

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Buah Nanas

Buah Nanas dengan nama ilmiah *Ananas comosus* L.Merr adalah salah satu jenis buah tropis yang berasal dari wilayah Brazil, Argentina dan Peru. Tanaman nanas tumbuh di seluruh penjuru dunia, khususnya di wilayah yang dekat dengan garis khatulistiwa yaitu daerah 250LU dan 250LS. Buah ini termasuk dalam familia nanas-nanasan yaitu Famili Bromeliaceae. Pembudidayaan tanaman nanas di Indonesia dapat dilakukan mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Daerah penghasil nanas di Indonesia yang terkenal adalah Subang, Bogor, Riau, Palembang dan Blitar. Bentuk tumbuhannya rendah dengan jumlah daun panjang kurang lebih 30 buah dan memiliki ujung yang tajam. Sisi pinggir daun memiliki duri-duri dan daun tumbuh mengelilingi batang buah nanas yang tebal. Bentuk buah bulat panjang, berdaging dan bewarna hijau dan kuning berdasarkan tingkat kematangan[11]. Adapun proses pengklasifikasian yang dilakukan para petani dalam memilah buah nanas sebelum didistribusikan berdasarkan 2 faktor, yaitu kematangan dan ukuran buah.

2.1.1 Berdasarkan Tingkat Kematangan Buah

Proses klasifikasi berdasarkan tingkat kematangan buah nanas sangat diperlukan dikarenakan pasar utama dari buah ini sendiri adalah untuk dikonsumsi langsung dalam bentuk buah yang segar. Kematangan suatu buah dapat ditentukan dari sifat fisiknya berupa warna dari kulit buah nanas. Buah nanas yang masih muda memiliki warna kulit buah yang bewarna hijau keputihan, nanas setengah matang bewarna hijau lebih tua bercampur kuning dan nanas yang sudah matang akan bewarna kuning hingga oranye [12].

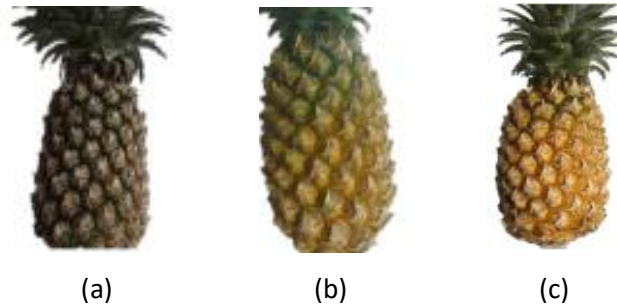
Proses pemanenan buah nanas dilakukan saat tanaman sudah berumur 12 – 24 bulan, namun itu semua bergantung kepada varietas dan jenis benih yang digunakan. Benih buah nanas merupakan mahkota bunga yang dipanen setelah berumur dua tahun. Pemanenan buah nanas harus dilakukan sesuai dengan indeks

panen yang berlaku[13]. Terdapat beberapa indeks kematangan yang digunakan dalam mengklasifikasi kematangan buah nanas sebagai berikut :

Tabel 2.1 Indeks Kematangan Buah Nanas[13]

Indeks Kematangan	Indikator Kematangan Buah Nanas
0	Semua mata hijau seluruhnya, tanpa tanda-tanda kuning
1	< 20 % mata jekas bewarna kuning
2	20-40% matanya sudah jelas bewarna kuning
3	40-55% matanya jelas bewarna kuning
4	55-90% dari matanya bewarna kuning penuh
5	>90% matanya bewarna kuning pebuh, tetapi <20% matanya bewarna jingga kemerahan
6	20-100% matanya bewarna kemerah-merahan
7	Kulit bewarna kemerahan dan memperlihatkan tanda-tanda kebusukan

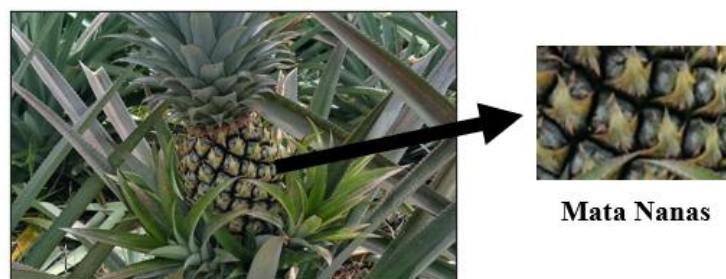
Buah nanas yang memiliki indeks kematangan nomor 3 sampai nomor 6 sudah layak untuk dipanen. Sedangkan untuk buah nanas yang memiliki warna dengan indeks kematangan nomor 7 dan mengeluarkan bau, maka buah nanas ini sudah mengalami fermentasi . Berdasarkan hasil penetapan indeks kematangan nanas tersebut, maka peneliti mengklasifikasikan tingkat kematangan menjadi 3 kategori. Buah nanas yang memiliki indeks kematangan dari nomor 1-2 termasuk dalam kategori buah belum matang dikarenakan belum layak untuk panen. Buah nanas dengan indeks kematangan dari nomor 3-4 merupakan kategori buah nanas setengah matang. Sedangkan indeks nomor 5-6 adalah kategori buah nanas yang sudah matang. Ketiga kategori kematangan buah nanas ini dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tingkat Kematangan Nanas, (a) Belum Matang, (b) Setengah Matang, (c) Matang [13]

2.1.2 Berdasarkan Ukuran Buah

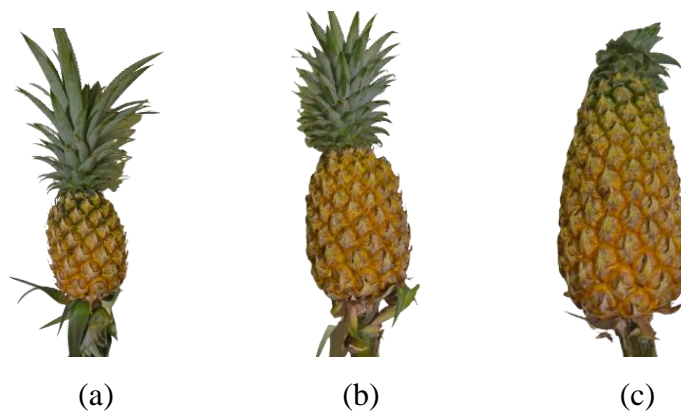
Pemasaran buah nanas yang dilakukan oleh petani kepada pedagang pengumpul desa, pedagang besar dan pedangan pengecer. Penentuan harga jual tergantung pada ukuran buah nanas. Dikarenakan pada penelitian yang dilakukan menggunakan proses citra digital atau *image processing*, maka tentunya hasil data input yang digunakan adalah gambar nanas. Peneliti menggunakan sampel nanas yang berada di wilayah kota Palembang dan buah nanas dari Agrowisata Nanas Prabumulih. Ukuran buah nanas menyebabkan adanya perbedaan harga jual. Harga buah nanas ukuran kecil Rp.2.000,00 per buah, ukuran sedang Rp.3.000,00 per buah dan ukuran besar Rp4.000,00 - 5.000,00 per buah [2].



