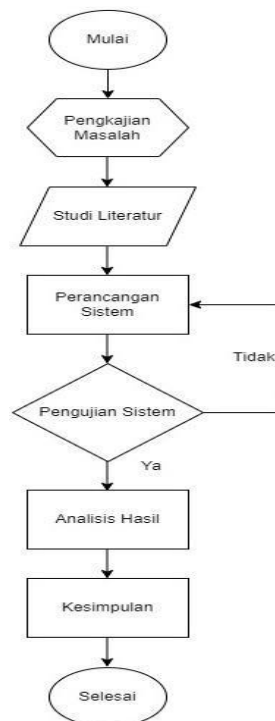


## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. ALUR PENELITIAN

Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan. Tahap awal melibatkan pengkajian masalah yang akan diteliti. Tahap berikutnya melibatkan pengumpulan materi dan referensi dari berbagai sumber, dengan penekanan pada perbandingan teori dari penelitian sebelumnya. Proses pengumpulan ini mencakup *e-book*, jurnal, buku, dan sumber *online*. Selanjutnya, dalam tahap perancangan, sebuah sistem dirancang menggunakan arsitektur CNN mode DenseNet121 *transfer learning* dengan bantuan pustaka *Keras* di *TensorFlow* dan bahasa pemrograman *Python* di *Google Colaboratory*. Setelah perancangan sistem selesai, pengujian sistem dilakukan dengan fokus pada akurasi klasifikasi citra *x-ray* emfisema. Gambaran alur penelitian berupa *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 yang mencakup analisis data untuk mengambil kesimpulan dari pengujian sistem dan mengidentifikasi nilai-nilai kesalahan yang muncul selama pengujian.



**Gambar 3.1 Alur Penelitian**

## 3.2. ALAT DAN BAHAN

Pada perancangan sistem ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk mendapatkan data dan akan dianalisis. Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

### 3.2.1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1) Laptop *processor* Intel Corei3-10110U @2.10GHz, RAM 4GB, *storage* 256GB.

### 3.2.2. Perangkat Lunak

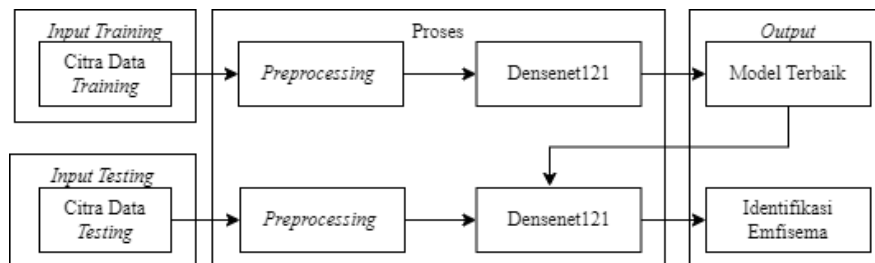
Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- 1) Python versi 3.10.5 merupakan bahasa pemrograman *Python* dengan versi terbaru yaitu 3.10.5.
- 2) *Google collaboratory* merupakan sebuah *tools google* yang disediakan untuk pemrograman dan pemrosesan data.
- 3) *Library Keras TensorFlow* merupakan sebuah *interface library* yang bertujuan menyederhanakan implementasi algoritma *deep learning* di atas TensorFlow.

## 3.3. PERANCANGAN SISTEM

Dalam perancangan sistem untuk mengidentifikasi emfisema, terdapat tahapan pengujian yang melibatkan data *training* dan data *testing*. Pada tahap *input training*, dilakukan proses *training* menggunakan data *training* tersebut. Sebelumnya, data tersebut akan mengalami *preprocessing* dengan *me-resize* menjadi ukuran 112x112 piksel dan normalisasi setelah *resize* data. Pada citra data *training* ini, digunakan model Densenet121 yang memiliki dua proses utama yaitu *feature extraction* dan *classification*. Model DenseNet121 menggunakan operasi umum seperti *batch normalization*, *ReLU activation*, dan *convolution*. Dalam model ini terdapat beberapa blok penting seperti *dense block 1*, *transition layer 1*, *dense block 2*, *transition layer 2*, *dense block 3*, *transition layer 3*, *dense block 4* serta *classification layer* yang bertanggung jawab untuk menghasilkan *output* dari

