

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas dasar-dasar teori berkaitan dengan penelitian dan peneliti-peneliti sebelumnya. Penelitian ini dibuat dengan adanya teori pendukung yang digunakan, berikut merupakan beberapa teori pendukung yang digunakan.

#### 2.1 Definisi Api dan Kebakaran

Definisi api menurut *National Fire Protection Association (NFPA)* adalah suatu masa zat yang berpijar yang dihasilkan dalam proses kimia oksidasi yang berlangsung dengan cepat dan disertai pelepasan energi atau panas. Kebakaran merupakan kejadian yang muncul dari adanya api yang tidak terkontrol yang disebabkan oleh konsleting listrik, rokok, dan bahan kimia. Segitiga Api yaitu oksigen, bahan yang dapat terbakar (bahan bakar), dan peningkatan suhu, ketiga unsur tersebut apabila tidak segera diatasi dapat menyebabkan terjadinya kebakaran yang serius. Api tidak terjadi begitu saja namun terdapat suatu proses kimiawi antara uap bahan bakar, panas, dan oksigen yang dikenal dengan teori segitiga api (*fire triangle*). [12]



**Gambar 2.1** Segitiga Api (Fire Triangle) [12]

## 2.2 Kontur Api

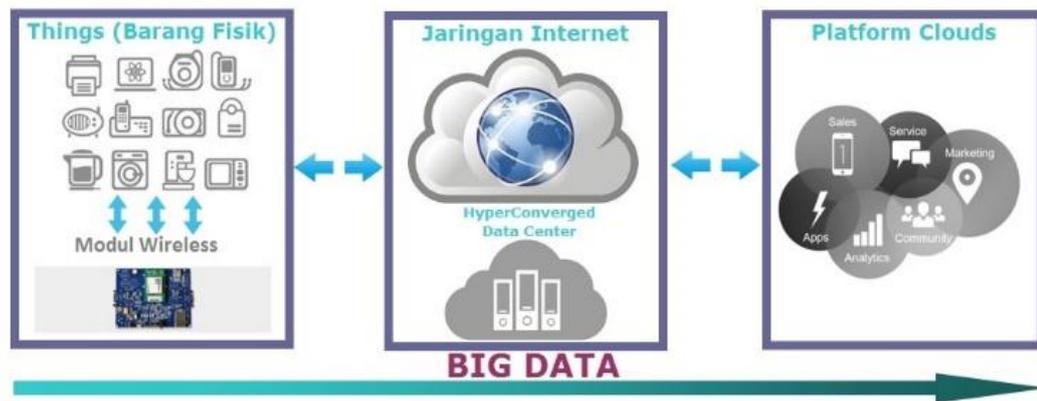
Kontur api merujuk pada pola atau bentuk visual yang dihasilkan oleh api ketika sedang membakar. Ini dapat meliputi berbagai aspek, seperti intensitas cahaya, warna, tingkat kecerahan, dan struktur visual yang dihasilkan oleh api dalam berbagai kondisi. Kontur api dapat berubah-ubah sesuai dengan jenis bahan yang terbakar, suhu api, kondisi lingkungan, dan faktor-faktor lainnya.

## 2.3 Internet Of Things (IOT)

*Internet Of Things* atau sering disebut IoT adalah sebuah konsep atau skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. "A Things" pada *Internet of Things* dapat didefinisikan sebagai subjek misalkan orang dengan *monitor implant* jantung, hewan peternakan dengan *transponder biochip*, sebuah mobil yang telah dilengkapi *built-in* sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi *machine-to-machine* (M2M) di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau "*smart*". Dalam perkembangannya sebuah benda dapat diberi pengenalan berupa *IP address* dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki pengenalan *IP address*.

Cara Kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara

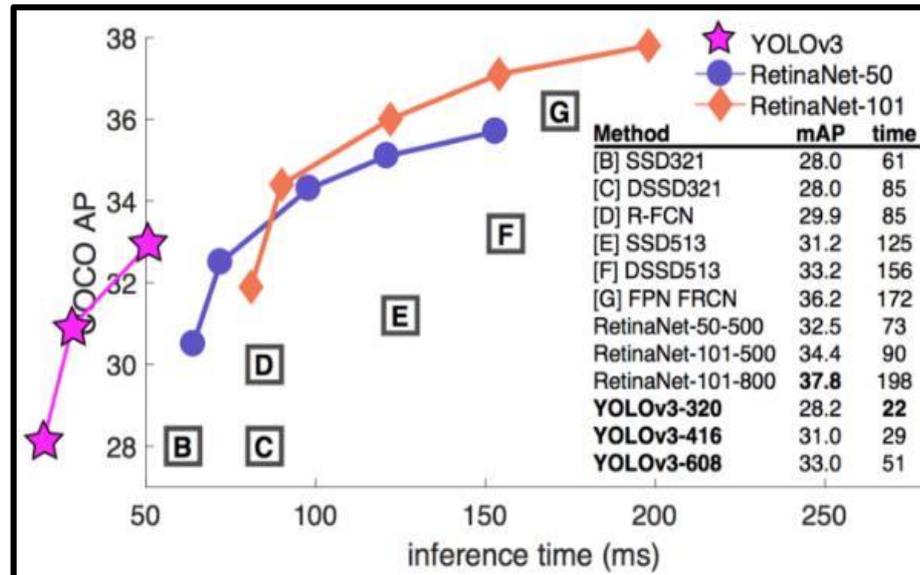
otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.[13]



**Gambar 2. 2** Konsep *Internet Of Things* [13]

#### 2.4 *You Only Look Once (YOLO)*

*You Only Look Once (YOLO)* adalah salah satu algoritma deteksi objek berbasis Deep Learning yang dikembangkan pertama kali oleh Redmon et al. pada tahun 2015. YOLO merupakan algoritma deteksi objek yang berasal dari pengembangan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Algoritma ini merupakan algoritma deteksi objek “*One-stage Detector*” pertama yang berbasis *Deep Learning*. YOLO juga merupakan sebuah algoritma untuk sistem pendeteksian objek, yang ditargetkan untuk pemrosesan secara realtime dan meringkaskan pendeteksian objek untuk diproses dalam menentukan klasifikasi pada tujuan tertentu. [14]