Gambar 2.2 Mata Buah Nanas [13]

Menurut para petani untuk ukuran buah nanas biasanya berpatokan terhadap jumlah mata buah nanas. Pada umumnya untuk ukuran buah besar memiliki jumlah mata buah sebanyak 8-9 mata, ukuran sedang sebanyak 6-7 mata dan ukuran kecil sebanyak 5-6 mata. Namun hal tersebut masih tidak terlalu objektif dikarenakan bergantung pada jenis nanas itu sendiri. Ada buah nanas dengan mata yang besar

maupun kecil. Parameter tersebut diambil berdasarkan kejadian yang paling umum. Untuk mengatasi ketidaksobjektifan parameter, penulis menentukan untuk mengklasifikasi ukuran dengan nilai panjang buah dari nanas. Penulis mengklasifikasikan buah nanas dengan ketentuan panjang buah yang ada. Untuk buah besar memiliki ukuran panjang 16-18 cm, buah sedang memiliki panjang 13 – 15 cm dan buah kecil dengan panjang 8-12 cm.



Gambar 2.3 Klasifikasi Ukuran Buah Nanas, (a) Buah Kecil, (b) Buah Sedang, (c) Buah Besar

Berdasarkan pembahasan diatas tentang ketentuan untuk kematangan dan ukuran buah nanas yang akan diklasifikasi, maka didapatkan ketentuan khusus yang penulis tentukan dalam mengklasifikasikan 6 kategori. Kategori tersebut adalah buah nanas besar matang, besar setengah matang, sedang matang, sedang setengah matang, kecil matang dan kecil setengah matang. Untuk ciri khas dari masing-masing kategori sesuai dengan ketentuan pada tabel dibawah ini.

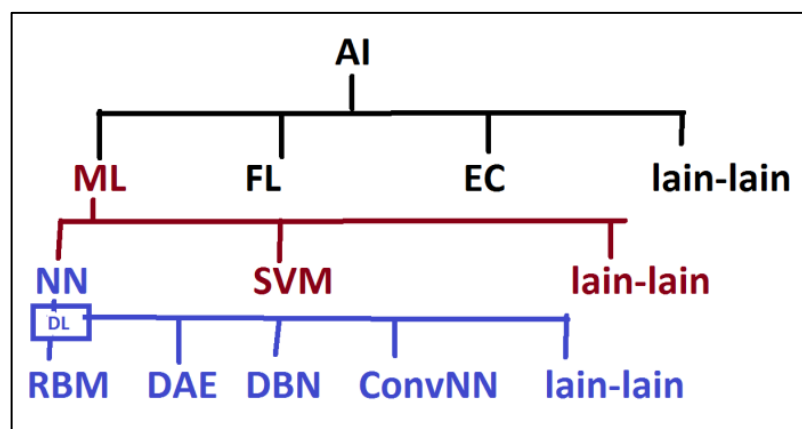
Tabel 2.2 Pembagian Kategori Klasifikasi Buah Nanas

Kategori Klasifikasi	Ciri Khas
Besar Matang	Kulit buah bewarna kuning hingga oranye dan panjang buah 16-18cm

Besar Setengah Matang	Kulit buah bewarna hijau tua bercampur kuning dan panjang buah 16-18cm
Sedang Matang	Kulit buah bewarna kuning hingga oranye dan panjang buah 13-15cm
Sedang Setengah Matang	Kulit buah bewarna hijau tua bercampur kuning dan panjang buah 13-15cm
Kecil Matang	Kulit buah bewarna kuning hingga oranye dan panjang buah 8-12cm
Kecil Setengah Matang	Kulit buah bewarna hijau tua bercampur kuning dan panjang buah 8-12cm

2.2 Deep Learning

Teknologi AI atau *Artificial Intelligence* merupakan teknik kecerdasan tiruan untuk menyelesaikan suatu permasalahan seperti yang dilakukan oleh makhluk hidup maupun benda mati. AI terdiri dari 3 bagian yaitu, *fuzzy logic*, *evolutionary computing* dan *machine learning*. *Machine learning* dapat didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang diadopsi dengan cara pembelajaran yang berasal dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang. Adapun proses pembelajaran yang dimaksud adalah suatu usaha dalam memperoleh kecerdasan yang melalui dua tahap antara lain latihan (*training*) dan pengujian (*testing*)[14].

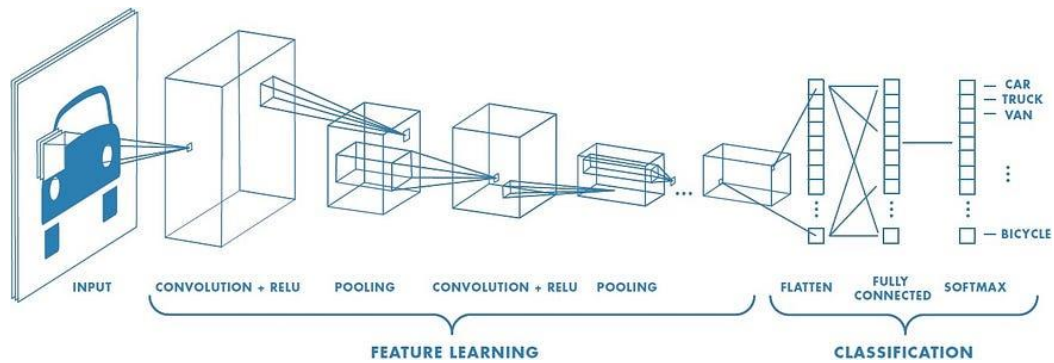


Gambar 2.4 Diagram Sistem Kecerdasan Buatan [15]

Terdapat 3 tipe utama yang digunakan dalam machine learning yaitu, *supervised learning* adalah metode klasifikasi di mana kumpulan data sepenuhnya diberikan label untuk mengklasifikasikan kelas yang tidak dikenal, *unsupervised learning* melibatkan data yang tidak memiliki label, dan *reinforcement learning* bekerja dalam lingkungan yang dinamis di mana konsepnya harus menyelesaikan tujuan tanpa adanya pemberitahuan dari komputer secara eksplisit jika tujuan tersebut telah tercapai[16]. *Supervised learning* memiliki beberapa algoritma populer seperti *Back-propagation*, *Linear regression*, *Random Forest*, *Support Vector Machines*, *Naive Bayesian*, *Metode Rocchio*, *Decision Tree*, *k-Nearest Neighbor* dan *Neural Network*[17]. *Neural network* memiliki berbagai teknik salah satunya *deep learning*. Teknik ini mempercepat proses pembelajaran menggunakan layer yang lebih dari 7 lapis dengan waktu yang lebih singkat[15]. Beberapa jenis *deep learning* diantaranya adalah *Deep Belief Nets*, *Convolutional Neural Network* dan lain-lain.