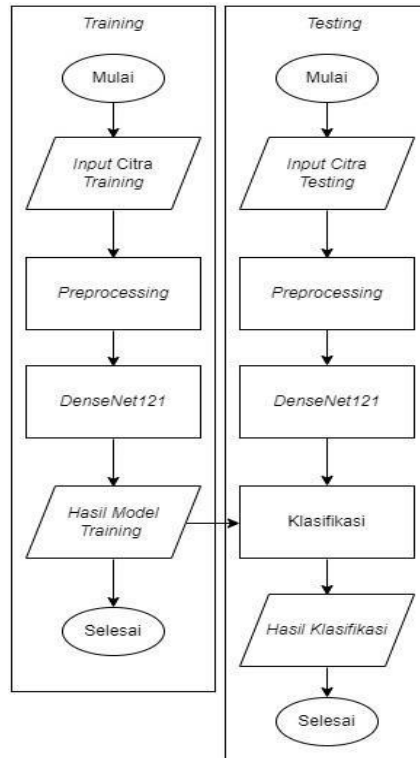
model yang paling optimal. Kemudian pada citra data *testing* juga melewati proses *preprocessing* dengan *resize* menjadi ukuran 112 x 112 piksel serta normalisasi data. Setelah itu dilakukan *testing* dengan model Densenet121 memanfaatkan bobot terbaik dari hasil pelatihan (*training*) sehingga dapat menghasilkan *output* identifikasi emfisema dengan label "1" untuk kasus emfisema dan "0" untuk kasus normal. Berikut merupakan gambaran sistem berupa *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2 Perancangan Sistem**

### 3.3.1. Proses Klasifikasi

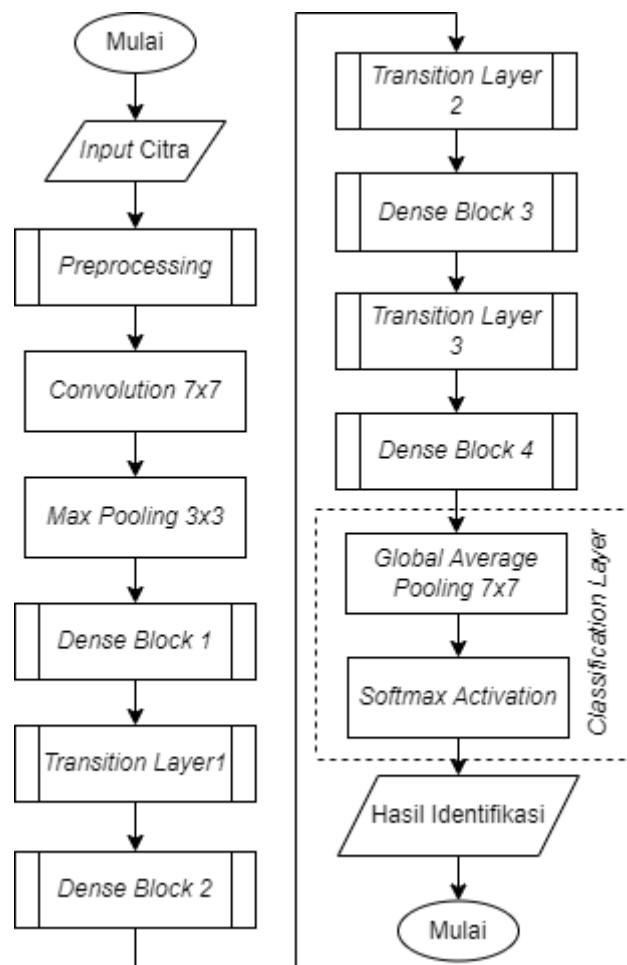
Pada proses pengklasifikasian dilakukan proses *training* maupun *testing*. Proses *training* diawali dengan memasukan *training* dan selanjutnya masuk ke dalam *preprocessing*, ini bertujuan untuk mengoptimalkan kualitas dan keseragaman citra *x-ray* sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Pada tahap ini, berbagai teknik dan metode digunakan untuk memastikan bahwa data citra memiliki format yang seragam, mengurangi *noise* yang mungkin ada, serta meningkatkan kontras dan keterlihatan fitur penting. Metode yang digunakan yaitu *splitting dataset* untuk *train* sebesar 80% dan untuk *test* 20% dari total *dataset* 4840, *rescale* mengubah gambar menjadi nilai antara 0 sampai 1, pelabelan untuk membagi kelas citra *x-ray* paru emfisema dan normal, augmentasi citra untuk memperoleh informasi lebih dari citra yang berupa (*rotation 360<sup>0</sup>*, *width shift 0,2*, *height shift 0,2*, dan *zoom 0,2*). Citra *x-ray* yang telah dilakukan *preprocessing* selanjutnya akan masuk pada Densenet121 untuk dilakukan pengklasifikasian. Setelah hasil dari proses *training* akan masuk pada proses klasifikasi. Untuk proses *testing* sama dengan *training*, hanya membedakannya saja. Setelah proses *testing* maka didapatkan hasil klasifikasi untuk dievaluasi. Berikut merupakan gambaran proses klasifikasi berupa *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3 Flowchart Proses Klasifikasi**