**Gambar 2.3** Performa YOLO V3 [14]

Berikut adalah langkah-langkah kerja secara umum dalam algoritma YOLO:

- **Persiapan Data:** Data pelatihan yang terdiri dari citra dan anotasi bounding box serta label objek yang diketahui.
- **Pembagian Grid:** Citra dibagi menjadi grid dengan ukuran tertentu. Setiap grid akan bertanggung jawab untuk mendeteksi objek yang berada di dalamnya.
- **Prediksi Bounding Box dan Kelas Objek:** Pada setiap grid, algoritma YOLO akan memprediksi beberapa bounding box dan label kelas objek yang mungkin ada di dalamnya. Setiap bounding box diberi skor yang menunjukkan tingkat keyakinan (confidence score) bahwa kotak tersebut berisi objek.
- **Non-Maximum Suppression:** Langkah ini dilakukan untuk mengurangi duplikasi dan memilih kotak pembatas yang paling akurat. Bounding box yang tumpang tindih atau memiliki skor confidence yang rendah akan dihapus.

- Deteksi Objek: Setelah langkah non-maximum suppression dilakukan, objek yang telah terdeteksi akan dihasilkan dengan kotak pembatas yang akurat serta label kelas objek yang sesuai.

Kelebihan dari algoritma YOLO adalah kemampuannya untuk mendeteksi objek secara *realtime* dengan kecepatan tinggi dan akurasi yang baik. Metode ini memperlakukan deteksi objek sebagai masalah regresi, sehingga menghasilkan prediksi *bounding box* dan kelas objek secara langsung dalam satu langkah.[15]

Pada penelitian yang akan dilakukan, penulis menggunakan algoritma YOLO V3 dikarenakan memiliki performa yang cukup baik jika dibandingkan dengan metode deteksi objek lainnya dengan waktu pembelajaran yang tercepat. Berikut adalah gambar perbandingan algoritma YOLO V3 dengan algoritma lainnya.

## 2.5 *You Only Look Once (YOLO) V3*

YOLO V3 merupakan salah satu pengembangan algoritma YOLO yang menggunakan Darknet-53 sebagai *feature extractor*-nya. Darknet-53 memiliki 53 lapisan konvolusi, berbeda dengan Darknet-19 yang digunakan oleh YOLO v2, yang hanya memiliki 19 lapisan konvolusi [16]. Selain 53 lapisan Darknet-53 yang digunakan untuk mengekstraksi fitur dari citra masukan, terdapat 53 lapisan lain untuk melakukan proses deteksi, yang menjadikan total lapisan pada YOLO v3 menjadi 106 lapisan. Berikut adalah gambar persamaan arsitektur Darknet-53 [17].

	Type	Filters	Size	Output
	Convolutional	32	$3 \times 3$	$256 \times 256$
	Convolutional	64	$3 \times 3 / 2$	$128 \times 128$
1x	Convolutional	32	$1 \times 1$	$128 \times 128$
	Convolutional	64	$3 \times 3$	
	Residual			
	Convolutional	128	$3 \times 3 / 2$	$64 \times 64$
2x	Convolutional	64	$1 \times 1$	$64 \times 64$
	Convolutional	128	$3 \times 3$	
	Residual			
	Convolutional	256	$3 \times 3 / 2$	$32 \times 32$
8x	Convolutional	128	$1 \times 1$	$32 \times 32$
	Convolutional	256	$3 \times 3$	
	Residual			
	Convolutional	512	$3 \times 3 / 2$	$16 \times 16$
8x	Convolutional	256	$1 \times 1$	$16 \times 16$
	Convolutional	512	$3 \times 3$	
	Residual			
	Convolutional	1024	$3 \times 3 / 2$	$8 \times 8$
4x	Convolutional	512	$1 \times 1$	$8 \times 8$
	Convolutional	1024	$3 \times 3$	
	Residual			
	Avgpool		Global	
	Connected		1000	
	Softmax			

**Gambar 2.4** Arsitektur DarkNet-53

## 2.6 Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah alat yang digunakan dalam evaluasi kinerja model klasifikasi dalam machine learning dan statistik. Ini adalah tabel yang memungkinkan kita untuk memahami sejauh mana model klasifikasi kita berhasil memprediksi kelas target yang benar dan sejauh mana model tersebut melakukan kesalahan.

**Tabel 2.1** *Confusion Matrix*

		Nilai Aktual	
		Positive	Negative
Nilai Prediksi	Positive	<b>TP</b>	<b>FP</b>
	Negative	<b>FN</b>	<b>TN</b>

Rumus untuk perhitungan nilai akurasi dan presisi dapat menggunakan persamaan berikut [18] :

Pertama menghitung nilai akurasi untuk menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan data secara benar :

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} * 100\% \quad (2.1)$$

keterangan :

*TP* = *True Positive*, yaitu jumlah data positif dan diprediksi dengan benar oleh sistem.

*TN* = *True Negative*, yaitu jumlah data negatif dan diprediksi dengan benar sebagai negatif oleh sistem.

*FN* = *False Negative*, yaitu jumlah data positif namun diprediksi negatif oleh sistem.

*FP* = *False Positive*, yaitu jumlah data negatif namun diprediksi positif oleh sistem.

Selanjutnya, kita menghitung nilai presisi menggunakan rumus :

$$Presisi = \frac{TP}{FP+TP} * 100\% \quad (2.2)$$

keterangan :

*TP* = *True Positive*, yaitu jumlah data positif dan diprediksi dengan benar oleh sistem.

*TN* = *True Negative*, yaitu jumlah data negatif dan diprediksi dengan benar sebagai negatif oleh sistem.

*FN* = *False Negative*, yaitu jumlah data positif namun diprediksi negatif oleh sistem.

*FP* = *False Positive*, yaitu jumlah data negatif namun diprediksi positif oleh sistem.

