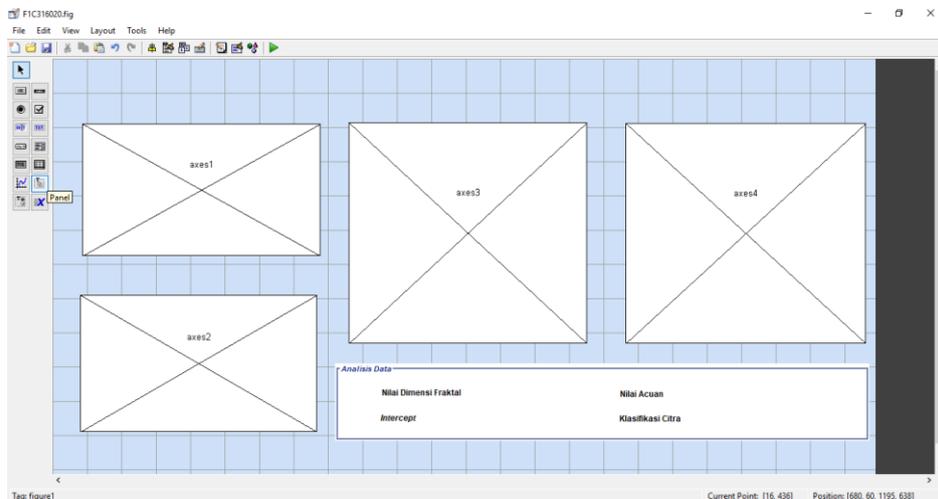
Gambar 21. Tampilan pembuatan Statistic Text pada GUI Matlab

8. Selanjutnya, klik dua kali pada Statistic text yang telah dibuat untuk mengubahnya. Lalu akan muncul jendela inspector :



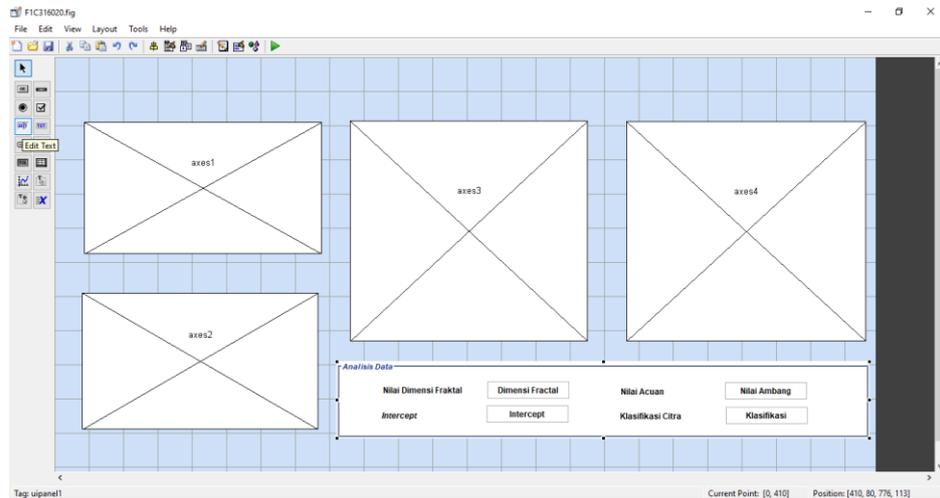
Gambar 22. Tampilan untuk mengedit Statistic Text GUI MATLAB

9. Setelah itu, pilih **string** lalu edit atau ganti text dengan text yang diinginkan. Lakukan hingga selesai.



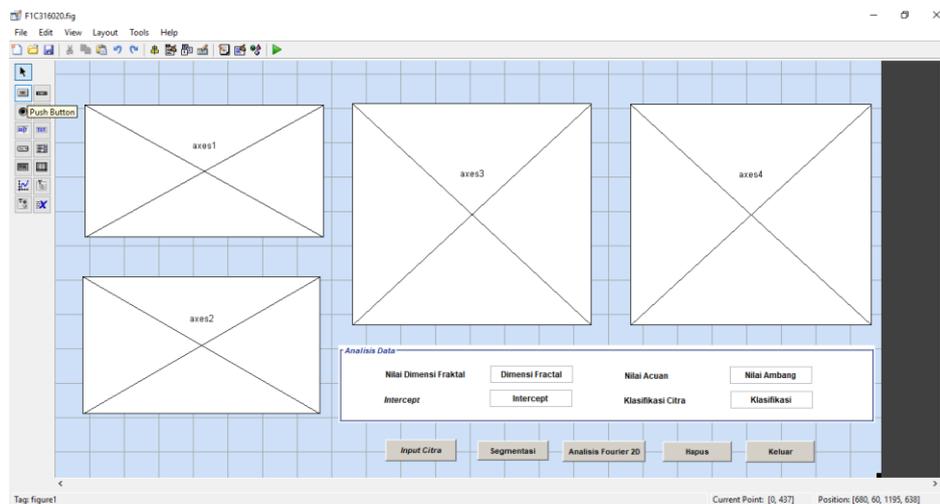
Gambar 23. Tampilan Statistic text GUI Matlab

10. Selanjutnya, pilih **Edit Text** untuk menampilkan nilai yang ingin di cari, yaitu Nilai Dimensi Fraktal, Intercept, citra normal dan hasil klasifikasi. Setelah itu, lakukan hal yang sama seperti poin 9 untuk mengubah nama text tersebut.



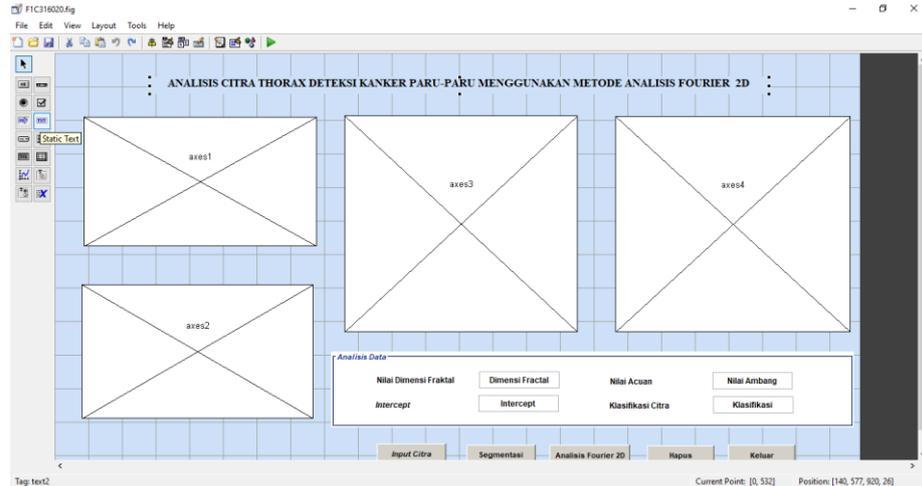
Gambar 24. Tampilan Edit Text GUI Matlab

11. Selanjutnya, membuat pushbutton untuk menjalankan program yang ingin di cari nilainya, dengan cara memilih pushbutton pada panel, lalu lakukan poin 9 untuk mengubah nama dari pushbutton tersebut sehingga tampilannya seperti berikut ini :



Gambar 25. Tampilan hasil piushbutton GUI MATLAB

12. Setelah selesai, selanjutnya, buat judul pada tampilan GUI MATLAB dengan memilih Statistic Text lalu letakkan pada bagian atas GUI MATLAB untuk membuat judul.



Gambar 26. Tampilan akhir GUI MATLAB

Setelah selesai, selanjutnya menambahkan program atau source code pada Matlab Untuk menjalankan program. Pada Pushbutton Input, ditambahkan Source code untuk memanggil atau memilih citra yang di Analisa, berikut source code yang digunakan :

```
function Input_Callback(hObject, eventdata, handles)
[nama_file,nama_path] = uigetfile({'*.*. *'}); %memanggil citra yang digunakan
if ~isequal(nama_file,0)
    I = imread(fullfile(nama_path,nama_file));%memanggil citra
    axes(handles.axes1)
    imshow(I);
    handles.I = I;
    guidata(hObject,handles);
    title('Citra Asli', 'Color', 'b', 'FontSize', 12, 'FontWeight', 'bold');
else
    return
end
```

selanjutnya, setelah itu tambahkan source code pada pushbutton segmentasi citra untuk proses segmentasi, menasikkan kontras citra dan pendeteksian area paru atau thorax yang di Analisa. Berikut sourcecode yang digunakan.

```
function Segmentasi_Callback(hObject, eventdata, handles)%PROSES
SEGMENTASI
I=handles.I ;
K=imresize(I,.5); %%mengubah ukuran
L=imadjust(K,[.4 1]); %%menaikkan kontras
```

```

[row,col]=size(L);
mask=false(row,col);
mask(ceil(.5*row):ceil(.5*row)+.1*row,ceil(.25*col):ceil(.25*col)+.1*col)=true;
mask(ceil(.5*row):ceil(.5*row)+.1*row,ceil(.65*col):ceil(.65*col)+.1*col)=true;
bu=activecontour(L,mask,500);
b= imfill(bu,'holes');
Img = bwareaopen(b,500);
axes(handles.axes2)
imshow(Img); title('Citra Hasil
Segmentasi','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
handles.Img = Img;
guidata(hObject,handles);

