

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Rosyidah,MV.dkk (2019) Diagnosis Hama Penyakit Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode *Neighbors Weighted K-Neighbors* (NWKNN). Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan ini adalah membangun sistem yang dapat mendiagnosis hama dan penyakit tanaman bawang merah yaitu sistem pakar. Sistem pakar yang dibangun untuk mendiagnosis hama dan penyakit pada tanaman bawang merah pada penelitian ini menggunakan metode *Neighbors Wighted K-Neighbors* (NWKNN) dengan parameter k bernilai 2 dan e bernilai 4 menghasilkan akurasi sebesar 100%.

Nugroho,PA dkk (2020) Dengan Perkembangan teknologi yang semakin pesat, computer dapat belajar sendiri seperti manusia, misalnya ekspresi wajah pada manusia, dengan membuat program yang biasa kita sebut *Mechine Learning*. Pembelajaran mesin dapat dibuat dengan banyak algoritma. Penulis membuat *Mechine Learning* dengan metode *Deep Learning*, yang saat ini memiliki hasil yang paling signifikan dalam pengenalan citra adalah *Convolutional Neural Network (CNN)*. CNN dirancang khusus pengenalan dan klasifikasi gambar, CNN memiliki beberapa lapisan-lapisan yang mengekstraksi informasi dari gambar dan menentukan klasifikasi dari gambar berupa skor klasifikasi. Aplikasi Penyanyi menggunakan Bahasa Pemrograman *python*, web berbasis termos,*tensorlow*, dan open CV. Tahapan total metode yang digunakan adalah prapemrosesan, dan tahap klasifikasi. Dataset ekspresi-ekspresi senang, sedih ,takut, jijik, netral, marah,dan kaget. Jumlah dataset tidak mempengaruhi penilaian nilai bahasa,tetapi kedetailan citra untuk digunakan dataset sangat mempengaruhi hasil penelitian. Dengan *epoch* 100,*Batch size* 128 Mendapatkan hasil akurasi pelatihan sebesar 90% dan validasi sebesar 65%. Hasil percobaan dari total 35 ekspresi. 28 ekspresi berhasil di tebak dengan nilai yang benar sebesar 80%.

Fikriah,FK,.dkk (2022) *Naiïve Bayes* untuk Klasifikasi Penyakit Daun Bawang Merah Berdasarkan *Ekstraksi Fitur Gray Level Coccurrence Matrix (GLCM)*.

Penyakit pada daun bawang merah juga beraneka macam serta memiliki beberapa gejala yang berbeda-beda. Klasifikasi pada penyakit daun bawang merah memberikan langkah untuk ketahanan tanaman yang berkelanjutan. Penyakit bawang merah harus diklasifikasikan berdasarkan jenisnya agar bias mendapatkan penanganan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan daun bawang merah berdasarkan ekstraksi fitur *Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)* yang didapat dari citra daun bawang merah dengan mengambil empat fitur yaitu *energy, contrast, correlation, serta homogeneity*, sedangkan metode algoritma yang dipakai untuk klasifikasi penyakit pada daun bawang merah tersebut adalah *naïve bayes* dengan akurasi sebesar 62%.

Paliwang,AAA,.(2020) Klasifikasi Penyakit Tanaman Apel Dari Citra Daun Dengan *Convolutional Neural Network (CNN)* Berdasarkan hasil uji coba dari penelitian ini, Aplikasi berhasil diimplementasikan dengan baik menggunakan *framework* dart berbasis android dengan hasil final *test accuracy* yang diperoleh yaitu didapat keakuratan akurasi sebesar 97,1%.

Irfansyah,D,.dkk (2021) *Convolutional Neural Network (CNN) Alexnet* dengan platform pemograman MATLAB untuk identifikasi penyakit pada tanaman kopi melalui citra. Jumlah total dataset yang digunakan 300 data terbagi dalam 3 kelas yaitu *health, rust* dan *red spider mite*. Proses *training* yang melibatkan 260 data latih menghasilkan akurasi dengan nilai 69.44-80.56%. Proses pengujian jaringan dengan 40 data uji menghasilkan akurasi sebesar 81.6%. Berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa *Alexnet* akurat untuk klasifikasi hama daun pada tanaman kopi.

Fonda, H. (2020) Klasifikasi Batik Riau Dengan Menggunakan *Convolutional Neural Networks (CNN)* Batik Riau telah dikenal sejak abad ke-18 dan digunakan oleh para raja kerajaan. Batik Riau dibuat dengan menggunakan stempel yang dicampur dengan pewarna dan kemudian dicetak di atas kain. Kain yang biasanya digunakan adalah sutra. Namun, seiring berjalannya waktu, dibandingkan dengan batik Jawa, batik Riau lambat diterima oleh masyarakat. *Convolutional Neural Networks (CNN)* adalah gabungan dari jaringan saraf tiruan dan metode deep learning. CNN terdiri dari satu atau lebih lapisan konvolusi, seringkali dengan

lapisan *sub sampling*, diikuti oleh satu atau lebih lapisan yang sepenuhnya terhubung, seperti jaringan saraf standar. Dalam prosesnya, CNN akan melakukan pelatihan dan pengujian terhadap batik Riau sehingga koleksi model batik yang telah diklasifikasikan berdasarkan karakteristik yang ada dalam batik Riau dapat ditentukan, memungkinkan pemisahan gambar-gambar batik Riau dan yang bukan batik Riau. Klasifikasi menggunakan CNN menghasilkan pemisahan antara batik Riau dan bukan batik Riau dengan tingkat akurasi sebesar 65%. Akurasi 65% ini disebabkan oleh banyaknya motif yang sama antara batik Riau dan batik lainnya, dengan perbedaan yang terletak pada warna yang terserap dalam batik Riau.

