

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia saat ini, komputer sangat banyak digunakan dalam berbagai aktivitas dan pekerjaan seperti dibidang kesehatan, perindustrian, pendidikan bahkan dibidang pertanian. Dengan adanya komputer dapat membantu pekerjaan manusia dalam berbagai bidang menjadi lebih baik, cepat dan efisien. Salah satu bentuk dari ilmu komputer yang dapat membantu pekerjaan manusia yaitu *computer vision* yang berkaitan erat dengan *image processing*. *Image processing* adalah proses untuk menganalisa atau mendeteksi sebuah objek dari suatu citra yang sudah ada [1].

Tanaman jeruk manis (*Citrus Sinensis*) adalah tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Cina dipercaya sebagai tempat pertama kali jeruk tumbuh. Sejak ratusan tahun yang lalu, jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Tanaman jeruk yang ada di Indonesia adalah peninggalan orang Belanda yang mendatangkan jeruk manis dan keprok dari Amerika dan Itali [2].

Tanaman Jeruk manis paling cocok ditanam di daerah subtropis yang memiliki suhu rata-rata 20 – 25°C. Jeruk manis mempunyai kedudukan paling istimewa diantara jenis jeruk lain dan merupakan kunci bagi industri jeruk diseluruh dunia. Sebab jeruk jenis ini merupakan bahan pembuat minuman yang sangat baik dan buahnya dapat dibuat “*jam*” (selai). Selain itu, bunga, biji dan Kulitnya dapat diambil minyaknya. Jeruk merupakan buah non-klimaerik yaitu matangnya buah hanya dapat diperoleh di pohon atau tidak dapat diperam setelah

dipanen. Jadi penting hal nya untuk memetik ataupun memanen buah jeruk tepat saat matangnya. Karena setelah dipanen buah dengan rasa asam tidak akan berubah jadi manis karena tidak ada proses pematangan saat setelah panen [3].

Proses Klasifikasi yang dilakukan untuk menentukan jeruk layak (bagus) dan tidak layak (busuk) masih banyak menggunakan cara manual. Cara manual dilakukan berdasarkan pengamatan visual secara langsung pada buah yang akan diklasifikasi. Klasifikasi dengan cara ini memiliki beberapa kelemahan yaitu adanya keterbatasan visual manusia, di pengaruhi oleh kondisi psikis pengamatannya serta memakan waktu yang lama terutama bagi perkebunan besar.

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu algoritma dari *deep learning* yang merupakan pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang dirancang untuk mengolah data dalam bentuk dua dimensi, misalnya gambar atau suara. CNN digunakan untuk mengklasifikasi data yang terlabel dengan menggunakan metode *supervised learning*. Salah satu jenis neural network yang biasa digunakan pada data image adalah CNN. Karena dalamnya tingkat jaringan maka CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* dan sering digunakan dalam data citra. Ada dua metode yang dimiliki oleh CNN, yaitu klasifikasi menggunakan *feedforward* dan tahap pembelajaran menggunakan *backpropagation* [4]. Keunggulan CNN dibandingkan metode klasifikasi yang lain semakin terlihat apabila dipergunakan untuk melakukan klasifikasi pada citra dengan kelas-kelas yang lebih banyak atau besar.

Penelitian terdahulu yang menggunakan metode *Convolutional Neural Network* adalah Implementasi *Convolutional Neural Network* untuk Klasifikasi

Citra Tomat menggunakan Keras (Taiara Shafira, 2018), yang menjadi objek penelitian pada penelitian kali ini adalah buah tomat, menggunakan software R Studio dan Keras. Dengan hasil penelitian Tingkat akurasi data *testing* yang didapatkan dari model yang terbentuk yaitu sebesar 90% dalam melakukan klasifikasi citra tomat. Hasil klasifikasi dari data baru sebanyak 10 citra tomat untuk menguji model yang terbentuk yaitu semua citra berhasil diklasifikasi dengan benar. Selanjutnya penelitian terdahulu tentang Jeruk adalah Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Jeruk dengan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan (Karsadi Warman dkk, 2015), objek penelitian buah Jeruk dan metode yang digunakan adalah metode *Backpropagation*. Hasil identifikasi yang telah dilakukan menghasilkan tiga *output* identifikasi yaitu jeruk matang 100%, Lewat matang 80%, dan mentah 100% dan seluruh data gambar 100% dapat dikenali.

