

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### ***2.1 Landasan Teori***

Landasan teori adalah seperangkat definisi, konsep serta proporsi yang telah disusun rapi serta sistematis tentang variable-variabel dalam sebuah penelitian. Landasan teori ini akan menjadi dasar dalam sebuah penelitian yang akan dilakukan. Pembuatan landasan teori yang baik dan benar dalam sebuah penelitian menjadi hal yang penting karena landasan teori ini menjadi sebuah pondasi serta landasan dalam penelitian tersebut.

##### **2.1.1 Mata**

Mata adalah organ penglihatan yang terletak di rongga orbital. Hal ini hampir berbentuk bulat dan sekitar 2,5 cm. Volume bola adalah sekitar 7cc. Ruang antara mata dan rongga orbital ditempati oleh jaringan lemak. Dinding tulang dari orbit dan lemak membantu melindungi mata dari cedera. Struktural dua mata terpisah tapi mereka berfungsi sebagai pasangan. Hal ini dimungkinkan untuk melihat dengan hanya satu mata, tapi visi tiga dimensi terganggu ketika hanya satu mata yang digunakan terutama dalam kaitannya penghakiman jarak [8].

Mata juga merupakan alat indra yang terdapat pada manusia. Secara konstan mata menyesuaikan jumlah cahaya yang masuk, memusatkan perhatian pada objek yang dekat dan jauh serta menghasilkan gambaran yang kontinu yang dengan segera dihantarkan ke otak [9].

##### **2.1.2 Fungsi Mata**

Pada umumnya mata berfungsi sebagai indra penglihatan yang dapat mendeteksi apa saja yang ada di sekelilingnya dengan seksama. Mata ibarat lensa dalam sebuah kamera. Mata mendeteksi, menangkap, dan merekam visualisasi suasana dan cahaya terhadap apa yang menjadi fokus objek penglihatannya. Hal

ini diawali dengan adanya proses sinar yang masuk ke mata dan kemudian dilanjutkan dengan dengan beberapa pembiasan hingga akhirnya sampai pada retina mata. Sebagai mana lensa kamera di mana dapat menangkap cahaya yang dipantulkan oleh benda dan kemudian menghasilkan gambar [10].

Proses melihat pada mata adalah ibarat dengan mengambil gambar secara umum dan mengetahui ada kejadian, kondisi atau sesuatu. Secara teoritis aktivitas melihat dapat diuraikan panjang lebar. Misalnya sinar yang masuk ke mata sebelum sampai di retina mengalami pembiasan lima kali yaitu waktu melalui konjungtiva, kornea, aqueus humor, lensa dan vitreous humor. Pembiasan terbesar terjadi di kornea. Bagi mata normal bayang – bayang benda akan jatuh pada bintik kuning, yaitu bagian yang paling peka terhadap sinar [10].

### **2.1.3 Anatomi Mata**

Ada dua bagian pada mata antara lain :

- Organ luar

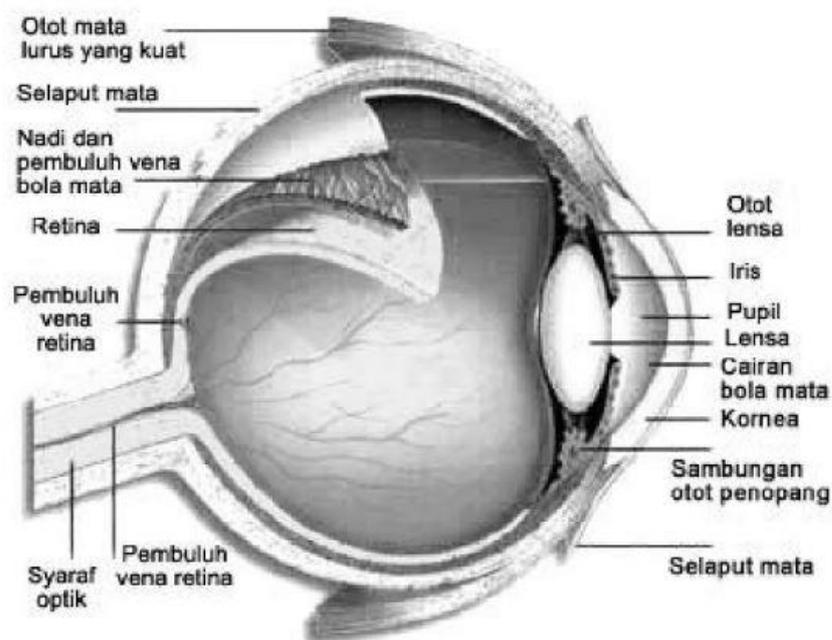
- Alis mata
- Kelopak mata

- Organ dalam

Terdapat tiga lapisan dinding mata mata bagian dalam antara lain :

- Skelera (lapisan luar berwarna putih)
- kornea (selaput bening)
- Koroidea (lapisan tengah)
  - pupil (biji mata)
  - Iris (selaput pelangi)
- Lapisan dalam
  - Lensa mata
  - Otot mata
  - Cairan rongga mata
  - Retina
  - Bintik kuning

Sebagaimana organ tubuh lain, organ indra mata juga memiliki bagian-bagian atau struktur yang membentuk indra pengelihatannya. Secara umum, mata terdiri dari dua bagian yaitu bagian dalam dan luar. Bagian dalam terdiri dari selaput tanduk (kornea), anak mata (pupil), lensa mata, selaput mata (iris), selaput keras (sklera), selaput koroid, selaput jala (retina), dan bintik kuning serta ditambah lagi dengan otot, saraf dan pembuluh darah. Sedangkan organ bagian luar adalah orbita, kelopak mata, bulu mata, dan kelenjar lakrimalis [10].



*Sumber : Ebook Segala Gangguan dan Kesehatan Mata*

**Gambar 2.1 Anatomi Mata**

#### **2.1.4 Mata Normal atau Mata Sehat**

Banyak ahli kedokteran yang mengidentifikasi ciri-ciri mata yang sehat. Di antaranya, kedudukan kedua bola mata lurus dan simetris, kelopak mata terang, tidak tampak ada bengkak, merah ataupun pentolan, dan lapisan permukaan bola mata jernih, halus serta rata. Sehingga mata yang sehat adalah mata yang memiliki penglihatan seimbang antara mata kanan dan mata kiri. Selain senantiasa terasa nyaman tentunya.

Mata sehat pada umumnya dapat diketahui dari luar, di mana mata terlihat cerah dan bersinar. Untuk mengetahui apabila ada kelainan pada mata perlu pemeriksaan mata dari dekat yang memerlukan bantuan senter atau lampu. Mata yang sehat dapat diketahui, apabila dari pemeriksaan ditemukan tanda-tanda sebagai berikut (sesuai dengan Departemen Kesehatan RI) [10]:

1. Kornea (selaput bening) benar-benar jernih dan letaknya di tengah (simetris) antar kedua mata.
2. Bagian yang putih benar-benar putih.
3. Pupil, jernih dan ada reflex cahaya, mengecil bila ada sinar.
4. Kelopak mata dapat membuka dan menutup dengan baik.
5. Bulu mata teratur dan mengarah keluar.
6. Tidak ada secret atau kotoran pada mata.
7. Tidak ada pentolan pada kelopak mata.

### **2.1.5 Katarak**

katarak adalah adalah salah satu kerusakan pada mata yang ditandai dengan adanya kekeruhan pada lensa mata. Variasi kekeruhan tergantung tingkat kerusakan akibat katarak. biasanya berlangsung perlahan-lahan dan menyebabkan gangguan penglihatan kabur bahkan berpotensi menyebabkan kebutaan jika kekeruhan pada lensa terlalu tebal sehingga menghalangi jalan masuknya cahaya.



