

## **Bab II**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 COVID-19**

COVID-19 adalah penyakit yang disebabkan oleh virus corona, virus ini erat kaitannya dengan *Severe Acute Respiratory Syndrom* (SARS). COVID-19 (coronavirus disease 2019) merupakan penyakit baru yang disebabkan oleh virus dari golongan coronavirus. Gejala klinis yang dapat dilihat pada orang-orang yang terjangkit COVID-19 antara lain demam hingga suhu tubuh di atas 38 derajat Celcius, batuk, sesak napas, sakit kepala, mual, myalgia (nyeri otot), dan nyeri abdomen (Handayani et al., 2020).

Kasus pertama penyakit ini terdapat di kota Wuhan, China yang terjadi pada akhir tahun 2019. Virus ini dengan cepat meluas di wilayah negara China karena virus ini dapat menular hanya dengan bersentuhan secara fisik dengan penderita. Selain itu penularan juga dapat terjadi melalui droplet (titik berisi virus) yang terpercik pada saat batuk ataupun bersin.

Pada kasus penderita COVID-19 yang parah dapat menyebabkan komplikasi yang serius. Komplikasi tersebut antara lain gagal napas akut, pneumonia, gagal jantung akut, gagal hati akut, infeksi sekunder pada organ lain, gangguan pembekuan darah, syok septik bahkan hingga berujung pada kematian. Syok septik merupakan salah satu kondisi kegawatdaruratan yang disebabkan oleh kondisi sepsis, yaitu peradangan di seluruh tubuh akibat infeksi. Syok sepsis ditandai dengan kegagalan fungsi sirkulasi akibat infeksi yang berlanjut. Sebelum mengalami hal-hal tersebut, ada baiknya melakukan diagnosis dengan metode rapid test, tes PCR, CT scan atau rontgen dada, ataupun tes darah secara lengkap (Alodokter, 2021).

Diagnosis penyakit COVID-19 dapat dilakukan dengan melakukan rontgen dada atau CT scan dan dapat dilihat sesuai hasil citra x-ray. Hal ini dapat dilihat karena ada perbedaan cukup tinggi antara citra x-ray dada pasien COVID-19 dengan citra x-ray dada manusia normal. Ahli radiologi Paras Lakhani seperti dikutip oleh Fahrani mengatakan bahwa terdapat citra seperti kaca yang ditumbuk pada pasien dan citra itu mewakili cairan di paru-paru sebagai akibat dari virus COVID-19 (Fahrani, 2020). Berdasarkan citra X-ray tersebut akan bisa dibedakan antara penderita positif Corona

dengan manusia normal. Gambar 2.1 berikut ini adalah contoh citra x-ray dada pasien COVID-19.



Gambar 2.1 Citra x-ray dada pasien COVID-19

## 2.2 Pneumonia

Pneumonia merupakan penyakit peradangan paru-paru dengan gejala-gejala berupa panas tinggi disertai dengan batuk berdahak, napas cepat (frekuensi napas lebih dari 50), sesak napas, serta gejala umum lainnya seperti sakit kepala, gelisah, dan nafsu makan berkurang (Irawan et al., 2019). Penyebab Pneumonia antara lain akibat adanya infeksi dari bakteri (seperti *Streptococcus pneumoniae*), virus, dan atau jamur yang menyerang orang dengan gangguan sistem imun.

Penyakit Pneumonia tergolong penyakit berbahaya karena dapat menimbulkan berbagai macam komplikasi antara lain bakterimia, luka pada organ paru-paru, efusi pleura, dan infeksi pada salah satu bagian jantung. Hal ini terjadi ketika bakteri penyebab infeksi masuk ke dalam darah sehingga menyebabkan penurunan tekanan darah, peradangan di dalam darah, bahkan dalam beberapa kasus mengakibatkan kegagalan organ.

Diagnosa Pneumonia dapat dilakukan dengan cara anamnesis, pemeriksaan fisik, dan juga pemeriksaan penunjang. Pada anamnesis dan pemeriksaan fisik, akan dicari tanda dan gejala, kemudian pada pemeriksaan suara napas biasanya ditemukan adanya kelainan. Pemeriksaan penunjang yang paling sering dilakukan adalah melalui pencitraan, yaitu foto rontgen dada. Pada hasil rontgen dada, dokter melihat lokasi dari

infeksi yang terjadi. Selain itu, pemeriksaan laboratorium darah dilakukan untuk mengetahui organisme apa yang menyebabkan terjadinya infeksi (Aprilia, 2020). Gambar 2.2 berikut ini adalah contoh citra x-ray dada pasien Pneumonia.



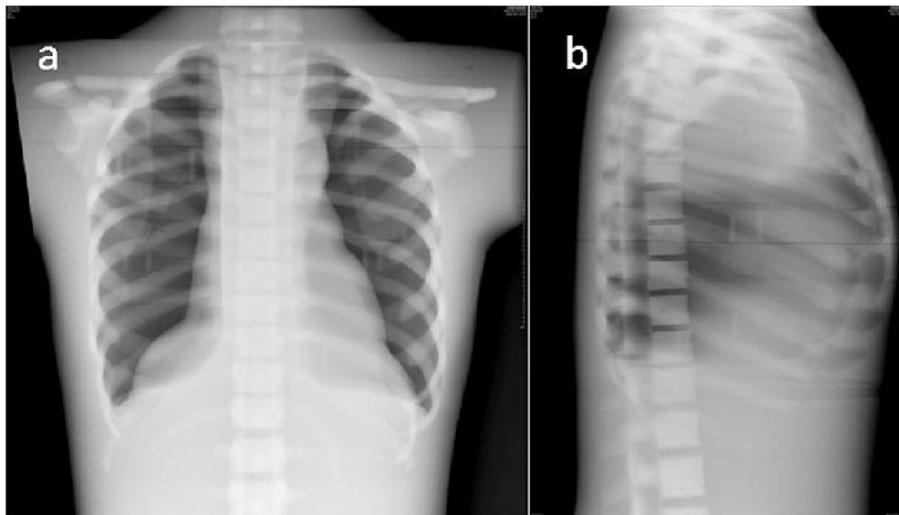
Gambar 2.2 Citra x-ray dada pasien Pneumonia

Gejala-gejala penderita Pneumonia dan penderita COVID-19 memiliki kemiripan namun ada perbedaan di antara keduanya. Letak perbedaannya yaitu pada Pneumonia peradangan pada paru-paru yang menyebabkan paru-paru basah, sedangkan pada COVID-19 virus akan menyerang saluran pernapasan dan menyumbat organ pernapasan. Pada era pandemi COVID-19, Pneumonia juga dapat disebabkan oleh virus COVID-19. Penderita COVID-19 yang juga terserang Pneumonia cenderung memiliki tingkat kematian yang sangat tinggi.

