

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem *Real-Time*

Suatu sistem yang dapat mengendalikan sistem fisik dikenal sebagai sistem *real-time* [11]. Sistem *real-time* adalah bentuk khusus dari sistem *online*. Sistem dianggap *real-time* jika tidak hanya mengutamakan ketepatan dalam proses, tetapi juga interval waktu proses tersebut dilakukan. Sistem *real-time* adalah sistem yang menggunakan *deadline*, yaitu pekerjaan harus selesai pada jangka waktu tertentu. Sistem *real-time*, digunakan batasan waktu. Sistem dinyatakan gagal jika melewati batasan yang ada. Sistem *real-time* telah banyak digunakan dalam berbagai macam aplikasi. Sistem tersebut ditanam didalam alat khusus seperti di kamera, mp3 *players*, serta di pesawat dajend [12].

Terdapat dua bentuk sistem *real-time*, yaitu sistem *hard real-time* dan sistem *soft real-time*. Sistem *hard real-time* bertujuan untuk menjamin tugas kritis diselesaikan tepat waktu. Sistem ini penyimpan sekunder terbatas atau tidak digunakan, data langsung dikirim ke *memory* atau *read-only memory* (ROM) dalam waktu singkat.

Sistem *hard real-time* terjadi konflik pada sistem *time sharing* dan tidak didukung oleh sistem operasi tujuan umum. Bentuk lainnya adalah *soft real-time* dimana tugas kritis mendapat prioritas lebih tinggi dari tugas lain dan setelah satu *task* selesai maka *task* berprioritas ini diselesaikan. Sistem ini terbatas pada industri pengontrol robot yang sangat berguna pada aplikasi multimedia dan *virtual reality* yang membutuhkan fitur sistem operasi tertentu [12].

Suatu sistem dikatakan *real-time* jika sistem tersebut dapat mendukung eksekusi program atau aplikasi dengan waktu yang memiliki batasan. Kelebihan suatu sistem *real-time*, yaitu :

- a. Memenuhi *deadline* dan memiliki batasan waktu .
- b. Memprediksi waktu yang terjadi.
- c. Terfokus pada hal-hal yang penting saja, yang tidak penting tidak dikerjakan sehingga dapat menemukan tingkat efisiensi waktu. Selain kelebihan, ada

beberapa kekurangan sistem *real-time*, yaitu :

- a. Hanya memiliki satu tujuan, seperti mentransfer sebuah lagu dari komputer ke *music player*.
- b. Kebanyakan sistem memiliki *physical space* yang terbatas.
- c. Sistem harus memenuhi persyaratan waktu yang telah ditentukan dengan menggunakan algoritma.

2.2 Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Python diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif. Python juga didukung oleh komunitas yang besar [9].

Python mendukung multi paradigma pemrograman, utamanya namun tidak dibatasi pada pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional. Salah satu fitur yang tersedia pada Python adalah sebagai bahasa pemrograman dinamis yang dilengkapi manajemen memori otomatis. Seperti halnya pada bahasa pemrograman dinamis lainnya, Python umumnya digunakan sebagai bahasa *script* meski pada praktiknya penggunaan bahasa ini lebih luas mencakup konteks pemanfaatan yang umumnya tidak dilakukan dengan menggunakan bahasa *script*. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai *platform* sistem operasi [9].

Python memiliki proses yang lebih lambat jika dibandingkan dengan bahasa pemrograman lainnya, seperti C/C++. Python memiliki fitur penting, yaitu dapat dengan mudah melakukan *extend* dengan bahasa C/C++, jadi dengan demikian dapat menuliskan kode program yang membutuhkan komputasi tinggi dalam bahasa C/C++ dan kemudian dibuat Python *wrapper*, sehingga kode C/C++ tersebut dapat digunakan sebagai modul dalam bahasa Python. Terdapat banyak sekali referensi bahasa Python dibandingkan dengan bahasa pemrograman yang lain dan sangat cocok digunakan untuk pemula yang ingin belajar *coding*. Bahasa Python sangat cocok digunakan untuk melakukan deteksi objek, data *mining*, klasifikasi, dan lain-lain [9].

