

ANALISIS JENIS PENYAKIT PARU-PARU BERDASARKAN CHEST X-RAY MENGUNAKAN METODE FUZZY C-MEANS

Fani Nur Azizah

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : fani.17030214006@mhs.unesa.ac.id

Dwi Juniati

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : dwi_juniati@yahoo.com

Abstrak

Paru-paru merupakan organ vital yang mudah terinfeksi sehingga rentan terhadap penyakit, seperti atelektasis, efusi pleura, *pneumothorax*, dan kanker. Penyakit dalam paru-paru dapat dideteksi menggunakan *x-ray*. Berdasarkan teori medis, hasil citra *x-ray* keempat penyakit paru-paru tersebut sulit untuk dibaca oleh orang awam. Untuk memudahkan proses analisis, maka dibutuhkan suatu ciri untuk setiap jenis penyakit. Dalam penelitian ini, dimensi fraktal diimplementasikan untuk mengklasifikasi jenis penyakit paru-paru berdasarkan *chest x-ray*. Terdapat 100 citra *chest x-ray* yang akan diproses menggunakan segmentasi. Hasil dari segmentasi berupa wilayah (*region*) paru-paru. *Region* tersebut digunakan dalam deteksi tepi *Canny* untuk mengetahui bercak dari jenis penyakit paru-paru. Kemudian nilai dimensi dihitung menggunakan *box counting* agar dapat dilakukan pengklasteran. Hasil dari percobaan menggunakan metode *fuzzy c-means* dengan empat klaster memiliki akurasi sebesar 86%.

Kata Kunci: *Chest X-ray, Box Counting, Fuzzy C-Means.*

Abstract

Lungs are vital organs that easily infected making them susceptible to diseases, such as atelectasis, effusion, pneumothorax and cancer. Diseases in the lungs can be detected using x-ray. Based on medical theory, the results of the x-ray images of the lung diseases are difficult for ordinary people to read.. This research analyzes the x-ray image of the lungs to make easier the process of analysis. The analysis will be easy to carry out if the characteristic is known. In this case, fractal dimensions were implemented to clustering the type of lung disease based on chest x-ray. There are 100 x-ray image of the lungs that will be processed using segmentation. Result of segmentation is a region of the lungs. These regions are used in Canny edge detection to find out spots of lung disease. Then the dimension value is calculated using box counting so that it can be clustered. The results of the experiment using the fuzzy c-means method with four clusters have an accuracy of 86%.

Keywords: *Chest X-ray, Box Counting, Fuzzy C-Means.*

PENDAHULUAN

Dalam tubuh manusia terdapat beberapa organ vital, salah satunya paru-paru yang berfungsi dalam sistem pernapasan. Terdapat proses pertukaran udara antara oksigen menjadi karbondioksida di dalam paru-paru. Oksigen yang diserap akan diedarkan ke seluruh tubuh dengan bantuan jantung melalui sistem peredaran darah. Dalam melakukan fungsinya, tentu paru-paru dapat mengalami kelainan yang disebabkan oleh beberapa hal, seperti polusi udara, virus, jamur, ataupun bakteri. Kelainan tersebut akan mengganggu proses yang terjadi dalam sistem pernapasan jika tidak segera ditangani. Gangguan tersebut dapat berupa

kesulitan bernapas sehingga dapat menyebabkan seseorang mengalami kesulitan dalam menjalankan aktivitas serta menyebabkan penderita kekurangan oksigen, bahkan gangguan tersebut dapat menyebabkan kematian apabila tidak cepat terdeteksi (Saputra, 2011). Beberapa contoh gangguan pada paru-paru adalah pneumothoraks, atelektasis, efusi pleura, dan kanker paru-paru. Beberapa penyebab atelektasis adalah pneumothoraks, efusi pleura, dan kanker. Pneumothorax ditandai dengan adanya udara dalam paru-paru, sedangkan efusi pleura ditandai dengan adanya cairan dalam paru-paru. Sementara itu, salah satu cara untuk mendeteksi kanker paru-paru dapat dilihat dengan adanya bercak pada

paru-paru yang disebut nodul. Dalam hasil *x-ray*, warna putih akan menandai adanya udara, cairan, maupun bercak.

Terdapat beberapa cara dalam mendeteksi gangguan pada paru-paru yaitu pemeriksaan secara klinis dengan melihat gejala fisik yang dilakukan oleh dokter, diagnosa melalui citra *x-ray*, CT scan, serta MRI (Mardhiyah, 2011). Diagnosis suatu penyakit paru-paru melalui *x-ray* diyakini lebih mudah daripada pemeriksaan secara klinis (Xiaosong Wang, 2017). Pada umumnya orang awam akan mengalami kesulitan untuk memahami hasil *x-ray* sehingga dokter atau tenaga medis lain dibutuhkan untuk membantu masyarakat dalam membaca hasilnya (Rohini Paul Joseph, 2014).

