



**UNIVERSITAS PERTAHANAN RI**

***PROTOYPE SMART INTEGRATED FIRE DETECTION  
BERBASIS DEEP LEARNING YOLOv8 DAN IoT (INTERNET  
OF THINGS) GUNA MENINGKATKAN DETEKSI DINI  
TERJADINYA KEBAKARAN***

**SKRIPSI**

**MUHAMMAD AZKA FIRDAUS 320200402015**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS PERTAHANAN**

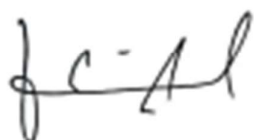
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**BOGOR, 2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**

Nama : Muhammad Azka Firdaus  
NIM : 320200402015  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknik Pertahanan  
Judul Skripsi : *Prototype Smart Integrated Fire Detection Berbasis Deep Learning YOLOv8 dan IoT (Internet of Things) guna Meningkatkan Deteksi Dini Terjadinya Kebakaran.*

Dosen Pembimbing 1,



Iqbal Ahmad Dahlan, S.T., M.T.

Penata Tk. I III/B  
NIP. 199007222022031001  
Tanggal : 15 Juli 2024

Dosen Pembimbing 2,

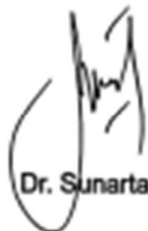


Dr. H.A. Danang R, S.Si., M.T.,  
M.Tr.Opsla., C.E.H., CSBA.,  
IPM., ASEAN Eng.

Kolonel Laut (E) NRP. 10829/P  
Tanggal: 15 Juli 2024

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Elektro,



Dr. Sunarta, M.T

Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P  
Tanggal : 15 Juli 2024

Dekan Fakultas Sains & Teknologi  
Pertahanan,

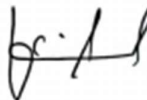






Prof. Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng.

Pembina Utama Muda Tk. I IV/C  
NIP. 199009042022031002  
Tanggal: Juli 2024

### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Azka Firdaus  
NIM : 320200402015  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknik Pertahanan  
Judul Skripsi : *Prototype Smart Integrated Fire Detection Berbasis Deep Learning YOLOv8 dan IoT (Internet of Things) guna Meningkatkan Deteksi Dini Terjadinya Kebakaran.*

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing 1: Iqbal Ahmad Dahlan, S.T, M.T. Penata Tk. I III/b NIP. 199007222022031001		15-7-2024
2	Dosen Pembimbing 2: Dr. H.A. Danang R, S.Si., M.T., M.Tr.Opsla., C.E.H., CSBA., IPM., ASEAN Eng. Kolonel Laut (E) NRP. 10829/P		15-7-2024
3	Dosen Penguji 1: Herwin Melyanus Hutapea, S.ST., M.T. NIDN. 0102078302		15-7-2024
4	Dosen Penguji 2: Ir. R. Apip Miptahudin, AMd., S.T., M.T., CIQaR, CIQnR., IPM., Asean Eng. NIDN. 0406047403		16-7-2024
5	Dosen Penguji 3: Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han., CHRMP. Kolonel Mar NRP. 10418/P		15-7-2024

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 16 Juli 2024



Muhammad Azka Firdaus

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kami penjatkan kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat serta hidayah-Nya, peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "*Prototype Smart Integrated Fire Detection Berbasis Deep Learning YOLOv8 dan IoT (Internet of Things)* guna Meningkatkan Deteksi Dini Terjadinya Kebakaran". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana Teknik Elektro di Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penelitian ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Letnan Jendral TNI Jonni Mahroza, Ph.D. selaku Rektor Universitas Pertahanan Republik Indonesia;
2. Dekan FSTP Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan;
3. Dosen Iqbal Ahmad Dahlan, S.T, M.T. sebagai dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing akademik atas arahan dan bimbingan sepanjang penelitian ini.
4. Dosen Dr. H.A. Danang R, S.Si., M.T., M.Tr.Opsla., C.E.H.,CSBA., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta kritik dan saran yang konstruktif sepanjang penelitian ini.
5. Ayah dan Ibu, untuk doa, dukungan moral, dan motivasi yang tak terhingga. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun kepada peneliti.

6. Teman-teman Teknik Elektro Cohort-1 seperjuangan yang selalu mendukung dan memberikan motivasi untuk selesainya penelitian ini.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya sangat terbuka untuk menerima kritik dan saran demi kesempurnaan penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumbangan pemikiran yang berharga bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Elektro.

Bogor, Juli 2024

Muhammad Azka Firdaus

## ABSTRAK

Tingginya peristiwa kebakaran di Indonesia yaitu pada bulan September-2018 hingga Juli-2023 telah terjadi di berbagai wilayah di Indonesia sebanyak 5.336 kasus kebakaran yang terjadi selama kurun waktu 5 tahun. Sehingga sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi tanda-tanda awal kebakaran melalui analisis citra secara *real-time* menggunakan teknologi *object detection*, yang diintegrasikan dengan *platform* Blynk IoT untuk *monitoring* sensor secara *realtime* serta *platform* Telegram untuk notifikasi secara instan kepada pengguna. Penelitian ini menggunakan metode *waterfall* dengan langkah awal yaitu *prototype* yang dirancang melalui proses observasi, desain sistem, pembuatan kode program, pengujian alat, serta penerapan alat. Penelitian ini mengembangkan sebuah *prototype* sistem pendeteksian kebakaran terintegrasi yang cerdas, menggunakan teknologi *deep learning* YOLO (*You Only Look Once*) versi 8 dan *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan ESP 32 Dev-Kit 1 sebagai mikrokontroller. Berdasarkan *training dataset* menghasilkan nilai *precision*=0.95872; *recall*=0.91; *mAP50*=0.97; *mAP50-95* =0.66. Pengujian sensor *flame* KY-026 dapat mendeteksi objek nyala api hingga 0,8 meter, pengujian sensor DHT 22 menghasilkan *error rate* 3,668% untuk *temperature* dan 1,994% untuk hasil kelembapan. Suhu dan kelembapan Sensor DHT 22 dibandingkan dengan *hygrometer*. Output hasil sensor MQ-2 dikomputasikan sehingga menghasilkan nilai deteksi gas LPG, CO dan asap dalam bentuk ppm (*part per millions*). Sehingga *sistem integrated smart fire detection* berbasis IoT dan *deep learning* YOLOv8 dapat berfungsi secara integratif untuk mendeteksi nyala api dengan menggabungkan nilai hasil deteksi *sensor flame* KY-026, DHT 22, dan sensor gas MQ-2 serta hasil deteksi objek melalui pemrosesan video dikirim melalui internet menggunakan mikrokontroler ESP 32 DevKit-1 ke *platform* Blynk IoT dan telegram.