**Gambar 2.2 Katarak**

Salah satu masalah kesehatan yang dihadapi masyarakat Indonesia adalah gangguan penglihatan dan kebutaan. Katarak merupakan penyebab utama 50% kebutaan di Indonesia. Dengan meningkatnya usia harapan hidup, maka prevalensi gangguan penglihatan dan kebutaan juga akan cenderung semakin meningkat karena katarak merupakan salah satu masalah kesehatan utama pada usia lanjut [11].

Katarak adalah salah satu penyakit mata yang dapat menurunkan visus dan memiliki gejala yang tidak langsung, yang dapat menyebabkan penglihatan semakin lama semakin berkurang dan parahnya dapat menyebabkan kebutaan jika diabaikan. Berikut adalah faktor-faktor yang dapat menyebabkan katarak:

1. paparan sinar UV secara langsung terhadap mata dengan waktu yang lama.
2. Pertambahan usia
3. Genetik atau riwayat penyakit katarak pada keluarga.
4. Darah tinggi
5. Diabetes

Ada beberapa ciri-ciri dan gejala yang dapat dirasakan ketika mata terkena katarak, antara lain:

1. Terdapat warna putih dibagian hitam mata
2. Pandangan mata yang kabur.
3. Sulit melihat saat malam hari
4. Mata sensitif terhadap cahaya
5. Terdapat lingkaran cahaya saat memandang sinar.
6. Pandangan ganda ketika melihat dengan satu mata.

Adapula beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mencegah mata terkena penyakit katarak, antara lain:

1. Mengonsumsi makanan yang mengandung vitamin dan antioksidan yang tinggi.
2. Menjaga gaya hidup, seperti menjauhi alkohol ataupun rokok.
3. Menggunakan kacamata agar melindungi lensa mata dari paparan sinar matahari.
4. Membatasi makanan manis yang dapat memicu penyakit diabetes.

### **2.1.6 Pengolahan Citra**

Pengolahan citra adalah bidang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana suatu citra itu dibentuk, diolah, dan dianalisis sehingga menghasilkan informasi yang dapat dipahami oleh manusia [12].

### **2.1.7 Jenis Citra**

Nilai suatu pixel memiliki nilai dalam rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum jangkauannya adalah 0-255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan ke dalam citra integer. Berikut adalah jenis-jenis citra berdasarkan nilai pixelnya [13].

#### **2.1.7.1 Citra Warna**

Setiap pixel dari citra warna (8 bit) hanya diwakili oleh 8 bit dengan jumlah warna maksimum yang dapat digunakan adalah 256 warna. Ada dua jenis citra warna 8 bit. Pertama, citra warna 8 bit dengan menggunakan palet warna 256 dengan setiap paletnya memiliki pemetaan nilai (colormap) RGB tertentu. Model ini lebih sering digunakan. Kedua, setiap pixel memiliki format 8 bit sebagai berikut [13].



**Gambar 2. 3 Citra Warna**

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit-0
R	R	R	G	G	G	B	B

### 2.1.7.2 Citra Greyscale

Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, dengan kata lain nilai bagian red = green = blue. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Tingkatan keabuan disini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. Citra grayscale berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan) [13].



**Gambar 2.4 Citra Greyscale**

### 2.1.7.3 Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai pixel yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B&W (black and white) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili

nilai setiap pixel dari citra biner. Citra biner sering kali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan seperti segmentasi, pengambangan, morfologi, ataupun dithering [13].



**Gambar 2.5**Citra Biner

### **2.1.8 Artificial Intelligence**

Kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI) adalah teknik yang digunakan untuk meniru kecerdasan yang dimiliki oleh makhluk hidup maupun benda mati untuk menyelesaikan sebuah persoalan. Untuk melakukan hal ini, setidaknya ada tiga metode yang dikembangkan [14].

1. *Fuzzy Logic* (FL)

Teknik ini digunakan oleh mesin untuk mengadaptasi bagaimana makhluk hidup menyesuaikan kondisi dengan memberikan keputusan yang tidak kaku 0 atau 1. Sehingga dimunculkan system logika fuzzy yang tidak kaku. Penerapan logika fuzzy ini salah satunya adalah untuk system pengereman kereta api di jepang.

2. *Evolutionary Computing* (EC)

Pendekatan ini menggunakan skema evolusi yang menggunakan jumlah individu yang banyak dan memberikan sebuah ujian untuk menyeleksi individu terbaik untuk membangkitkan generasi selanjutnya. Seleksi tersebut digunakan untuk mencari solusi dari suatu permasalahan. Contoh dari pendekatan ini adalah Algoritme Genetika yang menggunakan ide mutasi dan kawin silang, Particle Swarm Optimization (PSO) yang meniru

kumpulan binatang seperti burung dan ikan dalam mencari mangsa, Simulated Annealing yang menirukan bagaimana logam ditempa.

### 3. *Machine Learning* (ML)

*Machine Learning* merupakan teknik yang paling populer karena banyak digunakan untuk menggantikan atau menirukan perilaku manusia untuk menyelesaikan masalah. Sesuai namanya ML mencoba menirukan bagaimana proses manusia atau makhluk hidup cerdas dan menggeneralisasi.

*Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan juga bagian dari ilmu komputer untuk mengetahui mesin komputer dapat melakukan pekerjaan seperti manusia atau mungkin bisa lebih baik [21].

#### **2.1.9 *Machine Learning***

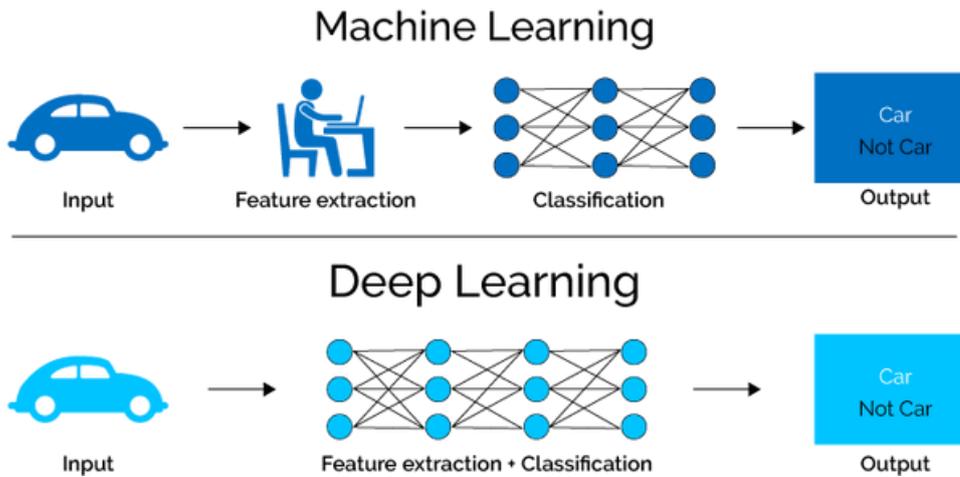
Machine Learning merupakan salah satu cabang dari disiplin ilmu kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang membahas mengenai pembangunan system yang berdasarkan pada data. Banyak hal yang dipelajari, akan tetapi pada dasarnya ada 4 hal pokok yang dipelajari dalam machine learning yaitu [27] :

1. Pembelajaran Terarah (*Supervised Learning*)
2. Pembelajaran Tak Terarah (*Unsupervised Learning*)
3. Pembelajaran Semi Terarah (*Semi-Supervised Learning*)
4. *Reinforce Learning*

#### **2.1.10 Deep Learning**

*Deep Learning* adalah salah satu jenis algoritma jaringan saraf tiruan yang menggunakan metadata sebagai input dan mengolahnya menggunakan sejumlah lapisan tersembunyi (*hidden layer*) transformasi non linier dari data masukan untuk menghitung nilai output. Algoritma pada *Deep Learning* memiliki fitur yang unik yaitu sebuah fitur yang mampu mengekstraksi secara otomatis. Hal ini berarti algoritma yang dimilikinya secara otomatis dapat menangkap fitur yang

relevan sebagai keperluan dalam pemecahan suatu masalah. Algoritma semacam ini sangat penting dalam sebuah kecerdasan buatan karena mampu mengurangi beban pemrograman dalam memilih fitur yang eksplisit. Dan, algoritma ini dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang perlu pengawasan (*supervised*), tanpa pengawasan (*unsupervised*), dan semi terawasi (*semi supervised*) [15].