## 2.2 Novelty

**Tabel 2.1 Perbandingan penelitian**

No	Judul	Peneliti	Kesimpulan	Perbandingan
1.	Klasifikasi Penyakit Tanaman Apel Dari Citra Daun Dengan <i>Convolutional Neural Network</i> .	Paliwang,A AA,.Septian,MRD,Cahyanti,M,.S wedia,W (2020).	Berdasarkan Hasil uji coba dari penelitian ini, Aplikasi berhasil diimplementasikan dengan baik menggunakan framework dart berbasis android dengan hasil <i>final test accuracy</i> yang diperoleh yaitu didapat keakuratan akurasi sebesar 97,1%.	Perbedaan dari variable yang akan di uji.
2.	Diagnosis Hama Penyakit Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode <i>Neighbors Weighted K-Neighbors</i> .	Rosyidah, MV,.Setiawan,DB,.Furqon,MT.(2019).	Sistem pakar yang dibangun untuk mendiagnosis hama dan penyakit pada tanaman bawang merah pada penelitian ini menggunakan metode <i>Neighbors Wighted K-Neighbors (NWKNN)</i> dengan parameter k bernilai 2 dan e bernilai 4 menghasilkan akurasi sebesar 100%.	Perbedaan dari metode yang akan diteliti dan diuji.
3.	<i>Naïve Bayes</i> untuk Klasifikasi Penyakit	Fikriah,FK, Sulthan,M B,.	Penyakit pada daun bawang merah juga beraneka macam serta memiliki beberapa gejala yang	Perbedaan dari variabel metode yang akan dteliti dan

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Peneliti	Kesimpulan	Perbandingan
	Daun Bawang Merah Berdasarkan Ekstraksi Fitur <i>Gray Level Coocurrence Matrix (GLCM)</i> .	Mujahidah, N.,Roziqin, MK. (2022).	berbeda-beda. Klasifikasi pada penyakit daun bawang merah memberikan langkah untuk ketahanan tanaman yang berkelanjutan. Penyakit bawang merah harus diklasifikasikan berdasarkan jenisnya agar biasa mendapatkan penanganan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan daun bawang merah berdasarkan ekstraksi fitur <i>Gray Level Coocurrence Matrix (GLCM)</i> yang didapat dari citra daun bawang merah dengan mengambil empat fitur yaitu <i>energy, contrast, correlation,</i> serta <i>homogeneity,</i> sedangkan metode algoritma yang dipakai untuk klasifikasi penyakit pada daun bawang merah tersebut adalah <i>naïve bayes</i> dengan akurasi sebesar 62%.	diuji.
4.	<i>Convolutional Neural Network (CNN) Alexnet dengan platform pemograman MATLAB</i> untuk identifikasi penyakit pada tanaman kopi	Irfansyah, D., Mustikasari, M.(2021).	Jumlah total dataset yang digunakan 300 data terbagi dalam 3 kelas yaitu <i>health, rust</i> dan <i>red spider mite</i> . Proses training yang melibatkan 260 data latih menghasilkan akurasi dengan nilai 69.44-80.56%. Proses pengujian jaringan dengan 40 data uji menghasilkan akurasi sebesar 81.6%. Berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa Alexnet akurat	Perbedaan dari variabel yang akan diteliti dan diuji.

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Peneliti	Kesimpulan	Perbandingan
	melalui citra.		untuk klasifikasi hama daun pada tanaman kopi.	
5..	Iplementasi <i>Deep Learning</i> Menggunakan <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> Pada Ekspresi Manusia.	Nugroho,P A,Fenriana ,I,dan Arijanto,R. (2020).	Dengan Perkembangan teknolpgi yang semakin pesat, computer dapat belajar sendiri seperti manusia, misalnya ekspresi wajah pada manusia, dengan membuat progam yang biasa kita sebut <i>Mechine Learning</i> . Pembelajaran mesin dapat dibuat dengan banyak algoritma. Penulis membuat <i>Mechine Learning</i> dengan metode <i>Deep Learning</i> , yang saat ini memiliki hasil yang paling signifikan dalam pengenalan citra adalah <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> . CNN dirancang khusus pengenalan dan klsifikasi gambar, CNN memiliki beberapa lapisan-lapisan yang mengekstrasi informasi dari gambar dan menentukan klasifikasi dari gambar berupa skor klasifikasi. Aplikasi Penyanyi menggunakan Bahasa Pemograman <i>phyton</i> , web berbasis <i>termos</i> , <i>tensorlow</i> , dan <i>openCV</i> . Tahapan total metode yang digunakan adalah prapemrosesan, dan tahap klasifikasi. Dataset ekspresi-ekspresi senang, sedih, takut, jijik, netral, marah,dan kaget. Jumlah dataset tidak mempengaruhi penilaian	Perbedaanya adalah dari variable yang penulis akan membuatnya.

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Peneliti	Kesimpulan	Perbandingan
			<p>nila bahasa,tetapi kedetailan citra untuk digunakan dataset sangat mempengaruhi hasil penelitian. Dengan <i>epoch 100, Batch size 128</i> Mendapatkan hasil akurasi pelatihan sebesar 90% dan validasi sebesar 65%. Hasil percobaan dari total 35 ekspresi, 28 ekspresi berhasil di tebak dengan nilai yang benar sebesar 80%.</p>	

## 2.3 Tinjauan Teori

### 2.3.1 Tanaman Bawang Merah

Wibowo A (2022) menyatakan Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) merupakan tanaman sayuran semusim, berumur pendek dan diperbanyak air. Pada umumnya bawang merah dikonsumsi setiap hari sebagai bumbu masakan, dan juga dapat digunakan sebagai obat tradisional untuk menurunkan suhu panas orang sakit. Bawang merah merupakan komoditas hortikultura berumur pendek dan mempunyai nilai komersial tinggi. Tanaman Bawang merah merupakan tanaman yang sudah sejak lama dibudidayakan oleh petani secara intensif. Meskipun saat ini banyak petani bawang merah, namun dalam proses budidayanya masih sering di temui kendala terutama disegi teknis budidayanya.

Ada 2 penyakit pada tanaman bawang merah yang diteliti dalam penelitian ini, yaitu :

#### 1. Bercak Ungu (*Trotol*)

Yang disebabkan oleh cendawan pathogen *Alterania porri* tersebut dominan pada saat musim hujan. Secara umum penyebaran cendawan *A.porri* melalui percikan air hujan dan angin. Gejala serangan terlihat ketika tanaman mulai memasuki *fase generative* atau saat pembetukan

umbi. Bawang merah yang terinfeksi akan menimbulkan bercak berwarna putih, kemudian akan menghasilkan cekungan berwarna ungu pada daun tersebut, pada serangan lanjutan umbi akan berwarna kuning dan merah kecoklatan. Konsentrasi yang digunakan untuk mengendalikan penyakit trotol pada bawang merah adalah 0,5-1 gram/liter (volume semprot 400-800 liter/ha). Sumber dari *website Kaggle Jumriyanti (2022)*.