**Kata kunci:** *fire detection, deep learning, internet of things, YOLOv8*

## ABSTRACT

*The high number of fire incidents in Indonesia, from September 2018 to July 2023, 5,336 fire incidents in Indonesia occurred over a period of 5 years. This system is designed to identify early signs of fire through real-time image analysis using object detection technology, which is integrated with the Blynk IoT platform for real-time sensor monitoring and Telegram for instant notifications to users. Using the waterfall prototype method which was designed through a process of observation, system design, program code creation, tool testing, and tool implementation. This research developed a prototype of an intelligent integrated fire detection system, using Deep Learning YOLO (You Only Look Once) version 8 technology and the Internet of Things (IoT) using ESP 32 Dev-Kit 1 as a microcontroller. Based on the training dataset, it produces precision=0.95872; recall=0.91; mAP50=0.97; mAP50-95 =0.66. Testing the KY-026 flame sensor can detect flame objects up to 0.8 meters, testing the DHT 22 sensor produces an error rate of 3.668% for temperature and 1.994% for temperature and humidity results compared to a hygrometer. The output from the MQ-2 sensor is computed to produce LPG, CO, and smoke detection values in ppm (parts per million) form. The integrated smart fire detection system based on IoT and deep learning YOLOv8 can function integratively to detect flames by combining the detection results of the KY-026, DHT 22, and MQ-2 gas sensors as well as the results of object detection through video processing sent via the internet. using the ESP 32 DevKit-1 microcontroller to the Blynk IoT and telegram platforms.*

**Key Words:** *fire detection, deep learning, internet of things, YOLOv8*

## DAFTAR SINGKATAN

API : *Application Programming Interface*

CO : *Carbon Monoxide*

GPIO : *General Pin Input Output*

GPU : *Graphics Processing Unit*

IoT : *Internet of Things*

I2C : *Inter Integrated Circuit*

LPG : *Liquified Petroleum Gas*

mAP : *Mean Average Precision*

MOS : *Metal Oxide Semiconductor*

NTC : *Negative Temperature Coefficient*

Ppm : *Part per millions*

SPI : *Serial Peripheral Interface*

UART : *Universal Asynchronous Receiver -Transmitter*

YOLO : *You Only Look Once*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
PERNYATAAN ORISIONALITAS .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR BAGAN .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	5
1.4.2 Manfaat Praktis.....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1 Definisi Kebakaran.....	7

2.1.2	Sensor Suhu DHT 22.....	8
2.1.3	Sensor Gas CO MQ-2.....	9
2.1.4	Sensor <i>Flame</i> KY-026.....	12
2.1.5	ESP 32 DEV-KIT V1 .....	13
2.1.5	Blynk IoT.....	15
2.1.6	Telegram Bot API ( <i>Application Programming Interface</i> ).....	16
2.1.7	<i>Internet of Things (IoT)</i> .....	16
2.1.8	<i>Machine Learning</i> .....	18
2.1.9	<i>Deep Learning</i> .....	19
2.1.10	<i>Object Detection</i> .....	20
2.1.11	YOLO ( <i>You Look Only Once</i> ) v8.....	21
2.2	Hasil Penelitian Terdahulu.....	22
2.3	Kerangka Berpikir .....	30
2.3.1	<i>Input</i> .....	31
2.3.2	<i>Proses</i> .....	31
2.3.3	<i>Output</i> .....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>32</b>
3.1	Metode dan Desain Penelitian .....	32
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.3	Analisis Kebutuhan Alat .....	34
3.4	Variabel penelitian.....	35
3.5	Populasi dan Sampel .....	36
3.6	Prosedur Penelitian.....	36
3.6.1	Gambaran Sistem.....	36
3.6.2	Perancangan Alur Kerja Sistem .....	37

3.6.3	Skematik Rangkaian Sistem <i>Internet of Things</i> (IoT).....	38
3.6.4	Tahapan Perancangan Alat.....	39
3.6.5	Integrasi Sistem Dengan Platform Blynk IoT .....	40
3.6.5	Integrasi Sistem Dengan Platform TelegramBot .....	41
3.6.7	Gambaran Sistem Kerja <i>Deep learning</i> dengan YOLOv8 <i>Fire Detection</i> .....	43
3.6.8	Proses <i>Deployment Training Model</i> di Visual Studio Code .....	48
3.7	Metode Analisis .....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>50</b>
4.1	Hasil.....	50
4.1.1	Hasil <i>Evaluation Metrics</i> Dari <i>Deep learning</i> YOLOv8 Model.....	50
4.1.2	Hasil Grafik Loss Model <i>Deep Learning</i> .....	51
4.1.3	Hasil Grafik <i>Precision, Recall, mAP50</i> dan <i>mAP 50-95</i> .....	52
4.1.4	Hasil Grafik Recall-Confidence .....	52
4.1.5	Hasil Grafik F1-Confidence .....	53
4.1.6	Hasil Grafik Precision-Confidence .....	54
4.1.7	Hasil Confusion Matrix .....	56
4.1.8	Hasil <i>Fire Object Detection</i> menggunakan YOLOv8 .....	57
4.1.9	Hasil Pengujian dan Pengukuran Sensor Flame KY-026 .....	60
4.1.10	Hasil Pengujian dan Pengukuran Sensor Suhu DHT 22 .....	62
4.1.11	Hasil Pengujian dan Pengukuran Sensor Kelembapan DHT 22..	64
4.1.12	Hasil Pengujian dan Pengukuran Sensor Gas MQ-2 .....	65
4.1.13	Hasil <i>Monitoring</i> Sensor menggunakan <i>Platform</i> Blynk IoT secara <i>Realtime</i> .....	68
4.1.14	Hasil Monitoring Sensor dan Pengiriman Notifikasi Menggunakan <i>Telegram API (Application Programming Interface)</i> .....	69