**Gambar 2 6 Perbedaan Machine Learning dengan Deep Learning**

### 2.1.11 Convolution

*Convolutional* layer terdiri dari neuron yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sekumpulan filter dengan panjang dan tinggi (pixels). Masing-masing filter ini akan digeser keseluruhan bagian dari gambar satu persatu. Setiap pergeseran akan dilakukan operasi “dot” antara input dan nilai dari filter tersebut sehingga menghasilkan sebuah output atau biasa disebut sebagai activation map atau feature map [32].

Ada 3 hyperparameter yang harus ditentukan dalam sebuah convolutional layer, yaitu depth, stride dan zero-padding.

### 1. Depth

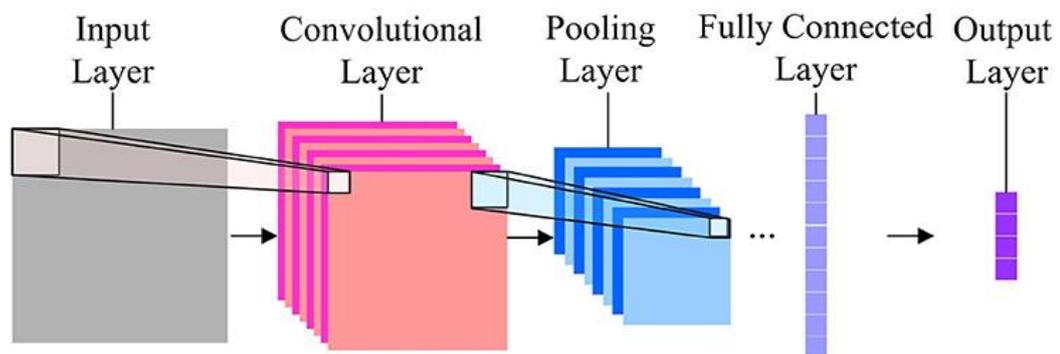
Depth adalah jumlah filter yang digunakan dalam suatu convolutional layer. Setiap filter akan mencari suatu ciri yang berbeda dalam masukan.

### 2. Stride

Stride adalah parameter yang menentukan jumlah pergeseran filter. Jika nilai stride adalah 2, maka filter akan bergeser sebanyak 2 pixel secara horizontal lalu vertikal. Semakin kecil stride maka akan semakin detail informasi yang kita dapatkan dari sebuah input, namun membutuhkan komputasi yang lebih jika dibandingkan dengan stride yang besar.

### 3. Zero-Padding

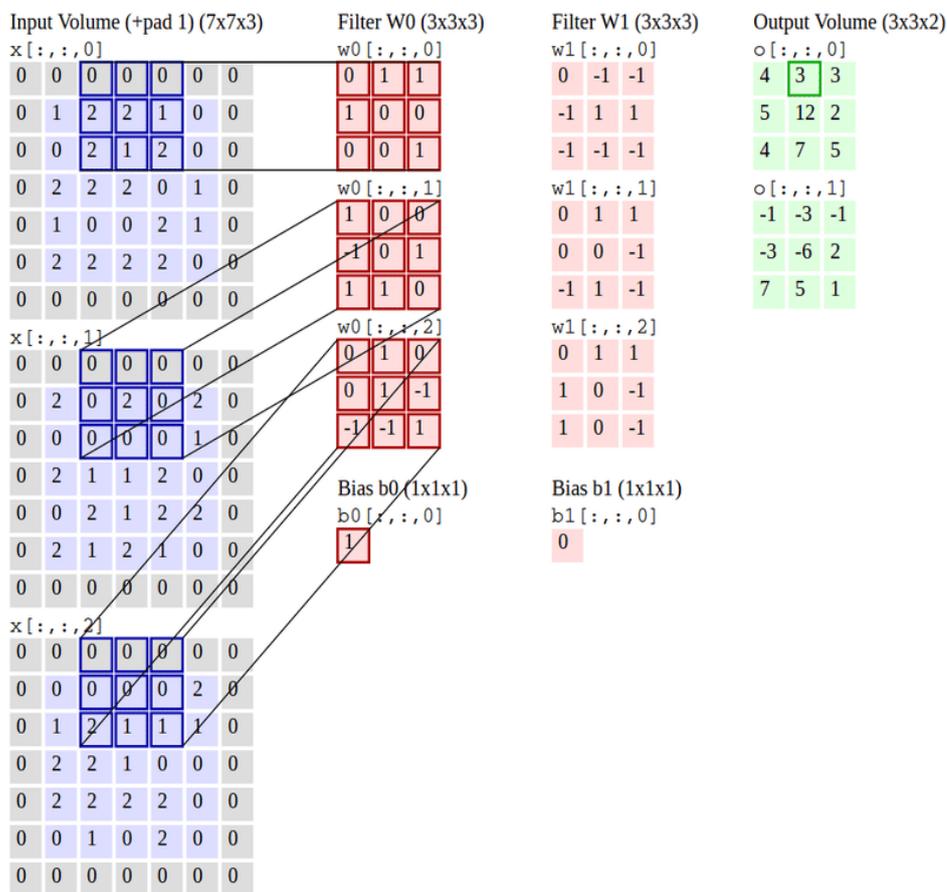
Zero-Padding adalah parameter yang menentukan jumlah pixel berisi nilai 0 yang akan ditambahkan di setiap sisi dari masukan. Hal ini digunakan dengan tujuan untuk memanipulasi dimensi output dari feature map. Dengan ditambahkan zero-padding, maka ukuran citra output dan input akan tetap sama sehingga mengurangi informasi yang terbuang.



**Gambar 2.7 Contoh Jaringan Convolution**

Dapat dilihat pada gambar diatas dimana setiap lapisannya input yang dimasukkan memiliki volume yang berbeda dan diwakiki dengan kedalaman, tinggi dan lebar. Setiap besaran yang didapat tergantung dari hasil filterasi dari lapisan sebelumnya dan juga banyaknya filter yang digunakan. Model jaringan seperti ini sudah terbukti sangat ampuh dalam menangani permasalahan klasifikasi citra [28].

Dalam citra yang memiliki fungsi dua dimensi, operasi convolution didefinisikan pada gambar 2.9.



**Gambar 2.8 Convolution Layer**

Konvolusi image dengan filter berbeda dapat melakukan operasi seperti deteksi tepi, buram dan pertajam citra dengan menerapkan filter. Sehingga convolution untuk  $(x, y)$  dapat didefinisikan sebagai berikut:  $(xy) = k1. (1,1) +$

$$k2. (2,1) + k3. (3,1) + k4. (1,2) + k5. (2,2) + k6. (3,2) + k7. (1,3) + k8. (2,3) + k9. (3,3)$$

Operasi convolution dilakukan dengan menggeser kernel convolution pixel per pixel/satu stride. Hasil convolution disimpan di dalam matriks yang baru.