### **2.3 X-ray**

X-ray merupakan pemeriksaan menggunakan radiasi elektromagnetik untuk mendapatkan gambaran struktur tubuh bagian dalam tanpa melakukan upaya pembedahan terlebih dahulu (Putri, 2020). Hasil X-ray akan menunjukkan bagian dalam tubuh dengan warna hitam dan putih. Warna putih dihasilkan dari jaringan-jaringan pada tubuh yang mampu menyerap radiasi X-ray dan berlaku sebaliknya untuk warna hitam. Metode diagnosa penyakit menggunakan X-ray memiliki keunggulan dalam hal kecepatan dan juga tanpa rasa sakit untuk memantau kondisi bagian dalam tubuh pasien.

Terdapat beberapa orientasi relatif tubuh dan arah pancaran X-ray yang biasanya ditemukan pada saat pemeriksaan menggunakan metode X-ray. Hal-hal tersebut antara lain Posteroanterior (PA), Anteroposterior (AP), dan Lateral. Pada orientasi PA, X-ray akan diposisikan masuk posterior (belakang) dari thorax dan keluar dari anterior (depan). Pasien pemeriksaan PA akan diminta berdiri menghadap permukaan detektor X-ray. Sedangkan pada AP adalah kebalikan dari PA di mana biasanya pasien akan membelakangi detektor X-ray. Di sisi lain, pada kondisi pemeriksaan lateral pasien akan diposisikan berdiri 90 derajat terhadap detektor X-ray sehingga akan tampak dari samping badan pasien. Gambar 2.3a dan b berikut adalah gambar masing-masing kondisi pemeriksaan X-ray pada umumnya.



Gambar 2.3 a Posteroanterior- Anteroposterior dan b Lateral

Sumber : [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

## 2.4 Python

Python merupakan bahasa pemrograman dengan model skrip yang berorientasi objek. Python berbeda dengan beberapa bahasa pemrograman lainnya di mana Python dapat digunakan untuk pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan dengan baik pada berbagai sistem operasi (Perkasa et al., 2014). Python sendiri muncul pertama kali pada tahun 1991, yang dikembangkan oleh Guido van Rossum.

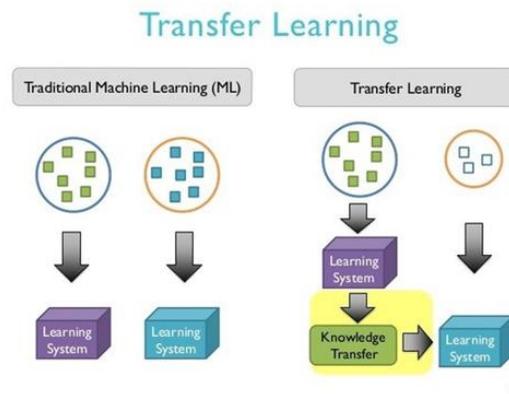
Bahasa pemrograman Python memiliki beberapa keunggulan seperti berikut:

1. Mudah dipahami. Banyak *developer* yang tertarik untuk menggunakan bahasa Python karena mudah dipelajari sekalipun oleh pemula. Hal tersebut dikarenakan sintaks-sintaks Python yang sederhana dan mudah dimengerti.
2. Free dan *open source*. Python dapat diunduh secara gratis dan juga bahasa pemrograman yang dapat digunakan serta dikembangkan untuk kebutuhan komersial.
3. Fleksibel. Suatu program Python dapat dijalankan hampir di semua sistem operasi seperti Unix, Windows, Mac OS dan lain-lain.
4. Mudah diaplikasikan. Bahasa pemrograman Python dapat digunakan untuk mengembangkan sebuah produk, baik *website*, perangkat lunak, permainan, ataupun aplikasi tertentu.
5. Meningkatkan produktivitas. Python memiliki *library* yang sangat banyak yang dapat membantu *developer* dalam pengerjaan program dibandingkan saat masih menggunakan bahasa pemrograman seperti C++ dan Java.

## 2.5 Transfer Learning

Transfer Learning merupakan metode ataupun teknik yang menggunakan model pre-trained (sudah dilatih terhadap suatu dataset) untuk menyelesaikan permasalahan lain yang serupa dengan cara menggunakannya sebagai starting point, lalu memodifikasi dan mengupdate parameternya sehingga sesuai dengan dataset kasus permasalahan yang baru (Sena, 2018). Contoh dari Transfer Learning yaitu menggunakan model pre-trained yang dilatih untuk mengenali mobil, lalu model tersebut digunakan untuk mengenali truk.

Pada gambar 2.4 mengenai perbedaan antara Machine Learning tradisional dan Transfer Learning dapat dilihat perbedaan yang mencolok pada Transfer Learning di mana terdapat proses *knowledge transfer* antara model A yang merupakan model pre-trained dan model B yang akan menjadi model baru untuk kasus yang baru juga. Transfer Learning membutuhkan model pre-trained yang akan digunakan lalu model itu akan dimodifikasi dan dilakukan *fine-tuning* sesuai dengan kasus baru yang akan diteliti.



Gambar 2.4 Machine Learning vs Transfer Learning  
 Sumber : medium.com

Workflow atau alur kerja yang paling umum untuk menerapkan transfer learning yaitu dengan cara sebagai berikut. Pertama yaitu dengan cara mengambil lapisan-lapisan (layers) dari model yang telah dilatih sebelumnya. Kedua, yaitu dengan cara melakukan pembekuan (freeze) pada lapisan model dengan tujuan untuk menghindari hilangnya informasi pada saat training berlangsung. Ketiga, yaitu dengan cara menambahkan beberapa lapisan (layers) baru di atas lapisan yang dibekukan sehingga model akan belajar mengubah fitur lama menjadi kemampuan prediksi pada dataset yang baru. Cara yang terakhir yaitu melatih layer baru pada dataset.

Hal-hal di atas memiliki tujuan untuk melakukan fine-tuning pada model pre-trained yang sudah ditentukan. Selain itu pada proses fine-tuning biasanya melakukan proses training ulang berdasarkan dataset yang baru. Dataset yang baru dalam hal ini berarti dataset yang dipilih dan digunakan untuk melakukan pemecahan masalah yang sedang diteliti. Pada proses training dengan dataset baru ini, hal yang paling umum dilakukan untuk melakukan fine-tuning yaitu dengan cara melakukan training dengan learning rate tertentu. Learning rate yang digunakan untuk fine-tuning biasanya cenderung bernilai kecil. Learning rate kecil dapat mengurangi error namun proses pelatihan akan berjalan dengan lebih lambat.