4.1.15 Hasil Sistem Notifikasi dan Monitoring DHT 22 Menggunakan Telegram .....	71
4.1.16 Hasil Sistem Notifikasi Sensor Flame KY-026 Menggunakan Telegram .....	72
4.1.17 Hasil Sistem Notifikasi Sensor Gas MQ-2 Menggunakan Telegram .....	73
4.1.18 Sistem Notifikasi <i>Fire Detection</i> berbasis <i>Deep learning</i> YOLOv8 Menggunakan Telegram.....	74
4.2 Pembahasan.....	76
4.2.1 Pembahasan Sistem <i>Integrated Fire Detection</i> berbasis IoT .....	76
4.2.2 Perbandingan Prototype dengan Alat Deteksi Api Konvensional ...	79
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>82</b>
5.1 Kesimpulan .....	82
5.2 Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>84</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>87</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah kebakaran di Indonesia .....	2
Gambar 2.1 Sensor suhu dan kelembapan DHT 22 .....	8
Gambar 2.2 Sensor Gas MQ-2 .....	11
Gambar 2.3 Dataset sensor gas MQ-2 .....	28
Gambar 2.4 Flame Sensor.....	13
Gambar 2.5 ESP 32 DEV-KIT V1.....	14
Gambar 2.6 Integrasi Blynk app dan mikrokontroler .....	15
Gambar 2.7 Gambaran sistem Telegram Bot.....	16
Gambar 2.8 Algoritma <i>Machine Learning</i> .....	18
Gambar 2.9 Struktur Algoritama <i>Deep Learning</i> .....	20
Gambar 2.10 <i>Fire object detection</i> .....	21
Gambar 2.11 Arsiteksur sistem YOLOv8.....	22
Gambar 3.1 Metode Waterfall .....	32
Gambar 3.2 Gambaran Sistem .....	36
Gambar 3.3 Skematik Sistem <i>Internet of Things</i> .....	38
Gambar 3.4 Gambaran Sistem <i>Deep learning</i> .....	43
Gambar 3.5 Pengumpulan Dataset.....	45
Gambar 3.6 Data <i>Labelling</i> .....	46
Gambar 3.7 Perbandingan Akurasi beberapa deep learning model.....	46
Gambar 4.1 Hasil Parameter <i>Training Deep Learning</i> .....	51

Gambar 4.2 Hasil Grafik metrics Precision, Recall, mAP50 dan mAP 95	52
Gambar 4.3 Hasil <i>Recall-Confidence Curve</i> .....	52
Gambar 4.4 Hasil F1- <i>Confidence Curve</i> .....	53
Gambar 4.5 Hasil Grafik <i>Precision-Confidence</i> .....	54
Gambar 4.6 Hasil <i>Precision-Recall Curve</i> .....	55
Gambar 4.7 Perbandingan <i>Confusion Matrix</i> .....	56
Gambar 4.8 Prediksi Pada <i>Validation Test</i> .....	56
Gambar 4.9 Hasil Pengujian <i>Fire Detection</i> Berdasarkan Jarak.....	59
Gambar 4.10 Grafik Perubahan <i>Input Analog Flame Sensor</i> Terhadap Jarak .....	61
Gambar 4.11 Grafik Perubahan <i>Input Voltage Flame Sensor</i> Terhadap Jarak .....	61
Gambar 4.12 Perbandingan Pembacaan Sensor Suhu menggunakan Sensor DHT 22 dan Hygrometer.....	63
Gambar 4.13 Perbandingan Pembacaan Sensor <i>Humidity</i> menggunakan Sensor DHT 22 dan Hygrometer.....	65
Gambar 4.14 Datasheet Sensor MQ-2 Untuk Mendeteksi Berbagai Macam Gas .....	66
Gambar 4.15 Hasil Interface Integrasi dengan <i>Platform</i> Blynk IoT .....	68
Gambar 4.16 Konfigurasi Datastream Virtual Pin Pada Dashboard Blynk IoT.....	69
Gambar 4.17 Pemrograman Arduino IDE terintegrasi dengan Blynk IoT.	69
Gambar 4.18 Integrasi Sistem dengan Telegram bot.....	70
Gambar 4.19 Hasil Interface Telegram bot.....	70
Gambar 4.20 Interface Telegram bot dengan Sensor DHT 22.....	72

Gambar 4. 21 Pemrograman Sensor Flame untuk peringatan pada Telegram bot.....	72
Gambar 4.22 Hasil Integrasi Sensor Flame dengan Telegram bot.....	73
Gambar 4.23 Pemrograman Sensor Gas MQ-2 untuk Telegram bot .....	73
Gambar 4.24 Hasil Integrasi Sensor Gas MQ-2 dengan Telegram bot ....	74
Gambar 4.25 Hasil Integrasi Deep Learning YOLOv8 dengan Telegram bot .....	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sensor Suhu DHT 22 .....	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Flame Sensor .....	13
Tabel 2.3 Spesifikasi ESP-32 Dev-kit v1 .....	14
Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu .....	23
Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian .....	34
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Fire Detetction</i> model.....	57
Tabel 4.3 Pengujian Temperature Sensor DHT 22.....	62
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Humidity</i> Sensor DHT 22 .....	64
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor Gas MQ-2.....	66
Tabel 4.6 Plot Titik Jenis Gas Berdasarkan <i>Datasheet</i> .....	67