**Gambar 2. 1 Bercak ungu**

## 2. Moler (*Layu Fusarium*)

Layu *Fusarium* merupakan sebuah penyakit yang kerap kali menyerang tanaman bawang merah yang sangat berbahaya. Penyakit ini sering menyeraang bawang merah terutama pada musim hujan, saat curah hujan tinggi dan kondisi lingkungan yang lembab. Gejala-gejala yang tampak saat serangan *Fusarium* terjadi pada tanaman bawang merah antara lain : tanaman layu secara mendadak, warna daun berubah menguning dan melengkung (moler), akar tanaman membusuk dan tanaman mudah tercabut, daun mengkerut dan melintir, dan daun tanaman terkulai. Pengendalian penyakit moler, antara lain : melakukan rotasi tanaman dengan jenis tanaman selain jenis inang, cara ini dirasa cukup penting dilakukan supaya bisa memutus siklus kehidupan dari jamur *Fusarium* dan dapat menghambat terjadinya serangan penyakit moler, menjaga kebersihan lingkungan lahan dari gulma agar tanaman tidak terlalu lembab. Sumber dari *website Kaggle Jumriyanti (2022)*.



**Gambar 2.2 Moler**

### 2.3.2 *Artificial Intelligent (AI)*

*Wikipedia* (2023) *Artificial Intelligent (AI)* atau Kecerdasan Buatan adalah teknik yang menjadikan komputer dapat berpikir secerdas atau melampaui kecerdasan manusia. Tujuannya agar komputer memiliki kemampuan berperilaku, berpikir, dan mengambil keputusan layaknya manusia. Berikut beberapa cabang dari AI. Secara garis besar AI dapat dibedakan menjadi 4 kategori yaitu:

#### 1. *Thinking Humanly*

Pendekatan ini dilakukan dengan dua cara yaitu pertama melalui introspeksi, mencoba menangkap pemikiran kita sendiri saat kita berfikir. “*how do you know that you understand?*”. Yang kedua yaitu melalui penelitian-penelitian dari segi psikologi.

#### 2. *Acting Humanly (The Turing test approach, 1950)*

Pendekatan ini pada tahun 1950, Alan Turing merancang suatu ujian bagi komputer yang berintelijensia (bot Cerdas) untuk menguji apakah komputer tersebut mampu mengelabui seorang manusia/interrogator melalui komunikasi berbasis teks jarak jauh. Tentunya komputer tersebut harus memiliki kemampuan *Natural Language Processing, Knowledge Representation, Automated Reasoning, Machine Learning, Computer Vision, Robotics*.

#### 3. *Thinking rationally*

Pendekatan ini terdapat dua masalah yaitu pertama tidak mudah membuat pengetahuan informal, lalu menyatakan dalam formal term dengan notasi-

notasi logika. Yang kedua terdapat perbedaan besar antara dapat memecahkan masalah “secara prinsip” dan memecahkannya “dalam dunia nyata”.

#### 4. *Acting rationally (The Rational agent approach)*

Pendekatan ini membuat inferensi logis yang merupakan bagian dari suatu rational agent. Karena untuk melakukan aksi secara rasional adalah dengan menalar secara logis, maka bisa didapatkan kesimpulan bahwa aksi yang dilakukan akan mencapai tujuan atau tidak.

### 2.3.3 *Machine Learning*

Cholissodin (2013) Teknologi *machine learning (ML)* adalah mesin yang dikembangkan untuk bisa belajar dengan sendirinya tanpa arahan dari penggunanya. Pembelajaran mesin dikembangkan berdasarkan disiplin ilmu lainnya seperti statistika, matematika dan data mining sehingga mesin dapat belajar dengan menganalisa data tanpa perlu di program ulang atau diperintah.

Dalam hal ini *machine learning* memiliki kemampuan untuk memperoleh data yang ada dengan perintah ia sendiri. *ML* juga dapat mempelajari data yang ada dan data yang ia peroleh sehingga bisa melakukan tugas tertentu. Tugas yang dapat dilakukan oleh *ML* pun sangat beragam, tergantung dari apa yang ia pelajari.

Robby T (2022) Istilah *machine learning* pertama kali dikemukakan oleh beberapa ilmuwan matematika seperti *Adrien Marie Legendre, Thomas Bayes dan Andrey Markov* pada tahun 1920-an dengan mengemukakan dasar-dasar *machine learning* dan konsepnya. Sejak saat itu *ML* banyak yang mengembangkan. Salah satu contoh dari penerapan *ML* yang cukup terkenal adalah *Deep Blue* yang dibuat oleh IBM pada tahun 1996. *Deep Blue* merupakan *machine learning* yang dikembangkan agar bisa belajar dan bermain catur. *Deep Blue* juga telah diuji coba dengan bermain catur melawan juara catur profesional dan *Deep Blue* berhasil memenangkan pertandingan catur tersebut. Peran *machine learning* banyak membantu manusia dalam berbagai bidang. Bahkan saat ini penerapan *ML* dapat dengan

mudah kamu temukan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya saat kamu menggunakan fitur *face unlock* untuk membuka perangkat *smartphone*, atau saat kamu menjelajah di internet atau media official kamu akan sering disuguhkan dengan beberapa iklan. Iklan-iklan yang dimunculkan juga merupakan hasil pengolahan *ML* yang akan memberikan iklan yang sesuai. Berikut 2 Jenis Machine Learning

### 1. Tradisional *Machine Learning*

Tradisional *Machine Learning* memiliki ciri khas, yaitu pembelajarannya lebih terlihat terisolasi (*isolated*) dan hanya melakukan satu kali pembelajaran / pembelajaran tunggal, dan hasilnya pembelajarannya tidak disimpan untuk jangka panjang atau lanjutan dan tanpa memperhatikan hasil pembelajaran sebelumnya. Artinya misalkan sebagai contoh jika dilakukan penambahan data yang baru hasil dari pembelajaran yang sebelumnya menggunakan data yang lama tidak dapat digunakan dan harus melakukan pembaruan sistem dengan data lama dan data yang ingin ditambahkan dan memakan waktu yang lama pada saat komputasi. membuat kerja dari cpu dan gp menjadi lebih berat dan juga lambat. bisa disimpulkan bahwa Tradisional *Machine Learning* tidak bisa memperbarui data dari pembelajaran sebelumnya.