Kemudian, kita menghitung nilai recall menggunakan rumus :

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

keterangan :

*TP* = *True Positive*, yaitu jumlah data positif dan diprediksi dengan benar oleh sistem.

*TN* = *True Negative*, yaitu jumlah data negatif dan diprediksi dengan benar sebagai negatif oleh sistem.

Berikut adalah langkah kerja umum untuk Algoritma YOLOv3:

- Praproses Citra: Citra masukan diubah menjadi format yang dapat diterima oleh YOLOv3, seperti normalisasi, penyesuaian ukuran, dan pemuatan ke memori.
- Ekstraksi Fitur: Citra dimasukkan ke dalam jaringan konvolusi Darknet-53 untuk ekstraksi fitur. Jaringan ini terdiri dari beberapa blok konvolusi

residual yang memungkinkan deteksi objek pada berbagai skala dan tingkat kompleksitas.

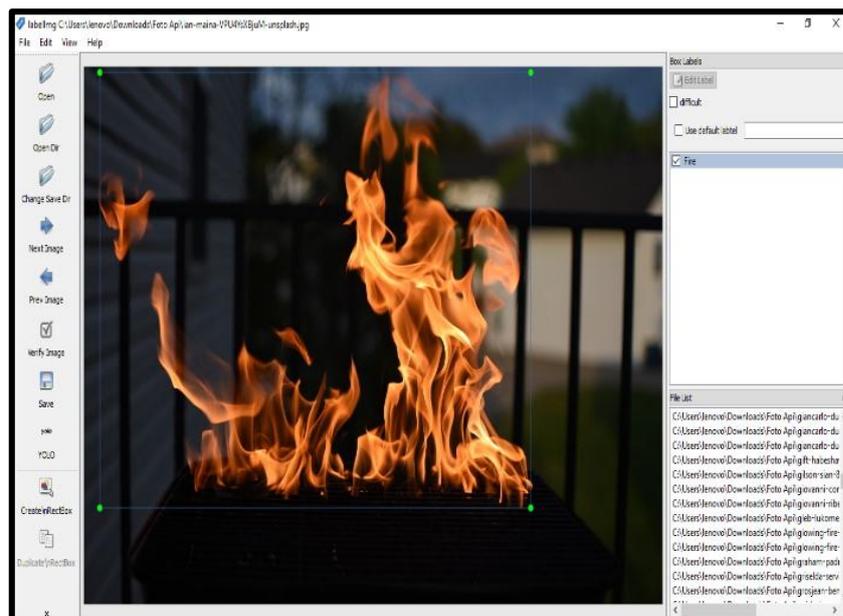
- **Prediksi Lokalisasi dan Kelas Objek:** Setelah ekstraksi fitur, YOLOv3 menggunakan lapisan konvolusi terakhir untuk memprediksi kotak pembatas (bounding box) dan skor kepercayaan (confidence score) untuk setiap kelas objek yang mungkin ada di dalam citra.
- **Non-Maximum Suppression:** Untuk mengurangi tumpang tindih dan memilih kotak pembatas yang paling akurat, langkah ini digunakan untuk menghapus kotak pembatas yang tidak relevan dan mempertahankan kotak pembatas dengan skor kepercayaan yang tinggi.
- **Deteksi Objek:** Setelah langkah non-maximum suppression dilakukan, objek yang telah terdeteksi akan dihasilkan dengan kotak pembatas yang akurat serta label kelas objek yang sesuai.

Perbedaan utama antara YOLOv3 dan versi sebelumnya, seperti YOLO dan YOLO9000, adalah penggunaan arsitektur Darknet-53 yang lebih dalam dan kemampuan untuk mendeteksi objek pada berbagai skala dengan penggunaan lapisan skala berbeda (*multi-scale feature maps*). [19]

## 2.7 Proses Anotasi

Proses Anotasi adalah proses memberi label pada gambar dengan cara memberikan bounding box atau kotak batas beserta nama class pada objek yang ada di setiap citra. Proses anotasi data diawali dengan membuat bounding box dalam suatu file gambar. Proses anotasi atau proses labelling ini bertujuan untuk menentukan kelas yang nantinya akan dibaca oleh kamera. Pada penelitian yang

akan penulis lakukan terdapat dua kelas yang diatur yaitu api (Fire). Hasil keluaran dari proses anotasi ini adalah sebuah file data yang berisi informasi letak kotak batas berupa koordinat anotasi dalam format file.txt. Gambar yang telah dilakukan anotasi diletakkan pada suatu folder yang sama dan diekstrak menjadi file .ZIP. Pada proses anotasi perlu menggunakan gambar yang jelas dan tidak blur dengan tujuan agar saat proses training data dihasilkan data yang maksimal dan model yang dihasilkan memiliki akurasi yang tinggi. Semakin jelas gambar saat proses anotasi maka semakin tinggi juga akurasi yang dihasilkan. Selain gambar yang jelas, juga diperlukan pengambilan data dari bentuk yang beragam dan sudut pandang yang berbeda agar dapat mendapatkan akurasi yang tinggi.[20]

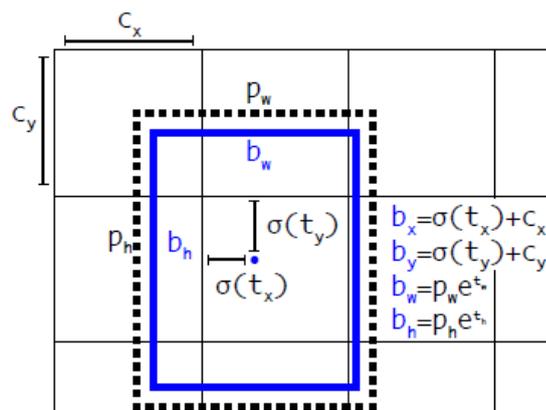


**Gambar 2.5** Proses Anotasi [20]

## 2.8 Anchors Box dan Bounding Box

*Anchor box* adalah sebuah kotak referensi yang digunakan oleh algoritma pendeteksian objek untuk memprediksi lokasi dan ukuran objek dalam citra atau

video. *Anchor box* dapat memiliki beberapa ukuran dan proporsi yang berbeda dan digunakan oleh algoritma untuk menyesuaikan dengan variasi ukuran dan proporsi objek dalam citra atau video. *Anchor box* digunakan untuk mengoptimalkan deteksi objek dalam citra atau video dan memperbaiki kelemahan deteksi objek pada variasi ukuran dan proporsi objek yang berbeda. Sedangkan pengertian dari *Bounding box* adalah kotak yang mengelilingi objek yang ingin dideteksi dalam citra atau video. *Bounding box* memiliki koordinat yang ditentukan oleh koordinat pojok kiri atas dan pojok kanan bawah dari kotak yang melingkupi objek tersebut. *Bounding box* juga dapat memiliki label atau kelas yang mengidentifikasi objek yang terdeteksi.[21]