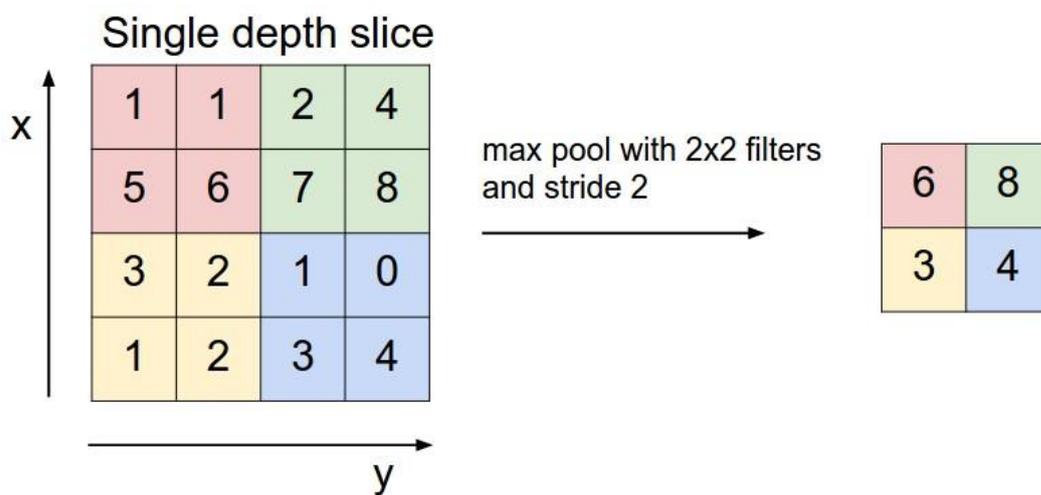
### **2.1.12 Neural Network**

Jaringan syaraf tiruan atau Artificial Neural Network (NN) adalah teknik dalam Machine Learning yang menirukan syaraf manusia yang merupakan bagian fundamental dari otak. NN terdiri atas lapis masukan (input layer) dan lapis keluaran (output layer). Setiap lapis terdiri atas satu atau beberapa unit neuron yang mempunyai sebuah fungsi aktivasi yang menentukan keluaran dari unit tersebut. Kita bisa menambahkan lapis tersembunyi (hidden layer) untuk menambah kemampuan dari NN tersebut. NN bisa dilatih dengan menggunakan data training. Semakin banyak data training maka akan semakin bagus unjuk kerja dari NN tersebut. Namun kemampuan NN juga terbatas pada jumlah lapisan, semakin banyak jumlah lapisan semakin tinggi kapasitas NN tersebut. Semakin banyak lapisan juga membawa kekurangan yaitu semakin banyaknya jumlah iterasi atau training yang dibutuhkan. Untuk mengatasi hal ini, dikembangkanlah teknik Deep Learning. Beberapa aplikasi NN antara lain untuk Principal Component Analysis, Regresi, Klasifikasi citra, dan masih banyak yang lainnya [14].

### **2.1.13 Pooling layer**

Pooling Layer adalah lapisan yang menggunakan fungsi Feature Map sebagai masukan dan mengolahnya dengan berbagai macam operasi statistik berdasarkan nilai piksel terdekat. Pada model CNN, lapisan Pooling biasanya disisipkan secara teratur setelah beberapa lapisan konvolusi. Lapisan Pooling yang dimasukkan diantara lapisan konvolusi secara berturut-turut dalam arsitektur model CNN dapat secara progresif mengurangi ukuran volume output Feature Map, sehingga mengurangi jumlah parameter dan perhitungan di jaringan, dan untuk mengendalikan Overfitting. Hal terpenting dalam pembuatan CNN adalah

dengan memilih banyak jenis lapisan Pooling dan hal ini bisa menguntungkan kinerja model. Lapisan Pooling bekerja di setiap tumpukan Feature Map dan mengurangi ukurannya. Bentuk lapisan Pooling yang paling umum adalah dengan menggunakan filter berukuran 2x2 yang diaplikasikan dengan langkah sebanyak 2 dan kemudian beroperasi pada setiap irisan dan input. Bentuk seperti ini akan mengurangi Feature Map hingga 75% dari ukuran aslinya. Berikut operasi Max Pooling dapat dilihat pada gambar 2.10.



**Gambar 2.9 Operasi Max Pooling**

Fungsi Max Pooling :

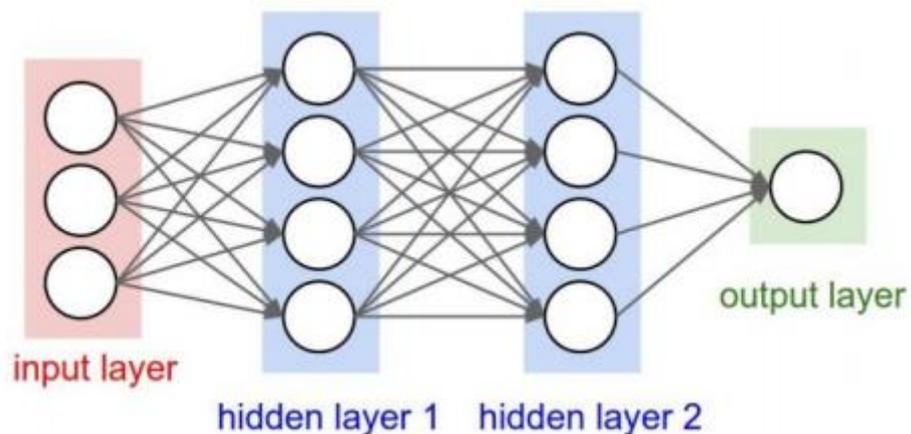
$$P_j = \max((1,1), \dots, (n, n))$$

Lapisan Pooling akan beroperasi pada setiap irisan kedalaman volume input secara bergantian. Pada gambar di atas, lapisan pooling menggunakan salah satu operasi maksimal yang merupakan operasi yang paling umum. Contoh jaringan CNN menunjukkan operasi dengan langkah 2 dan ukuran filter 2x2. Dari ukuran input 4x4, pada masing-masing 4 angka pada input operasi mengambil nilai maksimalnya dan membuat ukuran output baru menjadi 2x2 [17].

#### **2.1.14 Convolutional Neural Network**

Convolutional Neural Network adalah salah satu metode machine learning dari pengembangan Multi Layer Perceptron (MLP) yang didesain untuk mengolah

data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis Deep Neural Network karena dalamnya tingkat jaringan dan banyak diimplementasikan dalam data citra. CNN memiliki dua metode; yakni klasifikasi menggunakan feedforward dan tahap pembelajaran menggunakan backpropagation. Cara kerja CNN memiliki kesamaan pada MLP, namun dalam CNN setiap neuron dipresentasikan dalam bentuk dua dimensi, tidak seperti MLP yang setiap neuron hanya berukuran satu dimensi.



**Gambar 2.10** Arsitektur MLP Sederhana

Sebuah MLP seperti pada Gambar. 1. memiliki  $i$  layer (kotak merah dan biru) dengan masing-masing layer berisi  $j_i$  neuron (lingkaran putih). MLP menerima input data satu dimensi dan mempropagasikan data tersebut pada jaringan hingga menghasilkan output. Setiap hubungan antar neuron pada dua layer yang bersebelahan memiliki parameter bobot satu dimensi yang menentukan kualitas mode. Disetiap data input pada layer dilakukan operasi linear dengan nilai bobot yang ada, kemudian hasil komputasi akan ditransformasi menggunakan operasi non linear yang disebut sebagai fungsi aktivasi. Data yang dipropagasikan pada CNN adalah data dua dimensi, sehingga operasi linear dan parameter bobot pada CNN berbeda. Operasi linear pada CNN menggunakan operasi konvolusi, dengan bobot yang tidak lagi satu dimensi saja, namun berbentuk empat dimensi yang merupakan kumpulan kernel konvolusi [18].

## **2.2 Metode Analisis Sistem**

Metodologi pembangunan sistem adalah suatu proses pembangunan sistem yang formal dan presisi yang mendefinisikan serangkaian aktifitas metode, best practices dan tools bagi pengembang dan manager. Sistem analisis merupakan individu ataupun kelompok yang melakukan pembangunan sistem, sistem analisis mempelajari permasalahan maupun kebutuhan pada suatu sistem dan sistem analisis juga merupakan orang yang bertanggung jawab terhadap proses analisa maupun perancangan pada sistem informasi.