### 2. Transfer *Learning*

Sedangkan *Transfer Learning* yang ada pada *Machine Learning* modern seperti *Deep Learning*, adalah kebalikan dari Tradisional *Machine Learning*. memiliki keuntungan melakukan pembaruan dari pembelajaran sebelumnya. memiliki proses pembelajaran yang jauh lebih cepat dari Tradisional *Machine Learning* karena melakukan proses penambahan data secara bertahap dengan ukuran yang lebih kecil tanpa mengurangi informasi dari data itu sendiri dan komputasi menjadi lebih cepat saat melakukan pelatihan data dan memiliki performa yang lebih akurat karena dapat mengekstraksi fitur dari data dengan detail secara mandiri. biasanya pembelajaran ini dilakukan dengan lebih banyak atau lebih besar data karena keunggulannya tersebut.

Shukla (2018) *machine learning* terbagi menjadi 3 tipe berdasarkan cara pembelajarannya:

#### 1. *Supervised learning*

*Supervised learning* secara keseluruhan adalah melakukan pembelajaran pada keseluruhan contoh data sesuai kelas yang telah menjadi masukan dari sistem sebelumnya. *Supervised learning* data dengan sebuah kelas sebelum melakukan pelatihan pada data itu sendiri untuk menjadi sebuah model. Sebagai contoh melakukan pelatihan dengan banyak data yang berformat gambar sesuai dengan yang diinginkan. lalu melakukan klasifikasi diluar data yang dilatih..

#### 2. *Unsupervised learning*

*Unsupervised learning* kebalikan dari *Supervised Learning* yaitu membuat sebuah model tanpa kelasnya. pembelajaran ini melakukan teknik dengan melakukan identifikasi pada pola dan bentuk dari data. memiliki sebuah tools yang cukup populer untuk digunakan saat praktek membuat model dari *machine learning* untuk belajar melalui data input adalah pengelompokan atau bisa disebut *clustering* dan pengurangan dimensi.

#### 3. *Reinforcement learning*

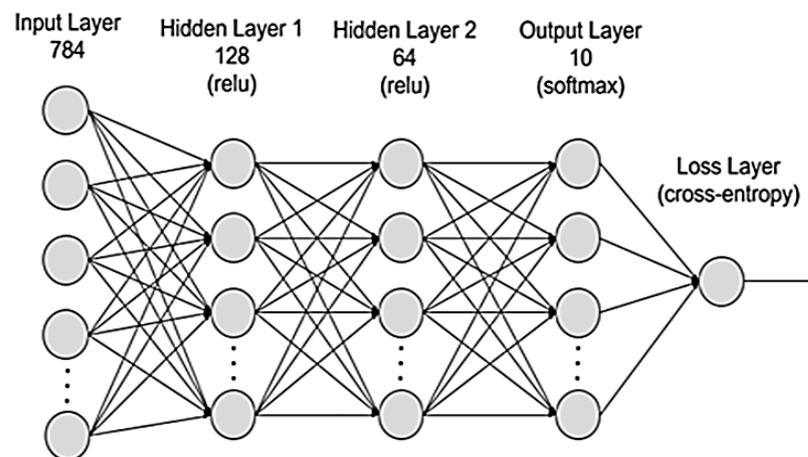
*Reinforcement learning* melatih sebuah data yang telah disusun dengan melihat lingkungan bereaksi pada perubahan data tersebut. *Reinforcement learning* adalah jenis dari *machine learning* melakukan banyak tindakan lalu diamati dan ditentukan mana tindakan yang paling tepat.

#### **2.3.4 Deep Learning**

Robby T (2022) *Deep Learning* Merupakan subbidang *machine Learning* yang algoritmanya terinspirasi dari struktur otak manusia. Saat ini, teknik *deep leaning* sangat populer dikalangan praktisi data dan menarik perhatian banyak pihak. Hal ini karena Teknologi *Deep Learning* telah di terapkan dalam berbagai produk berteknologi tinggi seperti *self-driving car*. Selain itu, ia juga ada di balik produk dan layanan yang kita gunakan sehari-hari.

Contohnya antara lain, asisten digital, *Google Translite*, dan *voice-activated device* (perangkat cerdas yang bias diaktifkan dengan suara).

*Algoritme Deep Learning* merupakan jaringan *neural* yang meniru otak manusia memiliki jutaan *neuron* yang saling terhubung yang berkerja sama untuk mempelajari dan memproses informasi, Demikian pula, jaringan *neural deep learning*, jaringan *neural* buatan, terbuat dari banyak lapisan *neuron* yang berkerja sama dengan *computer*.



**Gambar 2. 3 Deep learning**  
 ((sumber: <https://aws.amazon.com/id/what-is/deep-learning/>))

### 2.3.5 Citra Digital

Pamungkas MA (2017) Pengolahan *Citra Digital (Digital Image Processing)* merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana suatu citra itu dibentuk, diolah, dan dianalisis sehingga menghasilkan informasi yang dapat dipahami oleh manusia. Berdasarkan bentuk sinyal penyusunnya, citra dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog adalah citra yang dibentuk dari sinyal analog yang bersifat kontinyu, sedangkan citra digital adalah citra yang dibentuk dari sinyal digital yang bersifat diskrit.

Citra analog dihasilkan dari alat akuisisi citra analog, contohnya adalah mata manusia dan kamera analog. Gambaran yang tertangkap oleh mata manusia dan foto atau film yang tertangkap oleh kamera analog merupakan contoh dari citra analog. Citra tersebut memiliki kualitas dengan tingkat