```

selanjutnya, masuk pada pushbutton Analisis Fourier, fungsi ini digunakan untuk menghitung nilai dimensi fractal dan intercept citra yang nilainya digunakan dalam menganalisis citra tersebut sebagai kanker atau citra normal dengan melihat nilai Dimensi fractal minimum pada citra thorax Normal, jika nilai Dimensi Fraktal yang diperoleh lebih besar dari Nilai Dimensi Fraktal Citra Normal, maka citra tersebut terindikasi sebagai Citra Normal, dan juga sebaliknya, jika Nilai Dimensi Fraktal lebih kecil dari Citra normal maka citra tersebut terklasifikasi sebagai citra kanker, berikut source code yang digunakan:

```

function Fourier_Callback(hObject, eventdata, handles)
Img=handles.I ;
pembagi_arah_gelombang=36;%jumlah kelompok perambatan gelombang
pembagi_nilai_frekuensi=360;%jumlah kelompok frekuensi untuk tiap2 arah
gelombang
[M, N]=size(Img);%ukuran matriks yang diinput
xctr=1+bitshift(N,-1);%koordinat titik tengah pada sumbu x
yctr=1+bitshift(M,-1);%koordinat titik tengah pada sumbu y
rerata=mean(Img(:));
fim=fftshift(fft2(Img-rerata));%transformasi data keruang frekuensi kemudian
disusun dengan 0 sebagai central
% Deret spektral
mag=log(fim.*conj(fim));
sumBrite=zeros(pembagi_arah_gelombang, pembagi_nilai_frekuensi);
nCount=zeros(pembagi_arah_gelombang, pembagi_nilai_frekuensi);
radius=zeros(2*pembagi_nilai_frekuensi,1);

```

```

radCount=zeros(2*pembagi_nilai_frekuensi,1);
% menghitung fasa histogram
fasa=zeros(1,180);%menyediakan ruang fasa
for j=1:M
    for i=1:N
        realv=real(fim(j,i));
        imagv=imag(fim(j,i));
        if realv==0
            value=pi/2;
        else
            value=atan((imagv/realv));
        end
        sudut=abs(floor(180*(pi/2+value)/pi));
        fasa(sudut+1)=fasa(sudut+1)+1;
    end
end
%memberikan nilai untuk fasa yang bernilai 180-360 derajat
for i=1:180
    fasa (180+i)=fasa(i);
end
%Membuat Phasa histogram
axes(handles.axes3)
plot(fasa,'color','k');
title('Phase Histogram (0...2\pi)','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
xlabel('Phase','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
ylabel('Magnitude','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
guidata(hObject,handles);
% Akumulasi magnitude untuk tiap arah dan radius
rmax=log(min(M,N)/2);%maximum radius
for j=1:M
    if j~=yctr
        logmag=yctr-j;
        y2=logmag*logmag;
        for i=1:N
            if i~=xctr
                xval=i-xctr;
                x2=xval*xval;
                rho=log(sqrt(y2+x2));
            end
        end
    end
end

```

```

if rho>0 && rho <=rmax
    mval=mag(j,i);
    temp=logmag/xval;
    theta=atan(temp);
    if xval<0 %daerah x bernilai (-)
        theta=theta+pi; % theta=theta+pi(masih dalam radian)
    end
    if theta<0 % sudut theta bernilai negatif
        theta=theta+2*pi;%theta=theta+pi(masih dalam radian)
    end
    sudut=floor(pembagi_arah_gelombang*theta/(2*pi));%sudut
dinormalisasi dalam skala pembagi gelombang
    if sudut>pembagi_arah_gelombang-1 || sudut<0%kasus sudut lebih
besar dari pembagi gelombang atau sudut kurang dari nol
        sudut=pembagi_arah_gelombang-1; %sudut diambil nilai
maksimumnya
    end
    k=floor(2*pembagi_nilai_frekuensi*rho/rmax); %normalisasi nilai
radius dalam skala pembagi frekuensi x 2
    h=floor(k/2); %nilai radius yangdipakai
    if k>2*pembagi_nilai_frekuensi-1 %kasus radius lebih besar dari nilai
max radius
        h=pembagi_nilai_frekuensi-1; %radius yang dipakai adalah nilai
max radius
        k=2*pembagi_nilai_frekuensi-1; %begitupula nilai 2xradius
maksimumnya
    end
    if h>=5
        sumBrite (sudut +1,h+1)=sumBrite(sudut+1,h+1)+mval;%isi matrik
akhir pada posisi sudut, radius dengan magnitudo pada posisi itu
        nCount(sudut+1,h+1)=nCount(sudut+1,h+1)+1; %hitung jumlah
data yang masuk dalam range posisi sudut dan radius ini
    end
    if k>=5
        radius(k+1)=radius(k+1)+ mval; %nilai magnitudo rata2
        radCount(k+1)=radCount(k+1)+1;%jumlah magnitudo rata2
    end
end
end

```

```

        end
    end
end
end

% Regresi Linier
for sudut=1:pembagi_arah_gelombang
    sumx=0;
    sumy=0;
    sumx2=0;
    sumxy=0;
    sumn=0;
    for range=6:pembagi_nilai_frekuensi
        if nCount(sudut,range)>0
            logmag=sumBrite(sudut, range)/nCount(sudut,range);
            xval=(range-1)*rmax/pembagi_nilai_frekuensi;
            sumx=sumx+xval;
            sumy=sumy+logmag;
            sumx2=sumx2+xval*xval;
            sumxy=sumxy+xval*logmag;
            sumn=sumn+1;
        end
    end
    slope(sudut)=(sumn*sumxy-sumx*sumy)/(sumn*sumx2-sumx*sumx);
    intercept(sudut)=(sumy-slope(sudut)*sumx)/sumn;
end

% menghitung rerata slope untuk semua arah dan skala
sumn=0;
for k=6:(2*pembagi_nilai_frekuensi)
    if radCount(k)>0
        sumn=sumn+1;
        logmag(sumn)=radius(k)/radCount(k);
        freq(sumn)=(k-1)*rmax/(2*pembagi_nilai_frekuensi);
    end
end
p=polyfit(freq,logmag,1);
averslope=p(1);

```

```

averIC=p(2);
fitln=polyval(p,freq);
axes(handles.axes4);
plot(freq,logmag,'r.',freq,fitln,'k-');
legend('log Magnitude','regression');
title('Log plot of Magnitude vs
Frequency','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
ylabel('Log (Magnitude)','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
xlabel('Log (Frequency)','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
ME=['temp', 'yval'];
slope(pembagi_arah_gelombang+1)=slope(1);
intercept (pembagi_arah_gelombang+1)=intercept (1);
%% Dimensi Fraktal
dimensi_fraktal=abs((averslope+6)/2);
set(handles.dimensi,'String',dimensi_fraktal)
rerata_intercept=abs(averIC);
set(handles.intercept,'String',rerata_intercept)
Dimensi_fraktal_minimum=1.63338;
set(handles.ambang,'String',Dimensi_fraktal_minimum)
%% KLASIFIKASI
Hasil=dimensi_fraktal;
if Hasil<1.61;
    Klasifikasi='Kanker';
elseif Hasil>1.61;
    Klasifikasi='Normal';
end
set(handles.klasifikasi,'String',Klasifikasi)

```

Jika selesai, selanjutnya, tambahkan source code pada pushbutton menu Hapus atau reset, yaitu sebagai berikut :

```

function Hapus_Callback(hObject, eventdata, handles)
cla(handles.axes1,'reset');
cla(handles.axes2,'reset');
cla(handles.axes3,'reset');
cla(handles.axes4,'reset');
cla(handles.dimensi,'reset');
cla(handles.intercept,'reset');
cla(handles.ambang,'reset');

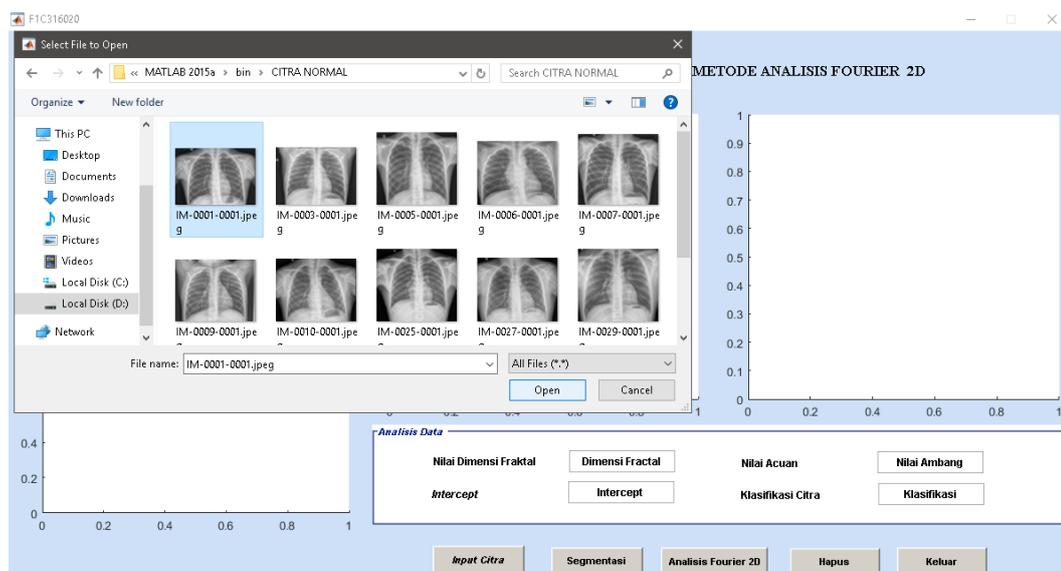
```

```
cla(handles.klasifikasi, 'reset');
guidata(hObject, handles);
```

setelah itu, tambahkan program close untuk mengakhiri proses analisis, yaitu sebagai berikut :