Dalam dunia medis saat ini, pengolahan citra digital berkembang pesat. Perkembangan tersebut dapat digunakan dalam menganalisis citra *x-ray* untuk mengidentifikasi suatu penyakit paru-paru. Citra *x-ray* tidak jarang akan terlihat kurang kontras, kabur, dan sebagainya. Dengan kemajuan teknologi, kualitas citra *x-ray* dapat diperbaiki agar objek paru-paru akan terlihat lebih jelas. Jika dilihat dengan kasat mata, maka hasil *x-ray* paru-paru akan terlihat sama antar jenis penyakit. Dengan demikian, ciri dari masing-masing penyakit dibutuhkan agar dapat dianalisis, seperti nilai dimensi fraktal.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Beny & Juniati (2019) mengenai klasifikasi jenis penyakit pada paru-paru menggunakan dimensi fraktal dengan metode *box counting* dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) menghasilkan akurasi tertinggi yaitu 79,65%. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis jenis penyakit paru-paru menggunakan metode yang berbeda, yaitu *Fuzzy C-means* untuk membagi data menjadi 4 kelas (*atelectasis*, *effusion*, *nodule*, dan *pneumothorax*).

KAJIAN TEORI

Citra *X-ray*

Terdapat suatu jenis radiasi berbentuk gelombang elektromagnetik yang mampu menembus berbagai objek termasuk tubuh manusia. Radiasi tersebut dikenal sebagai *x-ray*. Bagian dalam tubuh akan diciptakan oleh citra *x-ray* yang berwarna hitam dan putih sesuai jumlah radiasi yang diserap oleh jaringan-jaringan tubuh. Warna putih dapat menunjukkan tulang karena kalsium di

dalam tubuh menyerap *x-ray*, sedangkan lemak serta jaringan lunak lain dalam tubuh akan ditunjukkan oleh warna abu-abu karena menyerap *x-ray* lebih sedikit.

X-ray berguna untuk mengetahui kondisi organ yang ada dalam tubuh manusia sehingga dapat dilakukan penanganan lebih lanjut apabila terjadi kelainan. Organ yang dapat diperiksa melalui *x-ray* seperti, paru-paru, jantung, tulang, serta organ lain. Pemeriksaan tersebut dapat dilakukan tanpa perlu membedah tubuh pasien secara langsung. Selain itu, apabila digunakan secara berlebihan, maka *x-ray* juga akan membahayakan tubuh pasien. Oleh karena itu, citra *x-ray* yang diambil secara berlebihan dalam tubuh pasien tidak dianjurkan oleh ahli medis (C. Gabriel, 1996).

Atelectasis

Dalam radiologi dada terdapat beberapa kelainan yang sering ditemukan, salah satunya *atelectasis*. Penyebab *atelectasis* adalah alveolus yang tidak terisi oleh udara sehingga paru-paru tidak dapat mengembang. *Atelectasis* dapat ditandai dengan penyumbatan pembuluh darah paru-paru, adanya udara di percabangan bronkus, dan pergeseran celah interlobar. Selain itu, *atelectasis* juga dapat ditandai dengan kekeruhan paru-paru; ketinggian diafragma; pergeseran trakea, jantung, dan mediastinum; perpindahan hilus; kompensasi hiperekspansi paru-paru; dan pergeseran granuloma (Woodring JH, 1996).

Effusion

Effusion (efusi pleura) merupakan penumpukan cairan pada ruang pleura yang menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara pembentukan dan pengeluaran cairan pleura. Penumpukan cairan pada pleura ini bukan termasuk jenis suatu penyakit yang spesifik, melainkan penyerta dalam berbagai kelainan pada paru. Efusi pleura dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti adanya parasit, terjadi infeksi, pendarahan, kelainan, dan sebagainya.

Gambaran klinis mengenai efusi pleura tergantung pada jumlah cairan yang ada dan penyebab yang mendasari. Pada umumnya, pasien efusi pleura tidak memiliki gejala saat ditemukan penumpukan cairan tersebut. Namun beberapa gejala yang mungkin terjadi seperti, nyeri dada,

dyspnea atau sesak napas, dan batuk kering (Joshi, 2012).

Nodule

Dalam radiologi, nodule ditandai dengan bintik putih pada paru-paru yang memiliki diameter kurang dari 3 cm. Pada citra *x-ray* sering muncul nodule yang pada umumnya tidak berbahaya dan tidak memiliki gejala. Akan tetapi nodule juga perlu diwaspadai ketika memiliki ukuran lebih dari 3 cm dengan memiliki bentuk yang tidak teratur. Kondisi tersebut memungkinkan nodule yang bersifat kanker. Pada umumnya, nodule yang disebabkan oleh kanker memiliki beberapa gejala seperti nyeri pada dada, sesak napas, batuk berdarah, nyeri pada punggung, dan terjadi penurunan berat badan.