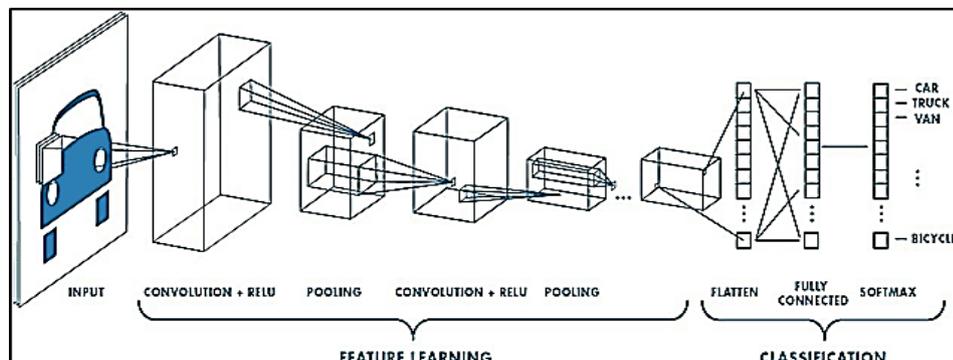
kerincian (resolusi) yang sangat baik tetapi memiliki kelemahan di antaranya adalah tidak dapat disimpan, diolah, dan diduplikasi di dalam komputer. Citra digital merupakan representasi dari fungsi intensitas cahaya dalam bentuk diskrit pada bidang dua dimensi. Citra tersusun oleh sekumpulan piksel (*picture element*) yang memiliki koordinat  $(x,y)$  dan *amplitudo*  $f(x,y)$ . Koordinat  $(x,y)$  menunjukkan letak/posisi piksel dalam suatu citra, sedangkan *amplitudo*  $f(x,y)$  menunjukkan nilai intensitas warna citra.

Citra analog dihasilkan dari alat akuisisi citra analog, contohnya adalah mata manusia dan kamera analog. Gambar dari mata manusia atau sebuah kamera analog hasilnya dapat disebut sebagai citra analog. Citra tersebut memiliki resolusi dan kualitas dengan tingkat kerincian yang sangat tinggi dan sangat baik tetapi memiliki sebuah kelemahan yang tidak bisa disimpan dan diolah oleh mesin atau komputer. Citra digital dapat direpresentasikan dari intensitas cahaya yang masuk dengan bentuk diskrit pada sebuah *array dua dimensi*. Citra disusun oleh sebuah piksel (*picture element*) yang memiliki koordinat  $(x,y)$  dan amplitudo  $f(x,y)$ . Koordinat  $(x,y)$  menunjukkan letak/posisi piksel dalam suatu citra, sedangkan amplitudo  $f(x,y)$  menunjukkan nilai intensitas warna dari citra atau RGB.

### **2.3.6 Convolutional Neural Network**

Felix dkk (2020) *Convolutional Neural Network (CNN)* sangat mirip dengan jaringan saraf tiruan yang standar yang dapat divisualisasikan sebagai kumpulan *neuron* atau node atau unit yang disusun sebagai grafik (grafik yang tanpa adanya *loop* di dalamnya). *Convolutional Neural Network (CNN)* memiliki ciri khas yaitu terdapat lapisan tersembunyi yang hanya terhubung ke *subnet neuron* di lapisan sebelumnya. Karena konektivitas tersebut, *Convolutional Neural Network (CNN)* dapat mempelajari fitur secara *implisit*. *Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN)* menghasilkan ekstraksi fitur hirarki yaitu filter yang dilatih untuk tujuan spesifik, misal pada lapisan pertama biasanya difokuskan pada identifikasi tepian atau fluktuasi warna, kemudian lapisan kedua biasanya lebih ke identifikasi bentuk, dan filter lapisan berikutnya biasanya lebih diarahkan untuk mempelajari bagian-bagian

parsialisasi dari objek, baik yang terlihat sedikit atau sebagian maupun yang terlihat cukup banyak serta lapisan terakhir digunakan untuk mengidentifikasi objek.



**Gambar 2. 4 Convolutional neural network**  
(sumber: <https://www.mdpi.com/>)

Kemampuan utama *convolutional neural network (CNN)* adalah arsitektur yang mampu mengenali informasi prediktif suatu objek (gambar, teks, potongan suara, dsb) walaupun objek tersebut dapat diposisikan dimana saja pada input. Kontribusi *Convolutional Neural Network (CNN)* adalah pada convolution dan pooling layer. *Convolution* bekerja dengan prinsip *sliding window* dan *weight sharing* (mengurangi kompleksitas perhitungan). *Pooling layer* berguna untuk merangkum informasi yang dihasilkan oleh suatu *convolution* (mengurangi dimensi). Pada ujung akhir CNN, kita lewatkan satu vektor hasil beberapa operasi *convolution* dan *pooling* pada *multilayer perceptron (feed-forward neural network)*, dikenal juga sebagai fully connected layer, untuk melakukan suatu pekerjaan, klasifikasi. Perhatikan, pada umumnya *Convolutional Neural Network (CNN)* tidak berdiri sendiri, dalam artian *Convolutional Neural Network (CNN)* biasanya digunakan pada arsitektur yang lebih besar.

Fitur lapisan dari *Convolutional Neural Network (CNN)* adalah sebagai berikut ;

1. *Feature Extraction Layer*

Haryono (2020) Pada lapisan ini sebuah gambar yang dimasukkan ke model akan di *encoding* menjadi angka. *Layer* ini terdiri dari dua bagian yaitu *Convolutional layer* dan *Pooling layer*.

## 2. *Convolutional Layer*

Alwanda (2020) Lapisan ini bisa disebut sebagai lapisan inti dari model *Convolutional Neural Network*. Lapisan ini bekerja dengan menghasilkan sebuah gambar baru dari gambar yang telah di inputkan ke model dan lapisan ini juga membentuk sebuah filter yang terdiri dari neuron. Lapisan ini menghasilkan sebuah *feature map* yang akan digunakan di lapisan selanjutnya (*Activation Layer*).

## 3. *Activation Layer*

Putra (2023) Lapisan ini melakukan perubahan di nilai-nilai yang tergantung dari fungsi yang dipakai dalam aktivasi. Fungsi aktivasi *default* yang kebanyakan dipakai di *neural network* termasuk *Convolutional Neural Network* ialah *ReLU (Rectified Linear Activation Function)* yang memiliki fungsi secara linier yang sedikit demi sedikit menampilkan input secara langsung jika memiliki hasil positif, dan jika tidak akan menghasilkan akan menghasilkan angka 0.

## 4. *Pooling Layer*

Ilahiyah (2018) Dalam metode *Convolutional Neural Network* Hasil dari *layer* konvolusional (*Convolutional*) akan di *downsampling* untuk mengurangi resolusi gambar dari *feature maps* tanpa mengurangi kualitas dari informasi gambar tersebut agar komputasi menjadi lebih cepat dan dapat mengatasi model mengambil fluktuasi tidak perlu (*Overfitting*). Metode yang paling sering digunakan dalam *layer* ini adalah *Max Pooling*, metode ini populer dikarenakan menggunakan wilayah dari *input pooling feature maps* untuk mendapatkan nilai maksimal.