## 2.6 Deep Learning

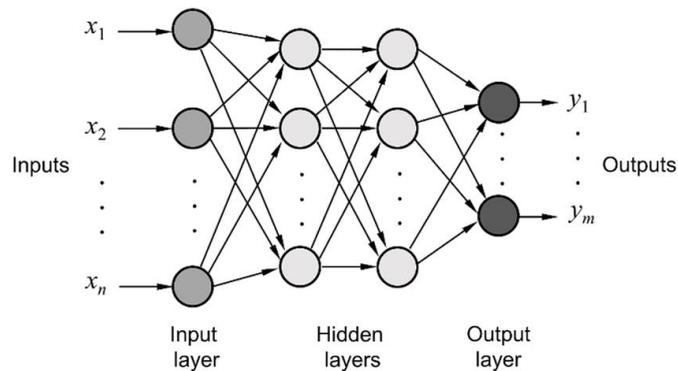
Deep Learning adalah cabang ilmu dari Machine Learning yang terinspirasi dari korteks manusia. Deep Learning menerapkan jaringan saraf buatan yang memiliki

banyak layer (Santoso & Ariyanto, n.d.). Deep Learning merupakan salah satu jenis algoritma jaringan saraf tiruan yang menggunakan metadata sebagai input dan mengolah input tersebut menggunakan hidden layer (lapisan tersembunyi). Lapisan tersembunyi berfungsi untuk melatih fitur-fitur berdasarkan nilai output dari jaringan sebelumnya. Proses penghitungan tersebut dilakukan hingga menghasilkan suatu nilai output. Algoritma Deep Learning juga dapat melakukan ekstraksi secara otomatis, hal ini berarti algoritmanya dapat memilih fitur-fitur yang relevan dengan masalah yang akan dipecahkan.

Feature Engineering merupakan salah satu fitur utama dari Deep Learning untuk mempermudah model dalam membedakan kelas. Terdapat algoritma yang dapat digunakan untuk menemukan pola umum yang penting dalam membedakan kelas yaitu metode CNN (Convolutional Neural Network). CNN merupakan salah satu jenis Neural Network yang biasanya digunakan dalam pengolahan data berupa gambar.

CNN termasuk ke dalam jenis Deep Neural Network dan sering digunakan dalam data-data citra (Peryanto et al., 2019). Convolutional Neural Network (CNN) adalah metode hasil pengembangan dari metode Multi Layer Perceptron (MLP) yang digunakan untuk mengolah data dua dimensi. Konsep CNN secara garis besarnya memiliki banyak kesamaan dengan MLP secara umum.

Multi Layer Perceptron menggunakan metode supervised learning dan tahapannya menggunakan teknik feed forward neural network. Model ini mempunyai dua fase dalam trainingnya yaitu fase forward dan fase backward. MLP bekerja dengan menerima inputan pada layer input yang akan diolah dan dilanjutkan ke masing-masing bagian hidden layer hingga sampai pada output layer. Setelah mendapatkan hasil nilai output, nilai output akan dibandingkan dengan nilai target yang ditentukan. Apabila nilai output tidak sesuai dengan nilai target maka akan dijalankan proses fase backward dan melakukan update pada nilai bobot. Hal ini dilakukan terus menerus hingga mendapatkan nilai output yang diinginkan ataupun dilakukan hingga jumlah iterasi tertentu. Gambar 2.5 berikut adalah Arsitektur Multi Layer Perceptron secara umum dan sederhana.

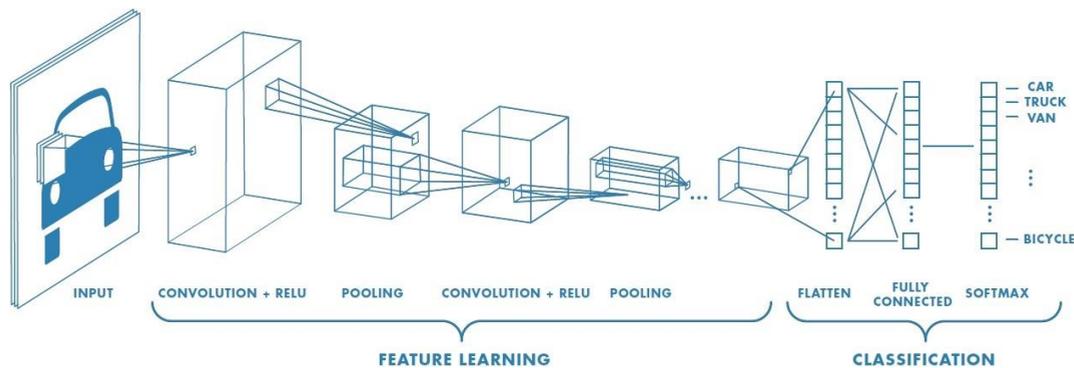


Gambar 2.5 Arsitektur Multi Layer Perceptron (MLP)

## 2.7 Convolutional Neural Network

*Convolutional Neural Network (CNN)* adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptron (MLP)* yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi. CNN memiliki beberapa kesamaan yang mirip dengan MLP. Walaupun CNN memiliki kesamaan konsep dengan MLP tetapi terdapat sedikit perbedaan yang mencolok yaitu bahwa dalam CNN setiap neuron direpresentasikan dengan bentuk dua dimensi. Hal ini berbeda jauh dengan MLP di mana setiap neuronnya hanya dalam bentuk satu dimensi. Gambar 2.6 adalah arsitektur CNN secara umum.

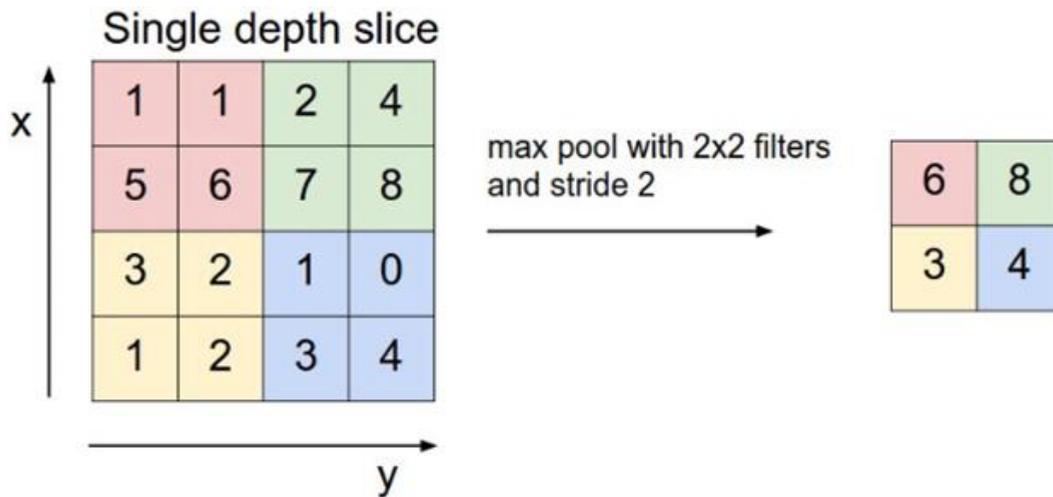
Pada tahap *Feature Learning*, terdapat layer-layer yang digunakan untuk melakukan translasi input menjadi fitur-fitur berdasarkan ciri inputan yang diterima. Pada *convolutional layer* ini menggunakan filter dengan nilai tertentu ataupun random. Pada setiap posisi citra inputan akan dihasilkan sebuah angka yang merupakan hasil konvolusi dan membentuk matriks output tertentu (*activation map*).