2.3 Convolutional Neural Network (CNN)

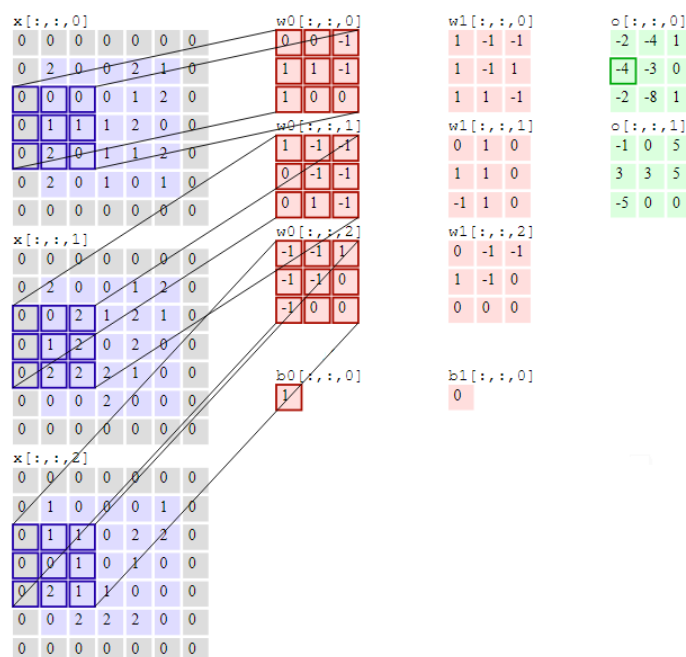
Convolutional Neural Network atau disingkat CNN merupakan pengembangan dari metode *Multilayer Perceptron* (MLP) yang termasuk dalam neural network. *Convolutional Network* termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra [17]. CNN merupakan salah satu metode *neural network* yang berfungsi untuk mengolah data dua dimensi. Termasuk menganalisis gambar visual, mendeteksi dan mengenali suatu objek pada data image. Metode ini terdiri dari neuron yang memiliki weight, bias dan activation function. CNN bekerja dengan memanfaatkan proses konvolusi dengan menggerakkan sebuah kernel konvolusi (filter) dengan ukuran tertentu ke sebuah gambar sehingga komputer akan mendapatkan informasi representative baru dari hasil perkalian bagian gambar tersebut dengan filter yang digunakan[18]. Arsitektur CNN terbagi menjadi beberapa layer seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ilustrasi Arsitektur CNN [18]

2.3.1 Convolutional Layer

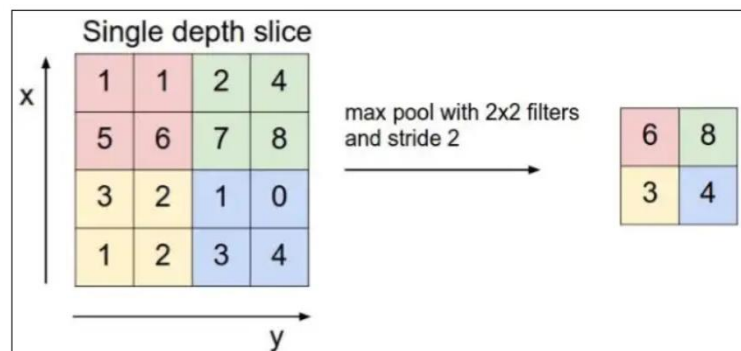
Tahapan convolutional layer merupakan tahapan pergeseran atau menggeser (convolve) filter disetiap kemungkinan posisi filter pada gambar. Seluruh data yang masuk dalam lapisan konvolusional akan mengalami konvolusi dan akan dikonversikan setiap filter ke seluruh bagian data input dan menghasilkan suatu activation map atau feature map 2D. Fungsi kernel (filter) pada lapisan ini memiliki panjang, tinggi dan tebal sesuai dengan channel data input. Setiap kernel akan melakukan operasi dot product antara data input dan nilai dari filter[19].



Gambar 2.6 Ilustrasi Proses Konvolusi Data Input Dan Filter [19]

2.3.2 Pooling Layer

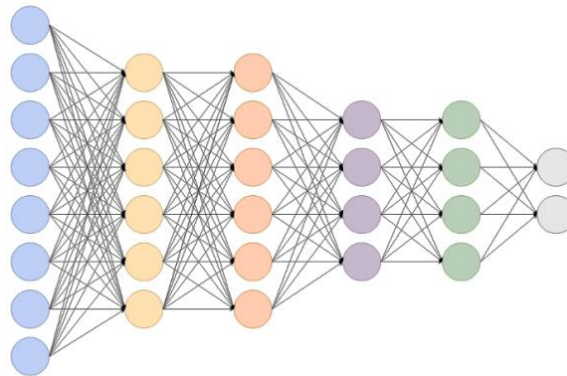
Pooling layer merupakan lapisan yang berada setelah convolutional layer. Pooling layer terdiri dari sebuah filter dengan ukuran dan stride tertentu yang masing-masing akan bergeser pada seluruh area feature map. Jenis pooling yang sering digunakan adalah Max Pooling dan Average Pooling[20]. Lapisan ini berfungsi untuk mengurangi dimensi dari feature map (downsampling), sehingga dapat meminimalisir proses komputasi dikarenakan parameter yang diperbarui semakin sedikit. Hal terpenting dalam pembuatan model CNN adalah memiliki banyak jenis lapisan pooling karena dapat meningkatkan kinerja model. Apabila digunakan *Max Pooling 2x2* dengan Stride 2, akan diambil nilai terbesar pada area 2x2 di setiap proses pergeseran filter. Sedangkan disaat nilai yang diambil adalah nilai rata-rata maka inilah yang disebut *Average Pooling*[19].