**Gambar 2.6** *Anchor Box* dan *Bounding Box* [21]

Berdasarkan gambar diatas, untuk merepresentasikan Anchors Box dalam konteks deteksi objek adalah sebuah kotak atau persegi panjang dengan garis putus-putus atau garis titik-titik. Sedangkan untuk merepresentasikan Bounding Box dalam konteks deteksi objek adalah sebuah kotak atau persegi panjang dengan garis solid atau garis tebal berwarna biru.

## 2.9 Data Training

Proses data *training* adalah proses dimana Neural Network akan dilatih untuk mempelajari pola dari suatu object yang akan dideteksi nantinya agar dapat digunakan untuk melakukan pengenalan deteksi objek api dengan memiliki akurasi yang tinggi. Data *training* ini biasanya terdiri dari ribuan hingga jutaan citra yang dilabeli secara manual, dan semakin banyak data training yang digunakan, semakin baik performa model YOLO dalam melakukan tugas deteksi objek pada citra. Pada saat proses data *training* terdapat beberapa proses yang kompleks salah satunya adalah *Intersection over Union* (IoU). Proses data *training* ini juga penulis akan melakukan secara *online* dengan melatih dataset menggunakan *google collab*. Pertama perlu mengaktifkan *Graphics Processing Unit* (GPU) pada *google collab*[18]. Setelah itu dapat menghubungkan *google collab* ke *Google Drive* dengan *coding* seperti dibawah ini.



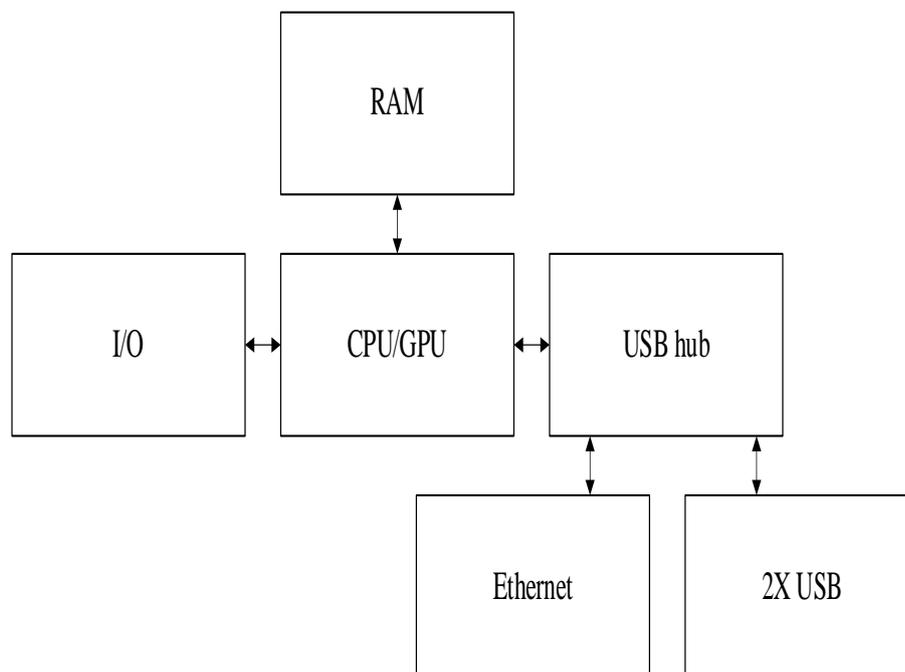
```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/gdrive')
!ln -s /content/gdrive/My\ Drive/ /mydrive
!ls /mydrive
```

**Gambar 2.7** Code Connect Google Collab ke Google Drive

## 2.10 Raspberry Pi

Raspberry Pi umumnya disebut juga RasPi adalah sebuah SBC (*Single Board Computer*) yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris (UK) dengan maksud untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah-sekolah. Termasuk kategori operasi sistem komputer seukuran kartu kredit yang mudah di program dan digunakan bahkan untuk orang yang tidak memiliki latar belakang

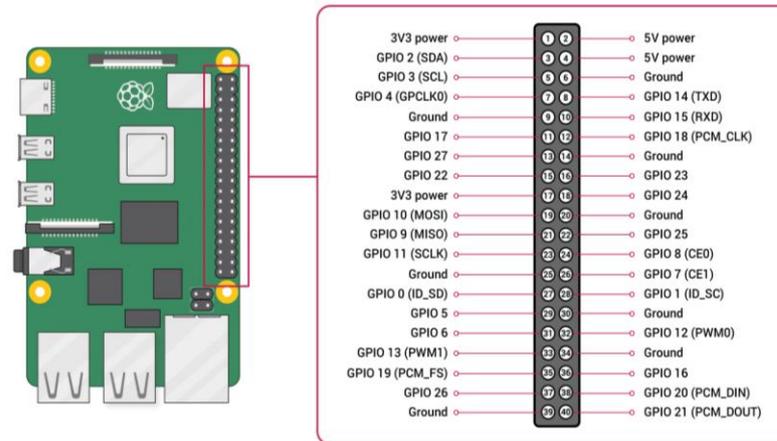
pemrograman. Raspberry Pi diluncurkan pertama kali pada 29 Februari 2012. Raspberry Pi memiliki dua model, model A dan model B. Model A menggunakan memory 256 MB dan model B 512 MB. Selain itu model B juga sudah dilengkapi dengan ethernet port (kartu jaringan) yang tidak terdapat di model A. Ada beberapa sistem operasi luar biasa yang bisa digunakan di Raspberry pi, yaitu Linux Debian, Arch Linux ARM, Raspbmc, OpenELEC, dan Android. Raspberry juga memiliki konektor GPIO (*General Purpose Input Output*) yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam alat atau sensor, ram sebesar 1 GB, port usb 4 buah, Ethernet *shield*, dan sebuah colokan HDMI untuk koneksi ke monitor.[22]