Gambar 2.6 Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN)

ReLU atau Rectified Linear Unit merupakan salah satu activation function yang membuat pembatas pada bilangan nol artinya apabila  $x \leq 0$  maka  $x = 0$  dan apabila  $x > 0$  maka  $x = x$ . Hal ini dilakukan untuk menghindari neuron mati selama backpropagation berlangsung.

Gambar 2.7 merupakan gambaran mengenai Pooling. Pada pooling layer dilakukan proses pooling untuk mengurangi atau mereduksi dimensi inputan dengan melakukan operasi down-sampling. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dan mempercepat komputasi selama proses pada CNN berjalan dan juga mengatasi overfitting. Metode pooling yang paling umum yaitu max pooling dengan memilih nilai terbesar pada daerah tertentu.



Gambar 2.7 Pooling (Max Pooling)

Tahap klasifikasi ini memiliki fokus utamanya yaitu mengklasifikasikan setiap neuron yang telah melewati tahap ekstraksi fitur. Pada tahap klasifikasi ini terdiri dari Flatten, Fully-connected dan softmax. Flatten berfungsi untuk melakukan reshape atau membentuk ulang fitur-fitur agar menjadi sebuah vektor yang dapat digunakan sebagai input Fully-connected. Fully-connected akan bertugas melakukan perhitungan skor kelas seperti pada jaringan saraf tiruan umumnya. Softmax berfungsi untuk melakukan perhitungan probabilitas dari setiap nilai hasil untuk melakukan penentuan kelas target dari input yang diterima. Pada CNN terdapat fungsi loss yang dapat diatur dan dipilih sesuai keinginan dan kasus yang diteliti. Fungsi loss adalah sebuah fungsi objektif yang

digunakan untuk mengukur performa karakteristik kualitas dalam pencapaian target tertentu pada proses CNN.

## 2.8 Tensorflow

Tensorflow adalah suatu *framework* komputasional yang umumnya digunakan untuk membuat sebuah model Machine Learning. Pada Tensorflow, terdapat banyak *toolkit* yang dapat digunakan penggunaannya membuat model dengan tingkat abstraksi sesuai dengan keinginan *user* (Developers, 2020).

Tensorflow sendiri dikembangkan oleh perusahaan Google dengan tujuan meningkatkan layanan perusahaan Google sendiri yaitu gmail ataupun mesin pencarian miliknya. Tensorflow pertama kali diperkenalkan pada akhir tahun 2015. Framework inilah yang memiliki peran penting dibalik fitur-fitur Google seperti *image recognition* pada Google Photos dan *voice recognition* pada aplikasi Google. Framework Tensorflow terus dikembangkan untuk keperluan peneliti dan *developer* agar bisa membuat dan mempelajari model AI.

Adanya Tensorflow memberikan fitur-fitur bagi *developer* untuk memudahkan pekerjaan para pengembang maupun pelajar dalam menciptakan model Neural Network versinya sendiri. Kelebihan Framework ini juga terletak pada fleksibilitas yang dimilikinya karena Tensorflow dapat digunakan tidak terbatas pada bahasa pemrograman Python saja tetapi juga dapat digunakan pada bahasa R, Swift, Java, JavaScript dan lainnya.

## 2.9 OpenCV

OpenCV merupakan sebuah *library* perangkat lunak yang umumnya digunakan untuk melakukan pengolahan citra dan bermacam permasalahan terkait dengan Computer Vision (Antonius et al., 2015). OpenCV dibuat oleh perusahaan Intel, versi pertama OpenCV pertama kali diluncurkan pada tahun 1999. OpenCV dapat diakses dan digunakan untuk hal-hal akademisi dan komersial. OpenCV bersifat *open source* yang berarti bebas untuk digunakan oleh siapapun secara gratis.

OpenCV dapat dijalankan di berbagai bahasa pemrograman seperti C, Java, Python dan C++. OpenCV juga sudah bisa berjalan di beberapa *platform* seperti

Windows, Linux, Mac OS, iOS maupun Android. Terdapat banyak fitur pada OpenCV yang dapat digunakan antara lain gambar dan video I/O, metode AI dan Machine Learning, sampling gambar dan transformasi gambar, Computer Vision secara umum, serta pengolahan citra digital. OpenCV memiliki *library* dokumen yang banyak untuk membantu pekerjaan *developer*. OpenCV dapat bekerja mengolah citra secara *real-time* serta komputasi yang cukup ringan dalam hal mengolah citra digital.

## 2.10 Keras

Keras merupakan interface library yang dibangun untuk mensesederhanakan implementasi algoritma-algoritma Deep Learning di atas TensorFlow. Keras berbeda dengan TensorFlow di mana TensorFlow sendiri merupakan platform High Performance computing berbasis alur graph. Tujuan utama dari framework Keras ini adalah untuk membuat prototipe dari neural network secara cepat. Developer dapat melakukan eksperimen-eksperimen dengan deep neural network dan melatihnya (Data, 2018).

Berikut ini adalah kelebihan dari library Keras.

### 1. Penerapan yang Ramah Pengguna dan Cepat

Keras adalah API yang mudah digunakan dan sangat mudah untuk membuat model jaringan saraf dengan Keras. Hal ini baik untuk menerapkan algoritma pembelajaran mendalam dan pemrosesan bahasa alami. Developer dapat membangun model jaringan saraf hanya dalam beberapa baris kode. Selain itu, proses dan alurnya penggunaan Keras dapat dengan mudah dipahami. Fungsi dan parameternya sangat sederhana sehingga penulisan kodenya pun sederhana. Ada kumpulan fungsi keras yang dapat digunakan untuk melakukan pemrosesan data. Keras menyediakan banyak lapisan atau layer termasuk dukungan untuk Convolution dan Recurrent Layers.