## DAFTAR BAGAN

Bagan 2.1 Diagram Alir Kerangka Berpikir.....	30
Bagan 3.1 Diagram alur kerja sistem .....	37
Bagan 3.2 Tahapan Perancangan Alat.....	39
Bagan 3.3 Integrasi Sistem Dengan <i>Platform</i> Blynk IoT .....	41
Bagan 3.4 Integrasi Sistem Dengan <i>Platform</i> TelegramBot .....	42
Bagan 3.5 Diagram Alir Pembuatan Sistem <i>Deep learning Model</i> .....	44
Bagan 3.6 Integrasi Model dengan Visual Studio Code .....	48

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Era globalisasi yang saat ini terjadi di dunia khususnya di bidang industri sangatlah berdampak pada perubahan tatanan kehidupan masyarakat secara signifikan, karena bidang industri ini membawa peningkatan perekonomian dan kemakmuran secara mikro dan makro (Saeed, 2020). Kemajuan di bidang industri serta globalisasi secara signifikan tentu memiliki dampak negatif, karena di bidang ini sangatlah potensi bahaya dimana dapat menyebabkan banyak risiko yang menyebabkan kebakaran dan kecelakaan kerja yang merugikan secara materiil secara signifikan (Chowdury, 2019).

Kebakaran adalah suatu peristiwa yang memiliki potensi tinggi terjadi sekaligus memiliki potensi risiko kerugian yang sangat besar di sektor industri (Jadon, 2021). Hal tersebut dikarenakan banyaknya bahan pada bidang industri yang bersifat *flammable* atau mudah terbakar dan dapat menimbulkan kemungkinan yang tinggi adanya sumber nyala api yang tidak terkendali, dan juga pada sektor industri terdapat mesin dan alat kerja yang memiliki proses kinerja dengan suhu yang tinggi, sehingga sangatlah riskan terjadinya peristiwa kebakaran (Kelvin, 2022). Pada sektor industri, peristiwa kebakaran dapat terjadi dimanapun dan kapanpun seperti pada pemukiman penduduk, perkantoran, dan sektor perdagangan.

Terjadinya suatu kebakaran disebabkan apabila terpenuhinya 3 aspek yang terdapat pada teori segitiga api, dalam teori tersebut terdapat 3 aspek yaitu terdapat panas, terdapat bahan yang mudah terbakar, dan terdapat oksigen (Kelvin, 2021). Maka apabila ketiga aspek tersebut terpenuhi maka akan terjadi sebuah nyala api, tentunya api dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia, tetapi apabila nyala api terjadi dengan tidak terkendali maka dapat membahayakan dan membakar suatu bangunan. Maka salah satu penyebab terjadinya peristiwa kebakaran yang tidak terkendali adalah apabila bertemunya 3 aspek yaitu panas, bahan yang mudah terbakar, dan oksigen serta tidak terkontrol dan tidak termonitor secara khusus, sehingga menyebabkan besarnya api yang tidak terkendali yang dapat melalap habis apapun yang ada pada radius dan jarak api

tersebut Peristiwa tersebut memiliki potensi yang besar untuk menimbulkan korban jiwa serta kerusakan secara material (Jadon, 2022).

Secara garis besar, peristiwa kebakaran dapat diklasifikasikan menjadi 3 segmen yaitu segmen A, segmen B dan segmen C. segmen A adalah suatu peristiwa kebakaran yang disebabkan karena benda padat kecuali logam, seperti kertas, kain, kayu, *stereofom*, plastik, dan karet. Selanjutnya segmen B adalah peristiwa kebakaran yang disebabkan oleh benda-benda cair dan gas yang mudah terbakar seperti gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*), BBM (Bahan Bakar Minyak), spirtus, avtur, serta *alcohol* dengan kadar yang tinggi. Selanjutnya segmen C adalah peristiwa kebakaran yang disebabkan instalasi listrik yang bertegangan tinggi contohnya adalah korsleting listrik dan adanya arus pendek pada instalasi Listrik (Pradana, 2019).



**Gambar 1.1** Jumlah kebakaran di Indonesia

Sumber : Kompas(2023)

Berdasarkan gambar 1.1 diatas yang bersumber dari Kepolisian Republik Indonesia (Polri) terdapat grafik jumlah kebakaran di Indoensia yang secara signifikan jumlahnya mengalami kenaikan dari bulan September-2018 hingga Juli-

2023. Pada data tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 5.336 kasus kebakaran yang terjadi selama kurun waktu 5 tahun, dari total jumlah kebakaran tersebut 24.79 % atau sebanyak 1.323 peristiwa kebakaran terjadi di tahun 2023 sendiri. Melihat dari tren tersebut, kasus kebakaran di Indonesia cenderung meningkat. Bahkan, Jumlah peristiwa kebakaran di Indonesia mencapai rekor tertingginya pada bulan Juni tahun 2023 yaitu dengan jumlah 133 kasus kebakaran. Selama tahun 2023 peristiwa kebakaran terjadi paling banyak di Provinsi Jawa Tengah dengan jumlah 612 kasus, dan Provinsi Jawa Timur dengan 82 kasus, Provinsi Bali dengan 100 kasus, Provinsi Jawa barat dengan 80 kasus, Provinsi Sumatera Utara 59 kasus (Ridwan, 2023). Berdasarkan lokasi terjadinya kebakaran maka kebakaran paling banyak terjadi di sektor perumahan yang pada tahun 2023 memiliki 926 kasus, sektor perdagangan 91 kasus, dan sektor perkantoran 43 kasus (Dimas, 2023).

Dari data tersebut membuktikan bagaimana masifnya kejadian kebakaran di Indonesia, dan kejadian tersebut belum dapat teratasi dengan baik dimana kejadian tersebut tentunya mengakibatkan banyaknya korban jiwa dan kerugian materiil yang besar. Berdasarkan data peristiwa tersebut tentunya diperlukan suatu alat yang dapat memberikan suatu peringatan apabila terdapat indikasi suatu kejadian kebakaran serta mampu memonitor secara otomatis sehingga apabila ada suatu api yang tidak terkendali dapat dicegah, karena apabila api telah membesar maka akan sulit dipadamkan, terlebih lagi apabila daerah yang terjadi kebakaran jauh dan sulit dijangku oleh mobil pemadam kebakaran (Dimas, 2023).