Pneumothorax

Pneumothorax ditandai dengan adanya rongga pada pleura yang terisi oleh udara (Noppen, 2008). Hal tersebut disebabkan oleh adanya robekan pada jaringan paru-paru atau cedera pada dinding dada sehingga paru-paru tidak dapat mengembang maupun mengempis. Rongga pleura terletak di antara dinding dada dan paru-paru. Tentu saja pneumothorax dapat terjadi pada siapa saja. Namun orang yang memiliki risiko tinggi mengalaminya adalah seseorang dengan kebiasaan merokok. Gejala pneumothorax dapat muncul karena adanya tekanan udara di dalam pleura sehingga paru-paru tidak mengembang saat menarik napas. Beberapa gejala yang muncul seperti nyeri dada, lemas, batuk, keringat dingin, dan nyeri dada.

Histogram Equalization

Histogram equalization merupakan teknik yang sangat populer untuk meningkatkan kontras citra. *Histogram equalization* bertujuan untuk mendistribusikan skala keabuan dalam sebuah citra sehingga diperoleh kualitas citra yang diinginkan (S. D. Chen, 2009).

Perbaikan kualitas citra menggunakan *histogram equalization* dibutuhkan karena citra *x-ray* yang diuji biasanya kurang jelas, seperti citra yang terlalu gelap atau terlalu terang, kabur, ataupun kurang tajam.

Segmentasi

Ada beberapa proses pengolahan citra, salah satunya segmentasi. Proses yang terjadi dalam segmentasi adalah pemisahan wilayah (*region*) pada citra. *Region* dalam citra memiliki homogenitas seperti intensitas, tekstur, dan warna. Segmentasi akan memisahkan objek dengan latar belakang pada citra untuk memudahkan proses analisa (Munir, 2004).

Segmentasi gambar mempunyai beberapa metode, salah satu diantaranya adalah *threshold*. Metode tersebut dapat dilakukan dengan menentukan ambang batas (T) yang tepat untuk mengonversi citra *greyscale* menjadi citra biner. Jika nilai skala abu-abu berada di bawah nilai ambang batas (T), maka akan dikelompokkan sebagai warna hitam (0). Sedangkan nilai skala abu-abu yang berada di atas ambang batas akan dikelompokkan sebagai warna putih (1).

Teknik *threshold* dapat dinyatakan (Salem Saleh Al-amri, 2010) sebagai :

$$T = T[x, y], f(x, y), g(x, y)]$$

Dimana

T	nilai ambang batas
x, y	koordinat titik nilai ambang batas
$f(x, y), g(x, y)$	titik piksel citra <i>greyscale</i>

Citra *threshold* $h(x, y)$ dapat didefinisikan sebagai:

$$h(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{jika } g(x, y) \leq T \\ 1, & \text{jika } g(x, y) > T \end{cases}$$

Deteksi Tepi

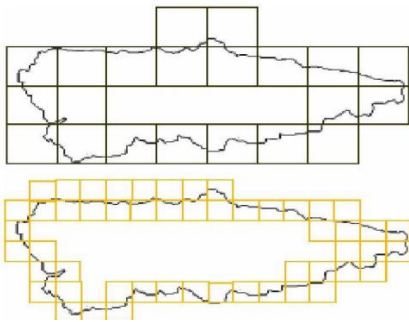
Deteksi tepi bertujuan untuk mengetahui tepian sebuah objek pada citra. Deteksi tepi memiliki beberapa metode, salah satunya deteksi tepi *Canny* yang digunakan dalam penelitian ini. Teknik *Canny* menemukan tepi objek pada citra dengan mengisolasi *noise* dari citra dan menerapkan kecenderungan mencari nilai ambang batas tanpa memperhatikan tepian citra (Salem Saleh Al-amri, 2010).

Dimensi Fraktal

Benoit Mandelbrot memperkenalkan geometri fraktal sebagai cabang geometri terbaru dengan fungsi kontinu tetapi tidak terdiferensialkan

dimana-mana (Nur Alifa Isnaini, 2019). Geometri fraktal dapat digunakan untuk analisa objek yang tidak beraturan yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, seperti pegunungan, pohon, awan dan sebagainya dimana objek tersebut tidak dapat digambarkan dengan geometri klasik.

Ukuran dari suatu objek disebut dimensi. Dalam geometri fraktal, dimensi menunjukkan tingkat kepadatan dari suatu objek tertentu. Dimensi fraktal tidak memiliki nilai yang bulat, misalkan dimensi fraktal dari tepi garis pantai Inggris Raya adalah 1,25 (Mandelbrot, 1967). Dalam menentukan nilai dimensi fraktal terdapat beberapa metode antara lain *box counting*, *Richardson*, dan eksponen *Hurst*.