**Gambar 2.8** Modul Raspberry Pi 4 Model B [22]

Raspberry Pi memiliki *General Purpose Input Output* atau yang biasa di singkat GPIO sebanyak 40 pin, yang berguna untuk fungsi Input atau *Output* untuk sensor dan keperluan lain. Cara menggunakan fungsinya untuk projek kali ini dengan menuliskan di Program pin berapa yang di pakai dengan menggunakan fungsi *MotionSensor()*. Sensor yang digunakan memiliki 3 kabel dan harus

terkonek ke 3 pin, yang pertama harus konek ke pin GPIO, pin 2 ke ground, dan pin 3 ke pin 5 Volt. Beberapa pin juga memiliki fungsi khusus : PWM (*Pulse Width Modulation*) : GPIO12, GPIO13 GPIO18 GPIO19. Berfungsi untuk mengatur motor servo DC. Berikut Gambar 2.8 untuk memperjelas urutan pin yang ada di Raspberry Pi.



**Gambar 2.9** Denah Pin GPI Raspberry Pi [22]

**Tabel 2.2** Spesifikasi Raspberry Pi 4 Model B

<i>Processor</i>	Broadcom BCM2711, Quad-Core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
<i>Memory</i>	1GB, 2GB or 4GB LPDDR4 ( <i>depending on model</i> )
<i>Connectivity</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac <i>wireless LAN</i></li> <li>Bluetooth 5.0, BLE</li> <li>Gigabit Ethernet</li> <li>Port USB, 2 Port USB 3.0 dan 2 Port USB 2.0.</li> </ol>
<b>GPIO</b>	<i>Standard 40-pin GPIO header (fully backwards-compatible with previous boards)</i>
<i>Video dan Sound</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2 x micro HDMI ports (up to 4Kp60 <i>supported</i>)</li> <li>2-lane MIPI DSI <i>display port</i></li> <li>2-lane MIPI CSI <i>camera port</i></li> <li>4-pole <i>stereo audio and composite video port</i></li> </ol>
<b>Multimedia</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>H.265 (4Kp60 <i>decode</i>)</li> <li>H.264 (1080p60 <i>decode</i>, 1080p30 <i>encode</i>);</li> <li>OpenGL ES, 3.0 <i>graphics</i></li> </ol>
<i>SD Card Support</i>	<i>Micro SD card slot for loading OS dan data storage</i>

<i>Input Power</i>	5V DC via USB-C <i>connector</i> (minimum 3A) 5V DC via USB-C <i>connector</i> (minimum 3A <sup>1</sup> ) 5V DC via GPIO <i>header</i> (minimum 3A <sup>1</sup> ) <i>Power over Ethernet (PoE) - enabled (requires separate PoE HAT)</i>
<i>Environment</i>	Suhu Operasi 0 - 50° C

Raspberry Pi 3 dan Raspberry Pi 4 adalah dua model dari seri komputer papan tunggal Raspberry Pi yang populer. Berikut adalah perbandingan antara keduanya:

1. Performa Prosesor:

- Raspberry Pi 3: Raspberry Pi 3 menggunakan prosesor ARM Cortex-A53 quad-core 1.2 GHz.
- Raspberry Pi 4: Raspberry Pi 4 menggunakan prosesor ARM Cortex-A72 quad-core 1.5 GHz. Prosesor ini lebih kuat dan memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan Raspberry Pi 3.

2. Memori:

- Raspberry Pi 3: Raspberry Pi 3 memiliki 1 GB RAM, yang memadai untuk banyak tugas umum.
- Raspberry Pi 4: Raspberry Pi 4 tersedia dalam pilihan RAM 2 GB, 4 GB, atau 8 GB. Opsi RAM yang lebih besar pada Raspberry Pi 4 memungkinkan untuk menjalankan aplikasi yang lebih berat dan multitasking yang lebih lancar.

### 3. Kecepatan Koneksi:

- Raspberry Pi 3: Raspberry Pi 3 memiliki port Ethernet 10/100 Mbps dan dukungan Wi-Fi 802.11n.
- Raspberry Pi 4: Raspberry Pi 4 memiliki port Ethernet Gigabit dan dukungan Wi-Fi 802.11ac, yang memberikan kecepatan jaringan yang lebih tinggi dan koneksi yang lebih stabil.

### 4. Grafis:

- Raspberry Pi 3: Raspberry Pi 3 menggunakan VideoCore IV GPU, yang cukup mampu menjalankan tugas-tugas grafis dasar.
- Raspberry Pi 4: Raspberry Pi 4 menggunakan VideoCore VI GPU, yang memberikan peningkatan besar dalam performa grafis. Raspberry Pi 4 mampu memainkan video 4K dengan lebih baik dan menangani tugas-tugas grafis yang lebih berat.

### 5. USB dan Port:

- Raspberry Pi 3: Raspberry Pi 3 memiliki 4 port USB 2.0, satu port HDMI, port audio 3,5 mm, dan slot kartu microSD.
- Raspberry Pi 4: Raspberry Pi 4 memiliki 2 port USB 2.0 dan 2 port USB 3.0, dua port micro HDMI, port audio 3,5 mm, dan slot kartu microSD. Tersedia juga port USB-C untuk daya.

### 6. Sistem Operasi:

- Raspberry Pi 3: Raspberry Pi 3 dapat menjalankan berbagai sistem operasi, termasuk Raspbian (Linux), Windows 10 IoT Core, dan berbagai distribusi Linux lainnya.