Ditinjau dari permasalahan yang dikemukakan saya mencoba membuat suatu aplikasi yang digunakan untuk pengklasifikasian citra buah jeruk manis menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan harapan didapatkan performa yang jauh lebih baik dibandingkan dengan cara manual dalam proses pengklasifikasian layak atau tidak layaknya buah jeruk manis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, yang menjadi pokok permasalahan dalam hal ini adalah bagaimana menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi buah jeruk manis ?.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *Convolution Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi buah jeruk manis.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, peneliti memberikan beberapa batasan masalah yaitu:

1. Model *Deep Learning* yang diimplementasikan adalah *Convolution Neural Network* (CNN).
2. Jeruk yang diteliti adalah Jeruk Siam Madu.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jeruk manis (Jeruk Siam Madu) berupa gambar dengan data uji 100 gambar.
4. *Output* berupa persentasi layak (bagus) atau tidak layak buah (busuk) jeruk manis dari hasil gambar yang di *input*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sistem dapat memberikan hasil yang baik dalam pengklasifikasian buah jeruk manis dan dapat digunakan dalam bidang pertanian, Serta dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Metodologi Penelitian

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini penulis mengumpulkan bahan referensi berkaitan dengan klasifikasi citra buah jeruk manis, *Convolutional Neural Network*, *Deep Convolutional Neural Network*, dari berbagai jurnal, skripsi, buku, artikel dan berbagai sumber referensi lainnya.

2. Analisis Masalah

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk setiap informasi yang telah di peroleh dari tahap sebelumnya agar mendapatkan pemahaman akan masalah dan metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.

3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem sesuai dengan hasil dari tahap sebelumnya.

4. Implementasi

Pada tahap ini hasil dari analisis dan perancangan sistem akan diimplementasikan ke dalam kode program.

5. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap klasifikasi citra buah jeruk untuk memastikan bahwa proses klasifikasi citra buah jeruk manis dapat memberikan hasil yang baik.

6. Dokumentasi dan Penyusunan Laporan

Pada tahap terakhir membuat dokumentasi dan menyusun laporan hasil dari analisis dan implementasi dari penelitian tersebut.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari skripsi ini terdiri dari lima bagian utama sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan judul tugas akhir, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian, dan Metodologi penelitian.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas teori-teori yang berkaitan Jeruk Manis, *Deep Learning* dan *Convolution Neural Network (CNN)*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang pendahuluan dan kerangka kerja penelitian.

BAB 4 ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi bagaimana menganalisa cara kerja sistem yang akan dibangun, dan menjelaskan tahap perancangan sistem berdasarkan hasil analisis agar dimengerti oleh pengguna.

BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi tentang implementasi dan pengembangan perangkat lunak serta pengujian akhir terhadap sistem yang telah dibuat.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi mengenai kesimpulan terhadap sistem yang dibuat dan saran untuk pengembangan terhadap sistem yang telah dibuat.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Klasifikasi

Klasifikasi adalah suatu cara pengelompokan yang didasarkan pada ciri-ciri tertentu. Semua ahli biologi menggunakan suatu sistem klasifikasi untuk mengelompokkan tumbuhan ataupun hewan yang memiliki persamaan struktur, kemudian setiap kelompok tumbuhan ataupun hewan tersebut dipasangkan dengan kelompok tumbuhan atau hewan lainnya yang memiliki persamaan dalam kategori lain [5]. Pengertian lain dari klasifikasi adalah fungsi pembelajaran yang memetakan (mengklasifikasi) sebuah unsur (*item*) data ke dalam salah satu dari beberapa kelas yang sudah didefinisikan [6].

2.2 Pengolahan Citra Digital (*Image Processing*)

Arti pengolahan menurut kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah suatu cara atau proses mengolah sesuatu supaya menjadi lain atau menjadi lebih sempurna. Sedangkan citra menurut KBBI berarti rupa atau gambar, dalam hal ini adalah gambar yang diperoleh menggunakan sistem visual. Secara keseluruhan pengolahan citra berarti suatu cara mengolah suatu citra menjadi citra lain yang lebih sempurna atau yang diinginkan. Dengan kata lain, pengolahan citra adalah suatu proses dengan masukan citra dan menghasilkan keluaran berupa citra seperti yang dikehendaki. Citra menurut kamus Webster berarti representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Sebagai contoh foto sebuah apel mewakili identitas buah apel tersebut di depan sebuah kamera [7].

Elemen-elemen citra digital apabila ditampilkan dalam layar monitor akan menempati sebuah ruang yang disebut *Pixel (picture element)*. Teknik dan proses untuk mengurangi atau menghilangkan efek degradasi pada citra meliputi teknik perbaikan atau peningkatan citra (*image enhancement*), restorasi citra (*image restoration*) dan transformasi special (*special transformation*), subyek lain dari pengolahan citra digital diantaranya adalah pengkodean citra, segmentasi citra (*image segmentation*), representasi dan diskripsi citra (*image representation and diskription*) [8].

2.3 Citra Digital

Citra atau *image* adalah suatu cahaya pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, *scanner*, dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam [9]. Gambar analog dibagi menjadi N baris dan M kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Dimana setiap pasangan indeks baris dan kolom menyatakan suatu titik pada citra. Nilai matriksnya menyatakan nilai kecerahan titik tersebut. Titik-titik tersebut dinamakan sebagai elemen citra, atau *pixel (picture elemen)*. Dalam kamus komputer, gambar atau foto diistilahkan sebagai citra digital yang mempunyai representasi matematis berupa matriks $C_{m \times n} = (c_{ij})$. Citra digital sebagai fungsi intensitas cahaya duadimensi $f(x,y)$ dimana x dan y menunjukkan

koordinat spasial, dan nilai f pada suatu titik (x,y) sebanding dengan *brightness* (*gray level*) dari citra di titik tersebut [10].