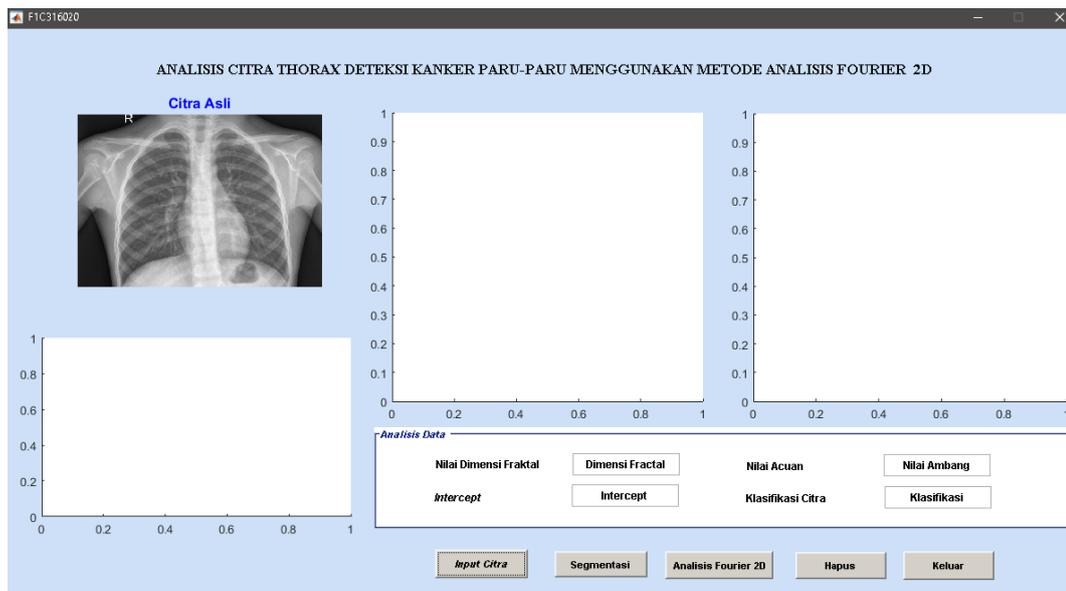
```
function Close_Callback(hObject, eventdata, handles)
close all; clc; clear all;
```

Setelah program selesai, lakukan running atau jalankan program untuk menganalisis Citra thorax Menggunakan Metode Analisis Fourier 2D. Sebelum dilakukan analisa, disiapkan alat dan bahan yang digunakan atau disebut sebagai Akuisisi Citra *Thorax*. Alat yang digunakan yaitu seperangkat komputer dengan *Software* MATLAB R2017a. Bahan yang digunakan yaitu Citra *thorax* yang diperoleh dari dataset *Japanese Society of Radiological Technology (JSRT)* yaitu 5 data citra normal dan 20 data citra kanker yang diperoleh dari penelitian Azizah (2021). Data citra *thorax* normal digunakan untuk mencari nilai dimensi fraktal maksimum. Nilai tersebut digunakan sebagai nilai acuan pada proses klasifikasi citra *thorax* kanker, karena dari penelitian sebelumnya belum ditentukan nilai dimensi fraktal pada citra *Thorax*. Citra *thorax* asli di *input* pada GUI MATLAB 2017a, dengan langkah, Setelah tampilan terbuka, selanjutnya klik tombol *input* pada GUI MATLAB, sehingga tampilannya sebagai berikut :



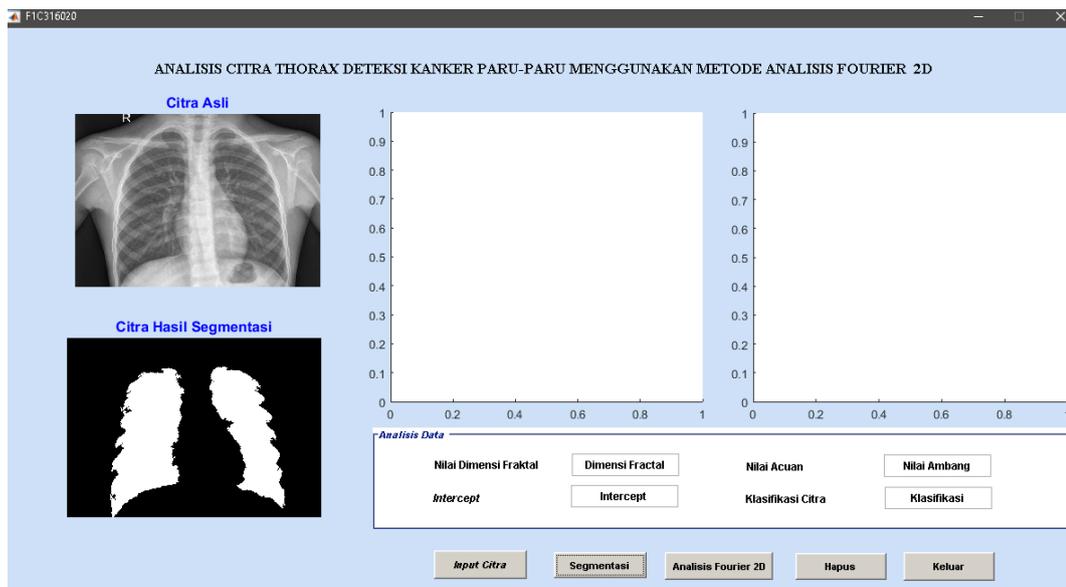
Gambar 27. Tampilan GUI MATLAB untuk memilih citra

Selanjutnya, pilih citra asli yang ingin digunakan untuk tahap analisa pertama. Lalu klik pada citra tersebut, kemudian klik open. Tampilannya sebagai berikut :



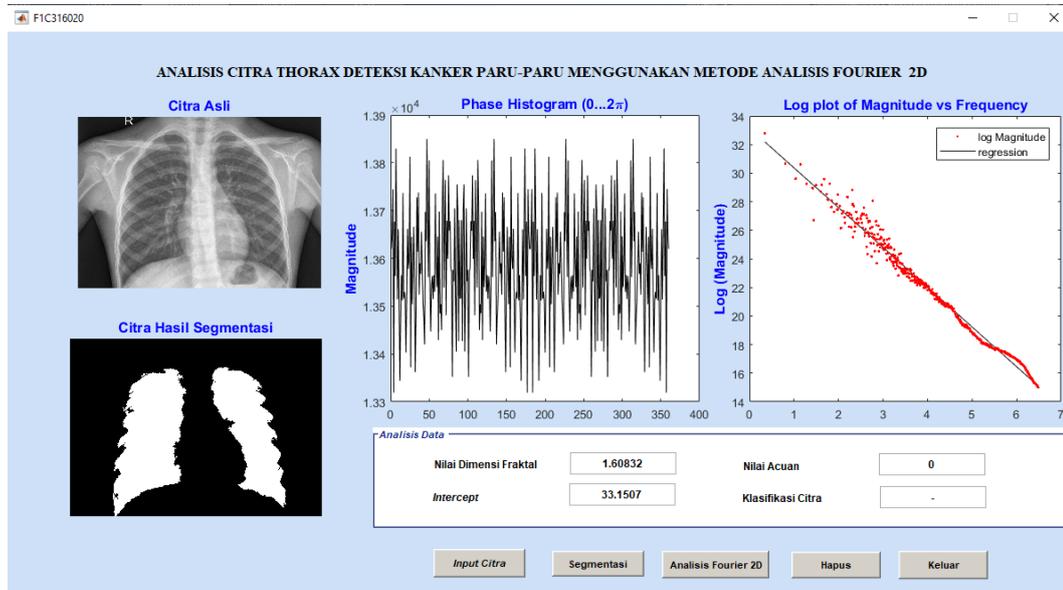
Gambar 28. Tampilan GUI MATLAB hasil citra input

Setelah citra *input* sudah ditampilkan pada GUI MATLAB. Selanjutnya, citra asli tersebut dilakukan proses segmentasi. Proses segmentasi bertujuan untuk memisahkan objek citra area analisa dengan *background* menggunakan fungsi *Active contour* pada MATLAB R2017a, sehingga tampilannya pada Gambar 20 berikut :



Gambar 29. Citra hasil Segmentasi

Langkah berikutnya, citra hasil segmentasi diproses menggunakan metode Analisis *Fourier* 2D untuk mendapatkan nilai dimensi Fraktal dan nilai *intercept* yang bertujuan untuk klasifikasi citra. Tampilan program pada gambar berikut :



Gambar 30. Grafik Histogram dan Kurva Log metode *Fourier* 2D

Pada Gambar 30, diperoleh nilai dimensi fraktal sebesar 1.60832 dan nilai *intercept* sebesar 33,1507. Nilai tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk proses analisa selanjutnya. Setelah itu, nilai dimensi fraktal tersebut di klasifikasi dengan nilai acuan yang ada, jika nilai dimensi fraktal yang diperoleh lebih kecil dari nilai acuan, maka citra tersebut dikatakan sebagai citra kanker. Begitu sebaliknya, jika nilai dimensi fraktal yang diperoleh lebih besar dari nilai acuan, maka citra tersebut dikatakan normal.