### 3.3.2. Diagram Alir Perancangan Sistem

Proses sistem dimulai dengan *input* citra dan dilanjutkan dengan tahap *preprocessing*. Setelah melalui proses *preprocessing*, dilakukan operasi *convolution* menggunakan filter  $7 \times 7$  dengan langkah (*stride*) sebesar 2. Kemudian, hasil dari operasi tersebut akan melewati *max pooling* menggunakan filter  $3 \times 3$  dan *stride* 2. Langkah ini menghasilkan suatu matriks nilai yang selanjutnya diproses oleh *dense block 1*, *transition layer 1*, *dense block 2*, *transition layer 2*, *dense block 3*, *transition layer 3*, dan *dense block 4*. Setelah melewati semua blok tersebut, matriks yang telah diproses kembali diolah pada tahapan *classification layer*. Pada tahapan ini digunakan operasi *global average pooling* berukuran  $7 \times 7$  untuk meratakan nilai-nilai dalam matriks menjadi satu angka per fitur. Selanjutnya, *softmax activation* digunakan sebagai langkah akhir dari model DenseNet121 ini untuk menghasilkan *output* yang mendekati antara angka nol hingga satu. Nilai output ini kemudian diinterpretasikan sebagai emfisema jika mendekati satu atau normal jika mendekati nol. Berikut merupakan gambaran alur citra memasuki model Densenet121 berupa *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4 Diagram Alir Rancangan Sistem**

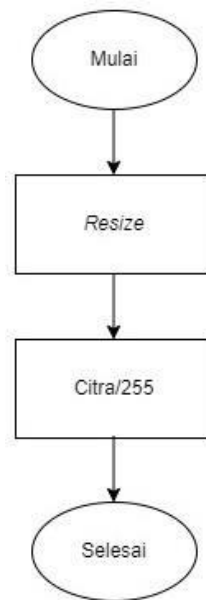
### 3.3.3. *Input Citra*

Bagian awal dari proses desain sistem ini adalah memasukkan data citra. Dalam hal ini, citra yang digunakan sebagai *input* adalah citra digital *x-ray* paru-paru.. Citra digital yang digunakan berformat *Portable Network Graphics* (\*.png). Format .png mampu menyimpan gambar dalam mode warna *grayscale* dengan memiliki tingkat gambar yang baik. Citra digital berupa sebuah matriks dua dimensi.

### 3.3.4. *Preprocessing dan Normalization*

Tahapan sub sistem selanjutnya yaitu *preprocessing* seperti pada persamaan sub-bab 2. Pada proses *preprocessing* terdapat beberapa tahapan seperti citra akan

di *resize* 112 x 112 piksel akar ukuran citra seluruhnya menjadi lebih kecil dan seragam, namun tidak kehilangan informasi dari citra. Setelah itu akan dinormalisasi, nilai citra/255. Sehingga nilai matriks citra *x-ray* bernilai 0 sampai 1. Selain itu akan dilakukan proses *train test split* atau pembagian . Untuk *training* 80% dan *testing* sebesar 20% dari keseluruhan dan setelah itu akan diaugmentasikan untuk mendapatkan variasi citra yang baik. Berikut merupakan proses didalam *preprocessing* berupa *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.