2.4 Jenis Citra

Dalam pemrosesan citra, terdapat tiga jenis citra yang umum digunakan yakni citra berwarna, citra berskala keabuan, dan citra biner yang dijelaskan sebagai berikut [11] :

1. Citra berwarna

Citra berwarna atau yang sering disebut citra RGB adalah jenis citra yang menyajikan warna dalam bentuk komponen R (merah), G (hijau), dan B (biru). Setiap komponen warna tersebut menggunakan delapan bit yang nilainya berkisar antara 0 sampai dengan 255. Dengan demikian, komponen warna yang dapat disajikan mencapai 16.581.375 warna. Tabel berikut menjelaskan contoh warna dan nilai RGB-nya.

Tabel 2.1 Warna dan Nilai Penyusun Warna

Warna	R	G	B
Merah	255	0	0
Hijau	0	255	0
Biru	0	0	255
Hitam	0	0	0
Putih	255	255	255
Kuning	0	255	255

2. Citra berskala keabuan

Citra jenis ini menangani gradasi warna hitam dan putih yang menghasilkan efek warna abu-abu. Pada jenis gambar ini, warna

dinyatakan dengan intensitas yang berkisar antara 0 sampai dengan 255.

Nilai 0 menyatakan hitam, sedangkan nilai 255 menyatakan putih.

3. Citra biner

Citra biner merupakan citra yang setiap pikselnya hanya dinyatakan dengan nilai dari dua kemungkinan yakni nilai 0 dan 1. Nilai 0 menyatakan warna hitam, sedangkan nilai 1 menyatakan warna putih.

2.5 Buah Jeruk Manis

Buah-buahan merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memegang peranan penting bagi pembangunan pertanian di Indonesia. Dewasa ini, masyarakat sudah mulai untuk mengkonsumsi buah-buahan yang mengandung zat gizi. Salah satu buah yang dikenal luas oleh masyarakat adalah jeruk. Buah jeruk merupakan buah yang memiliki prospek cerah untuk dikembangkan. Jeruk (*Citrus sp.*) Jeruk Siam Madu atau lebih dikenal dengan nama jeruk Medan merupakan jeruk lokal yang memiliki nilai ekonomi dan berdaya saing tinggi. Jeruk tersebut memiliki keunggulan yaitu rasa manis, diameter buah cm, dan tahan 8-10 hari setelah panen. Jumlah biji per buah pada jeruk Siam Madu yang banyak (15-21 biji perbuah) menjadi salah satu kelemahan karena preferensi konsumen lebih terhadap jeruk yang berbiji (*seedless*) [12].

Tabel 2.2 Perbedaan Jeruk Bagus dan Jeruk Busuk

Ciri fisik	Jeruk bagus	Jeruk rusak
Warna	Kuning cerah	Kuning pucat
Aroma	Segar	Busuk
Tekstur	Keras	Lembek
Bentuk	Utuh	Tidak utuh, berlubang
Ciri lain	-	Kulitnya kisut, ada bercaknya

2.6 *Deep Learning*

Deep Learning merupakan cabang ilmu dari *Machine Learning* yang berbasis Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau dapat dikatakan perkembangan dari JST yang mengajarkan komputer untuk dapat melakukan tindakan yang dianggap alami oleh manusia. Misalnya yaitu belajar dari contoh. Dalam *Deep Learning*, sebuah komputer dapat belajar mengklasifikasi secara langsung dari gambar, suara, teks, atau video sekalipun. Sebuah komputer seperti dilatih dengan menggunakan data set berlabel dan jumlahnya sangat besar yang kemudian dapat mengubah nilai piksel dari sebuah gambar menjadi suatu representasi internal atau *feature vector* yang dimana pengklasifikasiannya dapat digunakan untuk mendeteksi atau mengklasifikasi pola pada masukan *input*.

Metode *deep learning* adalah metode pembelahan dengan beberapa tingkat representasi, dimana representasi dapat membentuk arsitektur jaringan syaraf yang mempunyai banyak layer (lapisan). Lapisan pada *deep learning* terbagi menjadi tiga bagian yaitu, *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Pada *hidden layer* dapat dibuat banyak lapis atau berlapis-lapis untuk menemukan komposisi algoritma yang tepat agar dapat meminimalisir *error* pada *output* [13].