4.2 Analisis Citra *thorax* Menggunakan Metode Analisis *Fourier* 2D.

Proses analisa bertujuan untuk menentukan citra *thorax* yang digunakan berkelakuan normal atau kanker dengan menggunakan nilai acuan yang diperoleh dari citra *thorax* normal. Proses Analisa ini dengan mencari nilai dimensi Fraktal dan *intercept* yang diperoleh dengan menggunakan fungsi pemrograman MATLAB. Jika secara teori, persamaan yang digunakan yaitu persamaan (3) pada penelitian ini. Jika persamaan tersebut diaplikasikan pada MATLAB maka tampilannya sebagai berikut :

```
Function [Re,Im] = dft2d (berkas)
Fx =double (imread (berkas));
[m,n] = size 9Fx);
t=cputime;
for v = 0:m-1
```

```

for u = 0 : n-1
    Re (v+1,u+1) = 0;
    Im (v+1, u+1) = 0;
For y=0:m-1
    For x= 0 : n-1
        rad = 2 *pi*(u*x/n+v*y/m);
        cosr = cos (rad);
        sinr = -sin (rad);
        Re(v+1, u+1) = Re (v+1, u+1) +...
            Fx (y+1, x+1) * cosr;
        Im (v+1, u+1) = Im (v+1, u+1)+...
            Fx (y+1), x+1) * sinr;
        end
    end
end
end
e= cputime-t

```

Namun, fungsi tersebut hanya menampilkan citra hasil Filter dari aplikasi Analisis *Fourier* atau FFT saja. Sehingga penggunaan pemrograman MATLAB dijabarkan lagi untuk mendapatkan persamaan mencari Nilai Dimensi Fraktal dan Nilai *intercept* tujuannya untuk menganalisa bagaimana *Thorax* dikatakan normal dan kanker. Penggunaan program metode analisis *Fourier* diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Sampurno, *dkk* (2018). Sehingga diperoleh nilai dimensi fraktal dan intercept pada citra *thorax* normal sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai dimensi fraktal dan *intercept* citra *thorax* normal

Data Citra <i>thorax</i> Normal	Nilai Dimensi Fraktal	Nilai <i>intercept</i>
Citra ke-1	1,73	33,27
Citra ke-2	1,71	33,06
Citra ke-3	1,68	32,65
Citra ke-4	1,66	34,78
Citra ke-5	1,63	33,31

Sampurno (2016) menyatakan bahwa jika nilai dimensi fraktal yang diperoleh semakin tinggi artinya permukaan citra tersebut semakin heterogen atau struktur jaringan pada *thorax* tersebut normal, sedangkan jika nilai dimensi fraktal lebih rendah artinya jaringan pada paru-paru bersifat homogen yaitu terjadinya penebalan jaringan yang melebihi daerah lain pada citra tersebut yang belum terjangkau kanker, daerah ini diindikasikan sebagai tumor

atau kanker, jadi semakin besar keberadaan nilai jaringan tumor maka nilai dimensi fraktalnya semakin kecil. Nilai Dimensi fraktal ini menunjukkan struktur jaringan seluruh Citra Thorax dengan nilai densitas yang masih merata pada permukaan citranya. Sehingga citra tersebut disebut sebagai citra Thorax Normal. Semakin besar tumor yang ada pada suatu citra maka nilai dimensi fraktalnya akan semakin besar. Sehingga dapat diartikan bahwa Nilai Dimensi Fraktal merupakan bentuk keteraturan struktur jaringan permukaan paru-paru, sedangkan nilai *intercept* merupakan nilai kerapatan citra yang dihubungkan oleh sebut titik pada citra yang jika nilai *intercept* nya besar hal ini berarti bahwa kerapatan (densitas) citra juga semakin Besar (Rusmawarningsih, 2018). Melihat hasil penelitian yang dilakukan oleh Sampurno (2016) sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai dimensi fraktal dan *intercept* Citra Mammogram

Kelompok	Sampel Ke	Analisis Fourier 2D	
		Dimensi	Intercept
Tumor	1	1,36	36,36
	2	1,06	38,69
	3	1,38	36,38
	4	1,44	36,61
	5	1,27	36,80
	6	0,81	40,42
Normal	1	1,54	35,66
	2	1,53	35,41
	3	1,56	34,91
	4	1,66	33,09
	5	1,65	33,63
	6	1,61	34,18

Sumber : Hasil Penelitian Helja & Sampurno (2013)

Dari table diatas, terlihat bahwa nilai dimensi fraktal pada citra normal lebih besar daripada nilai citra tumor. Hal tersebut sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Rusmawarningsih (2018) pada penelitiannya menyatakan bahwa peningkatan nilai dimensi fraktal menunjukkan bahwa citra tersebut memiliki ketidakteraturan (kompleksitas) sehingga struktur jaringan semakin meningkat, ketidakteraturan ini mengindikasikan bahwa jaringan bersifat heterogen dan tidak membentuk jaringan yang homogen, begitupun sebaliknya, penurunan yang terjadi pada nilai dimensi fraktal menunjukkan bahwa citra tersebut bersifat homogen. Hal ini dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 3. Nilai dimensi fraktal dan *intercept* citra Tumor Otak

No	Dimensi Fraktal		Intercept	
	Normal	Tumor	Normal	Tumor
1	1,355	0,66106	26,5707	31,6697
2	1,3583	0,85321	26,5873	30,8314
3	1,3847	0,86912	26,463	30,4624
4	1,396	0,92003	26,2805	29,8349

No	Dimensi Fraktal		Intercept	
	Normal	Tumor	Normal	Tumor
5	1,4008	0,99493	26,4933	29,5734
6	1,4226	1,0021	26,0216	29,1883
7	1,4382	1,1228	25,9937	28,4036
8	1,4486	1.1895	25,8655	28,0663
9	1,5089	1,193	25,4912	28,2876
10	1,5851	1,2888	25,1434	27,6737
	D=1,42982	D=1,009455	T=26,09102	T=29,39913

Sumber : Hasil Penelitian Rusmawarningsih (2018)

Dari table 3 diatas, terlihat bahwa nilai dimensi fraktal citra normal lebih besar dari nilai dimensi fraktal citra tumor. Sehingga pada Tabel 1 Nilai dimensi fraktal Normal yaitu 1,63 sampai 1,73. Dari perolehan nilai dimensi fraktal 5 citra *thorax* normal diperoleh nilai minimum yaitu 1,73, hal ini berarti, jika nilai dimensi fraktal yang diperoleh pada 20 citra kanker lebih kecil dari nilai minimum citra normal maka citra tersebut benar teridentifikasi atau terklasifikasi sebagai kanker, sehingga diberikan kesimpulan sebagai berikut :

- Jika Dimensi fraktal $\leq 1,73$ maka citra tersebut terklasifikasi sebagai Citra Kanker
- Jika Dimensi fraktal $\geq 1,73$ maka citra tersebut terklasifikasi sebagai Citra Normal

Sebelum ditentukan nilai dimensi fraktal citra dan nilai *intercept* citra *Thorax*, sebelumnya citra asli melalui proses segmentasi terlebih dulu. Segmentasi citra merupakan proses memisahkan objek analisa dengan *bbackground* agar memperoleh hasil yang akuran. *Source code* yang digunakan pada tahap segmentasi ini yaitu sebagai berikut :

```
[row,col]=size(L);
mask=false(row,col);
mask(ceil(.5*row):ceil(.5*row)+.1*row,ceil(.25*col):ceil(.25*col)+.1*col)=true;
mask(ceil(.5*row):ceil(.5*row)+.1*row,ceil(.65*col):ceil(.65*col)+.1*col)=true;
bu=activecontour(L,mask,500);
b= imfill(bu,'holes');
Img = bwareaopen(b,500);
```

Proses segmentasi citra *thorax* dilakukan dengan menggunakan metode *active contour* yang mampu menghasilkan segmentasi yang baik dan akurat, akan tetapi metode ini memerlukan waktu yang lama pada proses komputasi, dan metode ini masih tergolong manual pada saat penentuan posisi *masking*

setiap citra *Thorax*. Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan inisialisasi kurva atau disebut penentuan *masking* apabila citra tersebut telah melalui proses *Imadjust* atau perbaikan citra. Kurva inisialisasi berbentuk persegi kecil dimana setiap persegi tersebut diletakkan di bagian objek yang akan disegmentasi khususnya pada bagian paru-paru, dalam kasus ini, titik yang digunakan pada paru-paru kanan dan paru-paru kiri yaitu $[\cdot25*\text{col}]$ dan $[\cdot65*\text{col}]$. Hasil segmentasi dari citra *thorax* dilihat pada gambar berikut :



Gambar 31. Hasil segmentasi citra *Thorax*

Selanjutnya, citra hasil segmentasi tersebut dilakukan perhitungan nilai dimensi fraktal dan nilai *intercept* dengan menggunakan metode analisis *Fourier* 2D. Citra yang digunakan pada proses ini yaitu citra Thorax kanker yang diperoleh dari Penelitian yang dilakukan oleh Azizah (2021) yang dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pada penelitian Azizah (2021) citra Thorax yang digunakan terklasifikasi sebagai citra penderita tumor Ganas dan Tumor Jinak dengan menggunakan metode *K-Fold Cross Validation*, peneliti selanjutnya mencoba untuk melakukan klasifikasi pada citra tersebut dengan menggunakan metode Analisis *Fourier* 2D. citra yang digunakan yaitu 20 Citra yang dipilih dengan hasil segmentasi baik. Untuk hasil segmentasi dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil analisis data penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi fungsionalitas metode yang digunakan dalam proses klasifikasi. Proses klasifikasi dilakukan dengan memberikan beberapa variasi data masukan, sehingga diperoleh nilai indeks pengukuran yang berlipat ganda dari hasil klasifikasi dalam proses analisis data. Langkah pertama mencari grafik histogram fasa dan kurva log (*magnitude*) terhadap log (frekuensi). Nilai dimensi fraktal diperoleh dari persamaan (4), sehingga nilai dimensi fraktal dan *intercept* diperoleh pada tabel 2 berikut :

Tabel 4. Nilai Dimensi Fraktal dan *intercept* Citra thorax kanker

Data Citra Thorax	Nilai Dimensi Fraktal	Nilai <i>intercept</i>	Klasifikasi
Citra ke-1	1,00	36,32	Kanker
Citra ke-2	0,86	32,88	Kanker
Citra ke-3	0,99	36,36	Kanker
Citra ke-4	0,98	37,07	Kanker
Citra ke-5	1,04	35,88	Kanker
Citra ke-6	1,04	35,86	Kanker
Citra ke-7	1,03	35,83	Kanker
Citra ke-8	1,05	35,68	Kanker
Citra ke-9	1,02	36,05	Kanker
Citra ke-10	1,02	36,60	Kanker
Citra ke-11	1,02	36,25	Kanker
Citra ke-12	1,00	36,44	Kanker
Citra ke-13	1,02	36,03	Kanker
Citra ke-14	1,00	36,78	Kanker
Citra ke-15	1,01	36,09	Kanker
Citra ke-16	1,01	36,17	Kanker
Citra ke-17	1,07	35,44	Kanker
Citra ke-18	0,98	36,87	Kanker
Citra ke-19	0,99	36,42	Kanker
Citra ke-20	1,03	36,36	Kanker

Sumber : Hasil Pengolahan Data menggunakan MATLAB R2017a

Dari Tabel 4 diatas, diperoleh nilai dimensi fraktal pada citra *thorax* dari data kanker nilai dimensi fraktal diperoleh 0,86 sampai 1,07 dan nilai *intercept* diperoleh 32,883 sampai 37,07. Jika dibandingkan dengan perolehan nilai dimensi fraktal citra normal pada tabel 1, bahwa nilai dimensi fraktal yang diperoleh lebih kecil dari nilai dimensi fraktal citra thorax normal dan nilai *intercept* citra kanker lebih besar dari nilai *intercept* citra thorax kanker. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sampurno (2016) dan Nurhasanah (2018) yang menyatakan bahwa, jika nilai dimensi fraktal pada suatu citra semakin kecil maka citra tersebut berkelakuan sebagai citra kanker sedangkan jika nilai dimensi fraktal yang diperoleh semakin mesar maka nilai dimensi fraktal tersebut berkelakuan sebagai citra normal.