### 2. Dokumentasi Berkualitas dan Dukungan Komunitas Besar

Keras memiliki salah satu dokumentasi terbaik jika dibandingkan dengan library lainnya. Pada dokumentasi, developer akan diperkenalkan pada setiap fungsi dengan cara yang sangat terorganisir dan berurutan. Kode dan contoh yang diberikan sangat berguna untuk memahami perilaku metode. Keras juga memiliki dukungan komunitas yang besar. Terdapat banyak kode komunitas di

berbagai platform sumber terbuka (open source). Banyak pengembang dan penggemar Data Science lebih memilih Keras untuk bersaing dalam tantangan Data Science. Banyak peneliti mempublikasikan kode dan tutorial mereka kepada masyarakat umum pada proyek-proyek open source.

3. Beberapa Backend dan Modularitas

Keras menyediakan banyak dukungan backend, di mana Tensorflow, Theano, dan CNTK adalah backend yang paling umum untuk digunakan. Developer dapat memilih salah satu dari backend tersebut sesuai dengan kebutuhan untuk proyek yang berbeda. Developer juga dapat melatih model Keras di satu backend dan menguji hasilnya di backend lainnya. Hal ini sangat mudah untuk dilakukan dengan cara mengubah backend di Keras, developer hanya perlu menulis nama backend di file konfigurasi.

4. Model yang sudah dilatih sebelumnya

Keras menyediakan beberapa model pembelajaran mendalam dengan bobot yang telah dilatih sebelumnya. Developer dapat menggunakan model-model ini secara langsung untuk membuat prediksi atau ekstraksi fitur. Model-model ini memiliki bobot bawaan, bobot ini adalah hasil pelatihan model pada dataset ImageNet. Beberapa model yang tersedia adalah Xception, VGG16, VGG19, ResNet, ResNetV2, InceptionV3, InceptionResNetV2, MobileNet, MobileNetV2, DenseNet, dan NASNet. Model-model tersebut disediakan pada library Keras.

5. Beberapa Dukungan GPU

Keras memungkinkan developer untuk melatih model kami pada satu GPU atau menggunakan beberapa GPU. Library Keras menyediakan dukungan bawaan untuk paralelisme data. Dapat memproses data dalam jumlah yang sangat besar.

Keras memiliki banyak kelebihan seperti yang sudah dijelaskan di atas tetapi Keras juga memiliki keterbatasan antara lain sebagai berikut.

1. Masalah di API tingkat rendah

Terkadang developer mendapatkan kesalahan backend tingkat rendah terus menerus dan hal itu mungkin menjadi sangat menjengkelkan bagi developer.

Kesalahan ini terjadi karena kami mungkin ingin melakukan beberapa operasi yang tidak dirancang untuk Keras. Hal tersebut tidak memungkinkan untuk melakukan modifikasi banyak pada backend-nya. Log kesalahan sulit untuk di-debug.

2. Perlu perbaikan di beberapa fitur

Alat prapemrosesan data Keras tidak terlalu memuaskan jika dibandingkan dengan package lain seperti scikit-learn. Tidak begitu baik untuk membangun beberapa algoritma pembelajaran mesin dasar seperti pengelompokan dan PCM (analisis komponen utama). Hal tersebut tidak memiliki fitur pembuatan grafik dinamis.

3. Lebih lambat dari backendnya

Terkadang terjadi kelambat pada GPU dan membutuhkan waktu lebih lama dalam komputasi dibandingkan dengan backendnya. Jadi developer mungkin harus mengorbankan kecepatan untuk kemudahan penggunaan Keras.

## 2.11 Numpy

NumPy (kependekan dari Numerical Python) adalah salah satu library teratas yang dilengkapi dengan sumber daya yang berguna untuk membantu para data scientist mengubah Python menjadi alat analisis dan pemodelan ilmiah yang kuat. Library Open source terpopuler ini tersedia di bawah lisensi BSD. Ini adalah pustaka Python dasar untuk melakukan tugas dalam komputasi ilmiah. NumPy adalah bagian dari ekosistem berbasis Python yang lebih besar dari tool open source yang disebut SciPy (Purwanto, 2018).

Perpustakaan memberdayakan Python dengan struktur data substansial untuk mudah melakukan perhitungan multi-dimensi (multi-dimensional arrays) dan perhitungan matrik. Selain penggunaannya dalam menyelesaikan persamaan aljabar linier (linear algebra equations) dan perhitungan matematis lainnya, NumPy juga digunakan sebagai wadah multi-dimensi serbaguna untuk berbagai jenis data generik.

NumPy terintegrasi dengan bahasa pemrograman lain seperti C / C ++ dan Fortran. Fleksibilitas perpustakaan NumPy memungkinkannya untuk dengan mudah

dan cepat bergabung dengan berbagai database dan tools. Sebagai contoh, mari kita lihat bagaimana NumPy (disingkat np) dapat digunakan untuk mengalikan dua matriks.

Sesuai dengan fungsinya kelebihan numpy diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Memudahkan operasi komputasi pada data.
2. Cocok untuk melakukan akses secara acak .
3. Elemen yang terkandung pada array dapat diatur sesuka hati dan dapat diacu secara langsung tanpa melalui elemen-elemen lain.
4. Jika berada pada sebuah lokasi dari elemen, maka akan memudahkan dalam melakukan penelusuran dari elemen tetangga baik elemen sebelumnya maupun elemen penerusnya.
5. Elemen array merupakan sebuah nilai independen yang didalamnya harus selalu terjaga sehingga penggunaan penyimpanannya dianggap sangat efisien.

Numpy memiliki banyak kelebihan seperti yang sudah dijelaskan di atas tetapi numpy juga memiliki keterbatasan antara lain sebagai berikut.

1. Bentuk array harus homogen artinya harus memiliki tipe data yang sama di mana dalam suatu array tidak bisa memiliki berbagai elemen seperti elemen karakter, elemen bilangan, dan elemen lainnya.
2. Boros memori
3. Membutuhkan banyak waktu untuk melakukan komputasi
4. Tidak memungkinkan representasi

## **2.12 Matplotlib**

Matplotlib adalah pustaka visualisasi data multiplatform yang dibangun di atas array NumPy. Matplotlib disusun oleh John Hunter pada tahun 2002. Matplotlib dirancang agar dapat digunakan seperti MATLAB, dengan kemampuan untuk digunakan dalam Python dengan gratis dan open-source. Dengan demikian, jika kamu kebetulan mengenal matlab, matplotlib akan terasa alami dan cenderung lebih mudah bagi mu. Matplotlib juga dapat digunakan untuk memvisualisasikan data secara 2D

maupun 3D di dalam Python dan menghasilkan gambar berkualitas dalam berbagai format (Gifari, 2020).