2.7 Jaringan Syaraf Tiruan

2.7.1 Konsep Jaringan Syaraf Tiruan

Setiap pola-pola informasi *input* dan *output* yang diberikan kedalam jaringan syaraf tiruan diproses dalam *neuron*. *Neuron-neuron* tersebut terkumpul didalam lapisan-lapisan yang disebut *neuron layers*. Lapisan-lapisan penyusun jaringan syaraf tiruan tersebut dapat dibagi menjadi 3, yaitu [14] :

1. Lapisan *input*.

Unit-unit di dalam lapisan *input* disebut unit-unit *input*. Unit-unit *input* tersebut menerima pola inputan data dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.

2. Lapisan tersembunyi.

Unit-unit di dalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi. Dimana *output*nya tidak dapat secara langsung diamati.

3. Lapisan *output*.

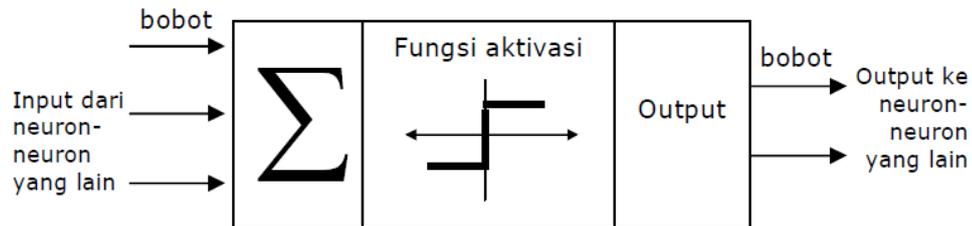
Unit-unit di dalam lapisan *output* disebut unit-unit *output*. *Output* dari lapisan ini merupakan solusi jaringan syaraf tiruan terhadap suatu permasalahan.

2.7.2 Komponen Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan terdiri dari beberapa komponen berikut [15] :

1. *Neuron* yaitu sel syaraf yang akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju *neuron - neuron* lain.
2. Bobot yaitu hubungan antar *neuron*.
3. *Neuron Layers* yaitu tempat dimana *neuron-neuron* akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan (layers).

Ada beberapa tipe jaringan syaraf, namun demikian, hampir semuanya memiliki komponen-komponen yang sama. Seperti halnya otak manusia, jaringan syaraf juga terdiri-dari beberapa *neuron*, dan ada hubungan antara *neuron-neuron* tersebut.



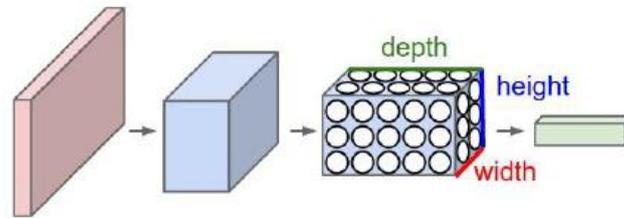
Gambar 2.1 Komponen Jaringan Syaraf Tiruan

2.8 *Convolutional Neural Network (CNN)*

Convolution Neural Network (CNN) merupakan metode yang dapat mempelajari sendiri fitur pada citra yang complex [16]. *Convolutional Neural Network (CNN)* merupakan jaringan syaraf yang digunakan khusus untuk mengolah data berstruktur grid, salah satunya berupa citra dua dimensi. Proses konvolusi merupakan operasi aljabar linear yang mengalikan matriks dari filter pada citra yang akan diproses. Proses tersebut dinamakan dengan lapisan konvolusi dan merupakan salah satu jenis dari banyak lapisan yang bisa dimiliki dalam satu jaringan.

Meskipun demikian, lapisan konvolusi merupakan lapisan utama dan terpenting untuk digunakan. Jenis lapisan lain yang dapat digunakan adalah *Pooling Layer*. Lapisan *Pooling Layer* digunakan untuk mengambil nilai rata-rata atau nilai maksimal dari bagian piksel pada citra. Berikut ditampilkan struktur jaringan CNN. Setiap lapisan *input* yang dimasukkan memiliki volume yang berbeda dan diwakili dengan kedalaman, tinggi, dan lebar. Besaran yang akan didapatkan bisa berbeda-beda, tergantung hasil filtrasi dari lapisan sebelumnya serta banyaknya *filter* yang digunakan. Model jaringan seperti pada gambar 2.2

berikut sudah terbukti ampuh dalam menangani permasalahan klasifikasi citra [17].



Gambar 2.2 Contoh Jaringan CNN

2.8.1 Convolution layer

Convolution layer merupakan bagian dari tahap pada arsitektur CNN. Tahap ini melakukan operasi konvolusi pada *output* dari layer sebelumnya. Layer tersebut adalah proses utama yang mendasari jaringan arsitektur CNN. Konvolusi adalah istilah matematis dimana pengaplikasian sebuah fungsi pada *output* fungsi lain secara berulang. Operasi konvolusi merupakan operasi pada dua fungsi argumen bernilai nyata. Operasi ini menerapkan fungsi *output* sebagai *Feature Map* dari input citra. *Input* dan *output* ini dapat dilihat sebagai dua argumen bernilai riil. Operasi konvolusi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$s(t) = (x * t)(t) = \sum_{\alpha=-\infty}^{\infty} (x) * w(t - \alpha) \quad (1)$$