Sampurno (2016) menyatakan bahwa jika nilai dimensi fraktal yang diperoleh semakin tinggi artinya permukaan citra tersebut semakin heterogen atau struktur jaringan pada thorax tersebut normal, tidak terdapat tambahan jaringan lain yang berada di area citra Thorax, dan tidak terjadinya penebalan pada jaringan citra thorax normal. Sedangkan jika nilai dimensi fraktal lebih rendah artinya jaringan pada paru-paru bersifat homogen yaitu adanya penebalan jaringan yang melebihi daerah lain pada citra tersebut yang belum terjangkit kanker, daerah ini diindikasikan sebagai tumor. Citra yang telah terindikasi sebagai tumor inilah yang selanjutnya bias berubah menjadi kanker sehingga mempengaruhi bentuk dan fungsi paru-paru tersebut. Jika melihat perbedaan dari citra homogen dan citra heterogen maka dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :



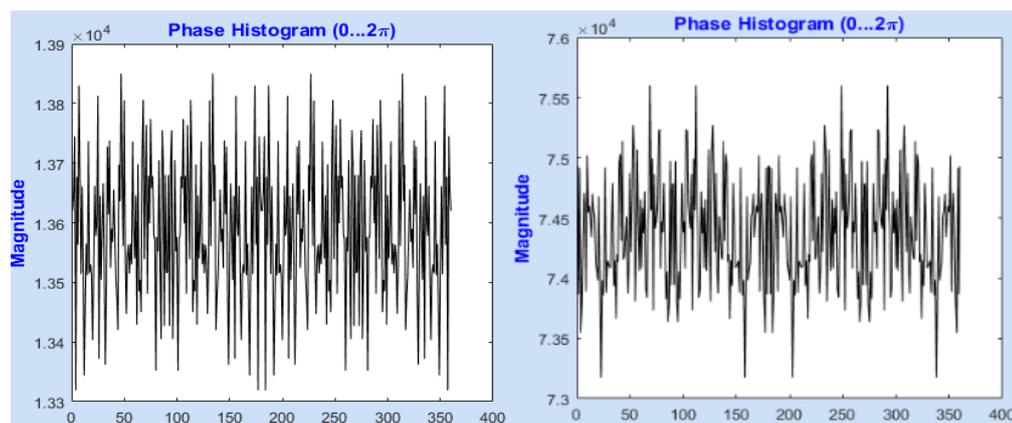
a

b

Gambar 32. (a) Citra Heterogen (b) Citra Homogen

Jika dilihat secara kasat mata, memang sulit untuk membedakannya, hanya dapat dibaca oleh ahlinya, dan untuk mengurangi resiko kesalahan dalam mendiagnosis suatu penyakit, sehingga diperlukan pendeteksian dengan analisis Fourier untuk membuktikan kebenarannya.

Selanjutnya diperoleh grafik Histogram Magnitude dan Frekuensi, dimana grafik ini digunakan untuk melihat perbedaan antara Citra Normal dan Citra Kanker, berikut perbandingan dari kedua Grafik Tersebut :

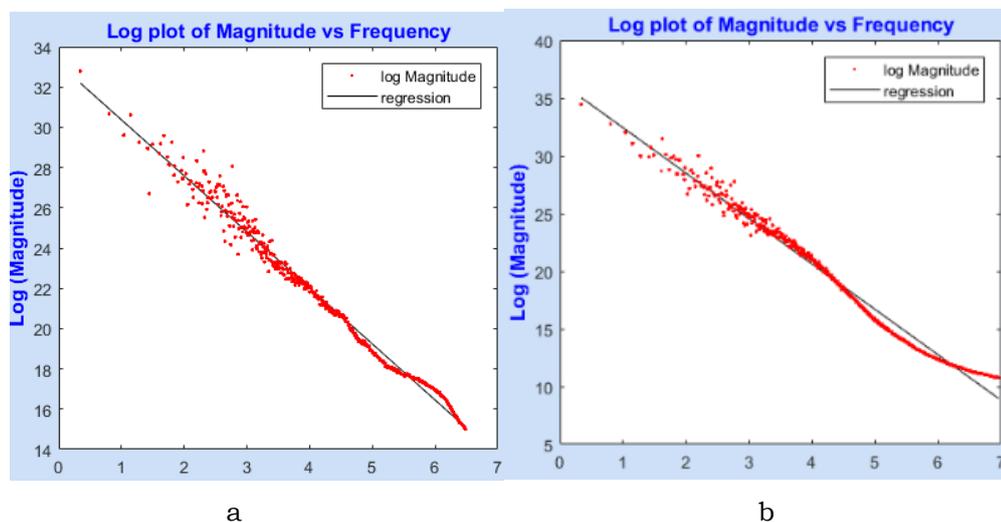


a

b

Gambar 33. (a) Diagram Fasa Citra Normal (b) Diagram Fasa Citra Kanker

Rusmawarningsih (2018) menyatakan bahwa “jika grafik histogram fasa bebentuk random dan seragam hal ini berarti citra tersebut bersifat fraktal” Peningkatan nilai dimensi fraktal permukaan menunjukkan bahwa citra otak normal memiliki ketidakteraturan (kompleksitas) struktur jaringan semakin meningkat. Dari Gambar 33 terlihat bahwa terdapat perbedaan pada nilai Diagram Fasa yang diperoleh, pertama pada Citra Normal, nilai Diagram Fasa yang diperoleh berada pada *range* $1,38 \times 10^{-4}$ sedangkan pada citra kanker, nilai histogram fasa yang diperoleh yaitu $7,55 \times 10^{-4}$. Jika dilihat dari perolehan nilainya, citra normal memiliki nilai fasa histogram yang lebih kecil dibandingkan nilai fasa histogram pada citra kanker. Hal ini bias saja dipengaruhi oleh citra thorax tersebut, dengan sifat citra yang heterogen sehingga tidak terdapat penambahan jaringan lain sehingga nilai yang diperolehnya lebih kecil. Sedangkan pada citra homogen, karena adanya penambahan jaringan yang disebabkan oleh adanya tumor sehingga terdapat penambahan pada nilai Fasa Histogram tersebut. Selanjutnya dilihat grafik Log Magnitude dan Frequency sebagaimana pada Gambar dibawah ini :



Gambar 34. (a) Grafik Log Magnitude vs Frequency citra Normal (b) Grafik Log Magnitude vs Frequency citra kanker

Dari gambar 34 diatas, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara citra kanker dan citra normal. Pada Grafik lineitas terlihat bahwa Citra Normal bentuk magnitude nya mengikuti Garis Linearitas pada Grafik Log Magnitude vc Frequency tersebut, jika dilihat pada Gambar b yaitu grafik hasil running citra kanker, nilai magnitude yang diperoleh tidak mengikuti garis Linearitasnya. Namun, dari gambar juga terlihat pada citra normal terdapat perubahan pada rentang 14-20 log magnitude, hal ini bias disebabkan karena beberapa kesalahan diantaranya kesalahan pada saat perhitungan atau penggunaan citra

yang diperoleh dari dataset yang kualitasnya tidak sebanding dengan citra yang diperoleh langsung dari Instansi Rumah Sakit atau hasil rontgen langsung. Sehingga dapat didefensiikan bahwa, penggunaan Citra menggunakan dataset untuk analisis Fourier untuk mendeteksi adanya kanker pada citra thorax memperoleh nilai yang masih jauh dari harapan.

Proses klasifikasi menggunakan persamaan berikut pada pemograman MATLAB R2017a:

```
%% KLASIFIKASI
Hasil=dimensi_fraktal;
if Hasil<1.73;
    Klasifikasi='Kanker';
elseif Hasil>1.73;
    Klasifikasi='Normal';
end
```

dimana, 1,73 merupakan nilai dimensi fraktal maksimum pada citra Thorax normal. Penggunaan nilai maksimum ini mengacu pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Helja dan Sampurno (2013) dan Rusmawarningsih (2018) bahwa nilai Dimensi fraktal pada citra Normal lebih besar dari nilai Dimensi Fraktal Kanker atau Tumor. Selanjutnya untuk memastikan kebenaran dari data tersebut, dilakukan perhitungan persentase eror atau persentase nilai kesalahan dan menghitung nilai akurasi dari citra.