Gambar 2.7 Max Pooling [19]

2.3.3 Fully Connected

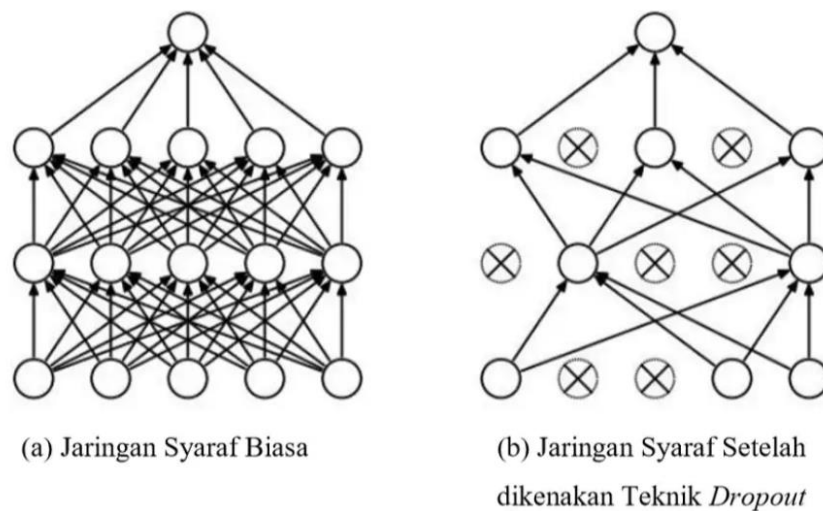
Lapisan *Fully Connected* merupakan lapisan saat semua neuron aktivasi dari lapisan sebelumnya terhubung semua dengan neuron di lapisan selanjutnya. Neuron dari lapisan sebelumnya (*feature map*) perlu diubah menjadi data satu dimensi sebelum dapat dihubungkan ke semua neuron yang ada di lapisan *fully connected*. Proses dilakukan dengan cara flatten atau reshape. Vektor yang akan digunakan sebagai input dari lapisan ini merupakan hasil dari proses flatten tersebut[18].



Gambar 2.8 Lapisan *Fully Connected* [18]

2.3.4 Dropout

Dropout merupakan suatu proses regularisasi jaringan syaraf dimana beberapa neuron akan dipilih secara acak dan tidak dipakai selama proses pelatihan atau training. Seluruh neuron tersebut dapat dianggap sebagai neuron yang terbuang secara acak yang menyebabkan pemberhentian sementara jaringan. Dilakukan dropout untuk mencegah terjadinya overfitting dan meningkatkan kecepatan learning. Overfitting adalah kondisi saat semua data telah mencapai presentase yang baik tetapi masih terjadi ketidaksesuaian pada proses prediksi. Dropout membantu menghilangkan sementara neuron yang bertindak sebagai Hidden Layer maupun Visible Layer yang berada dalam jaringan[19].



Gambar 2.9 Implementasi *Dropout* [19]

2.4 Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna, yang dimana keterbacaan kode agar lebih mudah untuk memahami sintaks. Dalam Raspberry Pi, Python menjadi bahasa pemrograman utama. Beberapa fitur utama bahasa Python diantaranya banyak library standar yang dapat membantu programmer dalam melakukan tugas umum seperti menghubungkan program ke web server, membaca dan mengubah konten dari suatu file. Bahasa pemrograman Python dapat dijalankan di OS mana saja seperti Mac OS X, Windows, Linux dan Unix. Python juga bersifat opensource software yang dimana pengguna bebas melakukan mengedit software untuk memecahkan masalah, memperbarui suatu produk, menambahkan sebuah fitur, memperbaiki bug, serta meningkatkan software tanpa perlu mencari izin resmi [21].



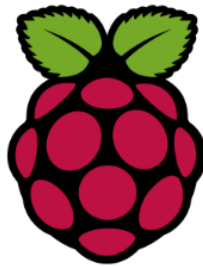
Gambar 2.10 Logo Python [21]

Python juga berfungsi untuk mengontrol pin-pin GPIO pada Raspberry Pi. Sehingga Raspberry Pi dapat membaca nilai dari sensor, mengontrol suatu komponen elektronika, dan sebagainya.

2.5 Raspberry Pi

Raspberry Pi, atau sering disingkat dengan nama Raspi, adalah papan tunggal (single-board circuit) yang ukurannya seperti kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Raspberry Pi Foundation, yang digawangi sejumlah pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris. Nama Raspberry Pi diambil dari nama buah, yaitu buah Raspberry, sedangkan Pi diambil

dari kata Python, yaitu nama dari bahasa pemrograman. Python dijadikan bahasa pemrograman utama dari Raspberry Pi, akan tetapi bisa juga menggunakan bahasa pemrograman lain pada Raspberry Pi [22]. Logo Raspberry Pi dapat dilihat pada gambar 2.11



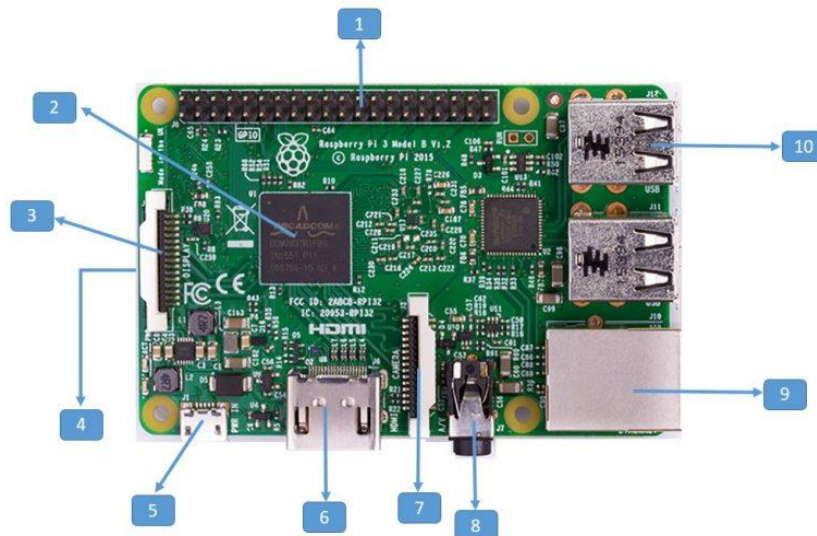
Gambar 2. 11 Logo Raspberry Pi [22]

Ide dibalik Raspberry Pi diawali dari keinginan untuk mencetak pemrogram generasi baru. Seperti disebutkan dalam situs resmi Raspberry Pi Foundation, waktu itu Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft, dari Laboratorium Komputer Universitas Cambridge memiliki kekhawatiran melihat turunnya keahlian dan jumlah siswa yang hendak belajar ilmu komputer. Mereka lantas mendirikan yayasan Raspberry Pi bersama dengan Pete Lomas dan David Braben pada 2009. Tiga tahun kemudian, Raspberry Pi Model B memasuki produksi massal. Dalam peluncuran pertamanya pada akhir Februari 2012 dalam beberapa jam saja sudah terjual 100.000 unit. Pada bulan Februari 2016, Raspberry Pi Foundation mengumumkan bahwa mereka telah menjual 8 juta perangkat Raspi [21], [22].