Keterangan :

S (t) : fungsi hasil operasi konvolusi

X : input

W : bobot (karnel)

Fungsi $s(t)$ memberikan *output* tunggal berupa *feature map*. Argumen pertama adalah *input* yang merupakan x dan argumen kedua w sebagai kernel atau filter. Apabila dilihat *input* sebagai citra dua dimensi, maka bisa dikatakan t sebagai piksel dan menggantinya dengan i dan j . Maka dari itu, operasi untuk konvolusi ke *input* dengan lebih dari satu dimensi dapat menulis sebagai berikut.

$$s(i, j) = s(i, j) = (k * i)(i, j) = \sum_{-\infty}^{\infty} \sum_{-\infty}^{\infty} I(i - m, j - n)K(m, n) \quad (2)$$

$$(k * i)(i, j) = (K * i)(i, j) = \sum_{-\infty}^{\infty} \sum_{-\infty}^{\infty} I(i + m, j + n)K(m, n) \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan kedua diatas perhitungan dasar dalam konvolusi, I, j adalah sebuah piksel dari citra. Sebagai alternatif operasi konvolusi dapat dilihat sebagai perkalian matrik antara citra karel dimana keluarannya dihitung dengan *dot product* [18].

Berikut adalah penjelasan manual dari *convolutional layer* yaitu sebagai berikut :

Dalam hal ini terdiri dari matrik ukuran 4x4 dan filter 1 dan 2 masing-masing 2x2.

1	1	1	3
4	6	4	8
30	0	1	5
0	2	2	4

$$* \text{ first filter } \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ second filter } \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$1x1 + 1x0 + 4x0 + 6x1 = 7$$

$$1x1 + 1x0 + 6x1 + 4x1 = 5$$

$$1x1 + 3x0 + 4x0 + 8x1 = 9$$

$$4x_1 + 6x_0 + 30x_0 + 0x_1 = 4$$

$$6x_1 + 4x_0 + 0x_0 + 1x_1 = 7$$

$$4x_1 + 8x_0 + 1x_0 + 5x_1 = 9$$

$$30x_1 + 0x_0 + 0x_0 + 2x_1 = 32$$

$$0x_1 + 1x_0 + 2x_0 + 2x_1 = 2$$

$$1x_1 + 5x_0 + 2x_0 + 4x_1 = 5$$

Hasil dari filter pertama dan kedua akan dijabarkan sebagai berikut :

$$\begin{array}{ccc} 7 & 5 & 9 \\ 4 & 7 & 9 \\ 32 & 2 & 5 \end{array} \text{ first filter } \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{ccc} 5 & 7 & 7 \\ 36 & 4 & 9 \\ 0 & 3 & 7 \end{array} \text{ second filter } \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

2.8.2 Pooling Layer

Pooling Layer merupakan lapisan yang menggunakan fungsi dengan *feature map* sebagai masukan dan mengolahnya dengan berbagai macam operasi statistik berdasarkan nilai piksel terdekat. Lapisan *pooling* pada model CNN biasanya disisipkan secara teratur setelah beberapa lapisan konvolusi. Lapisan *pooling* yang dimasukkan di antara lapisan konvolusi secara berturut-turut dalam arsitektur model CNN dapat secara progresif mengurangi ukuran volume output pada *feature map*, sehingga jumlah parameter dan perhitungan di jaringan berkurang, serta untuk mengendalikan *overfitting*. Hal terpenting dalam pembuatan model CNN adalah dengan memilih banyak jenis lapisan *pooling*. Hal ini dapat 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 dari *input*. Bentuk seperti ini akan mengurangi *feature map* hingga 75% dari ukuran aslinya. Mencari nilai rata-rata tiap dimensi *pooling* secara konseptual diilustrasikan dibawah ini [19].

1	1	1	3
4	6	4	8
30	0	1	5
0	2	2	4

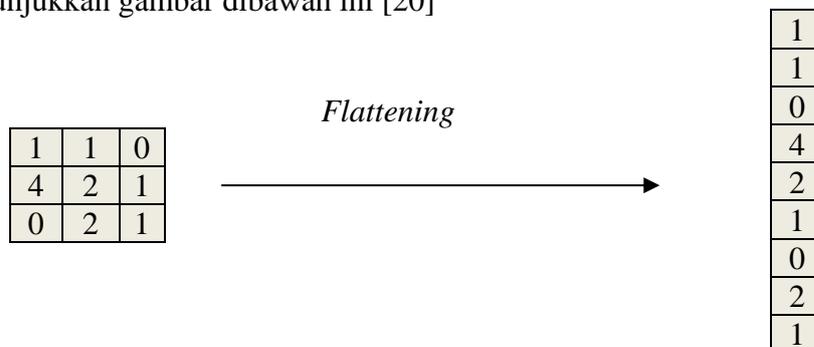
$$\begin{pmatrix} 6 & 8 \\ 30 & 5 \end{pmatrix} \quad 1. \text{max pooling}$$