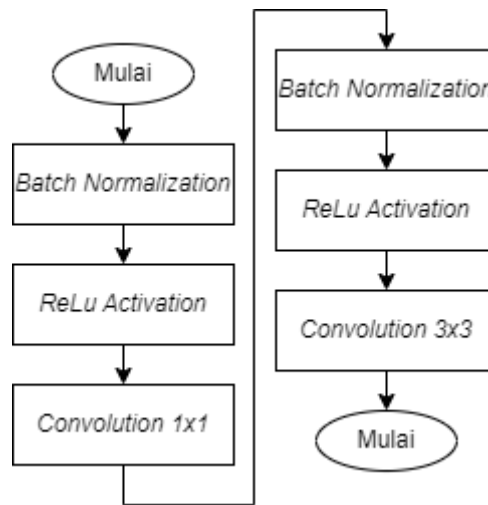


**Gambar 3.5 Flowchart Preprocessing**

### 3.3.5. Dense Block

Dalam blok ini, terdapat beberapa operasi yang dilakukan, yaitu *batch normalization*, *ReLU activation*, dan *convolution* dengan filter 1x1. Operasi tersebut dikenal sebagai *bottleneck* pada *dense block*. Selanjutnya, dalam *dense block*, nilai matriks akan melewati operasi *batch normalization*, *ReLU activation*, dan *convolution* dengan filter 3x3. Kedua proses ini saling terkait satu sama lain sehingga nilai matriks dapat digabungkan. Proses *dense block* melibatkan banyak lapisan atau *layer* hingga mencapai *denseblock* ke-121. Pada *Dense Block* pertama (*dense block 1*), dilakukan operasi konvolusi yang dikalikan sebanyak 6 kali. Pada *Dense Block* kedua (*dense block 2*), dilakukan operasi konvolusi yang dikalikan sebanyak 12 kali. Pada *Dense Block* ketiga (*dense block 3*), dilakukan operasi

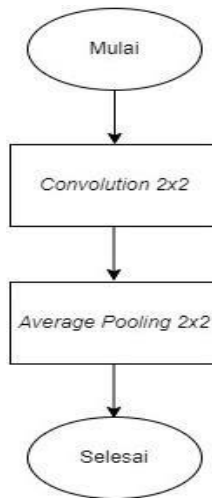
konvolusi yang dikalikan sebanyak 24 kali. Sedangkan pada *Dense Block* keempat (*dense block* 4), dilakukan operasi konvolusi yang dikalikan sebanyak 16 kali. Berikut berupa proses dalam *dense block* berupa *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6 Flowchart Dense Block**

### 3.3.6. Transition Layer

Pada *flowchart* dibawah, terdapat sub proses *transition layer* yang terdiri dari dua operasi yaitu *convolution* dengan filter 2x2 dan *average pooling* dengan filter 1x1 serta stride sebesar 2. Proses ini dilakukan setelah blok padat (*dense block*) untuk mempermudah transisi antara *dense block* dan lapisan transisi. Proses *transition layer* terdiri dari tiga tahap, yaitu *transition layer* 1, *transition layer* 2, dan *transition layer* 3. Pada setiap tahap tersebut dilakukan operasi konvolusi menggunakan filter berukuran 2x2 dan diikuti oleh *average pooling* menggunakan filter berukuran 1x1 dengan *stride* sebesar 2. Tujuan dari penggunaan lapisan transisi adalah untuk mengurangi dimensi matriks fitur sebelum masuk ke blok padat selanjutnya. Hal ini membantu dalam mengendalikan kompleksitas model serta meningkatkan efisiensi komputasi pada keseluruhan jaringan saraf. Berikut berupa proses dalam lapisan *transition* berupa *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.7.