2.3 OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*), adalah sebuah *library open source* yang dikembangkan oleh Intel yang memiliki fokus untuk menyederhanakan programing terkait citra digital. OpenCV sudah mempunyai banyak fitur, antara lain : pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, Kalman *filtering*, dan berbagai jenis metode AI (*Artificial Intellegence*) dan menyediakan berbagai algoritma sederhana terkait *Computer Vision* untuk *low level API* [10].

OpenCV merupakan *open source computer vision library* untuk bahasa pemrograman C/C++, dan telah dikembangkan ke Python, Java, Matlab. Intel meluncurkan versi pertama dari OpenCV pada 1999, dan awalnya memerlukan *library* dari Intel *Image Processing Library*. *Dependecy* tersebut akhirnya dihilangkan sehingga terciptalah OpenCV seperti yang sekarang sebagai *standalone library*. OpenCV mendukung *multiplatform*, dapat mendukung baik windows atau linux, dan sekarang telah mendukung MacOSX dan Android [10]. OpenCV memiliki fitur-fitur pada *library* OpenCV antara lain:

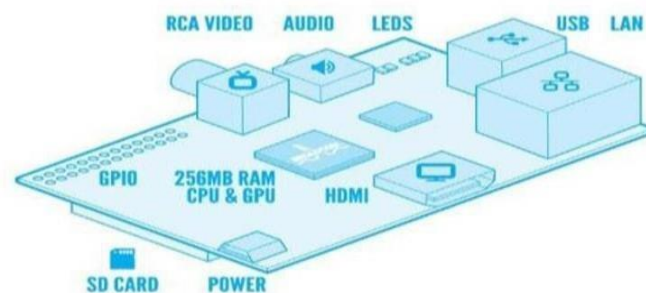
1. Manipulasi data gambar (alokasi memori, melepaskan memori, *copy* gambar, *setting* serta konversi gambar).
2. Metode untuk AI dan *machine learning*.
3. Memproses gambar/video.
4. Sampling gambar dan transformasi.
5. Kalibrasi kamera.
6. Pendeteksian gerak.
7. Manipulasi matriks dan vektor serta terdapat juga *routines linear algebra* (*products, solvers, eigenvalues, SVD*).
8. *Image processing* dasar (*filtering, edge detection*, pendeteksian tepi, sampling dan interpolasi, konversi warna, operasi morfologi, histograms, *image pyramids*).
9. Analisis struktural.
10. Pengenalan objek.
11. Basic GUI (display gambar/video, mouse/keyboard kontrol, *scrollbar*).
12. *Image Labelling* (*line, conic, polygon, text drawing*).

2.4 Raspberry Pi

Raspberry pi merupakan sebuah komputer berukuran mini sebesar kartu kredit yang dikembangkan di Inggris oleh *Raspberry Foundation*. Gagasan dibalik sebuah computer kecil dan murah untuk anak-anak muncul pada tahun 2006. Perkembangannya Raspberry Pi mengalami 7 tahap perubahan model sejalan dengan tahap penelitian hingga tahap produksi yang sampai pada masarakat pengguna. Berikut ini adalah tahap perubahan model pada Raspberry Pi [11]:

1. Raspberry Pi edisi 2006
2. Raspberry Pi USB Prototype Board
3. Raspberry Pi Alpha Board
4. Raspberry Pi Beta Production Board
5. Raspberry Pi 1st Production Board
6. Raspberry Pi Model-B Full Production Board
7. Raspberry Pi Model-A Full Production Board

Komponen dalam Raspberry Pi model B+ yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Komponen Raspberry Pi Model B+

1. CPU
Ditenagai oleh *processor* ARM11 dengan *default clock* sebesar 700 MHz, Raspberry Pi cukup mumpuni untuk menjalankan tugasnya sebagai Komputer berukuran relatif kecil, baik dijadikan portabel atau *desktop*. Pihak Raspberry Pi mengizinkan penggunaan mode turbo, yaitu *overclock* hingga 2GHz.
2. GPU

Sudah mengusung teknologi Open GL ES 2.0, mendukung resolusi video hingga 1080p dengan slot HDMI, H.264 *high-profile encode/decode*. Kapasitas grafis pada Raspberry Pi setara dengan Xbox 1.