Di bawah ini adalah beberapa keunggulan yang dimiliki oleh library Matplotlib.

1. Sederhana dan mudah dipahami untuk pemula.
2. Lebih mudah digunakan untuk orang yang memiliki pengalaman sebelumnya dengan Matlab atau alat plot grafik lainnya.
3. Ini menyediakan gambar dan plot berkualitas tinggi dalam berbagai format seperti png, pdf, pdf, dll.
4. Memberikan kontrol ke berbagai elemen gambar seperti DPI, warna gambar, ukuran gambar.

### **2.13 Google Colab**

Google Colab atau Google Colaboratory, adalah sebuah executable document yang dapat digunakan untuk menyimpan, menulis, serta membagikan program yang telah ditulis melalui Google Drive. Software ini pada dasarnya serupa dengan Jupyter Notebook gratis berbentuk cloud yang dijalankan menggunakan browser, seperti Mozilla Firefox dan Google Chrome (Oliver, 2021).

Tidak seperti produk bawaan Google lainnya seperti Google Sheet, Google Drive, Google Docs dan lain-lain, google colab merupakan salah satu produk yang berbasis cloud. Meskipun demikian, Google Colab dapat digunakan secara gratis. Google colab dibuat khusus untuk programmer atau peneliti yang kesulitan untuk mendapatkan akses dengan spek tinggi.

Google Colab adalah coding environment bahasa pemrograman Python dengan format "notebook" (mirip dengan Jupyter notebook), atau dengan kata lain ibaratnya Google meminjamkan developer sebuah komputer secara gratis untuk membuat program atau melakukan pengolahan data dari Google. Dalam hal ini, Google Colab juga menyediakan environment yang sangat open source untuk belajar python. Sangat disarankan bagi kalian pemula di bidang data, peneliti pemula maupun sahabat data

yang akan berkarir dalam dunia data menggunakan Google Colab dengan belajar Python.

Google telah menyediakan berbagai fitur bagi penggunanya. Salah satunya adalah Google Colab yang bisa digunakan dalam berbagai keperluan utamanya belajar Python. Adapun manfaat Google Colab yaitu sesuai dengan namanya sendiri adalah Collaborate. Google Colab dapat berkolaborasi dengan pengguna lainnya melalui berbagi coding secara online. Developer bisa lebih mudah bereksperimen secara bersamaan, atau sekadar menggunakan fitur ini untuk mempelajari coding orang lain. Pengembang dalam bidang data akan diuntungkan dengan format mirip Jupyter Notebook karena lebih rapi. Google Colab juga terbilang sangat fleksibel. Kita dapat dengan mudah menghubungkan Google Colab dengan jupyter notebook di komputer programmer (local runtime), menghubungkan dengan Google Drive, atau dengan Github.

## 2.14 Website

Website adalah salah satu aplikasii yang berkaitan dengan dokumen-dokumen multimedia berupa teks, gambar, suara, animasi maupun video yang di dalamnya menggunakan protocol HTTP dan diakses menggunakan *browser* (Hasugian, 2018). Website pertama kali dibuat oleh Tim Berners-Lee pada sekitar akhir tahun 1980 dan resmi diluncurkan secara daring pada tahun 1991. Website terus mengalami perkembangan hingga pada saat ini dengan bertambahnya berbagai fitur, tampilan dan desain website yang semakin beragam serta menarik untuk dilihat.

Terdapat beberapa unsur *website* yang seharusnya dimiliki pada suatu *website* antara lain domain, *hosting*, dan konten. Website harus memiliki domain yang unik agar mudah diingat dan dikunjungi kembali oleh orang lain yang tertarik pada *website* tersebut. Hosting berperan penting dalam menyimpan data-data gambar, skrip, teks maupun video yang diperlukan oleh suatu *website*. Konten dibutuhkan dalam suatu *website* untuk menarik pengunjung-pengunjung dan memberikan informasi berupa teks, video ataupun gambar.

Terdapat 2 jenis *website* secara umum yaitu *website* dinamis dan *website* statis. *Website* statis adalah *website* berisi informasi-informasi yang tidak dapat di-*update* melalui aplikasi *website* itu sendiri. *Update* informasi pada *website* statis dilakukan dengan cara merubah skip yang menyusun *website* tersebut. Di sisi lain, *website* dinamis merupakan *website* yang dapat melakukan *update* melalui aplikasi *website* itu sendiri. *Website* dinamis pada umumnya menggunakan CMS (Content Management System) untuk melakukan *update* pada suatu *website* dinamis.

*Website* umumnya dapat digunakan sebagai sarana informasi yang menjadi suatu media untuk menyebarkan berbagai informasi kepada publik. Informasi yang terdapat pada *website* dapat berupa informasi edukasi, berita, tips dan lain-lain. *Website* juga dapat digunakan untuk membangun blog pribadi sesuai dengan keinginan dan bakat. *Website* juga dapat digunakan sebagai sarana jual beli secara daring / e-commerce. Sudah terdapat banyak sekali *website* e-commerce di Indonesia, contohnya Tokopedia, Bukalapak dan lain-lain.

## **2.15 Django**

Django merupakan kerangka web (web framework) yang gratis dan bersifat open source yang pertama kali dirilis pada tahun 2005. Django dapat digunakan untuk membuat aplikasi berbasis *website* dengan menggunakan bahasa pemrograman Python (SteveDev, 2019). Beberapa aplikasi Django terbaik termasuk Pinterest, Quora, Dropbox, dan Spotify.

Django memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan kerangka web (framework web) lainnya antara lain panel Admin secara default, SEO yang baik, ORM, dokumentasi dan library. Panel admin dirancang untuk membantu Anda mengelola aplikasi Anda. Panel admin Django dihasilkan secara otomatis dari kode Python, sedangkan membuat panel admin secara manual akan memakan banyak waktu dan sama sekali tidak berguna.

Python memiliki kode yang dapat dibaca manusia, dan itu merupakan keuntungan jika Anda ingin situs Anda mendapat peringkat tinggi dalam hasil penelusuran. Dengan Django, Anda dapat menghasilkan URL dan tautan situs web yang

dapat dibaca menggunakan kata kunci yang paling relevan dan praktik terbaik pengoptimalan mesin telusur (SEO).

Django memiliki pemeta relasional objeknya yang membantu pengembang berinteraksi dengan basis data. Pemeta relasional objek (ORM) adalah pustaka yang secara otomatis mentransfer data yang disimpan dalam database seperti PostgreSQL dan MySQL menjadi objek yang biasa digunakan dalam kode aplikasi.