4.3 Menganalisis Kinerja dengan Menentukan Nilai Akurasi dari Data Citra Thorax.

Klasifikasi bertujuan untuk melihat perbedaan nilai Dimensi Fraktal dan intercept pada citra *thorax* normal dan citra *thorax* kanker. Jika citra tersebut normal maka nilai dimensi fraktal yang diperoleh akan semakin besar, dan sebaliknya jika citra tersebut kanker yang memiliki kelainan pada citra *thorax* maka nilai dimensi fraktal yang diperoleh tersebut akan lebih kecil. Selain proses klasifikasi, nilai yang telah diperoleh dianalisis persentase eror dan akurasinya untuk mengetahui apakah data yang digunakan baik untuk di analisis menggunakan analisis fourier 2D, karena citra yang diambil dari dataset dan bahan penelitian ini tentunya tidak memiliki kualitas yang cukup baik, sehingga perlu dilakukan perhitungan Galat error dan akurasi untuk melihat persentase kesalahan yang ada. Berikut nilai perhitungan Dimensi fractal, intercept, nilai eror dan akurasi pada citra thorax yang digunakan dari bahan penelitian sebelumnya oleh Azizah (2021), pada table 5 berikut ini :

Tabel 5. Persentase Nilai *Error* dan nilai Akurasi pada citra Thorax

Data Citra Thorax Kanker	Nilai Dimensi Fraktal	Nilai intercept	Klasifikasi	Error%	Akurasi
Citra ke-1	1,00	36,32	Kanker	42%	58%
Citra ke-2	0,86	32,88	Kanker	50%	50%
Citra ke-3	0,99	36,36	Kanker	42%	58%
Citra ke-4	0,98	37,07	Kanker	43%	57%
Citra ke-5	1,04	35,88	Kanker	40%	60%
Citra ke-6	1,04	35,86	Kanker	40%	60%
Citra ke-7	1,03	35,83	Kanker	40%	60%
Citra ke-8	1,05	35,68	Kanker	39%	61%
Citra ke-9	1,02	36,05	Kanker	41%	59%
Citra ke-10	1,02	36,60	Kanker	41%	59%
Citra ke-11	1,02	36,25	Kanker	41%	59%
Citra ke-12	1,00	36,44	Kanker	42%	58%
Citra ke-13	1,02	36,03	Kanker	41%	59%
Citra ke-14	1,00	36,78	Kanker	42%	58%
Citra ke-15	1,01	36,09	Kanker	41%	59%
Citra ke-16	1,01	36,17	Kanker	41%	59%
Citra ke-17	1,07	35,44	Kanker	38%	62%
Citra ke-18	0,98	36,87	Kanker	44%	56%
Citra ke-19	0,99	36,42	Kanker	43%	57%
Citra ke-20	1,03	36,36	Kanker	40%	60%

Sumber : Hasil Pengolahan Data menggunakan MATLAB R2017a

Dalam menganalisis kinerja, menentukan nilai *Error* dengan menggunakan persamaan (5) sedangkan persentase nilai Akurasi didapatkan dengan menggunakan persamaan (6) yang telah dituliskan sebelumnya. Tabel 5 diperoleh nilai *error* maksimum yaitu 40% dan nilai akurasi maksimum yang diperoleh sebesar 64%. Terlihat bahwa kemampuan metode analisis Fourier 2D untuk mendeteksi Kanker pada Citra Thorax yang diperoleh dari Dataset hasil Penelitian masih sangat jauh dari harapan. Hal ini bisa terjadi karena, Citra yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut memiliki kualitas yang kurang baik sehingga mempengaruhi hasil dan data tersebut tidak dapat diklasifikasikan dengan baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Analisis citra *thorax* deteksi kanker paru-paru menggunakan metode analisis *Fourier* 2D dibuat dengan pemograman MATLAB RR2017a dengan fasilitas *Graphical User Interface* (GUI), menggunakan tampilan dan algoritma yang sesuai sehingga diperoleh pendeteksian citra *thorax* kanker dan normal dengan melihat nilai dimensi fraktal dan *intercept* pada citra tersebut.
2. Hasil yang diperoleh pada deteksi kanker Paru-paru dengan menggunakan citra *thorax* dari data kanker nilai dimensi fraktal diperoleh 0,86 sampai 1,07 dan nilai *intercept* diperoleh 32,883 sampai 37,07. Nilai dimensi fraktal yang diperoleh lebih kecil dari nilai dimensi fraktal citra *thorax* normal dan nilai *intercept* citra kanker lebih besar dari nilai *intercept* citra *thorax* kanker.
3. Kemampuan metode analisis *Fourier* 2D untuk mendeteksi Kanker pada Citra *Thorax* yang diperoleh dari Dataset hasil Penelitian masih sangat jauh dari harapan yang dibuktikan dengan perolehan nilai akurasi rata-rata sebesar 58%. Hal ini bisa terjadi karena, citra yang diperoleh dari database tersebut memiliki kualitas yang kurang baik sehingga mempengaruhi hasil dan data tersebut tidak dapat diklasifikasikan dengan baik.

5.2 Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu dalam penggunaan program MATLAB sebaiknya menggunakan komputer dengan kapasitas yang sesuai sehingga tidak menghambat proses pada saat pengolahan data pemograman. Penggunaan Citra *Thorax* sebaiknya diperoleh dari Instansi Rumah sakit atau dari link database terpercaya dengan kualitas citra yang besar sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat.

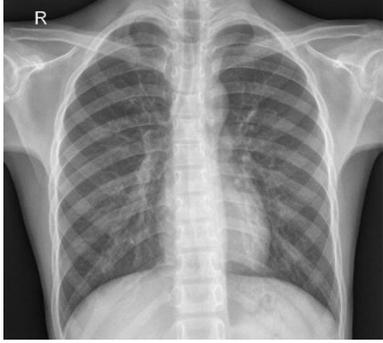
DAFTAR PUSTAKA

- Anike, M. 2015. Analisa Pengolahan Citra Menggunakan Metode Transformasi *Fourier*. *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*. Hal. 131-136.
- Aulia. T. 2021. Perbandingan Kualitas Citra Radiografi *Thorax* Proyeksi Posteroanterior (Pa) Pada *Variasi Focus Film Distance*. Skripsi: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Awal Bros Pekanbaru.
- Aziza, N. N. 2021. *Klasifikasi nodul penyakit kanker paru-paru pada citra rontgen thorax berdasarkan ekstraksi fitur geometris dan tekstur menggunakan scilab*. Skripsi. Semarang : Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Ekananda, N.P., D. Riminarsih. 2022. Identifikasi Penyakit Pneumonia Berdasarkan Citra *Chest X-Ray* Menggunakan *Convolutional Neural Network*. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*. Volume 27. Hal 80-94.
- Fajri, M. I., dan L. Anifah. 2018. Deteksi Status Kanker Paru-Paru Pada Citra *CT Scan* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*. *Jurnal Teknik Elektro*. Volume 07 Nomor 03 Tahun 2018, 121- 126.
- Fauzi. M. R. 2016. Deteksi Dini Osteoporosis pada Wanita Postmenopausal Melalui *Dental Panoramic Radiograph* Menggunakan Metode Regresi Logistik Biner, *Classification Tree* dan *Support Vector Machine*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Herminahospitals. 2022. Diakses pada 06 Maret 2022 melalui link <https://herminahospitals.com>.
- Kementerian Kesehatan RI. 2015. Situasi Penyakit Kanker. Jakarta: Pusat Data dan Informasi. Melalui link: <https://www.kemkes.go.id/resources/download/pusdatin/infodatin/infodatinkanker.pdf>. Diakses pada tanggal 17 Februari 2023 pukul 12.15 WIB.
- Kermany, Daniel; Zhang, Kang; Goldbaum, Michael (2018), "Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Images for Classification". *Mendeley Data*. V2. doi: 10.17632/rscbjbr9sj.2
- Kurniasih. F.N., L.B. Harti., A.D. Ariestiningsih., S.O. Wardhani dan S. Nugroho. 2017. *Buku Ajar Gizi dan Kanker*. Malang : Universitas Brawijaya Press (UB Press).
- Latif, A. 2016. Penentuan Laju Dosis pada Pesawat Sinar-X *Fluoroscopy* (Mobile. C-Arm) di Rumah Sakit Universitas Hasanuddin. *Skripsi*: Universitas Hasanudin Makassar.
- Long, B. W., J. H. Rollins., dan B.J. Smith. 2017. *Merrill's Atlas Of Radiographic Positioning And Procedures Thirteenth Edition Volume One*. St. Louis : Elsevier Mosby.

- Modern Cancer Hospital Guangzhou*. 2015. Diagnosis Kanker Paru. Diakses dari <http://www.cancerhospital.co.id/diagnosis-kanker/diagnosis-kanker-paru-paru/> pada tanggal 17 Februari 2023, Pukul 14.20 WIB.
- Mulyono, A. 2009. Analisis Tekstur Citra X-Ray Lutut (Genu) untuk Deteksi Osteoporosis. *Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus*. 3D Hal 4.
- Nurhasanah. Dan J. Sampurno. 2015. Penentuan Densitas Citra X-Ray Tulang Tangan Dengan Metode Fraktal Berbasis Analisis *Fourier*. *Prosiding Semirata 2015 bidang MIPA BKS-PTN Barat*. Hal 311-318.
- Prabandari. E. E. 2017. Perbedaan Nilai *Peak Expiratory Flow* Antara Penderita Asma Dan Tidak Asma Pada Mahasiswa Fisioterapi Universitas Muhammadiyah Malang. Malang : Universitas Muhammadiyah.
- Prasetyo. B.D. 2020. Klasifikasi Citra X-Ray Paru-Paru Anak Pneumonia Dan Non-Pneumonia Menggunakan Metode Segmentasi Dan Deteksi Tepi. *Skripsi*: Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Putra. A. C. 2020. *Kanker Paru Tanya Jawab Dokter, Pasien dan Keluarga*. Guepedia.
- Rahmadewi. R. 2016. Analisa Perbandingan Beberapa Metode Deteksi Tepi Pada Citra Rontgen Penyakit Paru-Paru. *Jurnal Integrasi Vol. I*. Hal 21-29.
- Rahmantyo. L.A., I.I.Tritoasmoro., Rustam. 2022. Perbandingan Metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* Dan *Gamma Correction* Dalam Meningkatkan Kualitas Citra X-Ray Thorax. *e-Proceeding of Engineering : Vol.8, No.6*. Hal. 3747.
- Ramadhan, A. 2015. Klasifikasi Citra Rontgen Paru-Paru Dengan Ekstraksi Fitur Histogram Dan Metode *Naive Bayes Classifier*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rusmawarningsih, R., Nurhasanah., dan J. Sampurno. 2018. Karakteristik Citra *CT Scan* Otak Menggunakan Analisis Fraktal Berbasis Transformasi *Fourier*. *Jurnal Fisika*. Vol. 8 No 1 Hal. 1-8.
- Sampurno, J., dan I.D. Faryuni. 2016. *Metode Analisis Fraktal*. Yogyakarta : Deepublish (Grup Penerbitan CV. Budi Utama).
- Shiraishi J, Katsuragawa S, Ikezoe J, Matsumoto T, Kobayashi T, Komatsu K, Matsui M, Fujita H, Kodera Y, and Doi K. 2000. *Development of a digital image database for chest radiographs with and without a lung nodule: Receiver operating characteristic analysis of radiologists' detection of pulmonary nodules*. *AJR* 174; 71-74.
- Sianipar. E.R.H. 2019. *Matlab Untuk Pembelajaran dan Riset Sinyal Digital*. Jogjakarta : Andi.