2.5.1 Raspberry Pi Board

Raspberry Pi memiliki komponen yang hampir serupa dengan PC pada umumnya. Seperti CPU, GPU, RAM, Port USB, Audio Jack, HDMI, Ethernet, dan GPIO. Untuk penyimpanan data dan sistem operasi, Raspberry Pi tidak menggunakan harddisk drive (HDD) melainkan menggunakan micro SD dengan kapasitas paling kecil 4 GB, sedangkan untuk daya berasal dari micro USB power dengan sumber daya yaitu 5 V.

Raspberry Pi memiliki dua model yaitu model A dan model B. Perbedaan antara model A dan model B terletak pada modul penyimpanan yang digunakan. Model A menggunakan memory 256 MB dan model B menggunakan 512 MB. Selain itu model B sudah dilengkapi dengan kartu jaringan (ethernet port) yang dimana tidak terdapat pada model A. Desain Raspberry Pi didasarkan seputar SoC (System-on-a-chip) Broadcom BCM2837, yang telah menanamkan prosesor 1.2GHz 64-bit quad-core ARMv8, VideoCore IV 3D Graphics Core GPU, dan 1 Gigabyte RAM[22]. Penyimpanan data didesain tidak menggunakan hard disk atau solid-state drive, mekaunkan menggunakan kartu SD (memory card) untuk penyimpanan dan booting jangka panjang seperti gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Desain Rasberry Pi 3B+ [22]

Keterangan:

1. : Pin GPIO (40 Pin)
2. : Broadcam BCM2837 1.2GHz – 64 bit quad-core ARMv8 CPU dan 1GB RAM
3. : DSI (Display Interface).
4. : Micro SD slot
5. : Micor USB Power Input Up to 2.5 A
6. : HDMI Video Output
7. : CSI (Camera Serial Interface) Port
8. : 3.5 mm 4-pole Composite Video dan Audio Ouput Jack

9. : Ethernet Port

10. : 4 USB Port.

Raspberry Pi 3B+ adalah generasi ketiga dari Raspberry Pi, menggantikan Raspberry Pi 2 Model B pada Februari 2016. Raspberry Pi 3B+ memiliki bentuk yang identik dengan Raspberry Pi 2 sebelumnya (dan Pi 1 Model B +) dan memiliki kompatibilitas lengkap dengan Raspberry Pi 1 dan 2. Beberapa kelebihan Raspberry Pi 3 Model B+ di banding sebelumnya sebagai berikut :

1. Raspberry Pi 3 Model B+ menggunakan chipset baru yaitu Broadcom BCM2873B0 Cortex A53 64-bit 1,4GHz, mempunyai kecepatan Pocessor jauh lebih cepat.
2. Memiliki kemampuan Jaringan lebih baik dengan Koneksi *Wireless dual band* yang sudah mendukung 802.11ac dan Bluetooth 4.2
3. *Chipset* pada Raspberry pi 3 Model B+ Memiliki manajemen suhu yang lebih baik.
4. Faster Ethernet (Gigabit Ethernet over USB 2.0)
5. Power-over-Ethernet support (with separate PoE HAT)

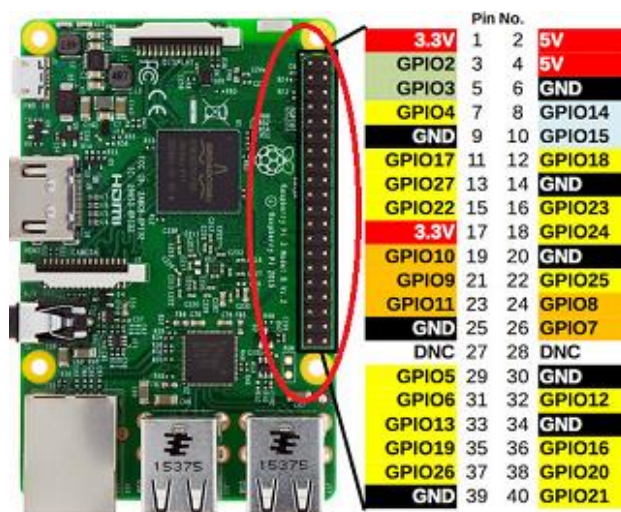
Adapun spesifikasi Rasberry Pi yang dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Spesifikasi Raspberry Pi Model 3

Spesifikasi	Keterangan
Soc	BCM2837B0
Processor	1.2GHz 64-bit quad-core ARMv8 CPU
Memory/Ram	1 GB SDRAM 400MHz
GPU	VideoCore IV 3D graphics core
Wireless Adapter/LAN	2.4GHz and 5GHz IEEE 802.1 In Wireless LAN
Bluetooth	Bluetooth 4.2 (built in), Bluetooth Low Energy (BLE)
GPIO	Extended 40-pin GPIO header
Port USB	4 USB 2.0 ports

Card Storage	Micro SD card slot (now push-pull rather than push-push)
Jaringan	Ethernet Port
External Audio and Video	Full HDMI port, Camera interface (CSI), Display interface (DSI), Combined 3.5mm audio jack and composite video
Sistem Operasi	Debian GNU/Linux, Fedora, Arch Linux ARM, RISC OS
Operating Temperature	0~50°C
Dimension	120mm x 75mm x 34mm
Weight	75 g

Pada Raspberry Pi terdapat GPIO (General Purpose Input Output) yang merupakan pin antarmuka untuk menghubungkan Raspberry Pi dengan perangkat keras eksternal. GPIO dapat digunakan sebagai input atau output. GPIO dimanfaatkan sebagai alternatif komunikasi raspi seperti USB port atau Ethernet. Yang membedakannya adalah lebih fleksibel dalam pengkabelan. GPIO Terdiri dari 40 pin total yang terdapat pada Raspberry Pi. Namun, yang benar – benar merupakan GPIO ada 27 pin. Sisanya dapat digunakan untuk kepentingan khusus, seperti antarmuka komunikasi serial.