## 5. *Flatten*

Nugroho dkk (2021) Dapat mengkonversi semua *array* 2 dimensi (*reshape*) yang dihasilkan oleh *Feature maps* menjadi satu *vector linier* untuk menjadi input dari *fully-connected layer*.

### 6. Fully-Connected Layer

Suta (2019) Lapisan terakhir yang akan melakukan klasifikasi pada semua hasil *output (neuron)* dari semua *layer* diatas kedalam kelasnya sesuai dari data pelatihan yang digunakan.

### 7. Aktivasi Sofmax

Kholik (2021) Mengubah nilai dari *vector* angka ke *vector* probabilitas/kemungkinan yang dimana setiap kemungkinan nilai sebanding dengan skala relatif setiap nilai dari *vector*. Setiap nilai dalam *output* dari aktivasi *softmax* dipresentasikan sebagai probabilitas dalam setiap kelas.

### 8. Confusion Matrix

Hardianto (2019) *Confusion Matrix* adalah sebuah *tools* yang disediakan untuk mengetahui hasil prediksi dari model yang telah dibuat.

**Tabel 2.2 Confusion matrix**

		Positive	Negative
Asli	Positive	TP	FP
	Negative	FN	TN
		Prediksi	

Notasi :

TP = *True Positive* : Model melakukan prediksi *Positive* yang dimana data memang benar positif.

FP = *False Positive* : Model melakukan prediksi di kelas *Positive* yang dimana data di kelas negatif.

FN = *False Negative* : Model melakukan prediksi di kelas negatif yang dimana data di kelas positif.

TN = *True Negative* : Model melakukan prediksi negatif yang dimana data memang benar negatif.

1. Akurasi Untuk Menghitung Akurasi dapat menjumlahkan antara *True Positive* dan *True Negative* lalu membaginya dengan semua jumlah data.

(2.1)

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

2. Untuk Menghitung Presisi dari model yang dibuat dapat membagi *True Positive* dengan hasil penjumlahan dari *False Positive* dan *True Positive*

(2.2).

$$Presisi = \frac{TP}{FP + TP}$$

3. Untuk menghitung *Recall* dapat melakukan pembagian *True Positive* dengan hasil penjumlahan antara *False Negative* dan *True Positive*

$$Recall = \frac{TP}{FP + TP} \quad (2.3)$$

4. Untuk menghitung *F1 Score* dapat mengkalikan hasil dari *recall* dan presisi kemudian dibagi dengan hasil penjumlahan antara *recall* dan presisi lalu hasilnya dikalikan 2.

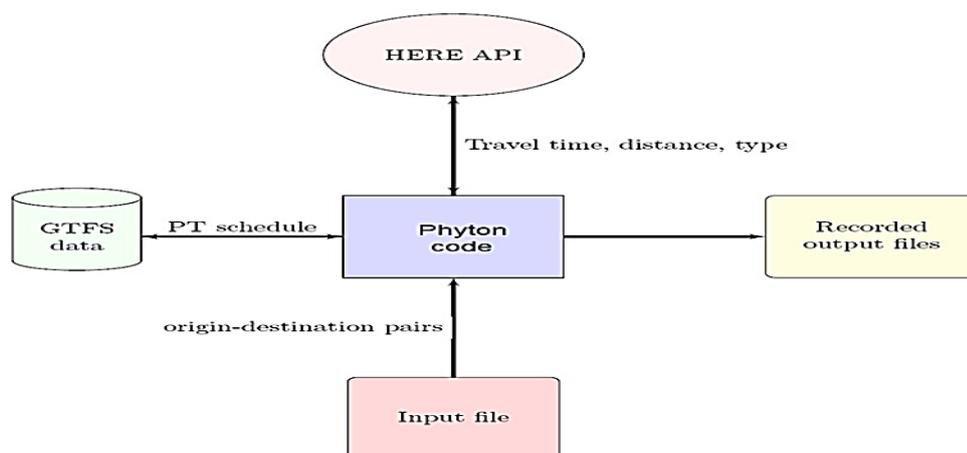
(2.4)

$$F1 = 2 * \frac{(Recall + Presisi)}{(Recall + Presisi)}$$

### 2.3.7 Python

Menurut Ma'Arif (2020) Python adalah bahasa pemrograman yang populer saat ini. Bahasa *Python* dibuat oleh Guido van Rossum, dan dirilis pada tahun 1991. *Python* dapat digunakan untuk Pengembangan web (sisi server), Pengembangan perangkat lunak atau membuat aplikasi (*software*), Menyelesaikan persamaan Matematika, Pembuatan skrip sistem dan Pemrograman *Mikrokontroller (MicroPython)* Beberapa fungsi Bahasa *Python* adalah *Python* dapat digunakan di server untuk membuat aplikasi

web, Python dapat digunakan bersama perangkat lunak untuk membuat alur kerja, Python dapat terhubung ke sistem database, Bahasa Python juga dapat membaca dan memodifikasi file, Python dapat digunakan untuk menangani data besar dan melakukan matematika yang kompleks, dan Python dapat digunakan untuk pembuatan *prototipe* dengan cepat, atau untuk pengembangan perangkat lunak siap produksi. Alasan untuk menggunakan dan mempelajari Python adalah Python dapat bekerja pada platform yang berbeda, Python memiliki sintaks sederhana yang mirip dengan bahasa Inggris, Python memiliki sintaks yang memungkinkan pengembang untuk menulis program dengan lebih sedikit baris daripada beberapa bahasa pemrograman lainnya, Python berjalan pada sistem interpreter, artinya kode dapat dieksekusi segera setelah ditulis. Ini berarti pembuatan *prototipe* bisa sangat cepat, Python dapat diperlakukan dengan cara prosedural, cara berorientasi objek atau cara fungsional, dan Python memiliki banyak Pustaka.