**Gambar 3.7 Flowchart Transition Layer**

### 3.3.7. Penggunaan Dataset

*Dataset* yang digunakan merupakan dari penelitian sebelumnya memuat citra *x-ray* paru-paru emfisema yang dilakukan oleh Erdi Callı dan lainnya pada web <https://zenodo.org/record/6373392#.Y2z273ZBzIV>. Data citra berupa *rontgen* atau *x-ray* paru-paru pengidap emfisema bersumber dari rumah sakit *Radboud University Medical Center*, Belanda tanpa membedakan gender, umur. Berikut berupa jumlah penggunaan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Jumlah Penggunaan Emfisema**

No	Kelas	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
1	Emfisema	1936	484
2	Normal	1936	484

### 3.3.8. Pelatihan dan Pengujian keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dimulai dari pengujian sistem sampai identifikasi emfisema. Setelah melalui tahapan - tahapan diatas seperti *preprocessing*, augmentasi dan lainnya, selanjutnya citra akan dilakukan proses *training* dan *testing* dengan menggunakan model yang dicanangkan. Model arsitektur yang digunakan yaitu metode CNN dengan arsitektur Densenet121. Pada proses *training* maupun *testing* ini dilakukan percobaan dengan melakukan variasi sebagai berikut.



1. Menggunakan CNN arsitektur Densenet121.
2. Menggunakan fungsi aktivasi ReLU.
3. Menggunakan *optimizer* Adam (*Adaptive Moment Estimation*) dan SGD (*Stochastic Gradient Descent*).
4. Batch size 64.
5. Melakukan *epoch* sebanyak 50.
6. Menggunakan *learning rate*  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ , serta  $10^{-5}$ .

Hasil dari pengujian ini adalah identifikasi yang terjangkit emfisema maupun non-emfisema. Hasil dari pengujian dimasukkan kedalam *confusion matrix*.

a. *Performance Matrix*

*Performance Matrix* berupa alat yang digunakan untuk mengukur kinerja dari sistem. Beberapa bagian dari *performance matrix* yaitu:

1. *Accuracy*

*Accuracy* adalah ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa akurat model atau sistem dalam melakukan klasifikasi citra *x-ray* dengan benar. Nilai *accuracy* dihitung sebagai rasio antara jumlah prediksi yang tepat (positif dan negatif) dengan total data yang ada pada. Dengan kata lain, *accuracy* mencerminkan sejauh mana nilai prediksi dari model mendekati nilai aktual (sebenarnya) dalam bentuk persen, perhitungan ditunjukkan pada persamaan 3.1.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (3.1)$$

2. *Precision*

Tingkat keakuratan *precision* dapat digunakan untuk menggambarkan sejauh mana data yang diminta sesuai dengan hasil prediksi yang diberikan oleh model atau sistem. Oleh karena itu, *precision* merupakan perbandingan antara jumlah prediksi benar positif dan total hasil prediksi positif dari semua kelas positif yang telah diprediksi dengan akurat, perhitungan ditunjukkan pada persamaan 3.2.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (3.2)$$

### 3. *Recall*

*Recall* menandakan model yang telah dibuat berhasil dalam menemukan kembali sebuah informasi dari citra *x-ray*. Oleh karena itu, *recall* dapat dianggap sebagai perbandingan antara jumlah prediksi benar positif dan total data yang sebenarnya positif, perhitungan ditunjukkan pada persamaan 3.3.

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (3.3)$$

#### b. *Confusion matrix*

*Confusion matrix* adalah sebuah metode pengukuran yang digunakan untuk menghitung performa atau tingkat keakuratan dari suatu proses klasifikasi. *Confusion matrix* berbentuk tabel yang berisi informasi tentang jumlah data yang diklasifikasikan dengan benar dan jumlah data yang diklasifikasikan secara salah.

##### 1. *True Positive (TP)*

*True Positive (TP)* merupakan jumlah data positif yang diprediksi benar oleh sistem. Pada sistem ini paru-paru terkena penyakit emfisema, dan diprediksi oleh sistem benar terkena emfisema.

##### 2. *True Negative (TN)*

*True Negative (TN)* merupakan jumlah data negatif yang diprediksi benar oleh sistem. Pada sistem ini paru-paru tidak terkena penyakit emfisema atau normal, dan diprediksi normal oleh sistem.

##### 3. *False Positive (FP)*

*False Positive (FP)* merupakan jumlah data negatif yang diprediksi sebagai data positif. Pada sistem ini paru-paru tidak terkena penyakit emfisema, dan diprediksi oleh sistem terkena emfisema.

##### 4. *False Negative (FN)*

*False Negative (FN)* merupakan jumlah data positif yang diprediksi sebagai data negatif. Pada sistem ini paru-paru terkena penyakit emfisema, dan diprediksi normal oleh sistem.