1	1	1	3
4	6	4	8
30	0	1	5
0	2	2	4

$$\begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 8 & 3 \end{pmatrix} \quad 2. \text{mean pooling}$$

2.8.3 Flattening

Setelah tahap pengumpulan selesai, tahap perataan akan dilakukan atau tingkat ini hasil dari penggabungan lapisan yang terhubung sepenuhnya seperti yang ditunjukkan gambar dibawah ini [20]



Gambar 2.3 Flattening

2.8.4 *Fully-Connected Layer (FC Layer)*

Feature map yang dihasilkan dari *feature extraction layer* masih berbentuk *multidimensional array*, sehingga harus melakukan “*flatten*” atau *reshape feature map* menjadi sebuah *vector* agar bisa digunakan sebagai *input* dari *fully-connected layer*. Lapisan *Fully-Connected* adalah lapisan di mana semua *neuron* aktivasi dari lapisan sebelumnya terhubung semua dengan neuron di lapisan selanjutnya seperti halnya jaringan saraf tiruan biasa. Setiap aktivasi dari lapisan sebelumnya perlu diubah menjadi data satu dimensi sebelum dapat dihubungkan ke semua *neuron* di lapisan.

Lapisan *Fully-Connected* biasanya digunakan pada metode *Multi* lapisan *Perceptron* dan bertujuan untuk mengolah data sehingga bisa diklasifikasikan. Perbedaan antara lapisan *Fully-Connected* dan lapisan konvolusi biasa adalah neuron di lapisan konvolusi terhubung hanya ke daerah tertentu pada *input*, sementara lapisan *Fully-Connected* memiliki neuron yang secara keseluruhan terhubung. Namun, kedua lapisan tersebut masih mengoperasikan produk dot, sehingga fungsinya tidak begitu berbeda [21].

2.9 Sortasi

Sortasi bertujuan memisahkan buah yang layak dan tidak layak untuk dipasarkan (busuk, terserang hama penyakit, cacat, terlalu muda/tua dan lain-lain). Sortasi dapat dilakukan di kebun saat pemetikan buah, sebelum pengangkutan dari tempat pengumpulan sementara atau saat di bangsal pascapanen. Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat melakukan sortasi antara lain [22] :

1. Pisahkan buah yang muda dari buah yang matang atau terlalu matang.
2. Pisahkan buah yang baik dari yang rusak atau busuk, bentuk abnormal, maupun luka.
3. Pilih buah yang mulus, tidak luka, tidak terserang penyakit pasca panen, tidak ada cacat fisik dan mikrobiologis.

2.10 Matlab

Matlab (*Matrix Laboratory*) adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat. Dikembangkan oleh *The MathWorks*, matlab memungkinkan manipulasi matriks, pemplotan fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna, dan pengantarmukaan dengan program dalam bahasa lainnya. Meskipun hanya bernuansa numerik, sebuah kotak kakas (*toolbox*) yang menggunakan mesin simbolik MuPAD, memungkinkan akses terhadap kemampuan aljabar komputer. Sebuah paket tambahan, Simulink, menambahkan simulasi grafis multiranah dan desain berdasar model untuk sistem terlekat dan dinamik [23]. Beberapa manfaat yang didapatkan dari Matlab antara lain sebagai berikut [24] :

1. Perhitungan matematika.
2. Komputasi numerik.
3. Simulasi dan pemodelan.
4. Visualisasi dan analisis data.
5. Pembuatan grafik untuk keperluan
4. sains dan teknik.

5. Pengembangan aplikasi berbasis
6. *General User Interface* (GUI).

Secara umum, layar utama matlab memuat 3 bagian penting berikut [25] :

1. *Current folder* (folder terkini) Untuk mengakses berbagai *file* dalam direktori terkini yang sedang digunakan.
2. *Command window* (jendela perintah) Untuk menuliskan perintah dalam bentuk sintaks program. Perintah yang dituliskan dapat berupa perhitungan sederhana, pemanggilan fungsi, demo program, dan lain sebagainya. Setiap penulisan perintah selalu diawali dengan *prompt* “>>”.
3. *Workspace* (jendela ruang kerja) Untuk mengeksplorasi data yang telah dibuat atau diimpor dari *file* lain.