**Gambar 2. 5 Diagram *phyton***

[https://www.researchgate.net/figure/Block-diagram-of-the-phyton-tool-with-its-component\\_fig2\\_355480111](https://www.researchgate.net/figure/Block-diagram-of-the-phyton-tool-with-its-component_fig2_355480111)

### 2.3.8 *TrensorFlow*

Gifari (2020) *TensorFlow* adalah pustaka perangkat lunak sumber terbuka dan gratis untuk pembelajaran mesin. *TensorFlow* dapat digunakan dalam berbagai tugas tetapi memiliki fokus khusus pada pelatihan dan inferensi jaringan *neural* dalam. *Tensorflow* adalah pustaka matematika simbolis

berdasarkan *dataflow* dan pemrograman. Saat ini, *TensorFlow* merupakan pustaka pembelajaran mesin paling terkenal di dunia. Diciptakan oleh tim *Google Brain*, produk Google satu ini, menggunakan pembelajaran mesin di semua produknya untuk meningkatkan mesin telusur, terjemahan, pemberian keterangan gambar, atau rekomendasi. Ia menggabungkan banyak model dan algoritma *machine learning* termasuk *deep learning (neural network)*. *Framework* di susun menggunakan *Python front-end API* untuk membuat suatu aplikasi penggunaannya, dan menggunakan C++ yang memiliki kinerja terbaik dalam hal eksekusi. *Tensorflow* dapat melatih dan menjalankan *neural network* untuk keperluan mengklasifikasikan tulisan tangan, pengenalan gambar/*object*, serta menggabungkan suatu kata. Selanjutnya adalah *recurrent neural network*, yang merupakan model *sequential*, dapat digunakan untuk *Natural Language Processing (NLP)*, *PDE (Partial Differential Equation)* berdasarkan simulasi. Dan yang paling utama adalah bahwa *Tensorflow* dapat digunakan pada skala yang besar untuk produksi dengan menggunakan model yang sama pada ketika proses *training* data. Sebagai contoh nyata, pengguna *Google* dapat merasakan pencarian yang lebih cepat dengan *AI*. Jika pengguna mengetik kata kunci di bilah pencarian, *Google* memberikan rekomendasi tentang apa yang bisa menjadi kata berikutnya. *Google* ingin menggunakan pembelajaran mesin untuk memanfaatkan kumpulan data mereka yang sangat besar untuk memberikan pengalaman terbaik kepada pengguna.

Ada pun, tiga kelompok berbeda menggunakan pembelajaran mesin yaitu Peneliti, Ilmuwan data, dan Programmer

Mereka semua dapat menggunakan perangkat yang sama untuk berkolaborasi satu sama lain dan meningkatkan efisiensinya. *TensorFlow* dibangun untuk berjalan pada banyak CPU atau GPU dan bahkan sistem operasi seluler, dan memiliki beberapa pembungkus dalam beberapa bahasa seperti *Python, C ++ atau Java*.

### 2.3.9 Keras

Keras adalah *interface library* yang bertujuan menyempurnakan implementasi algoritma-algoritma *deep learning* di atas *TensorFlow*. *TensorFlow* sendiri adalah *platform high performance computing* berbasis alur grafik. Keras dikembangkan dan dikelola oleh *Francois Chollet* dan dirancang untuk manusia, bukan mesin. Termasuk pustaka *Python* yang kuat dan mudah, Keras digunakan untuk tujuan pengembangan dan pengevaluasian model *deep learning*. Mengikuti praktik terbaik untuk mengurangi beban kognitif, Keras menawarkan API yang konsisten dan sederhana.

Fungsi Keras adalah mengurangi jumlah tindakan yang diperlukan dalam mengimplementasikan kode umum serta dapat menjelaskan kesalahan pengguna agar dapat ditindaklanjuti. Keras relatif mudah dipelajari dan digunakan karena menyediakan *front-end Python* dengan abstraksi tingkat tinggi dan memiliki opsi beberapa *back-end* untuk tujuan komputasi. Hal ini mungkin membuat Keras lebih lambat daripada kerangka kerja *deep learning* lainnya, namun sangat ramah bagi pemula.

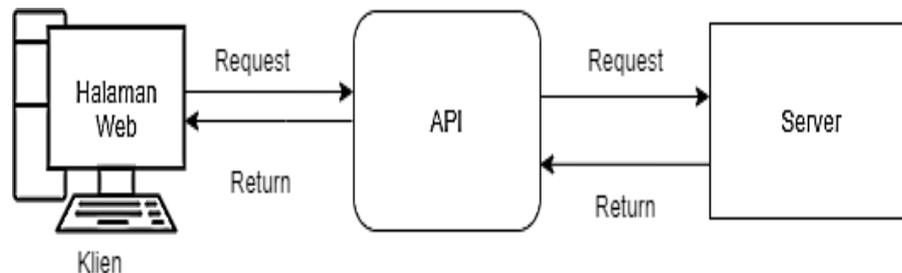
### 2.3.10 API

API (*application programming interface*) adalah sebagian besar dari web. Pada 2013 ada lebih dari 10.000 API yang diterbitkan perusahaan untuk konsumsi secara bebas. Dengan begitu banyak perusahaan yang berinvestasi di daerah bisnis baru ini, memiliki pengetahuan pemahaman cara kerja API menjadi relevan dengan karir di industry perangkat lunak.

Fungsi kerja API pada saat dua perangkat terhubung melalui API maka akan menghasilkan 2 sisi. Sisi yang pertama ialah server, sisi ini dimana kita benar-benar menggunakan dan memodifikasi API, sisi ini menerima permintaan (*request*) dan mengembalikannya (*return*) pada sisi klien. Sisi kedua ialah klien sisi ini adalah sisi yang biasanya melakukan permintaan (*request*) dan API bertugas mengirim permintaan tersebut kedalam server dan mengembalikannya, sebagai contoh email pada *website* yang belum tersinkronisasi, jika klien memperbarui halaman email tersebut maka akan

otomatis permintaan (*request*) untuk menerima info terbaru dalam email dan server akan memperbarui info email tersebut.

Berikut Adalah contoh Gambar API:



**Gambar 2. 6 Cara kerja api**

### 2.3.11 JavaScript

Sari. AM (2023) *JavaScript* adalah “bahasa web browser”. Tanpa *JavaScript*, konten yang ditampilkan dalam *browser* akan tetap statis, lebih dinamis dan intraktif . Bahasa yang dulu tidak populer ini, dalam beberapa tahun terakhir menjadi salah satu bahasa penting yang wajib dikuasai oleh *web developer*. Bahkan saat ini *JavaScript* juga semakin populer sebagai baha pemograman server menggunakan progam yang disebut *NodeJS* yang berbasis *JavaScript EGINE* buatan *Google* yang juga digunakan browser populer yaitu *Google Chrome*.