Gambar 2.13 GPIO pada Raspberry Pi [22]

Beberapa istilah yang harus di perhatikan dalam GPIO pada gambar 2.9 antara lain :

1. Pin 3.3V dan 5V : Pin ini merupakan pin yang berfungsi untuk memberikan tegangan ke komponen seperti sensor, led, motor dan relay. Pin ini dihubungkan ke pin vcc pada komponen.
2. Pin GND atau *Ground*, pin ini dihubungkan ke pin ground atau negatif (-) pada led, sensor, motor maupun relay.
3. Pin GPIO : Pin ini yang akan kita control melalui bahasa pemrograman *Python*. Dengan *Python* kita dapat mengatur apakah pin ini aktif atau mati maupun nyala berdasarkan kondisi tertentu dengan program yang dibuat.

2.5.2 Kartu Micro SD

MicroSD (*Secure Digital*) merupakan memory card dengan ukuran sangat kecil yang dirancang untuk menyediakan memori berkapasitas besar. Umumnya ukuran SD Card ukuran 24x32x2,1 mm dan berat sekitar 2 gram. Ukuran kapasitasnya beragam mulai dari 16 Megabyte sampai 1 Gigabyte[21]. Saat ini memory card yang paling sering digunakan adalah SD card, digunakan pada perangkat elektronik seperti kamera digital, *Handphone*, dan lain-lain yang terdapat pada gambar 2.13.



Gambar 2.14 Kartu Micro SD [21]

2.6 *Pi Camera*

Pi Camera adalah papan kamera yang dirancang khusus yang dilengkapi dengan kabel pita fleksibel, sehingga kompatibel dengan papan Raspberry Pi. Papan kamera terintegrasi dengan lensa tetap yang memiliki resolusi megapiksel[23]. Terdapat 2 versi modul yaitu versi standar dengan cahaya normal dan versi NoIR yang memiliki inframerah sehingga kamera mampu mengambil gambar walaupun dalam keadaan gelap.



Gambar 2. 15 *Pi Camera* [23]

Pi Camera dapat digunakan untuk mengambil video definisi tinggi, serta foto diam. Ini mudah digunakan untuk pemula, tetapi memiliki banyak hal untuk ditawarkan kepada pengguna tingkat lanjut jika ingin memperluas pengetahuan. Ada banyak contoh *online* tentang orang yang menggunakannya untuk selang waktu, gerakan lambat, dan kepintaran video lainnya. *Pi Camera* bekerja dengan semua model Raspberry Pi 1, 2, 3 dan 4 yang dapat diakses melalui API MMAL dan V4L, dan ada banyak *library* pihak ketiga yang dibuat untuk itu, termasuk *library Pi camera Python* dan *library OpenCV*[22].

2.7 **Sensor Ultrasonik**

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah seri dari sensor jarak dengan gelombang ultrasonik, dimana didalam sensor terdapat dua bagian yaitu transmitter yang berfungsi sebagai pemancar gelombang dan receiver yang berfungsi sebagai penerima gelombang. Sensor ultrasonik HC-SR04 ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm – 400 cm dengan akurasi 3mm. Sensor ultrasonik ini memiliki 4 pin yaitu:

- Pin VCC sebagai pin masukan tegangan.

- Pin GND sebagai grounding.
- Pin *Trigger* untuk trigger keluarnya sinyal.
- Pin *Echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda.



Gambar 2.16 Sensor Ultrasonik HC-SR04 [24]

Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan kembali gelombang suara ultrasonik dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$S = V \times \frac{t}{2} \dots \dots \dots (1)$$

Dalam hal ini s merupakan jarak benda, v merupakan kecepatan gelombang suara yaitu 344m/detik dan t merupakan waktu tempuh dari saat sinyal ultrasonik dipancarkan hingga kembali ke penerima. Spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut :

- Dimensi : 45 mm (P) x 20 mm (L) x 15 mm (T)
- Tegangan : 5 VDC
- Arus pada mode siaga : <2 mA
- Arus pada saat deteksi : 15 mA
- Frekuensi suara : 40 kHz
- Jangkauan Minimum : 2 cm
- Jangkauan Maksimum : 400 cm
- Input Trigger : 10 μ s minimum, pulsa *level* TTL
- Pulsa *Echo* : Sinyal *level* TTL positif, lebar berbanding *proporsional* dengan jarak yang dideteksi.

Cara kerja sensor ini sendiri yaitu saat diberikan tegangan positif pada pin *Trigger* selama 10 μ s, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz [24]. Setelah itu, sinyal akan diterima oleh pin *Echo*. Dalam mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut digunakan selisih waktu Ketika mengirim dan menerima sinyal yang digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut sebagaimana rumus yang telah diterangkan sesuai dengan persamaan (1) .

2.8 Motor DC

Motor listrik adalah perangkat elektromagnetis yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Dimana arus listrik yang didapat akan menyebabkan perangkat yang digabungkan dengan motor akan ikut bergerak juga. Motor DC membutuhkan suplai tegangan DC atau *Direct Current* (searah) pada kumparan medan untuk diubah menjadi mekanik. Kumparan akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga berubah. Stator adalah bagian pada kumparan medan motor DC yang tidak berputar dan rotor adalah kumparan jangkar atau bagian yang berputar pada motor DC [25].



Gambar 2.17 Motor DC [25]

Motor DC sering digunakan sebagai penggerak dalam berbagai peralatan yang besar maupun kecil dan beroperasi cepat ataupun lambat. Hal tersebut disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan dengan cara mengatur pulsa digital untuk mengendalikan kecepatan. Motor DC dikendalikan secara PWM (Pulse Width Modulation) yaitu, sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan

dengan pulsa dalam suatu perioda untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Tegangan yang digunakan motor DC bermacam-macam mulai dari 3V, 6V, 12V sampai 24V. Motor DC dapat dikontrol dengan bantuan driver motor[26].

2.9 Konveyor

Konveyor merupakan sebuah sistem mekanik yang berfungsi untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain. Penggunaan konveyor telah lama diaplikasikan dalam berbagai sektor industry untuk transportasi barang yang jumlahnya sngat banyak dan berkelanjutan. Kelebihan dari konveyor yaitu memiliki nilai yang lebih ekonomis dibandingkan transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut.