### **2.2.1 Object Oriented Programming (OOP)**

OOP (Object Oriented Programming) atau yang lebih dikenal dengan Pemrograman Berorientasi Objek merupakan paradigma pemrograman yang berorientasikan kepada objek. Semua data dan fungsi di dalam paradigma ini dibungkus ke dalam kelas-kelas atau objek-objek. Pendekatan berorientasi objek adalah teknik atau cara pendekatan dalam melihat permasalahan dan sistem seperti sistem perangkat lunak dan sistem informasi, pendekatan berorientasi objek akan memandang sistem yang akan dikembangkan sebagai suatu kumpulan objek, metode berorientasi objek adalah sebuah sistem didalamnya terdapat komponen yang dibungkus atau enkapsulasi menjadi kelompok data dan fungsi. Setiap komponen dapat berinteraksi satu sama lain [19].

Berikut adalah beberapa konsep dalam pemrograman berorientasi objek [engonghak]:

1. Kelas (class) adalah kumpulan atas definisi dan fungsi dalam suatu unit untuk suatu tujuan tertentu.
2. Objek (object) adalah suatu entitas yang mampu meyimpan informasi, membuang data dan fungsi bersama menjadi satu dalam sebuah program dan objek juga merupakan dasar dari modularitas dan struktur dalam sebuah program berorientasi objek.

3. Atribut (attribute) adalah sebuah variabel yang dimiliki oleh kelas, atribut dapat berupa nilai atau elemen data yang dimiliki objek oleh sebuah objek.
4. Abstraksi (abstraction) adalah kemampuan sebuah program untuk melewati aspek informasi yang diproses olehnya, seperti kemampuan untuk fokus pada inti dan mengabaikan aspek-aspek lain yang tidak sesuai.
5. Enkapsulasi (encapsulation) adalah pembungkusan atribut untuk menyembunyikan implementasi dan objek lain tidak mengetahui cara kerjanya.
6. Pewarisan (inheritance) adalah mekanisme satu objek untuk mewarisi sebagian atau seluruh definisi sebagai bagian dari dirinya.
7. Polimorfisme (polymorphism) adalah objek yang digunakan dibanyak tujuan yang berbeda dengan nama yang sama untuk menghemat baris program.

### **2.2.2 *Unified Modeling Language (UML)***

Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah bahasa yang menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem piranti lunak. UML digunakan untuk merancang model sebuah sistem. Kita dapat membuat model untuk semua jenis aplikasi perangkat lunak, aplikasi tersebut dapat berjalan pada piranti keras, sistem operasi dan jaringan apapun, serta ditulis dalam bahasa pemrograman apapun. karena UML menggunakan class dan operation dalam konsep dasarnya, maka ia lebih cocok untuk penulisan piranti lunak dalam bahasabahasa berorientasi objek seperti C++, Java, C# atau VB.NET [20].

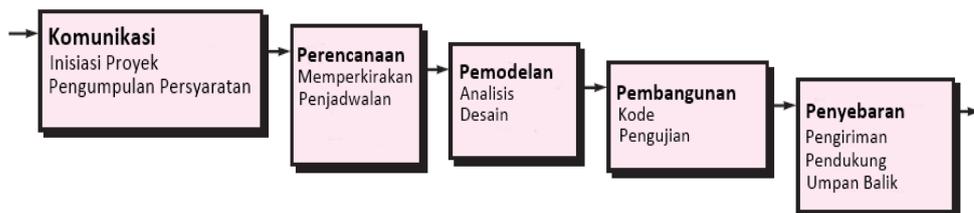
Sejarah UML cukup panjang, pada era tahun 1990 beragamnya metodologi pemodelan berorientasi objek ini bermunculan, diantaranya :

metodologi booch, metodologi coad, metodologi OOSE, metodologi OMT, metodologi shlaer-mellor, metodologi wirfs-brock, dan lain sebagainya [20].

Karena pembangunan aplikasi pada penelitian ini menggunakan pendekatan berorientasi objek maka UML dirasa tepat digunakan untuk memvisualisasikan pemodelan sistemnya. Di dalam UML terdapat beberapa jenis diagram diantaranya sebagai berikut [20] :

### 2.2.3 Metode Pembangunan Perangkat Lunak

Metode yang digunakan untuk pembangunan perangkat lunak adalah metode waterfall presman. Waterfall adalah sebuah contoh dari proses perencanaan, dimana semua proses kegiatan harus terlebih dahulu direncanakan dan dijadwalkan sebelum dikerjakan. Proses dari metode waterfall antara lain Communication, Planning, Modeling, Construction dan Deployment.



**Gambar 2.11 Waterfall Presman**

#### 1. Komunikasi

Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan terkait hal-hal apa saja yang dibutuhkan oleh system yang telah dibangun. Dalam tahap ini juga dilakukan proses pengumpulan data penelitian.

#### 2. Perencanaan

Pada tahap ini akan melanjutkan proses communication, yaitu dari hasil analisis dan pengumpulan data di dapat sebuah dokumen user requirment atau dokumen yang berhubungan dengan keinginan user dalam pembuatan aplikasi serta perencanaan pembuatnya.

### **3. Pemodelan**

Selama tahap ini, dilakukan implementasi dari kebutuhan pembuatan aplikasi dalam bentuk presentasi antarmuka serta arsitektur aplikasi sebagai serangkaian perancangan aplikasi untuk front-end dalam memberikan informasi yang informatif kepada pengguna aplikasi dari hasil pengolahan sistem back-end.

### **4. Pembangunan**

Pada tahap ini perancangan aplikasi diimplementasikan dalam bentuk kode atau serangkaian unit program.

### **5. Penyebaran**

Setelah dilakukan analisa, pemodelan, dan pengkodean maka aplikasi sudah dapat digunakan. Pada tahap ini didapat hasil dan juga umpan balik dari penggunaan aplikasi yang telah dirancang.

#### **2.2.4 Pengujian Sistem**

Metode pengujian sistem untuk bisa mengetahui efektifitas dari software yang digunakan selain memberikan kesempatan kepada pengguna untuk mengoperasikan dan melakukan pengecekan terhadap laporan yang dihasilkan melalui software. Metode pengujian sistem terdiri dari pengujian White-box dan pengujian Black-box [31].

##### **2.2.4.1 Pengujian *Black-box***

Pengujian yang dilakukan untuk antarmuka perangkat lunak, pengujian ini dilakukan untuk memperlihatkan bahwa fungsi-fungsi bekerja dengan baik dalam arti masukan yang telah diterima dengan benar dan keluaran yang dihasilkan benar tepat, pengintegrasian dari eksternal data berjalan secara baik. Metode pengujian black-box menfokuskan pada requirement fungsi dari perangkat lunak, pengujian ini merupakan komplementari atau saling mengisi dari pengujian white-box. Pengujian white-box dilakukan terlebih dahulu pada proses pengujian,

sedangkan pengujian black-box dilakukan pada tahap akhir dari pengujian perangkat lunak, proses yang terdapat dalam proses pengujian blackbox yaitu analisis batasan nilai berlaku untuk setiap data [31].

#### 2.2.4.2 Pengujian Beta

Pengujian beta yang dilakukan untuk mengenai kepuasan user dengan kandungan point syarat user friendly untuk selanjutnya dibagikan kepada pengguna. Tujuan dari pengujian beta adalah untuk menempatkan aplikasi di tangan pengguna yang sebenarnya untuk menemukan setiap kekurangan atau masalah dari perspektif pengguna akhir. Keuntungan pengujian beta adalah sebagai berikut :

1. Pengguna dapat menguji aplikasi dan mengirim umpan balik kepada pengembang selama periode pengujian beta.
2. Penguji beta dapat menemukan masalah aplikasi yang tidak disadari, seperti aliran aplikasi membingungkan, dan bahkan crash.
3. Dapat memperbaiki masalah menggunakan umpan balik yang didapatkan dari pengguna.