- Raspberry Pi 4: Raspberry Pi 4 juga kompatibel dengan berbagai sistem operasi yang sama seperti Raspberry Pi 3, tetapi versi sistem operasi yang diperbarui mungkin diperlukan untuk memaksimalkan potensi perangkat keras yang lebih kuat.

Perbedaan-perbedaan ini menunjukkan bahwa Raspberry Pi 4 memiliki keunggulan dalam hal performa, koneksi, grafis, dan fleksibilitas dengan opsi RAM yang lebih besar. Raspberry Pi 3 tetap merupakan pilihan yang baik untuk tugas-tugas sederhana atau proyek-proyek dengan kebutuhan yang lebih terbatas. Pemilihan antara keduanya tergantung pada kebutuhan spesifik dan tingkat performa yang diinginkan.

## 2.11 Webcam

Webcam atau web camera merupakan perangkat yang berupa sebuah kamera digital yang dihubungkan ke komputer atau laptop. Layaknya kamera pada umumnya, sebuah webcam dapat mengirimkan gambar-gambar secara live dari manapun ia berada ke seluruh penjuru dunia dengan bantuan internet. (Hermawan, 2019). Web adalah sistem layanan informasi diinternet yang berbasis grafis dan memungkinkan siapapun untuk berada 24 jam di internet.[23]



**Gambar 2.10** WebCam Logitech C922 Pro HD [23]

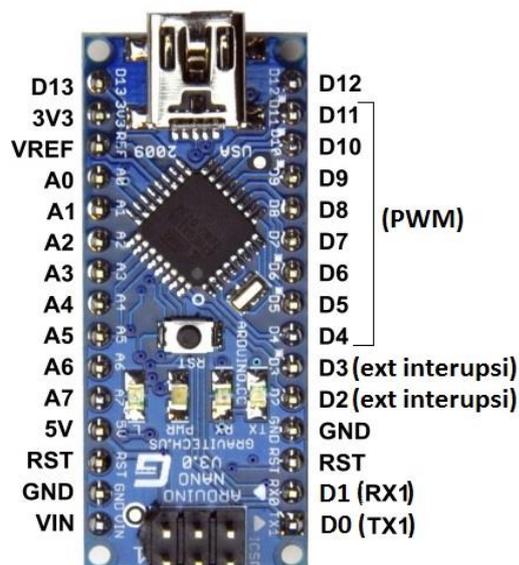
**Tabel 2.3** Spesifikasi WebCam Logitech C922 Pro HD

Resolusi Maksimal	1080p/30 fps - 720p/60 fps
Kamera	3 Mega Pixel
Jenis Fokus	Autofocus
Jenis Lensa	Kaca
Mikrofon Internal	Stereo
Jangkauan Mikrofon	Maks. 1 Meter
Bidang Pandang Diagonal (dFoV):	78°

## 2.12 Arduino Nano

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open- source, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan software dan bahasa sendiri. *Hardware* dalam arduino memiliki beberapa jenis, yang mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam setiap papannya. Penggunaan jenis arduino disesuaikan dengan kebutuhan, hal ini yang akan mempengaruhi dari jenis prosessor yang digunakan. Jika semakin kompleks perancangan dan program

yang dibuat, maka harus sesuai pula jenis kontroler yang digunakan. Arduino memiliki beberapa bagian. Bagian dari *board* arduino nano [24]. Adapun gambar bagian bagian Arduino nano ditunjukkan pada Gambar 2.11 dibawah ini.



**Gambar 2.11** Arduino Nano [24]

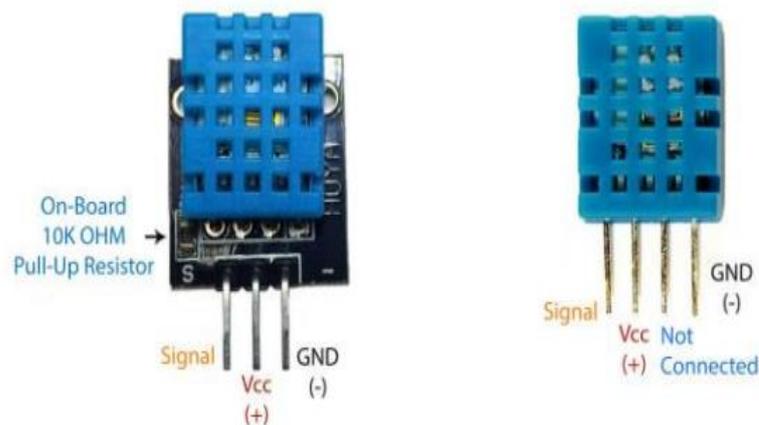
Pada *board* Arduino memiliki 14 digital *input* atau *output* (6 di antaranya dapat digunakan untuk PWM *output*), 6 analog *input*, 16 MHz osilator kristal, USB *connection*, *power jack*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Berikut spesifikasi yang terdapat pada Arduino Nano diuraikan pada Tabel 2.3 dibawah ini.

**Tabel 2.4** Spesifikasi Arduino Nano

Chip Mikrokontroler	ATmega328p
Tegangan Operasi	5 Volt
Tegangan Disarankan	7 – 12 Volt
Batas Tegangan	6 – 20 Volt
Pin I/O Digital	14 Pin
Pin PWM	6 Pin
Pin Input Analog	8 Pin
Memory Flash	32 KB(2 KB Untuk <i>Bootloader</i> )
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
Panjang x Lebar x Berat	4,3 cm x 1,8 cm x 5 gram

### 2.13 Sensor Suhu DHT22

Sensor DHT22 adalah salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembaban udara (*humidity*). DHT22 (juga dikenal sebagai AM2302) adalah sensor suhu dan kelembapan seperti DHT11, namun memiliki kelebihan seperti Output sudah berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit, DHT-22 lebih akurat dan presisi dalam hasil pengukuran dibanding DHT11, Range pengukuran suhu dan kelembapan yang lebih lebar dan mampu mentransmisikan sinyal output melewati kabel yang panjang (hingga 20m) sehingga cocok untuk ditempatkan di mana saja[25]. Gambar sensor DHT22 dapat dilihat pada Gambar 2.12 dibawah ini.