Terdapat berbagai jenis konveyor yang ada, namun dalam penelitian ini digunakan konveyor jenis sabuk. Konveyor sabuk bekerja secara otomatis sehingga mudah dalam memulai operasi dan akan beroperasi secara terus-menerus. Konveyor sabuk hampir tidak memiliki waktu jeda saat sedang beroperasi, tidak terpengaruh dengan cuaca buruk dan keperluan tenaga kerja menjadi lebih sedikit[27].



Gambar 2.18 Konveyor Sabuk [27]

Prinsip kerja dari konveyor sabuk yaitu diawali dengan komponen utama yang disebut sabuk digerakkan oleh motor penggerak melalui suatu *pulley*. *Pulley* adalah drum yang terhubung dengan motor sebagai penggerak utama. Sabuk bergerak secara translasi dengan melintas secara horizontal atau vertikal yang

bergantung sesuai kebutuhan. Objek yang akan dijalankan berada di atas sabuk dan bergerak ke satu arah mengikuti arah sabuk berjalan. Dalam proses pengoperasian konveyor sabuk menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik dengan perantara roda gigi yang dikopel langsung ke pulley penggerak. Sabuk yang berada di atas roller-roller akan bergerak melintasi roller-roller dengan kecepatan sesuai putaran dan *pulley* penggerak [27].

2.10 Android

Android merupakan suatu sistem operasi berbasis Linux yang digunakan untuk perangkat yang menggunakan layanan layer sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Awal mula android dikembangkan oleh Android, Inc., yang didukung oleh Google. Terdapat berbagai macam sistem operasi selain android seperti iOS, Linux, Blackberry, Symbian dan Windows Mobile (WM) yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Android adalah sistem operasi yang paling banyak digunakan saat ini karena menyediakan arsitektur development yang kaya [28].



Gambar 2.19 Android Studio[28]

Sebuah *Integrated Development Environment* (IDE) yang biasa digunakan untuk pengembangan aplikasi android dan dikembangkan oleh google yang bersifat *open source* atau gratis disebut Android Studio. *Integrated Development Environment* (IDE) adalah program komputer yang memiliki beberapa fasilitas yang diperlukan dalam pembangunan perangkat lunak. Android studio memiliki banyak fitur yang memudahkan para pembuat program khususnya bagi pemula. Android studio memiliki banyak *library* yang sudah siap digunakan, walaupun banyak menghabiskan *memory* tetapi dapat tertutupi dengan banyak kelebihan yang dimiliki oleh android studio ini sendiri[29].

2.11 Java

Java adalah bahasa pemrograman berorientasi objek dengan unsur-unsur seperti bahasa C++ dan bahasa lainnya yang memiliki libraries yang cocok dengan lingkungan internet. Java dapat melakukan banyak hal dalam pemrograman, seperti aplikasi interaktif, pembuatan animasi halaman web, serta pemrograman *Java* untuk ponsel. Java juga bisa digunakan pada internet, handphone, dan sebagainya. Bahasa Pemrograman *Java* adalah bahasa pemrograman yang multi platform dan multi device. Java dikembangkan oleh *Sun Microsystem* dengan penggunaan terbanyak dalam membuat aplikasi android *native*. Java memiliki beberapa ciri yang membedakannya dengan bahasa pemrograman lain yaitu memiliki *object oriented language, multithreading, garbage collector support, statically typed* dan *multiplatform* [30]. Pada umumnya dalam sebuah proyek akan membuat lebih dari satu file Java yang saling berkaitan dan disimpan pada sebuah *library*, hal ini didukung dengan adanya fitur *class, package* dan *form*.



Gambar 2.20 Bahasa Pemrograman Java[30]

2.12 Firebase

Firebase Cloud Messaging (FCM) atau disebut dengan firebase merupakan sebuah layanan komunikasi *push cloud-to-device* yang terintegrasi dengan *firebase*. Firebase memiliki beberapa fitur salah satunya adalah *realtime database* yang disimpan secara *cloud*, layanan ini menggunakan *Application Program Interface* (API). Dimana nantinya data akan disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap klien yang terhubung dan apabila ada perubahan pada data yang tersimpan, maka setiap user yang terkoneksi akan menerima pembaruan data secara

otomatis. **TIMESTAMP** (*Time Since The Unix Epoch*) dalam milisekon meruoakan format waktu yang digunakan pada firebase ini[31]. FCM sendiri digunakan untuk mengirimkan pemberitahuan pada aplikasi berbasis android, iOS maupun web. Terdapat dua cara dalam proses pengiriman notifikasi, yaitu dengan mengirim halaman *console firebase* lalu mengirimkan pesan notif melalui fitur yang telah tersedia atau membuat server sebagai pengirim pesan bahasa pemograman yang digunakan.



Gambar 2.21 Logo Firebase[31]

2.13 MySQL

Sql yang berarti *Structured Query Language*. *Sql* merupakan bahasa terstruktur yang digunakan untuk mengolah *database*. MySQL merupakan sistem manajemen database yang bersifat relational yang berarti data akan dikelola dalam database yang akan diletakkan pada beberapa tabel yang terpisah sehingga manipulasi data akan jauh lebih cepat MySQL dapat digunakan untuk mengelola database dari skala kecil maupun besar[32]. Adapun logo dari database MySQL seperti yang ditunjukkan di gambar 2.19.



Gambar 2.22 Logo MySQL [32]

SQL juga merupakan bahasa pemrograman yang dirancang khusus untuk mengirimkan suatu perintah *query* (pengaksesan data berdasarkan pengalaman tertentu) terhadap sebuah *database*. Kebanyakan software *database* mengimplementasikan SQL secara sedikit berbeda, tapi seluruh *database* SQL mendukung *subset* standar yang ada .

2.14 XAMPP

XAMPP merupakan singkatan dari komponen – komponen yang ada didalam perangkat ini. X yang berarti sistem operasi, A berarti Apache HTTP *server web*, M berarti MySQL sistem manajemen basis data dan P berarti PHP yaitu bahasa pemrograman yang digunakan. Fungsi utama XAMPP sebagai perangkat yang mengintegrasikan paket beberapa perangkat lunak menjadi satu paket, sehingga tidak perlu lagi menginstal ataupun mengkonfigurasi komponen sebelumnya secara manual[33]. Penginstalan dan konfigurasi akan dilakukan secara otomatis oleh XAMPP.