3. *Memory*

Kapasitas memori 512 MB cukup bertenaga pada mode *console* atau *windows*. Sistem memori pada Raspberry Pi bersifat *shared* dengan GPU, sehingga diperlukan pembagian kapasitas memori untuk *graphic chip*

4. Port USB

Raspberry Pi Model B+ memiliki 2 port USB sehingga mendukung kompatibilitas dengan perangkat universal lain berbasis USB. Juga terdapat USB *powered hub* tambahan yang sudah dilengkapi daya eksternal dengan rata – rata arus maksimal sebesar 2A.

5. *Micro USB Power*

Bagian ini menjadi sumber utama bagi Raspberry Pi untuk mendapatkan sumber daya. Namun dapat juga menggunakan USB *powered hub* yang dihubungkan melalui port USB tanpa harus menghubungkan power lagi. Sumber daya yang direkomendasikan yaitu sebesar 5V dan minimal arus 700 mA.

6. SD Card

Raspberry Pi menggunakan SD Card sebagai media penyimpanan utama. Disarankan menggunakan SD Card berkapasitas 4 GB kelas 4.

7. Audio Jack

Berfungsi sebagai keluaran suara.

8. *Ethernet*

Berfungsi menghubungkan Raspberry Pi ke dalam jaringan internet. Juga dapat digunakan untuk mengakses Raspberry Pi secara *remote*.

9. *General Purpose Input Output (GPIO)*

Raspberry Pi Model B+ mempunyai *pin* sebanyak 40 buah. *Pin* ini digunakan untuk proyek yang berhubungan dengan *hardware*.

2.5 *Pi camera*

Modul *Pi Camera* merupakan salah satu aksesoris pendukung untuk Raspberry Pi yang dirancang dan diproduksi oleh Raspberry Pi *Foundation* di UK.

Kamera ini memiliki resolusi 5 MP dan dilengkapi dengan kabel data fleksibel yang berfungsi untuk menghubungkannya pada konektor CSI yang terletak di antara *port ethernet* dan *port HDMI* pada papan Raspberry Pi. *Pi Camera* memiliki kemampuan untuk mengambil gambar dengan resolusi 1080p dan 720p, serta merekam video dengan ukuran 640x480p. Modul kamera ini memiliki dimensi 25mm x 20mm x 9mm. Kamera Pi dapat berfungsi dengan semua model Raspberry Pi [13].

2.6 Modem Wi-Fi

Wi-Fi adalah singkatan dari *Wireless Fidelity* yang artinya jaringan nirkabel yang dapat memancarkan koneksi internet. Modem merupakan perangkat keras singkatan dari *Modulator Demodulator* yang memiliki fungsi untuk mengubah 2 sinyal berbeda yaitu dari sinyal digital menjadi sinyal analog. Kedua istilah tersebut digabung menjadi MiFi yang artinya sebuah perangkat keras yang memancarkan sambungan internet tanpa menggunakan kabel.

Mifi dapat terhubung ke operator seluler dan menyediakan akses internet untuk perangkat lainnya yang terhubung. Salah satu kelemahan MiFi adalah terbatasnya jumlah komputer *client* yang bisa terhubung dan mengakses internet. MiFi dapat dengan mudah membuat *hotspot* Wi-Fi sendiri yang terhubung ke internet melalui jaringan seluler [17].

2.7 Deteksi Objek

Disaat manusia melirik pada sebuah gambar, otak manusia langsung dapat mengenali objek yang berada pada gambar, letak objek tersebut, dan kondisi interaksi yang terjadi. Sistem visual manusia cepat dan akurat, memungkinkan untuk melakukan tugas-tugas kompleks. Algoritma deteksi objek yang cepat dan akurat memungkinkan komputer dapat melakukan hal serupa hingga berpotensi untuk menyelesaikan tugas secara umum. Deteksi objek dalam digital *image processing* adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan keberadaan objek tertentu di dalam suatu citra digital.