Gambar 1. Skala persegi pada objek
(Sumber : wordpress.com)

Metode *box counting* digunakan untuk menemukan nilai dimensi citra *x-ray* paru-paru. Dimensi *box counting* dapat ditentukan dari hubungan antara rasio persegi dan banyak persegi yang dinyatakan sebagai:

$$N(r) = \frac{1}{r^D} \tag{1}$$

Dimana

$N(r)$ jumlah persegi yang memuat objek pada citra

r skala

D dimensi

Persamaan (1) dapat diubah dalam bentuk logaritma menjadi:

$$\log(N(r)) = D \log\left(\frac{1}{r}\right) \tag{2}$$

$$D = \frac{\log N(r)}{\log\left(\frac{1}{r}\right)}$$

Persamaan (1) diubah menjadi persamaan (2) untuk mendapatkan nilai gradien D (α). Apabila hasil dari pengukuran D direpresentasikan dalam

bentuk grafik, maka nilai α dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\alpha = \frac{n(\sum_{k=1}^n xy) - (\sum_{k=1}^n x)(\sum_{k=1}^n y)}{n(\sum_{k=1}^n x^2) - (\sum_{k=1}^n x)^2} \tag{3}$$

Fuzzy C-means

Algoritma *Fuzzy C-means* adalah bentuk perbaikan dari algoritma *k means* klasik (R. S. Devi, 2011). Dalam *clustering fuzzy*, setiap titik data mempunyai potensi untuk masuk ke dalam beberapa kluster. Titik data tersebut mempunyai nilai keanggotaan dari titik di setiap kluster dengan cirinya masing-masing. Misalkan terdapat himpunan berhingga, X , maka penting untuk menemukan c -partisi *fuzzy* dan pusat kluster yang merepresentasikan data dengan baik (Yuan, 1995).

Langkah awal *Fuzzy C-means* adalah menentukan pusat kluster. Setiap kluster akan ditentukan rata-rata lokasinya oleh pusat kluster. Untuk beberapa percobaan awal, keakuratan pusat kluster mungkin belum tercapai. Setiap kluster diwakili dengan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh setiap data. Untuk menghasilkan akurasi yang tinggi, maka dibutuhkan untuk melakukan perbaikan derajat keanggotaan dan pusat kluster setiap data sehingga pusat kluster akan menuju lokasi yang tepat.

Diberikan himpunan data berhingga $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. C -partisi fuzzy merupakan subset himpunan *fuzzy* X , dinotasikan dengan $P = \{A_1, A_2, \dots, A_c\}$ yang memenuhi :

$$\sum_{i=1}^c A_i(x_k) = 1 \text{ dan } 0 < \sum_{k=1}^n A_i(x_k) < n, \forall i \tag{4}$$

Untuk setiap partisi A_i , pusat kluster dapat dihitung dengan:

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n [A_i(x_k)]^m x_k}{\sum_{k=1}^n [A_i(x_k)]^m} \tag{5}$$

Adapun algoritma *fuzzy c-means* (Dwi Juniati, 2016) sebagai berikut:

- 1) Pilih nilai c yang menunjukkan jumlah kluster, bilangan real $m > 1$, error yang diharapkan berupa bilangan positif terkecil ϵ .
- 2) Pilih c -partisi awal *fuzzy* P_0
- 3) Hitung pusat kaster $v_1(t), v_2(t), \dots, v_c(t)$, untuk setiap c -partisi dari P_t .
- 4) Cari P_{t+1} dengan prosedur: untuk setiap $x_k \in X$, jika $\|x_k - v_i(t)\|^2 > 0, \forall i$ didefinisikan sebagai:

$$A_i^{(t+1)}(x_k) = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{\|x_k - v_i^{(t)}\|^2}{\|x_k - v_j^{(t)}\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} \right]^{-1} \quad (6)$$

Jika $\|x_k - v_i^{(t)}\|^2 = 0$, untuk $i \in I$, kemudian definisikan $A_i^{(t+1)}(x_k)$ dengan bilangan real non negatif bahwa jumlah di I sama dengan 1, dan $A_i^{(t+1)}(x_k) = 0$, untuk $i \in N_c - I$.

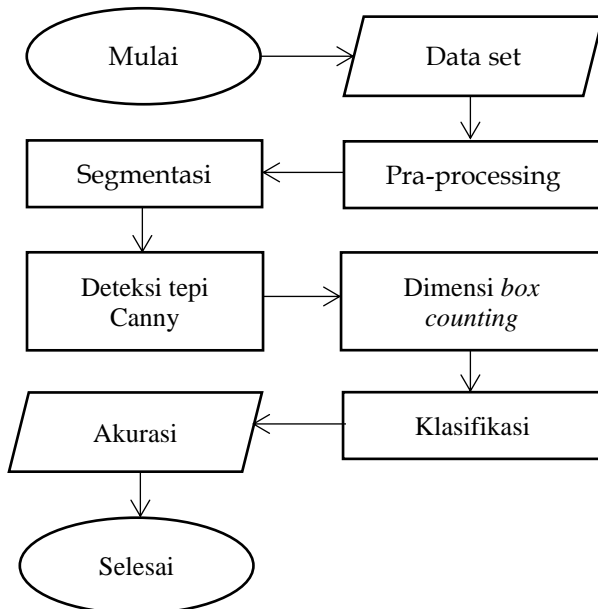
- 5) Jika $|P_{t+1} - P_t| \leq \varepsilon$ maka berhenti, jika belum maka kembali ke langkah 3).