- Statistic, G.C. 2018. *GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Wolrdwide for 36 Cancers in 185 Countries*.
- Taher, F., N. Werghi., H. Alahmad., C. Donner. 2013. *Extraction and Segmentation of Sputum Cells for Lung Cancer Early Diagnosis*. Algorithms Volume 6. Hal. 513-531.
- Umam, C. 2015. *Deteksi Osteoporosis Dengan Metode Template Matching pada Citra Sinar Rontgen Tulang Panggul Manusia*. Universitas Dian Nuswantaro : Semarang.
- Umara. A.F., I.S.M. Wulandari., E. Supriadi., *dkk.* 2021. *Keperawatan Medikal Bedah Sistem Respirasi*. Tangerang : Yayasan Kita Menulis.
- Wikanargo, M.A., dan A.P. Thenata. 2018. *Segmentasi Citra Chest X-rays untuk Pengenalan Pola Abnormalitas pada Paru-Paru Menggunakan Metode Fuzzy C-Means*. *JUTEI* Edisi Volume II. Hal 101-111.
- Wulan. T. D. 2012. *Deteksi Kanker Paru-Paru Dari Citra Foto Rontgen Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation*. ADLN Perpustakaan : Universitas Airlangga.
- Wulandari. L. 2022. *Terapi Personal Sebagai Upaya Terobosan Dalam Pengobatan Kanker Paru*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Yulianto, M., Soeparmi., Cari., F. Anwar *dkk.* 2021. *Klasifikasi Kanker Paru Paru Menggunakan Naïve Bayes Dengan Variasi Filter Dan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM)*. *Indonesian Journal of Applied Physics* Vol.11 No.2. Hal. 257-258.

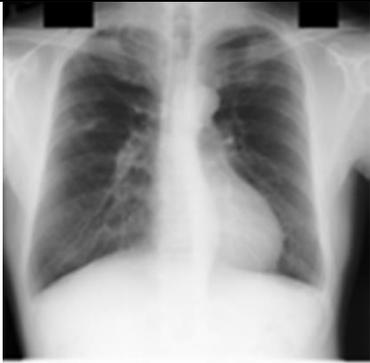
LAMPIRAN**Lampiran 1.** Data Citra thorax Normal

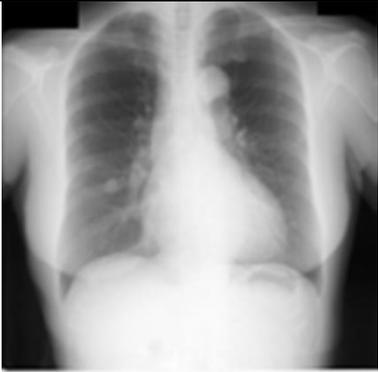
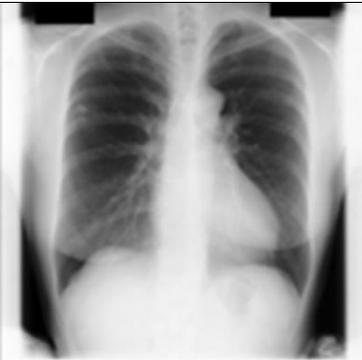
Nama Citra	Citra Thorax
Citra ke-1	
Citra ke-2	
Citra ke-3	
Citra ke-4	

Citra ke-5	
------------	--

Lampiran 2. Data citra thorax kanker

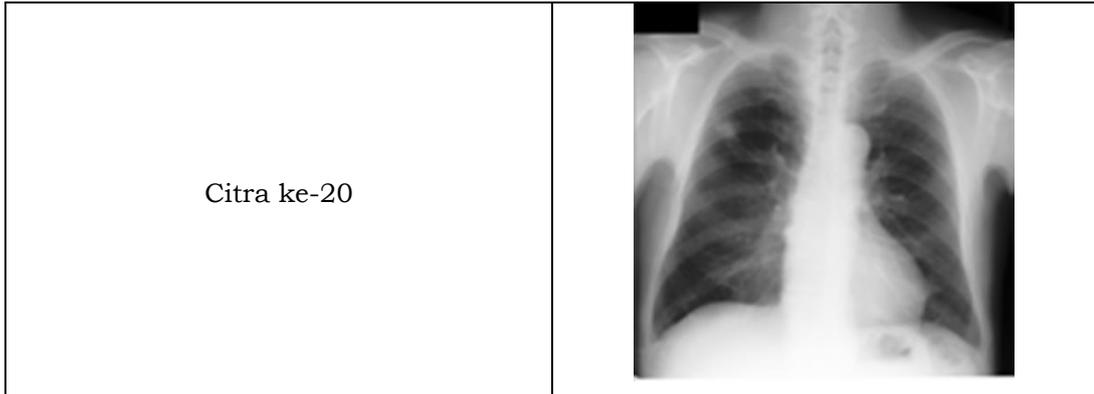
Data Citra	Citra Thorax
Citra ke-1	
Citra ke-2	
Citra ke-3	

Citra ke-4	
Citra ke-5	
Citra ke-6	
Citra ke-7	

Citra ke-8	
Citra ke-9	
Citra ke-10	
Citra ke-11	

Citra ke-12	
Citra ke-13	
Citra ke-14	
Citra ke-15	

Citra ke-16	
Citra ke-17	
Citra ke-18	
Citra ke-19	



Lampiran 3. Perhitungan %Eror dan nilai Akurasi

Citra 1

$$\begin{aligned}
 \% \text{Eror} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\
 &= \left| \frac{1,73 - 1,00}{1,73} \right| \times 100 \\
 &= \left| \frac{0,73}{1,73} \right| \times 100 \\
 &= |0,42| \times 100 \\
 &= 42\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akiurasi} &= 100\% - \% \text{Eror} \\
 &= 100\% - 42\% \\
 &= 58\%
 \end{aligned}$$

Citra 2

$$\begin{aligned}
 \% \text{Eror} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\
 &= \left| \frac{1,73 - 0,86}{1,73} \right| \times 100 \\
 &= \left| \frac{0,87}{1,73} \right| \times 100 \\
 &= |0,87| \times 100 \\
 &= 50\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Eror} \\
 &= 100\% - 50\% \\
 &= 50\%
 \end{aligned}$$

Citra 3

$$\begin{aligned}
 \% \text{Eror} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\
 &= \left| \frac{1,73 - 0,99}{1,73} \right| \times 100 \\
 &= \left| \frac{0,74}{1,73} \right| \times 100 \\
 &= |0,42| \times 100 \\
 &= 42\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Eror} \\
 &= 100\% - 42\% \\
 &= 58\%
 \end{aligned}$$

Citra 4

$$\begin{aligned}
 \% \text{Eror} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\
 &= \left| \frac{1,73 - 0,98}{1,73} \right| \times 100 \\
 &= \left| \frac{0,75}{1,73} \right| \times 100 \\
 &= |0,43| \times 100 \\
 &= 43\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Eror} \\
 &= 100\% - 43\% \\
 &= 57\%
 \end{aligned}$$

Citra 5

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,04}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,69}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,40| \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{ Error} \\ &= 100\% - 40\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

Citra 6

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,04}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,69}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,40| \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{ Error} \\ &= 100\% - 40\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

Citra 7

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,03}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,70}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,40| \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{ Error} \\ &= 100\% - 40\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

Citra 8

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,05}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,68}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,39| \times 100 \\ &= 39\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{ Error} \\ &= 100\% - 39\% \\ &= 61\% \end{aligned}$$

Citra 9

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,02}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,71}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,41| \times 100 \\ &= 41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{ Error} \\ &= 100\% - 41\% \\ &= 59\% \end{aligned}$$

Citra 10

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,02}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,71}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,41| \times 100 \\ &= 41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{ Error} \\ &= 100\% - 41\% \\ &= 59\% \end{aligned}$$

Citra 11

$$\begin{aligned} \% \text{Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,02}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,71}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,41| \times 100 \\ &= 41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Error} \\ &= 100\% - 41\% \\ &= 59\% \end{aligned}$$

Citra 12

$$\begin{aligned} \% \text{Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,00}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,73}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,42| \times 100 \\ &= 42\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Error} \\ &= 100\% - 42\% \\ &= 58\% \end{aligned}$$

Citra 13

$$\begin{aligned} \% \text{Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,02}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,71}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,41| \times 100 \\ &= 41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Error} \\ &= 100\% - 41\% \\ &= 59\% \end{aligned}$$

Citra 14

$$\begin{aligned} \% \text{Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,00}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,73}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,42| \times 100 \\ &= 42\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Error} \\ &= 100\% - 42\% \\ &= 58\% \end{aligned}$$

Citra 15

$$\begin{aligned} \% \text{Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,01}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,72}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,41| \times 100 \\ &= 41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Error} \\ &= 100\% - 41\% \\ &= 59\% \end{aligned}$$