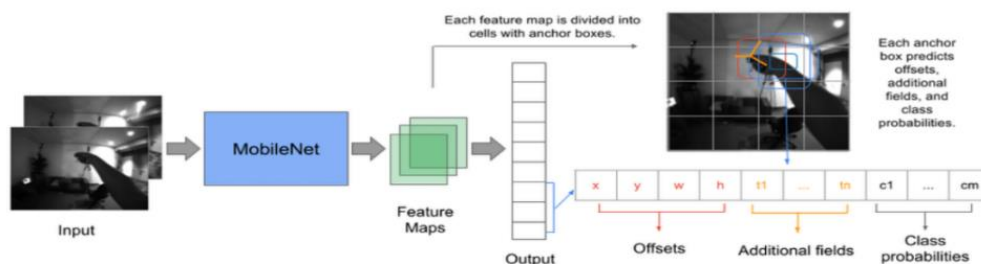
Proses deteksi tersebut dapat dilakukan dengan berbagai macam metode

yang umumnya melakukan pembacaan fitur-fitur dari seluruh objek pada citra *input*. Fitur dari objek pada citra *input* tersebut dibandingkan dengan fitur dari model yang digunakan atau *template*. Hasil perbandingan tersebut dapat digunakan untuk menentukan apakah suatu objek terdeteksi sebagai *template* yang dimaksud atau tidak.

Sistem deteksi objek perlu dilatih dan diuji *dataset* dengan *bounding box* dan diberi label untuk kelas disetiap objek untuk proses pengenalan. Mencapai bagian ini, ada banyak *dataset* untuk menghasilkan model *Deep Learning* seperti Pascal-VOC. Penelitian ini pendeteksian manusia menggunakan metode *cnn* dengan model SSD-MobileNetV2 dan *framework* Tensorflow Lite [14].

2.7.1 MobileNet

MobileNet merupakan salah satu arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan sumber komputasi berlebih. Google membangun MobileNet atas kebutuhan arsitektur CNN yang dapat digunakan untuk ponsel atau sistem tertanam. Perbedaan mendasar antara arsitektur MobileNet dan arsitektur CNN pada umumnya adalah penggunaan lapisan atau layer konvolusi dengan ketebalan filter yang sesuai dengan ketebalan dari *input image*. MobileNet membagi konvolusi menjadi *depthwise convolution* dan *pointwise convolution*.

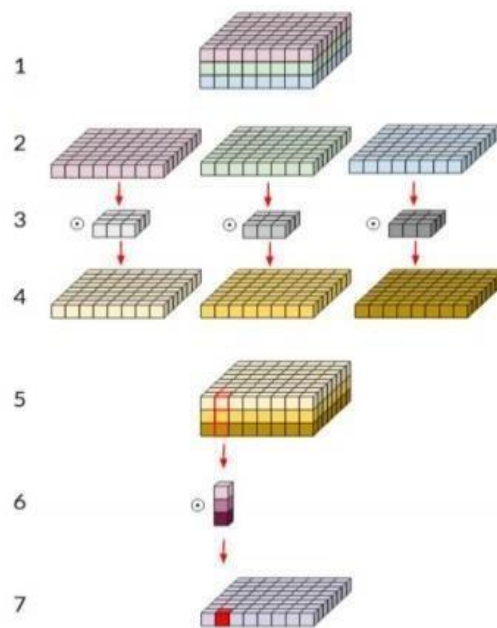


Gambar 2.2 Alur Kerja Mobilenet

Arsitektur MobileNet memanfaatkan *Batch Normalization* (BN) dan *Rectified-Linear unit* (ReLU) untuk *depthwise convolution* dan *pointwise convolution*. MobileNet dibangun di atas arsitektur jaringan yang efisien dengan menggunakan konvolusi yang dapat dipisahkan secara mendalam untuk menghasilkan *Deep Neural Network* yang ringan [8]. Alur kerja MobileNet dapat

dilihat pada Gambar 2.2.