METODE

Sumber data

Dalam penelitian ini, data citra *x-ray* dada yang akan diolah sebanyak 100 citra, yaitu 25 citra *atelectasis*, 25 citra *effusion*, 25 citra *nodule*, dan 25 citra *pneumothorax*. Data tersebut bersumber dari National Institutes of Health Chest X-Ray melalui <https://www.kaggle.com/nih-chest-xrays/sample>.

Langkah-langkah Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Langkah Penelitian

1. Data set

Data citra *x-ray* akan diinput satu per satu dan diproses.

2. Pra-processing

Pada tahap ini, citra akan diolah melalui 2 tahap sebagai berikut:

- a. Citra grayscale

Pada umumnya, citra *x-ray* sudah dalam format *greyscale*. Akan tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa terdapat citra dengan format bukan *greyscale*. Oleh karena itu, pada tahap ini akan dipastikan bahwa citra yang diinputkan memiliki format *greyscale*.

b. Histogram

Sebaran intensitas piksel dari suatu citra ditunjukkan oleh fungsi histogram. Setelah citra sudah dalam format *greyscale*, proses selanjutnya adalah mengurangi masalah yang menyebabkan citra *x-ray* kurang jelas. Masalah tersebut seperti, citra yang terlalu gelap atau terlalu terang, kabur, ataupun kurang tajam. Dalam hal ini, masalah tersebut akan diatasi dengan fungsi histogram sehingga kualitas citra akan lebih baik.

3. Segmentasi

Wilayah dalam citra akan dipisah melalui proses segmentasi. Wilayah tersebut mempunyai persamaan tekstur, intensitas, dan warnanya. Proses segmentasi ini memiliki tujuan untuk memperjelas batas antara objek dan latar belakang untuk memudahkan analisa.

Dalam proses segmentasi, teknik yang digunakan adalah *threshold*. Teknik tersebut digunakan untuk mensegmentasi citra menggunakan analisa similaritas (kemiripan). *Threshold* akan mengubah citra *greyscale* menjadi bentuk biner.

4. Deteksi Tepi Canny

Deteksi tepi yang dipilih sebagai metode dalam penelitian ini adalah deteksi tepi *Canny*. Dalam proses ini bercak yang terdapat pada paru-paru akan ditunjukkan, kemudian nilai dimensi akan dihitung dengan *box counting*.

5. Dimensi *box counting*

Box counting digunakan untuk menentukan nilai dimensi suatu citra. Nilai dimensi

dalam metode ini akan digunakan untuk mengklaster citra.

6. Klasifikasi

Klasifikasi dalam penelitian ini menggunakan metode fuzzy c-means. Proses klasifikasi akan dilakukan dengan mengelompokkan nilai dimensi yang diperoleh sebelumnya menggunakan dimensi *box counting*.

7. Akurasi

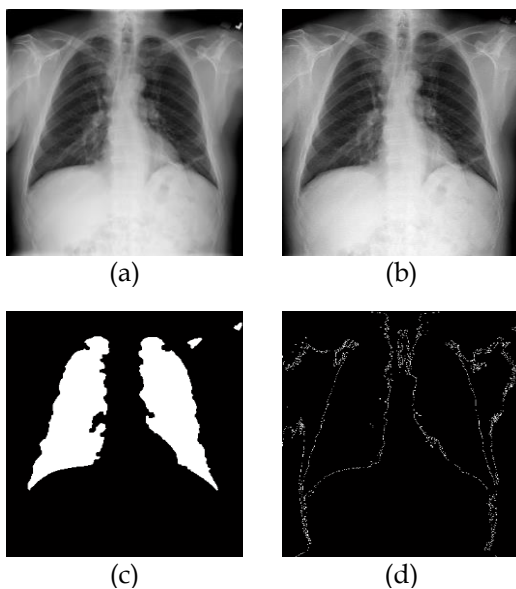
Untuk mengetahui akurasi dari hasil klasifikasi sebelumnya dapat dihitung dengan cara sebagai berikut (Dwi Juniati & C Khotimah, 2017):

$$Akurasi = \frac{jumlah\ data\ benar}{jumlah\ data\ keseluruhan} \times 100\% \quad (7)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian pembahasan akan ditunjukkan hasil pengolahan citra sehingga muncul nilai dimensi dari masing-masing citra untuk setiap jenis penyakit paru-paru.

Atelectasis



Gambar 2. Sampel Citra Atelectasis

Pada bagian ini menunjukkan bahwa gambar (a) merupakan citra original dari *Chest X-ray* dari National Institutes of Health Chest X-Ray melalui <https://www.kaggle.com/nih-chest-xrays/sample>, gambar (b) merupakan citra hasil histogram sehingga gambar lebih jelas, gambar (c) merupakan citra biner sebagai hasil segmentasi menggunakan *threshold*, dan gambar (d) merupakan citra hasil proses deteksi tepi *Canny*.