Citra 16

$$\begin{aligned} \% \text{Error} &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,01}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,72}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,41| \times 100 \\ &= 41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \% \text{Error} \\ &= 100\% - 41\% \end{aligned}$$

$$= 59\%$$

Citra 17

$$\begin{aligned} \%Error &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,07}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,66}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,38| \times 100 \\ &= 38\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \%Error \\ &= 100\% - 38\% \\ &= \%62 \end{aligned}$$

Citra 18

$$\begin{aligned} \%Error &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 0,98}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,75}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,44| \times 100 \\ &= 44\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \%Error \\ &= 100\% - 44\% \\ &= 56\% \end{aligned}$$

Citra 19

$$\begin{aligned} \%Error &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 0,99}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,74}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,43| \times 100 \\ &= 43\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \%Error \\ &= 100\% - 43\% \\ &= 57\% \end{aligned}$$

Citra 20

$$\begin{aligned} \%Error &= \left| \frac{Dx - Du}{Dx} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{1,73 - 1,03}{1,73} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{0,70}{1,73} \right| \times 100 \\ &= |0,40| \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - \%Error \\ &= 100\% - 40\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

Lampiran 4. Source Code MATLAB**Opening GUI MATLAB**

```
function varargout = F1C316020(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',    mfilename, ...
                  'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @F1C316020_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn', @F1C316020_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn', [] , ...
                  'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
```

```

    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function F1C316020_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
function varargout = F1C316020_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;

```

Input Citra

```

function Input_Callback(hObject, eventdata, handles)
[nama_file,nama_path] = uigetfile({'*.*'}); %memanggil citra yang digunakan
if ~isequal(nama_file,0)
    I = imread(fullfile(nama_path,nama_file));%memanggil citra
    axes(handles.axes1)
    imshow(I);
    handles.I = I;
    guidata(hObject,handles);
    title('Citra Asli','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
else
    return
end

```

Proses Segmentasi Citra

```

function Segmentasi_Callback(hObject, eventdata, handles)%PROSES
SEGMENTASI
I=handles.I ;
K=imresize(I,.5); %%mengubah ukuran
d=rgb2gray(K);
L=imadjust(d,[.4 1]); %%menaikkan kontras
[row,col]=size(L);
mask=false(row,col);
mask(ceil(.5*row):ceil(.5*row)+.1*row,ceil(.25*col):ceil(.25*col)+.1*col)=true;

```

```

mask(ceil(.5*row):ceil(.5*row)+.1*row,ceil(.65*col):ceil(.65*col)+.1*col)=true;
bu=activecontour(L,mask,500);
b= imfill(bu,'holes');
Img = bwareaopen(b,500);
axes(handles.axes2)
imshow(Img); title('Citra Hasil
Segmentasi','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
handles.Img = Img;
guidata(hObject,handles);

```

Proses Analisis Fourier 2D Citra

```

function Fourier_Callback(hObject, eventdata, handles)
Img=handles.I ;
pembagi_arah_gelombang=36;%jumlah kelompok perambatan gelombang
pembagi_nilai_frekuensi=360;%jumlah kelompok frekuensi untuk tiap2
arah gelombang
[M, N]=size(Img);%ukuran matriks yang diinput
xctr=1+bitshift(N,-1);%koordinat titik tengah pada sumbu x
yctr=1+bitshift(M,-1);%koordinat titik tengah pada sumbu y
rerata=mean(Img(:));
fim=fftshift(fft2(Img-rerata));%tranformasi data keruang frekuensi kemudian
disusun dengan 0 sebagai central
% Deret spektral
mag=log(fim.*conj(fim));
sumBrite=zeros(pembagi_arah_gelombang, pembagi_nilai_frekuensi);
nCount=zeros(pembagi_arah_gelombang, pembagi_nilai_frekuensi);
radius=zeros(2*pembagi_nilai_frekuensi,1);
radCount=zeros(2*pembagi_nilai_frekuensi,1);
% menghitung fasa histogram
fasa=zeros(1,180);%menyediakan ruang fasa
for j=1:M
    for i=1:N
        realv=real(fim(j,i));
        imagv=imag(fim(j,i));
        if realv==0
            value=pi/2;
        else
            value=atan((imagv/realv));

```

```

        end
        sudut=abs(floor(180*(pi/2+value)/pi));
        fasa(sudut+1)=fasa(sudut+1)+1;
    end
end
%memberikan nilai untuk fasa yang bernilai 180-360 derajat
for i=1:180
    fasa (180+i)=fasa(i);
end
%Membuat Phasa histogram
axes(handles.axes3)
plot(fasa,'color','k');
title('Phase Histogram (0...2\pi)','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
xlabel('Phase','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
ylabel('Magnitude','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
guidata(hObject,handles);
% Akumulasi magnitude untuk tiap arah dan radius
rmax=log(min(M,N)/2);%maximum radius
for j=1:M
    if j~=yctr
        logmag=yctr-j;
        y2=logmag*logmag;
        for i=1:N
            if i~=xctr
                xval=i-xctr;
                x2=xval*xval;
                rho=log(sqrt(y2+x2));
                if rho>0 && rho <=rmax
                    mval=mag(j,i);
                    temp=logmag/xval;
                    theta=atan(temp);
                    if xval<0 %daerah x bernilai (-)
                        theta=theta+pi; % theta=theta+pi(masih dalam radian)
                    end
                    if theta<0 % sudut theta bernilai negatif
                        theta=theta+2*pi;%theta=theta+pi(masih dalam radian)
                    end
                end
            end
        end
    end
end

```

```

        sudut=floor(pembagi_arah_gelombang*theta/(2*pi));%sudut
dinormalisasi dalam skala pembagi gelombang
        if sudut>pembagi_arah_gelombang-1 || sudut<0%kasus sudut
lebih besar dari pembagi gelombang atau sudut kurang dari nol
            sudut=pembagi_arah_gelombang-1; %sudut diambil nilai
maksimumnya
        end
        k=floor(2*pembagi_nilai_frekuensi*rho/rmax); %normalisasi nilai
radius dalam skala pembagi frekuensi x 2
        h=floor(k/2); %nilai radius yangdipakai
        if k>2*pembagi_nilai_frekuensi-1 %kasus radius lebih besar dari
nilai max radius
            h=pembagi_nilai_frekuensi-1; %radius yang dipakai adalah
nilai max radius
            k=2*pembagi_nilai_frekuensi-1; %begitupula nilai 2xradius
maksimumnya
        end
        if h>=5
            sumBrite (sudut +1,h+1)=sumBrite(sudut+1,h+1)+mval;%isi
matrik akhir pada posisi sudut, radius dengan magnitudo pada posisi itu
            nCount(sudut+1,h+1)=nCount(sudut+1,h+1)+1; %hitung
jumlah data yang masuk dalam range posisi sudut dan radius ini
        end
        if k>=5
            radius(k+1)=radius(k+1)+ mval; %nilai magnitudo rata2
            radCount(k+1)=radCount(k+1)+1;%jumlah magnitudo rata2
        end
    end
end
end
end

% Regresi Linier
for sudut=1:pembagi_arah_gelombang
    sumx=0;
    sumy=0;
    sumx2=0;

```

```

sumxy=0;
sumn=0;
for range=6:pembagi_nilai_frekuensi
    if nCount(sudut,range)>0
        logmag=sumBrite(sudut, range)/nCount(sudut,range);
        xval=(range-1)*rmax/pembagi_nilai_frekuensi;
        sumx=sumx+xval;
        sumy=sumy+logmag;
        sumx2=sumx2+xval*xval;
        sumxy=sumxy+xval*logmag;
        sumn=sumn+1;
    end
end
slope(sudut)=(sumn*sumxy-sumx*sumy)/(sumn*sumx2-sumx*sumx);
intercept(sudut)=(sumy-slope(sudut)*sumx)/sumn;
end

% menghitung rerata slope untuk semua arah dan skala
sumn=0;
for k=6:(2*pembagi_nilai_frekuensi)
    if radCount(k)>0
        sumn=sumn+1;
        logmag(sumn)=radius(k)/radCount(k);
        freq(sumn)=(k-1)*rmax/(2*pembagi_nilai_frekuensi);
    end
end
p=polyfit(freq,logmag,1);
averslope=p(1);
averIC=p(2);
fitln=polyval(p,freq);
axes(handles.axes4);
plot(freq,logmag,'r.',freq,fitln,'k-');
legend('log Magnitude','regression');
title('Log plot of Magnitude vs
Frequency','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
ylabel('Log (Magnitude)','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
xlabel('Log (Frequency)','Color','b','FontSize',12,'FontWeight','bold');
ME=['tempr','yval'];

```

```

slope(pembagi_arah_gelombang+1)=slope(1);
intercept (pembagi_arah_gelombang+1)=intercept (1);
%% Dimensi Fraktal
dimensi_fraktal=abs((averslope+6)/2);
set(handles.dimensi,'String',dimensi_fraktal)
rerata_intercept=abs(averIC);
set(handles.intercept,'String',rerata_intercept)
Dimensi_fraktal_minimum=1.72925;
set(handles.ambang,'String',Dimensi_fraktal_minimum)

```

Proses Klasifikasi Jenis Citra

```

Hasil=dimensi_fraktal;
if Hasil<1.73;
    Klasifikasi='Kanker';
elseif Hasil>1.73;
    Klasifikasi='Normal';
end
set(handles.klasifikasi,'String',Klasifikasi)

```

Proses Menghapus Data Analisis Citra

```

function Hapus_Callback(hObject, eventdata, handles)
cla(handles.axes1,'reset');
cla(handles.axes2,'reset');
cla(handles.axes3,'reset');
cla(handles.axes4,'reset');
cla(handles.dimensi,'reset');
cla(handles.intercept,'reset');
cla(handles.ambang,'reset');
cla(handles.klasifikasi,'reset');
guidata(hObject,handles);

```

Proses Mengakhiri Program

```

function Close_Callback(hObject, eventdata, handles)
close all; clc; clear all;

```

Lampiran 5. Hasil Proses Komputasi