Selama ini telah banyak penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan pendeteksian api menggunakan *mikrokontroler* yang terintegrasi dengan sensor api, sensor gas, dan sensor suhu. Tetapi hal tersebut tidaklah cukup untuk mendeteksi suatu indikasi kebakaran secara *integrative*, karena dibutuhkan banyak parameter untuk memonitor mendeteksi indikasi api tersebut. Deteksi api merupakan salah satu teknologi yang saat ini dikembangkan seiring perkembangan teknologi yang sangat cepat dan diikuti dengan perkembangan di bidang *Artificial Intelligence (AI)* atau kecerdasan buatan. Implementasi *Artificial Intelligence (AI)* pada *Integrated Smart Fire Detection* berbasis *Internet of Things (IoT)* memiliki potensi revolusioner dalam meningkatkan respons dan efisiensi deteksi kebakaran. AI memainkan peran kunci dalam menganalisis data yang

diterima dari sensor IoT, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan tepat. Dengan adopsi AI, sistem deteksi kebakaran dapat belajar dan berevolusi dari data yang diterimanya, meningkatkan kemampuannya dalam mendeteksi kebakaran dan mengurangi kesalahan deteksi. Selain itu, integrasi AI dengan IoT juga dapat memperluas cakupan aplikasi, seperti dalam pemantauan keamanan dan manajemen energi. Dengan proyeksi jumlah perangkat IoT yang terhubung global yang diperkirakan akan melampaui 29 miliar pada tahun 2027, integrasi AI dan IoT diharapkan akan membuka pintu inovasi baru dalam berbagai sektor, termasuk deteksi kebakaran cerdas (McKendrick, 2023).

Berdasarkan permasalahan diatas, maka peneliti merumuskan solusi dengan menintegrasikan teknologi sensor dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sensor yang digunakan pada sistem ini adalah adalah sensor suhu dan kelembapan DHT 22, sensor Gas MQ-2 dan sensor *flame* KY-026 yang dipasangkan pada mikrokontoller ESP-32 Dev-kit v1 untuk mendeteksi api dan juga ditambah dengan teknologi *object detection* dengan *video processing* supaya meningkatkan kemampuan sistem untuk mendeteksi suatu api dan tidak berlanjut untuk terjadinya kebakaran serta dengan adanya potensi untuk menerapkan AI pada sistem deteksi kebakaran berbasis IoT, terdapat peluang besar untuk meningkatkan respons, efisiensi, dan cakupan aplikasi dari sistem deteksi kebakaran, yang akan membawa manfaat besar dalam melindungi nyawa dan aset manusia.

Untuk mengatasi masalah ini secara efektif, diperlukan suatu penelitian yang lebih komperhensif sehingga dapat menemukan sebuah sistem yang dapat mendeteksi terjadinya peristiwa kebakaran secara realtime dan presisi. Dengan membuat suatu *smart system* yang menintegrasikan berbagai macam sensor dan *Artificial intelligence*, penelitian ini dapat mengarah pada pengembangan keamanan mitigasi bencana kebakaran yang lebih canggih dan berkelanjutan, hingga akhirnya berkontribusi pada perancangan sarana dan prasarana pertahanan dan keamana yang tangguh dan berkualitas.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana kemampuan *training* algoritma *deep learning* YOLOv8 dapat mendeteksi api menggunakan teknologi *video processing*?
- b. Bagaimana sistem *integrated smart fire detection* berbasis IoT dapat berfungsi untuk mendeteksi api secara integratif ?
- c. Bagaimana kerja sistem *integrated smart fire detection* berbasis IoT dalam merespon dan mendeteksi adanya suatu kebakaran melalui platform blynk IoT dan telegram?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Menguji sistem pendeteksi kebakaran algoritma *Deep learning* YOLOv8 menggunakan teknologi *video processing*.
- b. Menguji performa sensor *flame* KY-026, sensor DHT 22, dan sensor gas MQ-2 untuk mendeteksi kebakaran secara dini dan akurasi *fire object detection* berbasis *deep learning* YOLOv8.
- c. Menintegrasikan sistem pendeteksi kebakaran berbasis IoT menggunakan platform Blynk IoT dan telegram supaya mampu mendeteksi kebakaran dengan cepat dan akurat sehingga meningkatkan respon ketika terjadi bencana kebakaran menggunakan sistem *realtime monitoring* dan *autonomus notification*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian diperoleh manfaat secara teoritis maupun praktis antara lain :

#### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian mengenai *Prototype Smart Fire Detection* berbasis IoT diharapkan dapat menjadi sebuah Andil bagi perkembangan teknologi *machine learning* dan *artificial intelligence* khususnya bagi *emergency system*.

#### 1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian mengenai *prototype smart fire detection* berbasis IoT semua pihak atau *stakeholder* seperti ; pemilik gedung, masyarakat, petugas pemadam kebakaran, Serta bagi instansi militer untuk memantau dan mengamankan gedung khusus dan gudang senjata. Dimana *prototype*

*smart fire detection* berbasis IoT dapat diletakkan pada tempat-tempat yang berpotensi menimbulkan kebakaran sehingga dapat membantu monitoring secara *realtime* dan *autonomus*. Sehingga, dapat meminimalisir keterlambatan informasi terjadinya kebakaran.