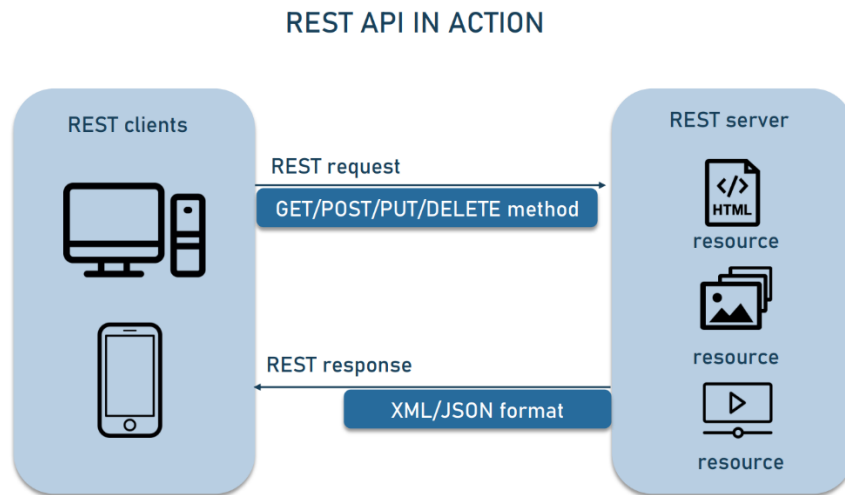


Gambar 2.23 Logo XAMPP [33]

2.15 REST API

REST API merupakan singkatan dari *Representational State Transfer Application Programming Interface*. REST API merupakan sebuah arsitektur yang menjadi standar dalam membangun sebuah *web service*. Kelebihannya memiliki desain utama yang *stateless*, *uniform interface*, *addressability* dan tidak terikat dengan protokol transfer apapun sehingga mudah diimplementasikan[34]. Data

yang diakses atau dimanipulasi melalui REST API biasanya direpresentasikan dalam format standar, seperti JSON (*JavaScript Object Notation*) atau XML (*eXtensible Markup Language*).



Gambar 2.24 Sistemika Kerja REST API [34]

2.16 Penelitian – Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.4 Tabel Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul	Tahun Jurnal	Kelebihan	Kekurangan
1.	N. Saraya, K. Srinivasan, S.K. Pravin Kumar	Banana Ripeness Stage Identification : A Deep Learning Approach	2021	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tingkat akurasi 96,14%. 2. Arsitektur yang digunakan memakan waktu yang lebih cepat dibandingkan VGG16 dan ResNet50 [10]. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terjadi 2 kali pengulangan untuk layer <i>convolutinal</i> dan <i>max pooling</i>.

2.	Andri Heru Saputra dan Dhomas Hatta Fudholi	Realtime Object Detection Masa Siap Panen Tanaman Sayuran Berbasis Mobile Android Dengan Deep Learning	2019	1. Dapat mendeteksi secara Real-time. 2. Aplikasi android yang dikembangkan dapat mendeteksi dengan baik sebesar 70% [35].	1. Model yang digunakan kurang baik untuk mendeteksi masa siap panen pada tanaman sayuran.
3.	Lilik Anifah, Lusia Rakhmawati , Rr. Hapsari Peni Agustin T.	Rancang Bangun Conveyor Penyortir Mur Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Metode Contour Area	2022	1. Didapatkan eror sebesar 1%. 2. Kecepatan belt 82 rpm dengan intensitas cahaya 125 Lux [36] .	1. Penggunaan motor DC dibawah 6V. 2. Tidak adanya gate pada Konveyor.
4.	Bangun Samudra, Ira Aprilia dan Misdiyanto	Rancang Bangun Alat Pemisah Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Cahaya	2021	1. Tingkat akurasi sebesar 70 % [37] .	1. Dalam proses deteksi hanya bisa melewati tomat satu persatu.

5.	Ridwan Siskandar, dkk.	Penerapan Rekayasa Mesin Sortir Sebagai Penentu Kematangan Buah Jeruk dan Tomat Merah Berbasis Image Processing	2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fitur image proceesing paling efisien dan hemat biaya. 2. Tidak terlalui banyak sensor dan hasil output akurat [38]. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hanya mengetahui tingkat kematangan dan tidak dapat mendeteksi jumlah buah yang lewat.
6.	Yanri Biil Eliezer Purba, dkk.	Perancangan Alat Pendeteksi Kematangan Buah Nanas Dengan Menggunakan Mikrokontroll er Dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN)	2022	<ol style="list-style-type: none"> 1. Didapat nilai akurasi rata-rata 83,33%. 2. Digunakan kamera dan ESP32 untuk deteksi kematangan [39]. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem hanya mengklasif ikasi nanas dengan menampilkan hasil klasifikasi pada LCD. 2. Nanas yang sudah dideteksi masih dikumpul kan manual.
7.	Firmansyah Maulann, Jamaludin	Penerapan Convolutional Neural	2021	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memiliki akurasi hingga 90%. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penampilan harga berdasarkan

	Indra dan Santi Arum Puspita Lestari.	Network Pada Timbangan Pintar Sayuran Menggunakan Raspberry Pi		2. Digunakan Raspberry Pi komputer kecil yang dapat dipasang sensor berat [40].	berat objek belum terintegrasi dengan internet hanya dilihat dari LCD saja.
8.	Friska Tiara Desy, Arif Surtono, amir Supriyanto dan Junaidi	Rancang Bangun Purwarupa Pemilah Nanas Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Mikrokontrol er Blue Pill STM32F103C 8T6	2020	1. Akurasi lebih dari 90%. 2. Kecepatan proses angkut sebesar 27,98 cm/s [3].	1. Alatnya hanya mampu mengangkut buah nanas max 1 kg.
9.	Dino Rahman Sya'bani, Amir Hamzah dan Erma Susanti	Klasifikasi Buah Segar Dan Busuk Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network Dengan TFlite	2022	1. Digunakan Tflite yang dapat terintegrasi dengan android sehingga lebih ringan. 2. Didapat nilai	1. Dataset yang digunakan bukan citra asli dari buah yang akan diklasifikasi.

		Sebagai Media Penerapan Model Machine Learning		akurasi 98,20% [41].	
10.	Rana Angely S., Sabilal Rasyad dan Destra Andika Pratama	Implementasi <i>Fuzzy Logic</i> pada Sistem Sortir Otomatis Alat Penghitung Jumlah Buah Apel	2020	1. Mengklasifikasi berat dan warna buah apel dengan tingkat keberhasilan 90% [42].	1. Metode yang digunakan masih menggunakan sensor loadcell dan juga Arduino dengan bantuan nilai RGB dalam klasifikasi.