DSC menggantikan konvolusi standard dengan 2 tahap operasi. Pertama adalah *depthwise convolution* dimana setiap filter $DF \times DF$ hanya melakukan proses *filter* terhadap sebuah *feature map input* secara mendalam. Kedua adalah *pointwise convolution* yang merupakan 1×1 *convolution layer* yang digunakan untuk menggabungkan jalur informasi dari *depthwise layer* [6]. DSC menyebabkan jalur konvolusi menjadi jauh lebih efisien dengan menggunakan pada Gambar 2.3.



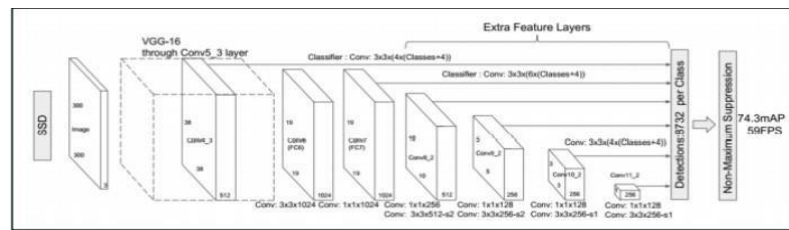
Gambar 2.3 Konvolusi *Depthwise* dan *Pointwise*

2.7.2 *Single Shot MultiBox Detector (SSD)*

Single Shot Detector (SSD) adalah sebuah metode untuk mengenali atau mendeteksi sebuah objek pada suatu gambar dengan menggunakan *single deep neural network* dan salah satu algoritma deteksi objek yang paling populer karena kemudahan implementasi, akurasi yang baik untuk rasio yang dibutuhkan komputasi. SSD hanya perlu mengambil satu bidikan tunggal untuk mendeteksi beberapa objek didalam gambar.

SSD ini termasuk kedalam deteksi objek secara *real-time* lebih intuitif daripada rekan-rekannya seperti R-CNN, *Fast R-CNN*, *Faster R-CNN* dan *You Only Look Once (YOLO)*. Menjadi sederhana dalam desain, implementasinya lebih langsung dari GPU dan sudut pandang kerangka kerja pembelajaran yang dalam

dan dengan demikian melakukan pengangkatan berat deteksi dengan kecepatan kilat. Terdapat gambar arsitektur *single shot detector* pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Arsitektur *Single Shot Detector*

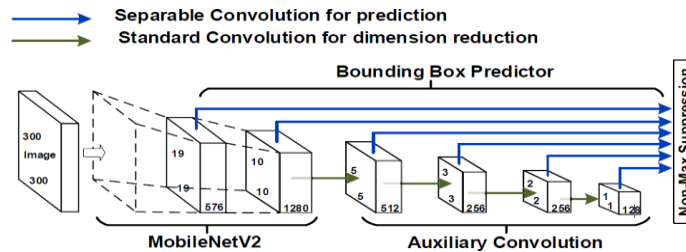
Arstitektur SSD termasuk jenis *Convolution Neural Network*. *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah salah satu jenis *Neural Network* yang biasa digunakan pada data *image*. CNN bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek pada sebuah gambar. Arsitektur dari CNN dibagikan menjadi 2 bagian besar, *Feature Extraction Layer* dan *Convolutional Layer*, dimana pada bagian *Feature Extraction Layer* ini adalah melakukan *encoding* dari sebuah *image* menjadi *features* yang berupa angka-angka yang merepresentasikan gambar tersebut, sedangkan dibagian *Convolutional Layer* terdiri dari *neuron* yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah *filter* dengan panjang dan tinggi (*pixels*). Secara matematis, *Convolutional layer* atau dalam Bahasa Indonesianya konvolusi adalah integral yang mencerminkan jumlah lingkaran dari sebuah sudut fungsi F yang digeser atas fungsi G sehingga menghasilkan fungsi H [18].

2.7.3 SSD Lite-MobilenetV2

SSD Lite adalah varian SSD yang cocok untuk perangkat *mobile*, dimana reguler konvolusi dalam kotak pendeteksi diganti dengan *depth-wise* konvolusion. Berdasarkan *framework* SSD Lite, SSD Lite-MobilenetV2 yang diusulkan untuk menggunakan MobilenetV2 sebagai jaringan dasar menggambarkan struktur jaringan SSD Lite-MobilenetV2 [9]. Terdapat rangkaian gambar *Architecture of SSD Lite* pada Gambar 2.4.