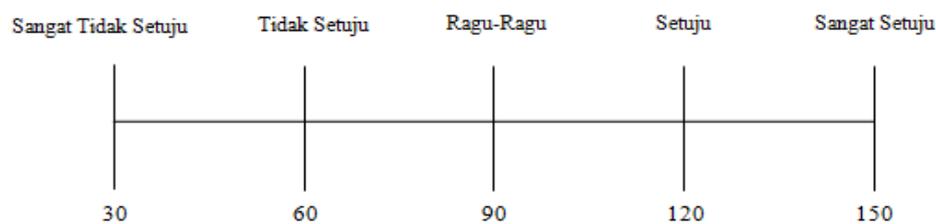
#### 2.2.4.3 Skala Pengukuran

Dalam Penelitian ini menggunakan skala likert yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan resepsi seseorang atau kelompok orang tentang fenomena sosial. Dalam penelitian fenomena sosial ini telah ditetapkan secara spesifik oleh peneliti, yang selanjutnya disebut sebagai variable penelitian. Contoh [33] :

**Tabel 2.1 Skala Likert**

No	Preferensi	Preferensi	Preferensi
1	Sangat Setuju	Setuju	Sangat Positif
2	Setuju	Sering	Positif
3	Ragu-ragu	Kadang-kadang	Netral
4	Tidak setuju	Hampir tidak pernah	Negatif
5	Sangat tidak setuju	Tidak pernah	Sangat negatif

Untuk keperluan analisis kuantitas, maka jawaban tersebut diberi nilai skor, misalnya: sangat setuju, setuju, sangat positif diberi skor 5, dan seterusnya. Skala likert menunjukkan kesepakatan atau ketidak kesepakatan dengan setiap pernyataan dalam instrumen. Setiap respon diberi skor numerik, menunjukkan favourableness atau unfavourableness, dan skor dijumlahkan untuk mengukur sikap responden. Dengan kata lain, nilai keseluruhan merupakan responden di posisi kontinum favourableness atau unfavourableness terhadap terhadap masalah. Skala Likert dapat dilihat di Gambar 2.7 Gambar Skala Likert.



**Gambar 2.12 Likert**

$30 \times 5 = 150$  Respon Paling menguntungkan

$30 \times 3 = 90$  Sikap netral

$30 \times 1 = 30$  Sikap Paling tidak Menguntungkan

Skor untuk setiap individu akan jatuh antara 30 dan 150. Jika skor kebetulan diatas 90, itu menunjukkan opini positif ke titik pandangan tertentu, skor dibawah 90 berarti tidak pada opini yang menguntungkan dan skor persis 90 sikap netral. Rumus untuk mencari nilai persentase:

$$P = \frac{S}{\text{Skor Ideal}} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Nilai presentase yang dicari

S : Jumlah responden dikalikan dengan skor diterapkan jawaban

Skor ideal : nilai tertinggi dikalikan dengan jumlah sampel skor

Tidak ideal : nilai terendah dikali dengan jumlah sampel

Jumlah responden dikalikan dengan skor diterapkan jawaban Skor ideal : nilai tertinggi dikalikan dengan jumlah sampel Skor tidak ideal : nilai terendah dikali dengan jumlah sampel.

## **2.3 Tools**

Tools adalah alat pendukung untuk membangun system aplikasi pendeteksi mata katarak.

### **1.3.1 Android**

Android merupakan sistem operasi yang memang khusus dirancang untuk smartphone dan tablet. Sistem Android ini memiliki basis Linux yang mana dijadikan sebagai pondasi dasar dari sistem operasi Android. Linux sendiri merupakan sistem operasi yang memang khusus dirancang untuk computer.

#### **1.3.1.1 Kelebihan Android**

1. User Friendly, yang dimaksudkan disini adalah sistem Android sangat mudah untuk dijalankan. Sama halnya pada sistem operasi Windows yang ada pada komputer. Bagi yang belum terlalu terbiasa dengan smartphone, kita hanya membutuhkan waktu sebentar saja untuk bisa mempelajari sistem Android.
2. Sangat mudah mendapat beragam notifikasi dari smartphone. Untuk mendapatkannya, kita bisa mengatur beberapa akun yang kita miliki seperti SMS, Email, Voice Dial, dan lainnya.
3. Segi tampilan sistem Android yang menarik dan tidak kalah baiknya dengan iOS (Apple). Hal ini dikarenakan dari awal, Android memang mengusung konsep dan teknologi iOS hanya saja Android merupakan versi murah dari iOS.
4. Sistem operasi ini memang memiliki konsep open source yang mana pengguna dapat bebas mengembangkan sistem android versi miliknya sendiri. Sehingga akan banyak sekali Custom ROM yang bisa digunakan.

5. Tersedia beragam pilihan aplikasi menarik, bahkan hingga jutaan aplikasi. Dari mulai aplikasi gratis hingga aplikasi berbayar, dan dapat di download langsung di Google Playstore yang tersedia pada smartphone.

#### **1.3.1.2 Kekurangan Android**

1. Update system yang kurang efektif. Sistem Android memang seringkali mengalami peningkatan versi yang ditawarkan kepada penggunanya. Namun untuk mengupdate system Android ini bukanlah hal yang mudah. Kita diharuskan untuk menunggu masing-masing vendor merilis resmi update terbaru dari sistem android tersebut. Dan bagi beberapa pengguna, hal ini kurang begitu menyenangkan.
2. Baterai yang cepat habis, mungkin hal ini sering dialami oleh pengguna sistem Android saat ini. Apalagi jika sering menyalakan paket data serta menggunakan widget dan aplikasi yang berjalan terlalu berlebihan sehingga menyebabkan daya baterai berkurang dengan cepat. Untuk mengatasi hal tersebut, kita bisa mengurangi aktivitas yang ada pada smartphone.
3. Sering mengalami lemot atau lag, hal ini biasanya berkaitan dengan spesifikasi dari masing-masing perangkat seluler. Namun meskipun begitu, jika sistem android memang tidak bersahabat dengan aplikasi-aplikasi yang kita miliki tentu saja akan berdampak pada leletnya penggunaan smartphone. Hal ini dikaitkan dengan RAM atau prosesor yang memang kurang memadai. Sehingga akan lebih baik jika menyimpan aplikasi yang memang sesuai dengan smartphone yang dimiliki.

#### **1.3.1.3 Jenis-jenis Android**

1. Apple Pie / Alpha v1.0

Untuk OS pertama yang dimiliki oleh Android adalah Apple Pie, OS ini dirilis pada tanggal 23 September 2008.

2. Banana Bread v1.1

Untuk OS Android yang kedua adalah Banana Bread yang dirilis pada bulan Februari 2009 yang digunakan oleh Smartphone pengadopsi Android, HTC dengan merk Dream.

### 3. CupCake v1.5

Untuk OS yang selanjutnya adalah Cupcake, versi Android CupCake mulai menunjukkan kecanggihannya sebagai Sistem Operasi Android, dan ini kali pertama Google menjadikan nama makanan.

### 4. Donut v1.6

Versi Donut ini dirilis pada bulan September 2009, di versi ini Google mulai memperbaiki masalah/bug yang membuat Android ini lebih sempurna ditambah lagi dengan fitur navigasi turn-by-turn

### 5. Eclair v2.0-2.1

Dirilis pada Oktober 2009 di versi 2.0 dengan nama Eclair yang menjadi awal diaplikasikan Bluetooth 2.1 di Android. Setelah merilis versi 2.0 diupdate lagi ke versi 2.1 yang mendapat fitur tambahan seperti multi-touch, Live Wallpaper dan juga Blitz kamera.

### 6. Froyo/Forzen Yogurt v2.2

Pada bulan Mei 2010 Paduan antara Google Chrome dengan Android mulai nampak dengan ditambahkan script Chrome dengan upaya untuk meningkatkan kecepatan kinerja. Forzen Yogurt sendiri yakni memiliki makna Yogurt yang dibekukan, jadi seperti Ice Cream.

### 7. Gingerbread v2.3

Bulan Desember 2010 seiring dirilisnya versi Gingerbread, Android kedatangan salah satu merk Platform raksasa Smartphone yakni Samsung yang meluncurkan Samsung Nexus. Di android versi 2.3 ini Google menambahkan fitur baru yaitu NFC, internet Calling, Download Manager

### 8. Honeycomb v3.0-3.2

Lanjutan dari Huruf berabjad H adalah Honeycomb yang dirilis pada Februari 2014 , untuk android versi ini diperuntukkan dan spesialis Tablet dimana era Tablet sedang menjadi-jadi di tahun ini, Update tak hanya berhenti di versi 3.0 saja namun juga dikembangkan ke versi 3.1 dan 3.2.