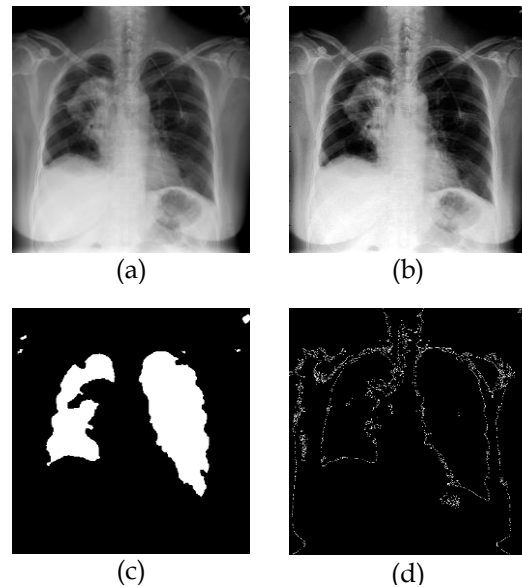
citra biner sebagai hasil segmentasi menggunakan *threshold*, dan gambar (d) merupakan citra hasil proses deteksi tepi *Canny*.

Berikut merupakan dimensi klaster ke-1 yaitu atelectasis:

Tabel 1. Dimensi Citra Atelectasis

No.	Dimensi	No.	Dimensi
1	1,3913	14	1,3940
2	1,3612	15	1,3980
3	1,3964	16	1,3574
4	1,3994	17	1,3836
5	1,3940	18	1,3979
6	1,3979	19	1,3897
7	1,3812	20	1,3992
8	1,3599	21	1,3886
9	1,3933	22	1,3900
10	1,3981	23	1,3945
11	1,3945	24	1,3838
12	1,3588	25	1,3981
13	1,3800		

Effusion



Gambar 3. Sampel Citra Effusion

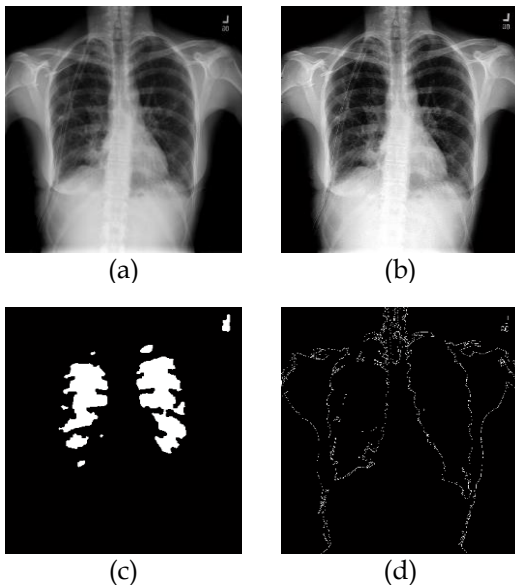
Pada bagian ini menunjukkan bahwa gambar (a) merupakan citra original dari *Chest X-ray* dari National Institutes of Health Chest X-Ray melalui <https://www.kaggle.com/nih-chest-xrays/sample>, gambar (b) merupakan citra hasil histogram sehingga gambar lebih jelas, gambar (c) merupakan citra biner sebagai hasil segmentasi menggunakan *threshold*, dan gambar (d) merupakan citra hasil proses deteksi tepi *Canny*.

Berikut merupakan dimensi klaster ke-2 yaitu effusion:

Tabel 2. Dimensi Citra Effusion

No.	Dimensi	No.	Dimensi
1	1,4214	14	1,4286
2	1,4217	15	1,4189
3	1,4256	16	1,4278
4	1,4192	17	1,4352
5	1,4349	18	1,4288
6	1,4279	19	1,3611
7	1,4142	20	1,3631
8	1,4295	21	1,4192
9	1,4187	22	1,4208
10	1,4146	23	1,3606
11	1,4282	24	1,4248
12	1,3634	25	1,4199
13	1,4278		

Nodule



Gambar 4. Sampel Citra Nodule

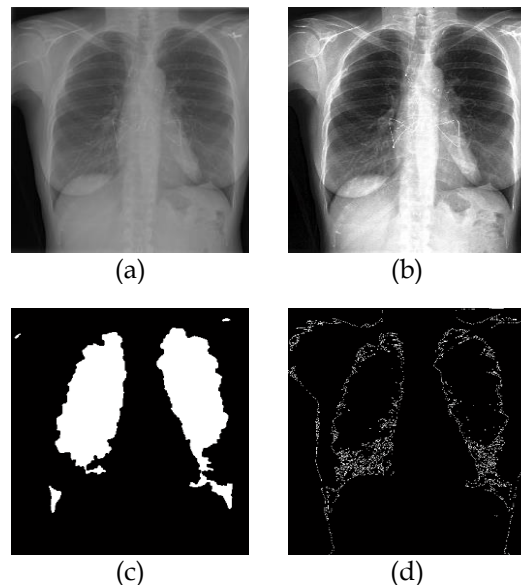
Pada bagian ini menunjukkan bahwa gambar (a) merupakan citra original dari *Chest X-ray* dari National Institutes of Health Chest X-Ray melalui <https://www.kaggle.com/nih-chest-xrays/sample>, gambar (b) merupakan citra hasil histogram sehingga gambar lebih jelas, gambar (c) merupakan citra biner sebagai hasil segmentasi menggunakan *threshold* , dan gambar (d) merupakan citra hasil proses deteksi tepi *Canny*.