Detektor satu tahap yang dikenal sebagai *single shot detectors*, seperti SqueezeDet, SSD, YOLO, hanya memerlukan satu langkah melalui jaringan untuk memprediksi semua kotak pembatas, membuatnya cocok untuk penggunaan inferensi yang efisien pada perangkat terbatas seperti perangkat tepi. Kategori ini,

SSDLite merupakan varian SSD yang efisien dan SSDLite adalah model umum yang digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk deteksi plat nomor, mobil, wajah, dan tangan.



Gambar 2.5 Architecture Of SSD Lite [9].

SSDLite adalah model berkegunaan umum; beberapa aplikasi dari model ini meliputi deteksi plat nomor, deteksi mobil, deteksi wajah, deteksi tangan, hanya beberapa di antaranya.

2.8 Google Colaboratory

Google Colaboratory adalah sebuah proyek yang bertujuan untuk menyebarkan pendidikan dan penelitian *machine learning* [17]. Buku catatan kolaboratoris didasarkan pada Jupyter dan berfungsi sebagai objek Google Dokumen dapat dibagikan dan pengguna dapat berkolaborasi di buku catatan yang sama. Colaboratory menyediakan *runtime* Python 2 dan 3 yang telah dikonfigurasi sebelumnya dengan pustaka *machine learning* dan *artificial intelligence* yang penting, seperti TensorFlow dan Matplotlib. Mesin virtual di bawah *runtime* (VM) dinonaktifkan setelah jangka waktu tertentu, dan semua data dan konfigurasi pengguna hilang, namun *notebook* tersebut dipertahankan dan memungkinkan untuk mentransfer *file* dari *hard disk* VM ke akun Google Drive pengguna [15].

Google Colaboratory mempunyai 4 virtual GPU yaitu Nvidia Tesla K80s, T4s, P4s, dan P100s. Hanya GPU Nvidia Tesla K80s yang dapat digunakan secara gratis, sisanya harus menggunakan Google Colaboratory yang versi berbayar. Penggunaan Google Colaboratory yang gratis disediakan juga *memory* GPU sebesar 12 GB, RAM sebesar 25 GB, dan *temporary disk* sebesar 107 GB. Penggunaan Google Colaboratory yang versi gratis maka waktu proses yang dapat digunakan hanya selama 12 jam, setelah itu *cooldown* selama 12 jam. Masa *cooldown* tidak bisa menggunakan Google Colaboratory sehingga harus menunggu

untuk menggunakannya kembali.

2.9 Optimalisasi Model

Perangkat dengan sistem tertanam seperti *handphone* dan Raspberry Pi sering kali memiliki memori atau daya komputasi yang terbatas. Berbagai pengoptimalan dapat diterapkan ke model agar dapat dijalankan dalam batasan ini. Beberapa pengoptimalan memungkinkan penggunaan perangkat keras khusus untuk inferensi yang dipercepat [16].

Tujuan dari optimalisasi model adalah untuk mengurangi ukuran *file*, mengurangi latensi, dan kompatibilitas akselerator. Optimalisasi model bekerja dengan mengurangi ketepatan dari angka yang digunakan untuk merepresentasikan parameter model. Efek yang terjadi adalah model ukuran menjadi lebih kecil dan komputasi menjadi lebih cepat.

2.10 Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis *cloud* yang fokus pada kecepatan dan keamanan. Telegram dirancang untuk memudahkan pengguna saling berkiriman pesan teks, audio, video, gambar dan *sticker* dengan aman [14].

Secara *default*, seluruh konten yang ditransfer dienkripsi berstandar internasional. Pesan yang terkirim sepenuhnya aman dari pihak ketiga bahkan dari Telegram. Bukan hanya teks, gambar dan video, Telegram juga bisa jadi sarana untuk mengirimkan dokumen, musik, berkas zip, lokasi *real-time* dan kontak yang tersimpan ke perangkat orang lain. Telegram merupakan aplikasi berbasis *cloud*, yang memudahkan penggunanya dapat mengakses satu *account* Telegram dari perangkat yang berbeda dan secara bersamaan [22].