#### 9. Ice Cream Sandwich v4.0

Revormasi Android mulai terlihat dengan adanya Ice Cream Sandwich dimana OS versi ini mulai bekerja disemua jenis platform dan smartphone seperti tablet , fiturnya juga menjadi bertambah diantaranya adalah ekstra multitasking dan notifikasi yang lebih banyak.

#### 10. Jelly bean v4.1.2

Android versi Jelly Bean ini dirilis pada 27 Juni 2014 lewat konferensi I/O Google. Jelly Bean menjadi versi Android yang mendapatkan banyak update, tercatat 2 kali sudah mendapatkan update di Jelly Bean yakni versi 4.1.2 dimana berbeda dibandingkan versi sebelumnya adalah segi User Interface yang lebih elegan seta penambahan fitur Google Search.

#### 11. KitKat v4.4.2

Android Versi 4.42 atau bernama KitKat ini paling banyak dipakai pada smartphone masa kini.

#### 12. Lolipop v5.0

Android Lolipop adalah Android versi terbaru yang diluncurkan Google pada tahun 2014. Versi Lollipop pertama kali ditanamkan di Smartphone Google Nexus 6.

#### 13. Marsmelow v6.0

Google secara resmi mengeluarkan Android versi 6.0 yang diberi nama yaitu Marshmallow. Selain itu Android Marshmallow juga mendapatkan fitur fitur terbarunya.

#### 14. Nougat v7.0

Nougat adalah versi Android termutakhir yang baru diperkenalkan pada ajang kumpul developer Google I/O, pertengahan 2016 ini. Setelah beberapa lamanya, Google menghadirkan OS Nougat secara resmi untuk publik. Pembaruan yang paling mendasar pada versi Nougat adalah kehadiran Google Assistant yang menggantikan Google Now. Asisten tersebut lebih bisa diandalkan untuk menjalankan berbagai fungsi.

Fitur-fitur baru lainnya mencakup layar split-screen saat dipakai multitasking, serta fitur Doze yang telah dikenalkan sebelum di versi Android Marshmallow namun telah ditingkatkan. Android versi 7.0 atau Nougat juga memiliki dukungan terhadap platform virtual reality terbaru Google.

#### 15. Oreo v8.0

Versi android ini resmi diperkenalkan oleh Google pada tanggal 22 Agustus 2017 yang lalu dan juga sudah secara resmi bisa diluncurkan langsung ke lapangan, tapi sebelum diresmikan versi android ini oleh google, nama "Oreo" tersebut sudah terendus sejak Android O pertama kali diperkenalkan di ajang Google I/O 2017 pada Mei 2017 lalu.

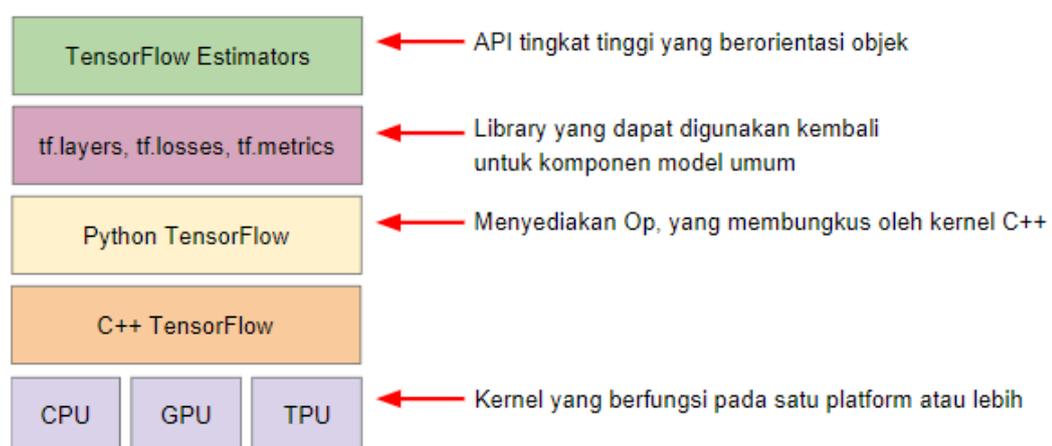
### ***1.3.2 Tensorflow***

Tensorflow adalah perpustakaan perangkat lunak yang dikembangkan oleh tim Google Brain dalam organisasi penelitian Mesin Cerdas Google untuk tujuan melakukan pembelajaran mesin dan penelitian jaringan syaraf dalam. Tensorflow kemudian menggabungkan aljabar komputasi teknik pengoptimalan kompilasi, mempermudah penghitungan banyak ekspresi matematis dimana masalahnya adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan. Fitur utamanya meliputi:

1. Mendefinisikan, mengoptimalkan, dan menghitung secara efisien ekspresi matematis yang melibatkan array multi dimensi (tensors).

2. Pemrograman pendukung jaringan saraf dalam dan teknik pembelajaran mesin
3. Penggunaan GPU yang transparan, mengotomatisasi manajemen dan optimalisasi memori yang sama dan data yang digunakan. Tensorflow bisa menulis kode yang sama dan menjalankannya baik di CPU atau GPU. Lebih khusus lagi, tensorflow akan mengetahui bagian perhitungan mana yang harus dipindahkan ke GPU.
4. Stabilitas komputasi yang tinggi di seluruh mesin dan kumpulan data yang besar.

Tensorflow adalah sebuah perpustakaan software sumber terbuka yang digunakan untuk mesin belajar dalam berbagai macam tugas pemahaman persepsi dan bahasa. Tensorflow adalah API generasi kedua, menggantikan DistBelief (API generasi pertama) yang digunakan oleh 50 tim yang berbeda untuk penelitian dan pengembangan puluhan produk komersial milik Google, seperti Speech Recognition, Gmail Image, dan Google Search. Tensorflow pada awalnya dikembangkan oleh Brain Google Team untuk tujuan penelitian dan produksi Google, kemudian dirilis dengan sumber terbuka dibawah lisensi Apache 2.0 pada 9 november 2015. Tensorflow berjalan di platform Linux dan Mac OS X [22].



**Gambar 2.13 Hierarki Toolkit Tensorflow**

Tensorflow sendiri merupakan library yang ditulis dengan bahasa C++ dan biasanya digunakan dengan bahasa pemrograman Python. Dengan adanya tensorflow.js, sudah bisa menggunakan beberapa fitur tensorflow di sisi web browser tanpa harus dibebani oleh instalasi yang cukup. Dengan tensorflow.js tinggal melakukan instalasi dengan (*npm install @tensorflow/tfjs*) ataupun juga dengan menggunakan CDN.

### 1.3.3 OpenCV

OpenCV (Open Computer Vision) adalah sebuah library bersifat open source dibawah lisensi BSD (Berkeley Software Distribution) yang memiliki sejumlah algoritma computer vision atau pengolahan citra didalamnya. Computer vision sendiri merupakan salah satu cabang dari bidang ilmu pengolahan citra (Image Processing) yang memungkinkan komputer untuk dapat melihat seperti halnya manusia. Dengan vision tersebut komputer dapat mengambil keputusan, melakukan aksi, atau mengenali suatu objek. Beberapa implementasi dari computer vision adalah face recognition, face detection, face/object tracking, road tracking, dan lain sebagainya. OpenCV ditulis dalam bahasa C++. OpenCV pertama kali diluncurkan secara resmi pada tahun 1999 oleh Intel Research sebagai lanjutan dari proyek bertajuk aplikasi intensif dan saat ini dikembangkan oleh Willow Garage dan Itseez. Library OpenCV merupakan library lintas platform, bisa digunakan untuk bahasa pemrograman C, C++, Java, dan Python [23].