*Java script* memiliki 2 sifat yaitu :

1. *Dynamic typing*: *Developer* tidak harus melakukan deklarasi variable dengan tipe data untuk menggunakannya. tapi memiliki sebuah akibat yaitu variable yang dideklarasikan tanpa tipe data bisa merujuk pada tipe apapun seperti string, time, numerik dan lain-lain..
2. *Static typing*: *Developer* harus melakukan deklarasi sebuah tipe data untuk *variable* yang akan digunakan. dan saat program digunakan *variable* cuma bisa menampung data dengan tipe yang telah dideklarasikan

### 2.3.12 Matplotlib

Riyan T (2021) *Matplotlib* pertama kali dikembangkan oleh *John D. Hunter* (2002), dan sejak itu telah menjadi salah satu *library* visualisasi data yang paling populer dan banyak digunakan di komunitas ilmu data dan ilmu

komputer. Setelah kematiannya, pengembangan *Matplotlib* diteruskan oleh tim *developer* yang besar.

*Matplotlib* awalnya dirancang untuk menghasilkan plot grafik yang sesuai untuk publikasi jurnal dan artikel ilmiah. Oleh karena itu, ia memiliki kemampuan untuk menghasilkan grafik yang berkualitas tinggi yang dapat digunakan dalam berbagai konteks ilmiah dan profesional.

*Matplotlib* dapat digunakan dalam berbagai lingkungan, termasuk skrip *Python*, *Python* dan *IPython shell*, *server aplikasi web*, dan beberapa *toolkit GUI* lainnya. Ini menjadikannya alat yang sangat fleksibel untuk membuat visualisasi data di berbagai *platform*. Setiap visualisasi dalam *Matplotlib* terdiri dari satu atau lebih sumbu. Setiap sumbu memiliki sumbu *horizontal* ( $x$ ) dan sumbu vertikal ( $y$ ) yang digunakan untuk merepresentasikan data. Anda dapat mengatur warna, tekstur, gaya garis, marker, dan banyak aspek visual lainnya untuk membuat grafik yang menarik dan informatif. Jacques Bertin adalah seorang ahli dalam kartografi dan telah memberikan rekomendasi penting tentang pemilihan informasi *visual* yang sesuai dalam *visualisasi* data. Pemilihan warna, tekstur, dan gaya harus dilakukan dengan hati-hati agar visualisasi data dapat mengkomunikasikan informasi dengan jelas.

Saat menggunakan *Matplotlib* di *Jupyter Notebook*, sangat umum untuk menggunakan *matplotlib inline magic command*. Ini memastikan bahwa grafik yang Anda buat akan ditampilkan secara langsung dalam *notebook*, membuatnya lebih interaktif dan memudahkan eksplorasi data.

### 2.3.13 *Numpy*

Menurut Kuncie Pintar Nusantara - 1.9.3 (2023) *NumPy* adalah pustaka *Python* yang kuat dan populer untuk komputasi ilmiah dan analisis data. Deskripsi yang Anda berikan adalah benar. Ini menyediakan objek *array multidimensi* (dikenal sebagai *array NumPy*), berbagai fungsi untuk bekerja dengan *array* ini, serta berbagai alat untuk melakukan operasi matematika, statistik, manipulasi bentuk data, dan banyak lagi.

Dalam *Python* sudah terdapat modul yang bisa digunakan untuk perhitungan saintifik, urutan *Python* standar masih dianggap kurang lengkap karena beberapa operasi perhitungan masih harus dilakukan secara manual. Sedangkan, inti dari paket *NumPy* adalah objek *array* yang merangkum array n-dimensi dari jenis data homogen dengan banyak operasi yang dilakukan dalam kode-kode yang dikompilasi. Dapat dikatakan bahwa *Array NumPy* menyediakan fungsi yang siap pakai agar kita lebih mudah dalam melakukan perhitungan saintifik. Berikut ini adalah perbedaan penting antara *Array NumPy* dan urutan *Python* standar:

#### 1. Ukuran

Berbeda dengan daftar *PyThon* yang dapat tumbuh secara dinamis, *array NumPy* memiliki ukuran yang bisa dibbilang tetap saat kamu buat. Melakukan perubahan dari ukuran *ndarray* pada *NumPy* akan menghasilkan array baru dan menghapus yang asli. Oleh karena itu, kamu harus mengetahui hal ini terlebih dahulu sebelum menggunakan *NumPy*.

#### 2. Elemen

Semua elemen yang terdapat dalam array *NumPy* harus memiliki tipe data yang sama. Dengan demikian, elemen tersebut juga akan memiliki ukuran yang sama pada memori penyimpanan. Terdapat pengecualian jika kamu memiliki *array* yang terdiri dari beberapa objek, termasuk urutan *Python* & *NumPy*, sehingga memungkinkan elemen memiliki ukuran yang berbeda.

#### 3. Operasi Perhitungan

*Array NumPy* dapat digunakan untuk perhitungan saintifik atau matematika tingkat lanjut dan jenis operasi lainnya pada jumlah data yang besar. Biasanya, operasi tersebut akan dijalankan dengan lebih efisien dan dengan kode yang lebih sedikit ketika menggunakan *array NumPy*, dibanding saat menggunakan urutan *Python* standar.

#### 4. Jumlah Penggunaan

Sekarang, semakin banyak jumlah software data ilmiah & matematika berbasis *Python* yang menggunakan array *NumPy*. Walaupun sebenarnya

paket ini mendukung *input* urutan *Python* standar, namun akan tetap diubah menjadi *array NumPy* sebelum diproses. Oleh karena itu, agar penggunaan *software* berbasis *Python* menjadi lebih efisien, kamu juga sebaiknya mengetahui cara menggunakan *array NumPy*. Kelebihan Penggunaan *NumPy*, Sebagai bahasa pemrograman yang populer dan banyak digunakan, *Python* memiliki sintaks yang jauh lebih mudah dari bahasa pemrograman lain, sehingga menjadi pilihan utama bagi para pekerja di bidang data. Dengan adanya revolusi dalam ilmu data yang berlangsung sampai saat ini, pustaka analisis data seperti *NumPy* tentunya juga mengalami pertumbuhan yang signifikan.