Django memiliki dokumentasi dan library yang baik dan teratur. Dokumentasi berupa mencakup kode yang telah ditulis sebelumnya, kelas, prosedur, skrip, data konfigurasi, dan banyak lagi. Sebagai aturan, pustaka ditambahkan ke program untuk menyediakan lebih banyak fungsionalitas atau untuk mengotomatiskan proses tanpa menulis kode baru secara manual.

## 2.16 HTML

HTML merupakan singkatan dari Hyper Text Markup Language, HTML merupakan kode-kode program dasar dari representasi visual sebuah halaman *website* (Constantianus & Suteja, 2005). HTML ini dibuat oleh Tim Berners-Lee ketika bekerja di CERN (*Organisation Européene pour la Recherche Nucléaire*) dan pertama kali populer karena adanya *browser* Mosaic. Terjadi perkembangan yang cukup pesat selama awal tahun 1990 dalam hal teknologi ini.

HTML saat ini merupakan standar Internet yang didefinisikan dan dikendalikan penggunaannya oleh World Wide Web Consortium (W3C). Secara umum, fungsi HTML adalah untuk mengelola data-data atau informasi-informasi sehingga dapat diakses dan ditampilkan dengan bantuan internet melalui layanan *web*. Adapun beberapa fungsi HTML secara umum yaitu :

1. Fungsi utama HTML yaitu membuat suatu halaman *website* agar dapat informasi ditampilkan kepada pengguna
2. Memasukkan gambar, membuat form, menyunting teks, menampilkan video dan sebagainya pada halaman *website* yang dibuat
3. Membuat *link* menuju halaman web lainnya dengan menggunakan kode tertentu.

## 2.17 CSS

CSS atau Cascading Style Sheet adalah *stylesheet language* yang digunakan untuk mendeskripsikan penyajian dari dokumen yang dibuat dalam *markup language* (Binarso et al., 2012). Hubungan HTML dan CSS sangat erat kaitannya karena CSS pada umumnya digunakan untuk mengubah tampilan teks, warna, *font*, tampilan gambar dan sebagainya pada halaman *website* yang menggunakan HTML.

Terdapat 3 macam CSS yang digunakan pada umumnya yaitu Inline Style Sheet, External Style Sheet, dan Embedded Style Sheet. Pada Inline Style Sheet ini perintah-perintah yang ada diletakkan pada objek secara langsung. Perintah pada External Style Sheet berbeda letaknya dengan laman yang akan diubah dan biasanya menggunakan tag `<link rel>` agar dapat terhubung.

## 2.18 JavaScript

JavaScript merupakan bahasa skrip yang biasanya ditempelkan pada kode HTML dan prosesnya terjadi pada sisi klien sehingga kemampuan dokumen HTML menjadi beragam (Ripai, 2017). JavaScript dikembangkan oleh Netspace dan dibuat pertama kali pada September 1995. Kegunaan JavaScript secara umum yaitu untuk menuliskan fungsi-fungsi ke dalam HTML baik disisipkan secara langsung maupun secara tidak langsung.

Adapun beberapa kelebihan yang dimiliki oleh JavaScript dalam pengembangan suatu website yaitu :

1. Dapat digunakan untuk mevalidasi input dan mengurangi pengecekan secara manual
2. Website yang dibuat menjadi lebih interaktif dan menarik perhatian pengunjung atau pengguna
3. Dapat digunakan pada berbagai *browser* dan *platform*
4. Error yang terjadi lebih mudah dicari dan ditangani
5. Tidak membutuhkan *compiler* karena *web browser* mampu menginterpretasikannya dengan menggunakan HTML

## 2.19 Bootstrap

Bootstrap merupakan sebuah *framework* yang digunakan untuk membangun desain *website* secara responsif (Irsyad, 2018). Bootstrap ini juga dikenal dengan salah satu *framework* HTML, CSS, dan JS yang sangat populer digunakan oleh para pengembang *website*. Framework ini mempunyai nama asli Twitter Blueprint karena Bootstrap diciptakan oleh Jacob Thorton dan Mark Otto yang menjadi pengembang di Twitter. Bootstrap digunakan khusus untuk melakukan pengembangan *frond-end* suatu *website*.

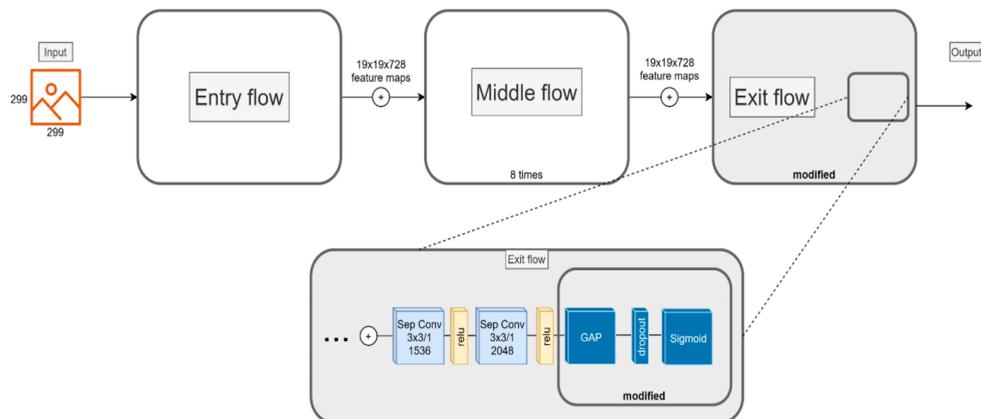
Berikut ini adalah keunggulan menggunakan *framework* Bootstrap :

1. Menampilkan *website* dengan tampilan yang lebih modern
2. Tampilan website sudah sangat *responsive* sehingga mendukung berbagai jenis resolusi perangkat seperti *smartphone*, laptop atau tablet.
3. Bisa mempercepat waktu pengerjaan dan pembuatan *front-end* sebuah *website*
4. Website menjadi lebih ringan karena lebih terstruktur

## 2.20 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian milik Luján-García et al (2020) yang berjudul “A Transfer Learning Method for Pneumonia Classification and Visualization”, telah dilakukan penelitian penggunaan dan pengimplementasian metode Transfer Learning yang digunakan untuk klasifikasi penyakit Pneumonia. Pada penelitian tersebut, tujuannya yaitu membuat tools otomatis untuk melakukan klasifikasi pada penyakit dada seperti Pneumonia dan juga membantu proses diagnosa pasien. Dataset Pneumonia yang digunakan berjumlah 5856 data gambar yang sudah diberikan label sesuai dengan nama penyakitnya (3883 Pneumonia dan sisanya normal).