Feature yang dimiliki OpenCV antara lain [24]:

- a. Citra dan video I/O (file dan kamera based input, image/video file output).
- b. Manipulasi matriks dan vector beserta rutin-rutin aljabar linear.
- c. Pemroses Citra Fundamental (*filtering, edge detection, corner detection, histograms, image pyramids*).
- d. Kalibrasi kamera (*calibration patterns, estimasi fundamental matrix, estimasi homography, stereo correspondence*)

- e. Analisis gerakan (*optical flow, segmentation, tracking*).
- f. Graphical User Interface (*display image/video, penanganan keyboard dan mouse handling, scroll-bars*).
- g. Pelabelan citra (*line, conic, polygon, text drawing*).

OpenCV terdiri dari 3 library yaitu :

- a. CV : untuk algoritma *Image Processing* dan *Vission*.
- b. Highgui : untuk *GUI, Image* dan *Video I/O*.
- c. CXCORE : Untuk struktur data, support XML dan fungsi-fungsi grafis.

#### **1.3.4 Web Service**

Web service adalah sekumpulan application logic beserta objek-objek dan method-method yang dimilikinya yang terletak di suatu server yang terhubung ke internet sehingga dapat diakses menggunakan protokol HTTP dan SOAP (Simple Object Access Protocol). Web service adalah standar yang digunakan untuk melakukan pertukaran data antar aplikasi atau sistem, karena aplikasi yang melakukan pertukaran data bisa ditulis dengan bahasa pemrograman yang berbeda atau berjalan pada platform yang berbeda. Contoh implementasi dari web service antara lain adalah REST. Cara kerjanya yaitu sebuah client mengirimkan sebuah data atau request melalui HTTP request dan kemudian server merespon melalui HTTP response [25].

#### **1.3.5 JSON**

JSON atau JavaScript Object Notation adalah format pertukaran data yang ringan, mudah dibaca, dan ditulis oleh manusia, serta mudah diterjemahkan dan dibuat oleh komputer. Format ini dibuat berdasarkan bagian dari bahasa pemrograman JavaScript, Standar ECMA-262 edisi ke-3, Desember 1999. JSON merupakan format teks yang tidak bergantung pada bahasa pemrograman apapun karena menggunakan bahasa yang umum digunakan oleh programmer keluarga C termasuk C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, dll

JSON singkatan dari *JavaScript Object Notation* adalah suatu format ringkas pertukaran data komputer. Formatnya berbasis teks dan terbaca manusia serta digunakan untuk mempresentasikan struktur data sederhana dan larik asosiatif. Format JSON sering digunakan untuk mentransmisikan data terstruktur melalui suatu koneksi jaringan pada suatu proses yang disebut serialisasi. Aplikasi utamanya adalah pada pemrograman aplikasi web AJAX dengan berperan sebagai alternative terhadap penggunaan tradisional format XML [26].

### **1.3.6 Android Studio**

Android Studio adalah lingkungan pengembangan terpadu – Integrated Development Environment (IDE) untuk pengembangan aplikasi Android. Selain merupakan editor kode IntelliJ dan alat pengembang yang berdaya guna, Android studio menawarkan fitur lebih banyak untuk meningkatkan produktivitas saat membuat aplikasi android [29].

Pada awalnya mulanya, Android Inc merupakan sebuah perusahaan software kecil yang didirikan pada bulan Oktober 2003 di Palo Alto, California, USA. Didirikan oleh beberapa senior di beberapa perusahaan yang berbasis IT & Communication, Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears dan Chris White. Menurut Rubin, Android Inc Didirikan untuk mewujudkan mobile device yang lebih peka terhadap lokasi dan preferensi pemilik. Dengan kata lain, Android Inc ingin mewujudkan mobile device yang lebih mengerti pemiliknya.

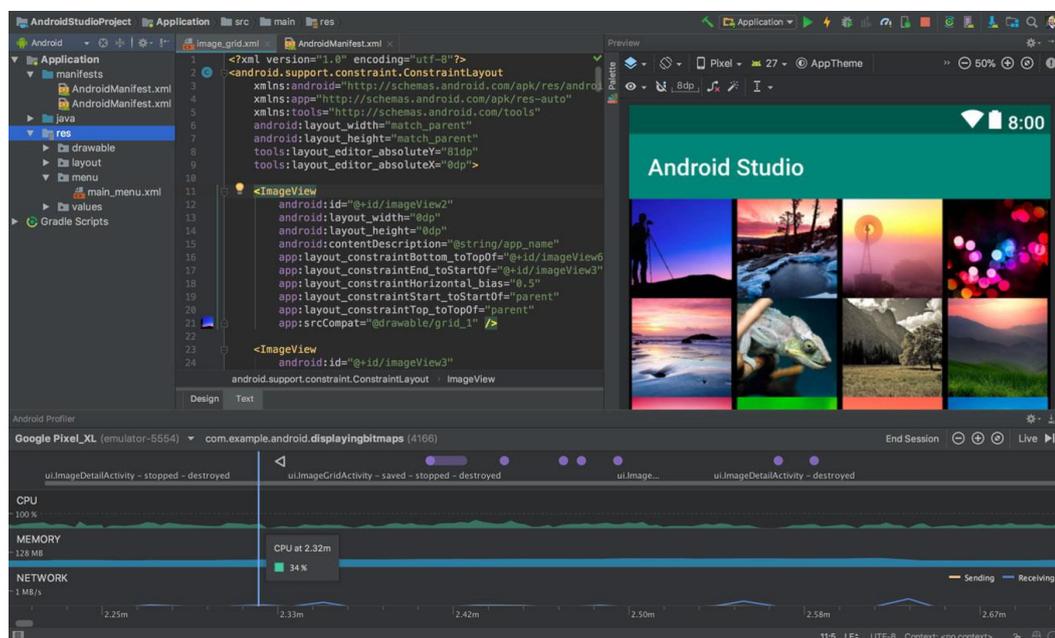
Konsep yang dimiliki Android Inc ternyata menggugah minat Google untuk memilikinya. Pada bulan Agustus 2005, Akhirnya Android Inc diakuisisi oleh Google Inc. seluruh sahamnya dibeli oleh Google. Banyak yang memperkirakan nilai pembelian Android Inc Oleh Google adalah sebesar USD 50 juta. saat itu banyak yang berspekulasi bahwa akuisisi ini adalah langkah awal yang dilakukan Google untuk masuk kepasar mobile phone.

Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears dan Chris White tetap di Android Inc yang dibeli Google, sehingga akhirnya mereka semua menjadi bagian dari raksasa

Google dan sejarah Android. Saat itulah mereka mulai menggunakan platform Linux untuk membuat sistem operasi bagi mobile phone.

Maka dari situlah banyak pengembang sistem maupun software berlomba-lomba untuk membuat atau merancang sistem Android menggunakan software – software yang support dengan Android, dan sebagai contoh disini kita pengenalan Android Studio.

Laman ini berisi pengantar dasar fitur-fitur Android Studio. Untuk memperoleh rangkuman perubahan terbaru, lihat catatan rilis Android Studio.



**Gambar 2.14 Android Studio**

### 1.3.7 Python

Python adalah bahasa pemrograman tinggi yang dapat melakukan eksekusi sejumlah instruksi multi guna secara langsung (interpretative) dengan metode orientasi objek (Object Oriented Programming) serta menggunakan semantic dinamis untuk memberikan tingkat keterbacaan syntax. Sebagai bahasa pemrograman tinggi, python dapat dipelajari dengan mudah karena sudah dilengkapi dengan manajemen memori otomatis.

Python dapat digunakan secara bebas, bahkan untuk kepentingan komersial sekalipun. Banyak perusahaan yang mengembangkan bahasa pemrograman python secara komersial untuk memberikan layanan. Misalnya Anaconda Navigator, adalah salah satu aplikasi untuk pemrograman python yang dilengkapi dengan tool-tool pengembangan aplikasi [30].