### 1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. *Prototype Smart Fire Detection* berbasis IoT menggunakan 3 jenis sensor, yaitu : sensor gas MQ-2, sensor *flame* KY-026, sensor DHT 22.
- b. Pengolahan video akan mendeteksi adanya api menggunakan teknologi *object detection* dengan Algoritama *deep learning* YOLOv8.
- c. *Prototype Smart Fire Detection* berbasis IoT menjadi pendeteksi dini kebakaran dini secara *realtime* menggunakan *platform* Blynk IoT dan memberikan peringatan peringatan notifikasi Telegram dan Alarm.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Landasan Teori

#### 2.1.1 Definisi Kebakaran

Kebakaran adalah peristiwa terbakarnya suatu bahan yang dapat terbakar, sehingga menimbulkan nyala api yang tidak terkendali dan tidak terkontrol. Kebakaran dapat merusak dan menghancurkan objek-objek yang ada di sekitarnya (Kelvin, 2019). Kebakaran dapat disebabkan karena beberapa hal yaitu kecelakaan, kelalaian atau kesengajaan. Proses terjadinya kebakaran terjadi Ketika tiga aspek yang disebut dengan segitiga api (*fire triangle*) bertemu, menurut teori terdapat 3 faktor yang menjadi aspek terjadinya kebakaran yaitu:

1. **Bahan Bakar:** Bahan yang dapat terbakar, yang menjadi sumber nyala api. Bahan bakar bisa berupa benda padat (seperti kayu atau kertas), cairan (seperti bensin atau alkohol), atau gas (seperti propana atau metana).
2. **Panas:** Sumber energi yang diperlukan untuk memulai pembakaran. Panas meningkatkan suhu bahan bakar hingga mencapai titik nyala, di mana bahan bakar mulai mengeluarkan gas yang dapat terbakar ketika bercampur dengan oksigen.
3. **Oksigen:** Gas yang diperlukan untuk mempertahankan reaksi pembakaran. Di atmosfer bumi, oksigen hadir dalam jumlah yang cukup untuk mendukung pembakaran, dengan konsentrasi sekitar 21%.



**Gambar 2.1** Teori Segitiga Api

Sumber : Kelvin,P.E (2019)

### 2.1.2 Sensor Suhu DHT 22

Sensor DHT 22 adalah sensor yang memiliki *output* digital yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Sensor DHT 22 memiliki stabilitas dan durabilitas yang tinggi apabila digunakan dalam kurun waktu yang lama. Sensor DHT 22 mampu mengukur suhu dengan rentang  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $80^{\circ}\text{C}$  dengan akurasi  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . DHT 22 menggunakan prinsip resistif dan berbasis NTC (*Negative Temperature Coefficient*) yaitu resistansinya akan berubah apabila terdapat perubahan suhu. DHT 22 sangat mudah ketika diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino, ESP, Raspberry Pi.



**Gambar 2.1** Sensor suhu dan kelembapan DHT 22

Sumber : Bhoi, S. K. (2018)

**Tabel 2.1** Sensor Suhu DHT 22

Model	DHT22
Tegangan	3,3 – 6 VDC
Output Signal	Digital signal via single-bus
Sensing Element	Polymer Capacitor
Measuring Range	Humidity 0-100%RH; temperature -40-80 Celsius
Accuracy	humidity +-2%RH temperature +-0.5 Celsius
Resolution or Sensivity	Humidity +-1%RH; temp 0.1 Celcius
Repeatability	Humidity+_-1%RH; temp +- 1Celcius
Humidity hysteresis	+_-1&RH
Long-term Stability	+_-0.5%RH/year
Sensing Period	Average : 2s
Interchangability	Fully interchangeable
Dimension	Size 12*15.5*5.5mm

### 2.1.3 Sensor Gas CO MQ-2

Sensor gas MQ-2 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas yang mudah terbakar dan asap dalam konsentrasi yang berbeda-beda. Sensor gas MQ-2 memiliki sensitivitas konsentrasi diantara 200 ppm – 10.000 ppm. Sensor ini sangat sensitif terhadap gas LPG, *carbon monoxide* (CO), *alcohol*, hydrogen(H<sub>2</sub>), metana(CH<sub>4</sub>), dan propane. Cara kerja sensor MQ-2 berdasarkan prinsip konduktivitas gas, yang berarti bahwa konduktivitas sensor meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi gas dalam udara. Sensor ini memiliki sebuah material sensitif gas yang terbuat dari SnO<sub>2</sub> (*Tin Dioxide*), yang konduktivitasnya berubah dengan perubahan konsentrasi gas di udara.

Sensor Gas MQ-2 merupakan sensor gas yang memiliki jenis MOS (*Metal Oxide Semiconductor*). Prinsip pendeteksian sensor gas MQ-2 menggunakan prinsip *chemiresistor* karena pendeteksian gas berprinsip pada selisih nilai perubahan nilai resistansi lapisan sensor yang terbuat dari bahan oksida logam semikonduktor yaitu timah oksida (SnO<sub>2</sub>). Dengan

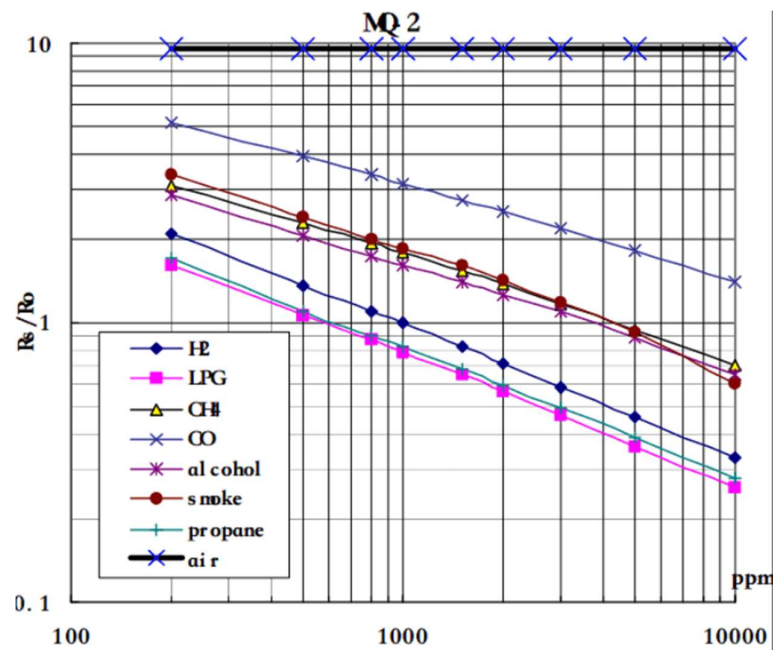
menggunakan rangkaian skematik pembagi tegangan maka nilai resistansi yang diukur akan berbanding lurus dengan konsentrasi gas yang terdeteksi. Secara garis besar berikut adalah rincian prinsip kerja sensor gas MQ-2 :