2.11 Evaluasi dan Validasi Algoritma Klasifikasi Data Mining

Pengukuran akurasi algoritma klasifikasi dapat menggunakan metode yang *cross validation*, *confusion matrix*, dan kurva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Mengembangkan aplikasi (*development*) berdasarkan model yang dibuat, digunakan *Rapid Miner*.

1. *Cross Validation*

Cross validation adalah pengujian standar yang dilakukan untuk memprediksi *error rate*. Data *training* yang ada dibagi secara acak ke dalam beberapa bagian dengan perbandingan yang sama, kemudian *error rate* dihitung bagian demi bagian, selanjutnya menghitung rata-rata seluruh *error rate* untuk mendapatkan *error rate* secara keseluruhan.

2. Confusion Matrix

Metode ini hanya menggunakan Tabel matriks seperti pada Tabel 2.1, jika *dataset* hanya terdiri dari dua kelas, kelas yang satu dianggap sebagai positif dan yang lainnya negatif [23]. Evaluasi dengan *confusion matrix* menghasilkan nilai *accuracy*, *F-Score*, *precision*, dan *recall*. *Accuracy* merupakan prediksi benar dengan keseluruhan data, sedangkan *precision* adalah rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif. *Recall* adalah rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif. *F-Score* merupakan perbandingan rata-rata presisi dan *recall* yang dibobotkan. Menghitung beberapa parameter didalam *confusion matrix* menggunakan persamaan 2.1 sampai dengan Persamaan 2.4

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2.1)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2.2)$$

$$F - Score = \frac{2 \times (Precision \times Recall)}{Precision + Recall} \quad (2.3)$$

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN} \times 100\% \quad (2.4)$$

Persamaan 2.1 sampai 2.4 terdapat keterangan TP, FP, FN dan TN. TP menyatakan *true positives*, FP menyatakan *false positives*, FN menyatakan *false negatives* dan TN menyatakan *true negatives*. Model *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Model *Confusion Matrix*

<i>Correct Classification</i>	<i>Classifie as</i>	
	+	-
+	<i>True Positives</i>	<i>False Negatives</i>
-	<i>False Positives</i>	<i>True Negatives</i>

3. Kurva ROC

Kurva ROC menunjukkan akurasi dan membandingkan klasifikasi secara visual. ROC mengekspresikan *confusion matrix*. ROC adalah grafik dua dimensi dengan *false positives* sebagai garis *horizontal* dan *true positives* sebagai garis *vertical* (Vecellis, 2009). *The area under curve* (AUC) dihitung untuk mengukur perbedaan performansi metode yang digunakan. AUC dihitung menggunakan persamaan 2.5 dan 2.6.

$$\theta^r = \frac{1}{mn} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \psi(x_i^r, x_j^r) \quad (2.5)$$

dimana:

$$(X, Y) = \begin{cases} 1 & Y < X \\ \frac{1}{2} & Y = X \\ 0 & Y > X \end{cases} \quad (2.6)$$

K merupakan jumlah algoritma klasifikasi yang dikomparasi, X merupakan *output* positif, dan Y merupakan *output* negatif.

2.12 Kajian Pustaka

Bagian pendahuluan kajian pustaka ini membahas tinjauan literatur sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian tentang sistem deteksi manusia untuk meningkatkan keamanan rumah. Sistem keamanan rumah menggunakan raspberry pi sebagai perangkat komputasi utama. Penelitian selanjutnya menggunakan raspberry pi dan model SSD-MobileNetV2 untuk klasifikasi jenis kendaraan. Sistem tersebut bertujuan untuk menghitung kendaraan yang masuk ke plabuhan merak berbasis *real-time* kemudian hasil klasifikasi dikirimkan ke MySQL. Hasil akurasi yang didapat menghasilkan rata-rata akurasi 99,405% untuk semua jenis kendaraan. Akurasi pengiriman data ke database menghasilkan rata-rata akurasi 84,661%. Hasil FPS yang didapat rata-rata 2.6 FPS [2].