2.11 Penelitian Terkait

Tabel 2.3 Penelitian Terkait

No	Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	(Tiara Shafira, 2018)	Implementasi <i>Convolutional Neural Network</i> untuk Klasifikasi Citra Tomat menggunakan Keras	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	Dengan hasil penelitian Tingkat akurasi data <i>testing</i> yang didapatkan dari model yang terbentuk yaitu sebesar 90% dalam melakukan klasifikasi citra tomat. Hasil klasifikasi dari data baru sebanyak 10 citra tomat untuk menguji model yang terbentuk yaitu semua citra berhasil diklasifikasi dengan benar.
2	(Karsadi	Identifikasi	<i>Backpropagati</i>	Hasil identifikasi yang

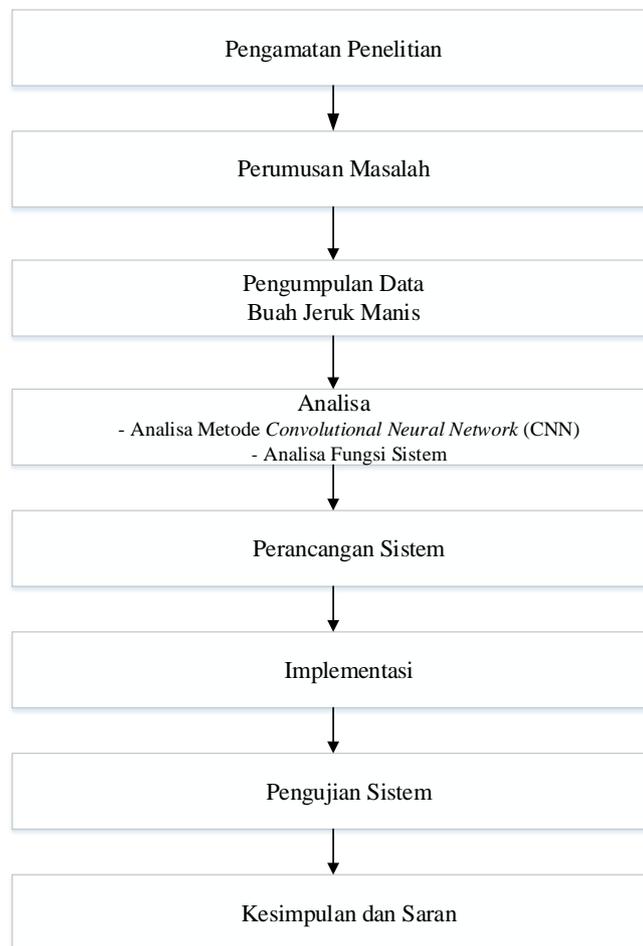
	Warman dkk, 2015)	Tingkat Kematangan Buah Jeruk dengan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan	on	telah dilakukan menghasilkan tiga <i>output</i> identifikasi yaitu jeruk matang 100%, Lewat matang 80%, dan mentah 100% dan seluruh data gambar 100% dapat dikenali.
3	(Triano Nurhikmat, 2018)	Implementasi <i>Deep Learning</i> Untuk <i>Image Classification</i> Menggunakan Algoritma <i>Convolutional Neural Network</i> (Cnn) Pada Citra Wayang Golek	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	Berdasarkan hasil pembahasan didapatkan tingkat akurasi sebesar 95% pada proses <i>training</i> dan 90 % pada proses <i>testing</i> . Kemudian penelitian ini menggunakan data baru untuk menguji model yang telah dibuat. Tingkat akurasi yang dihasilkan menggunakan data baru sebesar 93 % dalam mengklasifikasikan gambar wayang golek. Sehingga, performa dari model yang dibuat pada penelitian ini dapat dikatakan optimal dalam mengklasifikasikan gambar wayang golek.
4	(Jimmy Pujoseno, 2018)	Implementasi <i>Deep Learning</i> Menggunakan <i>Convolutional Neural Network</i> Untuk Klasifikasi Alat Tulis	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	Akurasi yang dihasilkan model untuk data train adalah 100% dan untuk data test sebesar 95%. Kemudian dilakukan percobaan untuk 3 data baru , didapatkan 1 gambar masuk kategori yang salah.
5	Rahayu Kia Sandi Cahaya Putri, 2018	Implementasi <i>Deep Learning</i> Menggunakan Metode <i>Convolutional</i>	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	Hasil uji coba dari klasifikasi objek citra pada citra tanaman anggrek bulan putih, dendrobium dan ekor

		<i>Neural Network</i> Untuk Klasifikasi Gambar		tupai mampu mencapai nilai akurasi 83%, recall 80% dan presisi 89%. Artinya, klasifikasi sudah terbentuk dengan baik. Untuk hasil perbandingan dengan jumlah objek data <i>training</i> yang berbeda jumlahnya tetap mempunyai akurasi yang sama yaitu 83%.
--	--	--	--	---

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melaksanakan tahapan demi tahapan yang berhubungan. Tahapan- tahapan tersebut dijabarkan dalam metode penelitian. Metode penelitian diuraikan kedalam bentuk skema yang jelas, teratur, dan sistematis. Berikut tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah :



Gambar 3.1 Tahapan Metodologi Penelitian

Penjelasan dari tahapan-tahapan penelitian pada gambar 3.1 dapat dilihat pada penjelasan berikut :

3.1 Pengamatan Pendahuluan

Pengamatan pendahuluan merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengamati penelitian sebelumnya, yang menggunakan metode *Convolution Neural Network* yang dijadikan sebagai penelitian studi pustaka dalam penelitian Tugas Akhir ini. Hasil dari pengamatan pendahuluan ini berupa penelitian sebelumnya yang melakukan penelitian terkait dengan metode *Convolution Neural Network*. Pada penelitian metode ini yaitu untuk mengklasifikasi buah jeruk manis. Dalam penelitian tersebut telah dilakukan dengan cara manual yang dilakukan dengan pengamatan visual secara langsung pada buah yang akan diklasifikasi dimana kurang konsistennya dalam proses pengklasifikasiannya, maka dari itu penulis melakukan penelitian terkait judul tersebut dengan menggunakan metode *Convolution Neural Network*.