Berikut merupakan dimensi klaster ke-3 yaitu nodule:

Tabel 3. Dimensi Citra Nodule

No.	Dimensi	No.	Dimensi
1	1,3542	14	1,3667
2	1,3673	15	1,3736
3	1,3700	16	1,3570
4	1,3739	17	1,3486
5	1,3669	18	1,3644
6	1,3648	19	1,3739
7	1,3497	20	1,3753
8	1,3713	21	1,3557
9	1,3678	22	1,3649
10	1,3481	23	1,3466
11	1,3494	24	1,3656
12	1,3478	25	1,3418
13	1,3408		

Pneumothorax



Gambar 5. Pengolahan Citra Pneumothorax

Pada bagian ini menunjukkan bahwa gambar (a) merupakan citra original dari *Chest X-ray* dari National Institutes of Health Chest X-Ray melalui <https://www.kaggle.com/nih-chest-xrays/sample>, gambar (b) merupakan citra hasil histogram sehingga gambar lebih jelas, gambar (c) merupakan citra biner sebagai hasil segmentasi menggunakan *threshold* , dan gambar (d) merupakan citra hasil proses deteksi tepi *Canny*.

Berikut merupakan dimensi klaster ke-4 yaitu pneumothorax:

Tabel 4. Dimensi Citra Pneumothorax

No.	Dimensi	No.	Dimensi
1	1,3597	14	1,4879
2	1,4945	15	1,3565

3	1,5071	16	1,5405
4	1,5546	17	1,3597
5	1,5509	18	1,5186
6	1,3611	19	1,5063
7	1,5152	20	1,5562
8	1,4760	21	1,3598
9	1,5337	22	1,5018
10	1,5710	23	1,5201
11	1,3649	24	1,5524
12	1,4989	25	1,5112
13	1,5135		

Dimensi Box Counting

Tabel dibawah ini menunjukkan rata-rata nilai dimensi fraktal setiap jenis penyakit paru-paru.

Tabel 5. Rata-rata nilai dimensi fraktal setiap jenis penyakit paru-paru

Penyakit Paru-paru	Rata-rata dimensi fraktal
Atelectasis	1,387232
Effusion	1,413784
Nodule	1,360244
Pneumothorax	1,482884

Clustering

Pengklasteran dilakukan menggunakan metode Fuzzy C-means dengan bantuan aplikasi Matlab. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

```
Iteration count = 1, obj. fcn = 0.114690
Iteration count = 2, obj. fcn = 0.083087
Iteration count = 3, obj. fcn = 0.074421
Iteration count = 4, obj. fcn = 0.045723
Iteration count = 5, obj. fcn = 0.016473
Iteration count = 6, obj. fcn = 0.013675
Iteration count = 7, obj. fcn = 0.013401
Iteration count = 8, obj. fcn = 0.013368
Iteration count = 9, obj. fcn = 0.013364
```

Artinya nilai fungsi sebagai solusi optimal sebesar 0,013364 yang diperoleh saat iterasi ke-9. Dengan pusat kluster sebagai berikut :

```
center =
    1.3929
    1.4247
    1.3597
    1.5247
```

Dengan pusat kluster diatas, data yang diinputkan akan diklasterkan menjadi 4 kelas yaitu kelas atelectasis, kelas effusion, kelas nodule, dan

kelas pneumothorax) sehingga diperoleh hasil berikut.

```
>> index1

index1 =

Columns 1 through 15

    1    3    4    5    6    7    9   10   11   13   14
   15   17   18   19

Columns 16 through 21

   20   21   22   23   24   25
```

Index1 mewakili kluster atelectasis, dari data diatas menunjukkan terdapat 21 data berada dalam kluster yang sama. Nomor 1 hingga nomor 25 menunjukkan urutan nilai dimensi pada Tabel 1.

```
>> index2

index2 =

Columns 1 through 15

   26   27   28   29   30   31   32   33   34   35
   36   37   39   40   41

Columns 16 through 21

   42   43   46   47   49   50
```

Index2 mewakili kluster effusion, dari data diatas menunjukkan terdapat 21 data berada dalam kluster yang sama. Nomor 26 hingga nomor 50 menunjukkan urutan nilai dimensi pada Tabel 2.

```
>> index3

index3 =

Columns 1 through 15

    2    8   12   16   38   44   45   48   51   52   53
   54   55   56   57

Columns 16 through 30

   58   59   60   61   62   63   64   65   66   67
   68   69   70   71   72

Columns 31 through 39

   73   74   75   76   81   86   90   92   96
```


Index3 mewakili kluster nodule, dari data diatas menunjukkan terdapat 25 data berada dalam kluster yang sama. Nomor 51 hingga nomor 75 menunjukkan urutan nilai dimensi pada Tabel 3.

```
>> index4

index4 =

Columns 1 through 15

    77    78    79    80    82    83    84    85    87    88
    89    91    93    94    95

Columns 16 through 19

    97    98    99    100
```

Index4 mewakili kluster pneumothorax, dari data diatas menunjukkan terdapat 19 data berada dalam kluster yang sama. Nomor 76 hingga nomor 100 menunjukkan urutan nilai dimensi pada Tabel 4.