Sensor PIR dan sensor buzzer digunakan sebagai alat masukan untuk sistem yang sedang berjalan, sedangkan kamera pi berfungsi untuk mengambil gambar dalam situasi tertentu. Sistem ini mengintegrasikan webserver di raspberry pi dan aplikasi Android yang terhubung melalui protokol IP. Sistem ini diberi nama sistem RO. Hasil dari eksperimen smarthome ini adalah sebuah solusi keamanan rumah untuk pemantauan jarak jauh melalui smartphome. Sistem RO mampu mendeteksi

objek hingga jarak 6 meter. Sensor PIR dan sensor buzzer memiliki waktu respons kurang dari 0,4 detik dan akurasi sensor mencapai 98,598, yang berkontribusi pada peningkatan kinerja alat keamanan rumah [3].

Sebagai hasilnya, dilakukan penelitian untuk membangun sistem keamanan rumah dengan menerapkan metode Waterfall. Sistem keamanan ini menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, setelah gerakan terdeteksi, Raspberry Pi memberi instruksi pada kamera untuk mengambil gambar dan mengirimkannya ke API Telegram, lalu ke Aplikasi Telegram. Ketika gambar terkirim, Raspberry Pi memicu speaker sebagai alarm peringatan. Pengguna juga memiliki kemampuan untuk memberikan perintah kepada Raspberry Pi untuk mengambil gambar atau video. Jarak maksimal yang dapat dideteksi oleh sensor PIR adalah 5 meter, sehingga jika objek berada lebih dari 5 meter jauhnya, sensor PIR tidak dapat mendeteksi pergerakan. Sensor PIR memiliki sudut sensitivitas yang bekerja pada kisaran sudut 45° hingga 135° [4].

Kamera Pi dipasang pada Raspberry Pi dengan sensor Passive Infrared dan lainnya. Kamera mengambil gambar di depan pintu, lalu pengenalan wajah dilakukan menggunakan Lokal Biner Pola (LBP), jika gambar cocok dengan anggota rumah atau orang yang dikenali, pintu terbuka; jika tidak, tetap terkunci. Gambar orang tak dikenal dikirim melalui email ke pemilik rumah. Sistem ini memberi informasi *real-time* tentang orang tak dikenal di dekat pintu, membantu pengguna mengambil Tindakan [5].

Penelitian sistem keamanan tempat parkir rumah berbasis Raspberry Pi 3 dengan layanan *email* gratis yaitu Gmail. Hasil pengujian sistem, deteksi gerakan dan pengambilan foto berhasil dengan nilai rata-rata 100% pada kondisi pagi, siang, dan malam. Sensor PIR memiliki jarak maksimum deteksi gerakan hingga 6 meter. Kontrol kamera untuk mengambil foto atau video menggunakan bot juga berhasil dengan nilai rata-rata keberhasilan 100%. Pengujian QoS, nilai rata-rata *delay* pada pengambilan foto dan video adalah 2,09 detik pada kondisi pagi, 2,41 detik pada siang hari, dan 2,30 detik pada malam hari. Pengujian *throughput* menunjukkan kecepatan rata-rata masing-masing sebesar 535.6 kB/s [6].

Penelitian berikut ini menggunakan sistem *Internet of Things (IoT)*. Tersedianya semakin banyak perangkat Internet of Things (IoT) di organisasi

publik dan pribadi juga memberikan solusi pengawasan pintar dan aman untuk pemantauan waktu nyata di ruang publik. sistem pengawasan kerumunan berbasis IoT yang menggunakan model pembelajaran mendalam untuk mendeteksi dan menghitung orang dengan menggunakan perspektif pandangan dari atas. Model Detektor Kotak Multibox Tunggal (SSD) dengan Mobilenetv2 sebagai jaringan dasarnya digunakan untuk mendeteksi manusia. Akurasi model deteksi ditingkatkan dengan pendekatan transfer *learning*. Dua garis virtual ditentukan untuk menghitung berapa banyak orang yang keluar dan masuk ke dalam adegan. Hasil menunjukkan bahwa transfer *learning* meningkatkan kinerja deteksi keseluruhan dari sistem dengan akurasi 95% [7].