3.2 Perumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan hasil dari tahapan pengamatan pendahuluan sebelumnya, maka tahapan selanjutnya adalah tahapan perumusan masalah. Pada tahapan perumusan masalah akan dirumuskan masalah yang dianggap sebagai penelitian dalam Tugas Akhir ini. Permasalahan-permasalahan yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini didapatkan dari kurang konsistennya proses klasifikasi buah jeruk dengan cara manual. Solusi yang didapatkan pada tahapan perumusan masalah ini yang akan menjadi judul penelitian Tugas Akhir ini “*Klasifikasi Citra Buah Jeruk Manis Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)*”.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah tahapan-tahapan yang bertujuan dalam memperoleh data-data informasi yang berhubungan dengan penelitian Tugas Akhir ini. Pada tahapan pengumpulan data ini juga berguna untuk mengumpulkan semua kebutuhan data yang akan diproses nantinya menggunakan metode *Convolution Neural Network*. Dalam pengumpulan data ini ada dua data yang dikutip adalah sebagai berikut:

1. Data sortasi buah jeruk manis

Data sortasi buah jeruk yang diambil berdasarkan warna kulit dan kenampakan kulit jeruk.

2. Data dalam metode *Convolution Neural Network*

Data yang diterjemahkan dalam program untuk dijabarkan dalam pengklasifikasian citra buah jeruk manis.

3.4 Analisa

Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisa metode sistem dari penelitian Tugas Akhir ini. Adapun tahapan analisa dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Analisa Metode *Convolution Neural Network* (CNN)

Convolution Neural Network (CNN) merupakan sebuah teknik yang terinspirasi dari cara manusia, menghasilkan persepsi visual. Metode *Convolution Neural Network* (CNN) ini memanfaatkan proses konvolusi (*filter*) berukuran tertentu ke sebuah gambar, nantinya komputer akan mendapatkan informasi baru

dari hasil perkalian dengan gambar tersebut dengan *filter* yang digunakan, sebuah gambar dibagi menjadi gambar – gambar yang lebih kecil dengan ukuran yang sama dengan konvolusi. Setiap gambar kecil dari hasil *konvolusi* dijadikan input untuk menghasilkan representasi fitur. Hal ini memberikan metode *Convolution Neural Network* (CNN) kemampuan dalam mengenali sebuah objek, dimanapun posisi objek tersebut muncul pada sebuah gambar atau disebut dengan *translation invariance*.

3.4.2 Analisa Fungsional Sistem

Setelah melakukan tahapan analisa terhadap metode *Convolution Neural Network* maka selanjutnya adalah analisa fungsional sistem yang akan dibangun. Adapun tahapan–tahapan analisa fungsional yaitu dalam pembuatan *flowchart*.

3.5 Perancangan Sistem

Setelah tahapan analisa selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah perancangan sistem. Tahapan perancangan sistem terdiri dari :

1. Perancangan struktur menu yang akan digunakan pada sistem yang akan dibangun
2. Tahapan perancangan *user interface* atau antar muka pengguna terhadap sistem yang akan dibangun.

3.6 Implementasi Sistem

Beberapa komponen pendukung yang memiliki peran yang sangat penting dalam implementasi sistem diantaranya adalah perangkat keras (*hardware*) dan

perangkat lunak (*software*). Adapun spesifikasi dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak software (*software*) yang digunakan sebagai berikut :

1. Perangkat keras (*hardware*), antara lain :

Prosesor	: Intel (R) Core (TM) i3-7020U CPU up to 2.3 Ghz
Memory (RAM)	: 4.00 GB
<i>System type</i>	: 64-bit <i>Operating system, x64-based of processor</i>
Harddisk	: 1 TB

2. Perangkat Lunak (*software*), antara lain :

Sistem Operasi	: Windows 10
<i>Tool</i>	: Matlab

3.7 Pengujian

Pengujian merupakan sebuah tahapan yang memperlihatkan apakah prediksi tingkat akurasi dari penelitian sesuai dengan yang diinginkan atau tidak.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir adalah menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang didapatkan dalam mengenal aksara batak. Pada tahapan ini juga berisikan saran peneliti bagi pembaca untuk melakukan pengembangan terhadap penelitian ini kedepannya.