1. **Pemanasan (*Warming Up*)** : Pada sensor MQ-2 bagian dalam terdapat pemanas internal yang akan memanaskan lapisan oksida logam hingga suhu operasional yaitu sekitar  $300^{\circ}\text{C}$  -  $400^{\circ}\text{C}$ . Pemanasan ini menjadi langkah awal untuk pendeteksian gas melalui reaksi kimia antara gas yang akan dideteksi dan material sensor.
2. **Penyerapan dan Reaksi Kimia** : Pada Lapisan  $\text{SnO}_2$  yang sudah pada suhu panas operasional maka molekul gas eksternal akan diserap dan akan menghasilkan elektron bebas di dalam material semikonduktor yang akan diukur dengan perubahan resistivitas.
3. **Perubahan Resistivitas** : dengan meningkatnya elektron bebas pada material semikonduktor akan menurunkan resistivitas oksida logam, maka perubahan tersebut akan dideteksi oleh sensor.
4. **Pendeteksian dan Output Sinyal** : perubahan resistivitas material sensor MQ-2 akan diukur dan dikonversi menjadi sinyal listrik yang akan dikirimkan ke mikrokontroler sebagai pendeteksian suatu gas.



Gambar 2.2 Sensor Gas MQ-2

Sumber : Bhoi, S. K. (2019)



Gambar 2.3 Datasheet Gas MQ-2

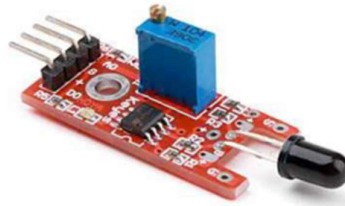
Pada gambar 2.3 menunjukkan *datasheet* yang digunakan untuk mengkalkulasikan hasil *output* nilai analog. Output yang dihasilkan oleh sensor gas MQ-2 yang memiliki rentan output analog 0-4095. Sehingga dari nilai sensor tersebut dapat mengidentifikasi jenis gas dan konsentrasi yang ditunjukkan dengan indikator ppm (*part per million*)

#### 2.1.4 Sensor *Flame KY-026*

Sensor api atau *flame* adalah alat *optic* untuk mendeteksi cahaya nyala api *menggunakan sensor optic*. Sensor *flame KY-026* dapat mendeteksi sumber api dan cahaya dengan rentang panjang gelombang atau lamda sebesar 760nm-1100nm dengan jarak kemampuan sensor 100 cm. Dalam penggunaan pada penelitian ini sensor api digunakan untuk mendeteksi keberadaan api, bukan mendeteksi panas. Kebakaran api dapat dideteksi dengan adanya spektrum inframerah dan ultraviolet, dari mana beberapa jenis mikroprosesor beroperasi di dalam sensor api untuk membedakan spektrum cahaya yang terkandung dalam api yang terdeteksi (Tripathi, 2022).

*Sensor flame* atau sensor api adalah alat pendeteksi kebakaran yang bekerja dengan mendeteksi nyala api dengan panjang gelombang 760 nm hingga 1.100 nm menggunakan *transduser infrared*. Sensor ini dapat digunakan di dalam ruangan maupun di luar ruangan yang bersifat terbuka. Terdapat beberapa jenis sensor flame, antara lain visual flame imaging detector, *ultraviolet/infrared flame detector*, dan *multi-spectrum IR flame detector*. Sensor flame dapat membantu mencegah kebakaran dengan mendeteksi nyala api secara dini dan memberikan peringatan kepada pengguna (Rayming, 2023).

*Sensor flame* bekerja dengan cara mendeteksi nyala api melalui spektrum cahaya yang dihasilkan oleh api. Sensor ini dapat mendeteksi nyala api dengan menggunakan beberapa metode, seperti deteksi sinar ultraviolet, deteksi sinar inframerah, deteksi panas, atau deteksi gas ionisasi. *Sensor flame* memiliki beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan, antara lain sensitivitas, waktu respons, jangkauan deteksi, ketahanan terhadap alarm palsu, suhu operasi, persetujuan sertifikasi, dan keluaran output.

Gambar 2.4 *Flame Sensor*

Sumber : Bhoi, S. K. (2019)

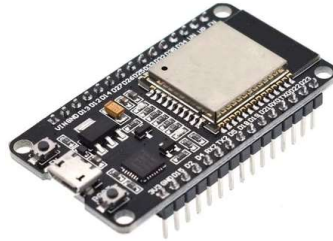
Tabel 2.2 Spesifikasi Flame Sensor

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan Kerja	3,3 V ~ 5.3V
2	Sudut Deteksi	0 – 60 derajat
3	Range Spektrum	760nm ~ 1100nm
4	Operating temperature:	-25 C ~ 85 C
5	Jumlah pin	4 pin ( AOUT,DOUT, VCC, GND)

### 2.1.5 ESP 32 DEV-KIT V1

ESP32 DevKit V1 adalah papan pengembangan untuk IoT (*Internet of Things*) yang dilengkapi dengan modul ESP32-WROOM-32. Modul ESP32-WROOM-32 adalah mikrokontroler dengan mikroprosesor LX6 32-bit dual-core, yang beroperasi pada 160 atau 240 MHz, SRAM 520 kB, dan memori flash 4 MB. Modul ini juga memiliki transceiver WiFi 11b/g/n dan Bluetooth 4.2/BLE. Papan ini memiliki 30 pin, termasuk 25 pin GPIO, 15 pin saluran ADC, 25 pin PWM, dan 2 pin DAC. ESP 32 DevKIT v1 dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman, seperti Arduino IDE. Mikrokontoller ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi IoT seperti sistem keamanan dan sistem monitoring. Mikrokontroler ESP 32 DEC-KIT V1 juga memiliki port USB untuk daya dan pemrograman, dan dapat diberi daya melalui konektor USB Micro B on-board atau secara langsung melalui pin "VIN". Sumber daya dipilih secara otomatis, dan perangkat dapat

beroperasi dengan suplai eksternal 6 hingga 20 volt. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan dapat menjadi terlalu panas dan merusak perangkat. Papan ini juga memiliki berbagai antarmuka input/output termasuk GPIO, input analog, UART, SPI, dan I2C.