**Gambar 2.12** Sensor Suhu DHT22 [25]

**Tabel 2. 5** Spesifikasi Sensor DHT22

Catu Daya	3,3 V hingga 6 V
Konsumsi Arus	2,5mA
Sinyal Keluaran	Digital
Kisaran Suhu	Dari -40°C sampai 125°C
Akurasi	Mengukur suhu 25°C dengan variasi 0.5°C
Resolusi	Mengukur suhu 8-bit, 0,1°C
Kelembaban	Dapat diukur dari 0% RH sampai 100% RH
Kelembaban akurat	2-5% RH untuk suhu antara 0-50°C
Resolusi 0,1% RH	Tidak dapat mengambil variasi dibawahnya
Tingkat Pengambilan Sampel	2 sampel per detik: 2Hz

#### 2.14 Sensor Asap MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan modul yang dipakai untuk mendeteksi konsentrasi gas yang sifatnya mudah terbakar. Sensor MQ-2 memungkinkan untuk langsung diatur sensitivitasnya dengan memutar trimpot yang terdapat pada modul sensornya. Sensor MQ-2 sering digunakan sebagai modul deteksi kebocoran gas dalam ruangan. Gas yang dapat dideteksi diantaranya: Gas LPG, *i-butane*, *propane*, *methane*, *alcohol*, *hydrogen*, dan *smoke*. [26]

MQ-2



**Gambar 2.13** Sensor Asap MQ2

**Tabel 2.6** Spesifikasi Sensor Asap MQ2

Gas sensor	MQ-2
Chipset	LM393
Tegangan	5V DC
Ukuran/Dimensi	32mm x 22mm x 27mm
Power Consumption	150mA
DO Output	TTL digital 0 and 1 (0.1 and 5V)
AO Output	0.1 – 4 V

Untuk system pembacaan sensor MQ2 dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Analog voltage measured} = \frac{\text{ADC reading}}{\text{resolution of ADC}} * \text{System voltage} \quad (2.6)$$

Keterangan :

Analog voltage measured = tegangan analog yang diukur

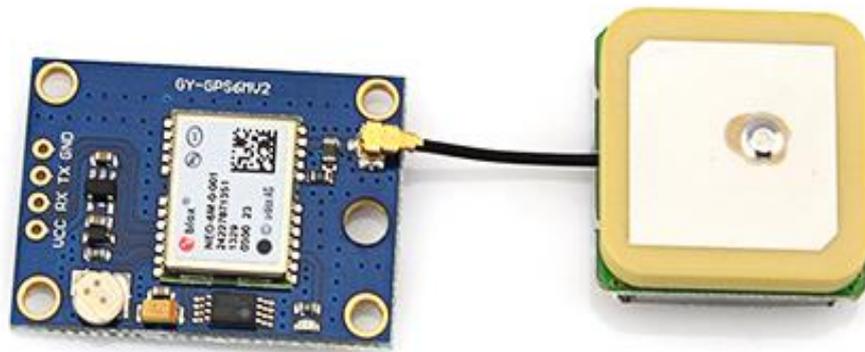
ADC reading = pembacaan analog digital converter pada sensor

Resolution of ADC = resolusi adc yang dibaca

System voltage = tegangan yang diberikan

### 2.15 Modul GPS NEO 6MV2

Seri modul NEO-6MV2 dikategorikan dalam keluarga penerima GPS yang berdiri sendiri yang menampilkan mesin ublox 6 kinerja tinggi. Penerima yang fleksibel dan hemat biaya ini menawarkan banyak pilihan konektivitas dalam paket miniatur 16 x 12.2 x 2.4 mm. Arsitekturnya yang ringkas dan opsi daya dan memori menjadikan modul NEO-6 ideal untuk perangkat seluler yang dioperasikan dengan baterai dengan batasan biaya dan ruang yang sangat ketat.



**Gambar 2.14** Modul GPS NEO 6MV2 [27]

Modul GPS Neo-6mV2 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13 diatas berfungsi sebagai penerima GPS (*Receiver*) yang dapat mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memroses sinyal dari satelit navigasi. Aplikasi dari modul ini melingkupi sistem navigasi, sistem keamanan terhadap kemalingan pada kendaraan atau perangkat bergerak, akuisisi data pada sistem pemetaan medan, penjejak lokasi atau *location tracking*. GPS adalah sistem satelit navigasi dan pemantauan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Ameika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu,

secara kontinu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, bagi banyak orang secara simultan. Saat ini GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi, kecepatan, percepatan ataupun waktu yang teliti. GPS dapat memberikan informasi posisi dengan ketelitian bervariasi dari beberapa milimeter (orde nol) sampai dengan puluhan meter [27]. Berikut spesifikasi dari modul GPS NEO 6MV2 ditunjukkan pada Tabel 2.6 dibawah ini.

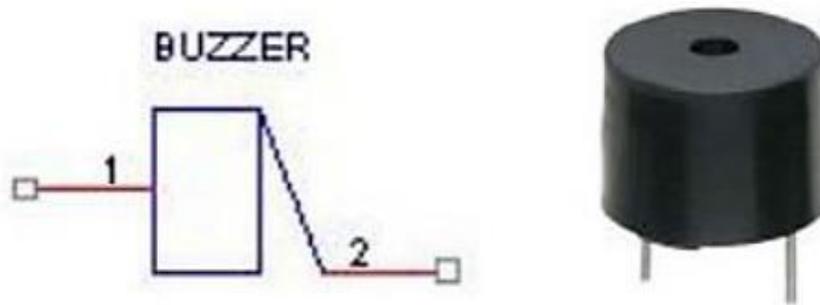
**Tabel 2.7** Spesifikasi Komponen GPS NEO 6MV2