Akurasi kluster tersebut akan ditentukan dengan menggunakan persamaan (7).

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{86}{100} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 86\%$$

PENUTUP

SIMPULAN

Dalam penelitian ini, citra *x-ray* melalui beberapa proses yaitu *greyscaling*, *histogram equalization*, segmentasi menggunakan metode *threshold*, dan deteksi tepi *Canny*. Setelah itu, nilai dimensi citra *x-ray* akan dihitung dengan *box counting*. Setiap penyakit mempunyai rata-rata nilai dimensi yang berbeda. Dengan nilai rata-rata tersebut dibagi menjadi 4 kluster (*atelectasis*, *effusion*, *nodule*, dan *pneumothorax*) menggunakan *Fuzzy C-means* yang menghasilkan akurasi sebesar 86%.

DAFTAR PUSTAKA

Al-amri, Salem Saleh, N. V. Kalyankar, and Khamtkar S. D. (2010). *Image Segmentation by Using Edge Detection*. International Journal on Computer Science and Engineering. Vol. 2(3): 804-807.

C. Gabriel, S. (1996). *The Dielectric Properties of Biological Tissues*. United Kingdom: Kings's College, London.

Chen, Soong-Der and A. R. Ramli. (2009). *Contrast enhancement using recursive mean-separate histogram equalization for scalable brightness preservation*. IEEE Transactions on Consumer Electronics. Vol. 49(4): 1301-1309.

Devi, R. S., L. P. Suresh, and Shunmuganathan. (2011). *Investigation on Dermoscopic Image Segmentatuin using Fuzzy Clustering Techniques*. International Journal of Advanced Research in Computer Science, 2(0976): 126-132.

Isnaini, Nur Alifa dan Dwi Juniati. (2019). *Klasifikasi Jenis Tumor Kulit Menggunakan Dimensi Fraktal Box Counting dan K-means*. Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika. Vol. 3(2): 71-77.

JH, Woodring and Reed JC. (1996). *Types and mechanisms of pulmonary atelectasis*. Journal of Thoracic Imaging. Vol. 11(2): 92-108.

Joseph, Rohini Paul, C. Senthil Sigh, and M. Manikandan. (2014). *Brain Tumor MRI Image Segmentation and Detection in Image Processing*. International Journal of Research in Engineering and Technology. Vol 3: 1-5.

Juniati, Dwi dan I Ketut Budayasa. (2016). *Geometri Fractal dan Aplikasinya*. Surabaya: Unesa University Press.

Juniati, D., C. Khotimah, D. E. K. Wardani, and K. Budayasa. (2017). *Fractal Dimension to Classify The Heart Sound Recordings with KNN and Fuzzy C-Mean Clustering Methods*. J. Phys.: Conf. Ser. **947** 012004

Karkhanis, Vinaya S. dan Jyotsna M Joshi. (2012). *Pleural effusion: diagnosis, treatment, and management*. Open Access Emergency Medicine.

Klir, G. and B. Yuan. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice Hall.

Mandelbrot, B. (1967). *How Long Is the Coast of Britain? Statistical Sel-Similarity and Fractional Dimension*. Science. Vol. 156: 636-638.

Mardhiyah, Ainatul dan Agus Harjoko. (2011). *Metode Segmentasi Paru-paru dan Jantung Pada Citra Xray Thorax*. IJEIS. Vol. 1(2): 35-44.

- Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Noppen, Marc and Tom De Keukeleire. (2008). *Pneumothorax*. *Respiration*. 121-127.
- Safitri, Diah Wahyu dan Dwi Juniati. (2017). *Classification of diabetic retinopathy using fractal dimension analysis of eye fundus image*. *AIP Conf. Proc.* **1867** 020011.
- Sapata, Beny My dan Dwi Juniati. (2019). *Klasifikasi Penyakit Paru Berdasarkan CITRA X-ray Thorax Menggunakan Metode Fraktal Box Counting*. *Mathunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*. Vol 7(3): hal 228-235.
- Saputra, Andi. (2011). *Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Paru-paru Pada Manusia Menggunakan Pemrograman Visual Basic 6.0*. *Jurnal Teknologi dan Informatika (Teknomatika)*. Vol. 1(3): 202-222.
- Wang, Xiasong, Yifan Peng, Le Lu, Zhiyong Lu, Mohammadhadi Bagheri, and Ronald M. Summers. (2017). *ChestX-ray8: Hospital-scae Chest X-ray Database and Benchmarks on Weakly-Supervised Classification and Localization of Common Thorax Diseases*. Computer Vision Foundation.