Beban pretrained atau pretrained weight menggunakan weight pelatihan imagenet yang umum digunakan pada pembuatan model dengan menerapkan metode Transfer Learning. Pada penelitian tersebut, peneliti melakukan modifikasi pada exit flow dengan menambahkan beberapa layer tertentu. Layer-layer tersebut antara lain penghilangan layer logistic dan pooling, dan menambahkan Global Average Pooling Layer. Lalu pada bagian output menggunakan dua neuron dengan fungsi aktivasi sigmoid untuk melakukan prediksi terhadap citra input.



Gambar 2.8 Gambar Modifikasi Model

Data Augmentasi dilakukan dengan cara horizontal flipping, zoom range  $\pm 10\%$ , dan rotasi gambar. Lalu melakukan setting hyper parameter terhadap loss function, learning rate, optimize, epoch, dan batch size. Pada penelitian tersebut, dilakukan modifikasi pada bagian exit flow dari model Xception pre-trained seperti yang terlihat pada gambar 2.8 mengenai modifikasi dan penambahan layer. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan bahwa model Xception yang telah dimodifikasi mendapatkan nilai presisi sebesar 0,843, nilai recall sebesar 0,992, nilai f1-score sebesar 0,912, dan presisi-recall AUC sebesar 0,973.

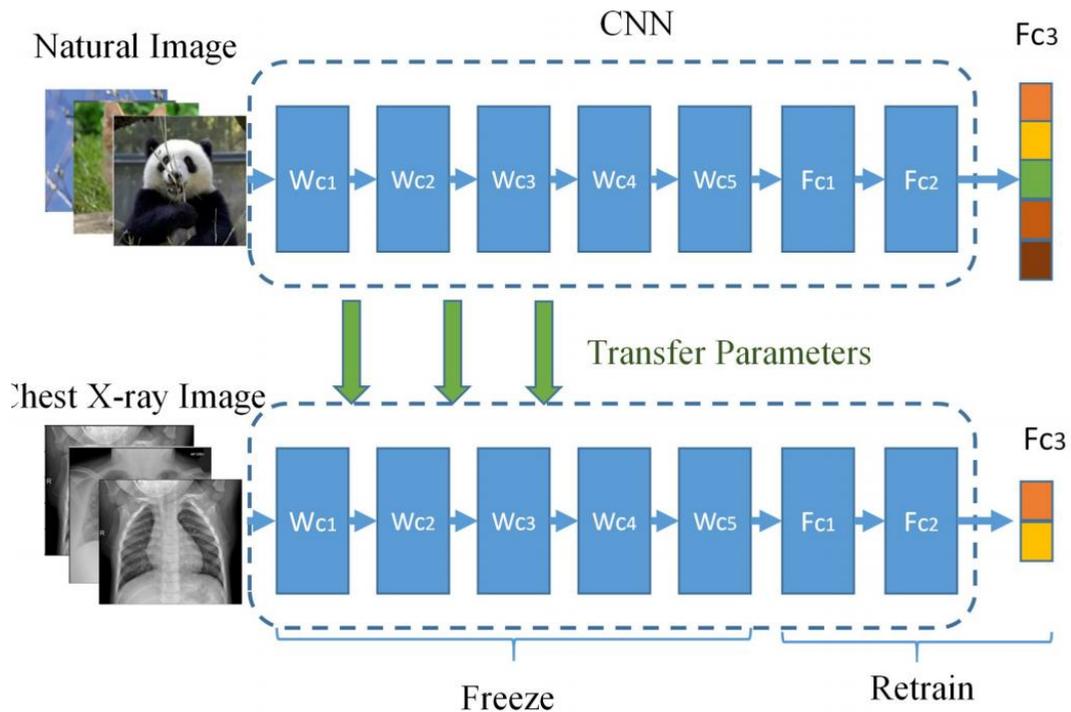
Pada penelitian lainnya, Wang et al. (2020) melakukan penelitian dengan artikel yang berjudul “An efficient mixture of deep and machine learning models for COVID-19 diagnosis in chest X-ray images”. Pada penelitian tersebut, Wang et al. menggunakan metode Transfer Learning pada lima pretrained Deep Learning model termasuk didalamnya yaitu model Xception. Model-model tersebut digunakan untuk melakukan klasifikasi dan alternatif dari metode diagnosis berdasarkan citra x-ray dada pasien.

Konsep penerapan dan implementasi metode Transfer Learning pada penelitian ini terdapat pada gambar 2.9 di bawah ini. Pada konsepnya model CNN akan menerima input dari gambar pada suatu dataset tertentu. CNN akan dilatih dengan menggunakan dataset tersebut dan didapati hasil knowledgenya/Tranfer Parameters pada umumnya akan berupa nilai weight atau nilai bobot. Kemudian Transfer Parameters akan

dilakukan pada model CNN yang baru, sehingga dilakukan dan diterapkan metode Transfer Learning yang sesungguhnya.

Pada model CNN baru dengan menerapkan metode Transfer Learning dilakukan fine-tuning dan penyesuaian workflow metode Transfer Learning. Dataset yang digunakan pada penelitian tersebut menggunakan dataset Chest X-ray image yang tentunya sesuai dengan permasalahan yang diteliti. Pada model CNN juga dilakukan freezing pada layer CNN dan juga melakukan retraining pada bagian exit flow/output model agar dapat melakukan klasifikasi sesuai dengan kasus yang sedang diteliti pada penelitian tersebut.

Terdapat preprocessing pada data input citra diubah ke dimensi 224x224 pixels. Lalu ada data augmentasi yang digunakan untuk menghindari masalah overfitting yang umumnya terjadi karena data citra training berjumlah sedikit. Dataset citra xray dada yang digunakan pada penelitian tersebut terdiri dari 537 data citra xray dada manusia normal dan 565 data citra xray dada pasien penderita COVID-19.



Gambar 2.9 Gambar konsep penerapan Transfer Learning

Berdasarkan artikel jurnal pada penelitian Wang et al., dituliskan bahwa Xception pretrained model dengan menggunakan Transfer Learning memiliki performa paling tinggi dibandingkan dengan model-model pretrained lainnya seperti VGG16, ResNet50, InceptionV3, dan DenseNet121.

Pada penelitian tersebut, akurasi model Xception dengan menggunakan metode Transfer Learning tertinggi didapatkan pada angka 96%. Sedangkan pada tingkat sensitifitas paling tinggi mendapatkan nilai sebesar  $94.16 \pm 0.60\%$ . Spesifisitas tertinggi pada nilai sebesar  $99.17 \pm 0.29\%$ , nilai presisi tertinggi sebesar  $98.97 \pm 0.36\%$ . Nilai F1 sebesar tertinggi  $96.38 \pm 0.18\%$ , dan nilai AUC tertinggi sebesar  $96.38 \pm 0.18\%$ .