Tipe penerima	50 kanal, GPS L1 <i>frekuensi</i> , C/A Code. SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS
Sensitivitas penjejak dan navigasi	-161 dBm (reakuisisi dari <i>blank-spot</i> : -160 dBm)
Sensitivitas saat baru memulai	-147 dBm pada <i>cold-start</i> , -156 dBm pada <i>hot start</i>
Kecepatan pembaharuan data atau <i>navigation update rate</i>	5 Hz
Akurasi penetapan lokasi GPS secara horisontal	2,5 meter (SBAS = 2m)
Rentang frekuensi pulsa waktu yang dapat disetel	0,25 Hz hingga 1 kHz
Akurasi sinyal pulsa waktu	RMS 30 ns (99% dalam kurang dari 60 ns) dengan granularitas 21 ns atau 15 ns saat terkompensasi

## 2.16 *Buzzer*

*Buzzer* adalah suatu alat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Pada umumnya *buzzer* digunakan untuk alarm, karena penggunaannya cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer akan mengeluarkan bunyi. Frekuensi suara yang di keluarkan oleh *buzzer* yaitu antara 1-5 KHz. Alarm berfungsi untuk memberitahukan jika terjadi suatu kejadian tidak sesuai dengan

yang diinginkan[28]. Alarm yang akan digunakan pada alat ini adalah alarm DC (*buzzer*).



**Gambar 2.15** Simbol dan Bentuk *Buzzer* [28]

**Tabel 2.8** Spesifikasi *Buzzer*

Tegangan kerja	4v-8v DC (optimal 5v)
Arus maksimal	30mA / 5vDC.
Kekuatan suara maksimal	85dB / 10cm.
Frek resonansi	2500 +/- 300hz.
Suhu kerja	-20 ~ +70 C.
Warna	Hitam
Diameter	1 Centimeter

### 2.17 Bot Telegram

Telegram berbasis web dan telegram.apk dibuat pada 2013 oleh dua bersaudara Rusia, Nikolai Durov dan Pavel Durov. Ini bukan pekerjaan pertama mereka karena mereka berpengalaman dan berpengalaman di dunia teknologi itu sendiri. Sebelumnya, keduanya berhasil membuat platform jejaring sosial bernama VKontakte yang cukup populer di Rusia. Namun, mereka berdua meninggalkan platform tersebut pada tahun 2014 setelah orang lain mengambil alih aplikasi tersebut. Telegram berbasis web dan telegram.apk dibuat sejak awal sebagai

platform nirlaba, meskipun pada prinsipnya perusahaan-perusahaan ini tidak termasuk dalam kategori organisasi nirlaba.[29]

Telegram dikategorikan sebagai layanan perpesanan instan berbasis *cloud* yang telah menjadi alat komunikasi untuk semua orang. Selain mengirim pesan, kita dapat mengembangkan sistem yang menggunakan fungsi bot (akun Telegram yang dikelola oleh suatu program). Chatbot (juga dikenal sebagai *talkbot*, *chatterbot*, *bot*, *IM-bot*, agen interaktif atau chatbot buatan) adalah aplikasi yang membantu menjawab beberapa pertanyaan dari pengguna secara otomatis. Chatbot sering digunakan dalam sistem dialog untuk berbagai tujuan praktis, termasuk layanan pelanggan atau pengumpulan data. Beberapa chatbot menggunakan pendekatan yang dapat mendeteksi penggunaan kata.[30]



**Gambar 2.16** Logo Aplikasi Telegram

Sumber: <https://www.telegram.org/>

## 2.18 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian-penelitian sebelumnya dalam sistem pendeteksian keberadaan api ditunjukkan pada **Tabel 2.8**

**Tabel 2.9** Penelitian Terdahulu

<b>Nama Peneliti</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Metode</b>	<b>Deskripsi</b>
Khusni Mubarak,dkk	Kaji Awal Pendeteksi Api Menggunakan Kamera Dengan Program <i>Machine Learning</i>	Machine Learning	Telah dilakukan penelitian guna mendeteksi api menggunakan kamera sebagai sensornya dan membuat detector Dalam penelitian tersebut didapat kesimpulan pendeteksi api dengan kamera memiliki respon yang cepat dengan rata-rata dala cahaya 130 lux sebesar 3,2 detik dan dalam cahaya 2 lux mampu mendeteksi dengan kecepatan 2,4 detik dengan hanya menampilkan gambar api yang bergerak sebentar saja sensor dapat langsung merespon
H Pranamurti ,dkk	<i>Fire Detection Use CCTV with Image Processing Based Raspberry Pi</i>	<i>Haar Cascade Clasifier</i>	Hasil dari penelitian ini bahwa intensitas cahaya yang lebih tinggi (64 lx) pada jarak 50 cm, sistem masih mendeteksi 8 api palsu dan 1 api asli dengan nilai akurasi sebesar 12.50%. Pada intensitas cahaya (36 lx) sistem mendeteksi 3 api palsu dan 1 api asli dengan nilai akurasi 33.30% dan pada intensitas cahaya yang gelap (0 lx) pada jarak 50 cm hasil deteksi jauh lebih baik dengan nilai akurasi 100%. Dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap akurasi pengukuran. Semakin terang cahaya

			semakin nilai akurasi yang didapat.
I Gede Saputra Widharma,dkk	Deteksi Api Kebakaran Berdasarkan <i>Computer Vision</i> Dengan Algoritma YOLO	<i>Yolo (You Only Look Once)</i>	Dari data pengujian deteksi api di berbagai background mendapatkan hasil nilai accuracy sebesar 0.8, precision sebesar 1 dan recall 0.8 pada siang hari. Sedangkan pada malam hari mendapatkan hasil accuracy sebesar 0.96, precision sebesar 1 dan recall 0.96. Tingkat nilai accuracy dan recall pada pengujian berbagai jarak menghasilkan sistem deteksi api akan mengalami penurunan seiring jauhnya jarak api dengan kamera. Untuk nilai precision menghasilkan nilai 1 di berbagai jarak pada siang dan malam hari. Itu berarti ketepatan hasil klasifikasi sebesar 100 %. Nilai precision yang stabil tersebut dipengaruhi oleh pembacaan deteksi api, dimana sistem tidak pernah mendeteksi objek lain sebagai api.