Gambar 2.5 ESP 32 DEV-KIT V1

*Sumber : Bhoi, S. K. (2019)*

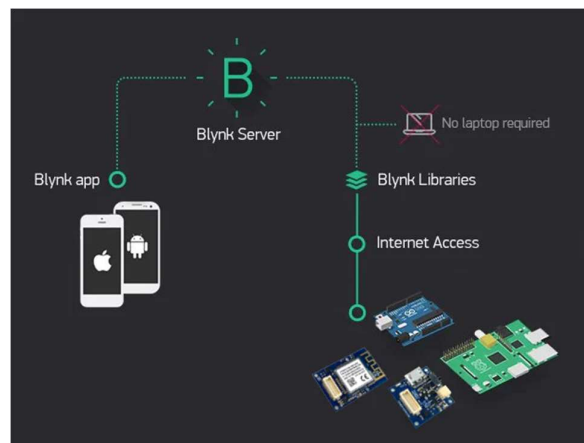
Tabel 2.3 Spesifikasi ESP-32 Dev-kit v1

Jumlah Core	2 (Dual Core)
Wi-Fi	2.4 GHz up to 150 Mbit/s
Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
Architecture	32 bits
Clock Frequency	Up to 240 Mhz
RAM ( <i>Random-Access Memory</i> )	512 KB
Pins	30
Peripherals	<i>Capacitive touch, ADCs (analog-to-digital converter), DACs (digital-to-analog-converter), I2C (Inter-Integrated Circuit), UART ( universal asynchronous receiver/transmitter), CAN 2.0 (Controller Area Network), SPI (Serial Peripheral Interface), I2S (Integrated Inter IC Sound), RMI (Reduce</i>

	<i>Media-Independent Interface</i> ), <i>PWM (Pulse Width Modulation)</i> ,
--	---

### 2.1.5 Blynk IoT

Blynk adalah sebuah *platform* IoT (*Internet of Things*) yang dapat digunakan untuk mengintegrasikan perangkat lunak dan *hardware* secara *realtime*. Blynk IoT dapat menghubungkan hasil pembacaan sensor dan dikirimkan melalui wifi oleh mikrokontroler, dan juga Blynk IoT dapat menjadi pengatur *actuator* secara jarak jauh/*remote*.



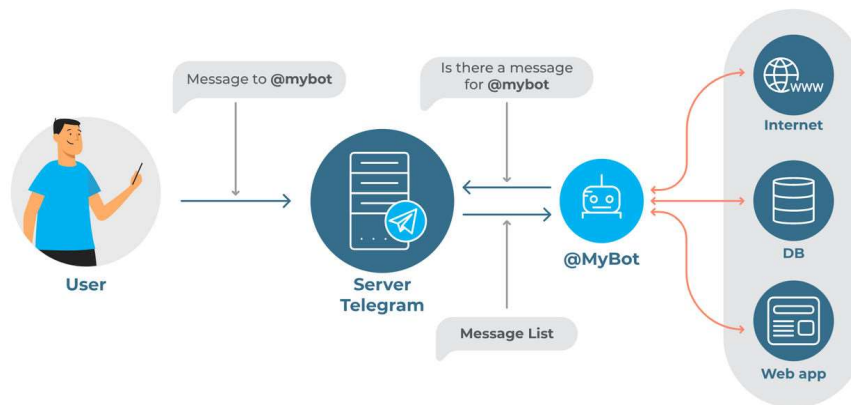
**Gambar 2.6** Integrasi Blynk *app* dan mikrokontroler

Sumber Garcia. (2023)

Blynk *app* dapat terhubung dengan Raspberry Pi, ESP 8266, dan WEMOS D1 melalui akses internet dan *blynk server*. Konfigurasi untuk mengintegrasikan antara *sensor* dan *actuator* dapat dilakukan di website *blynk IoT dashboard*. Pada *website* tersebut *users* dapat mengatur secara mandiri sensor mana yang akan digunakan melalui virtual pin. Dan selanjutnya akan didapatkan *blynk id* dan *blynk authentication code* yang dapat *decompile* melalui Arduino IDE.

### 2.1.6 Telegram Bot API (*Application Programming Interface*)

Telegram Bot adalah algoritma *computer* pihak ketiga yang dijalankan di dalam *platform* pesan telegram. Bot telegram bekerja secara otomatis seperti robot digital dan dapat dijalankan oleh pengembang melalui program. Telegram chat bot dapat melakukan tugas secara otomatis seperti memberikan notifikasi secara *autonomous*. Telegram bot memungkinkan para pengembang untuk membangun suatu algoritma bot yang bisa berinteraksi dengan pengguna melalui pesan/perintah khusus.



Gambar 2.7 Gambaran sistem Telegram Bot

Sumber: Devian (2024)

Pada pengaplikasiannya, Telegram bot menggunakan telegram url dan telegram bot token untuk dapat terhubung dengan internet, *database*, dan *web application*. Untuk mengkonfigurasi dan menambahkan fungsi pada Telegram *bot* dapat menggunakan berbagai bahasa pemrograman yang mendukung HTTP *request*. Python adalah salah satu bahasa yang populer digunakan untuk ini karena memiliki *library* python-telegram-bot yang memudahkan interaksi dengan telegram Bot API.

### 2.1.7 Internet of Things (IoT)

*Internet of Things* (IoT) adalah konsep yang melibatkan berbagai perangkat atau benda yang ditanamkan dengan teknologi seperti *sensor* dan *software*, yang kemudian terhubung dan berkomunikasi satu sama lain

melalui jaringan komunikasi atau *internet*. IoT ini memungkinkan perangkat untuk mengumpulkan, mengolah, dan mengirimkan informasi secara otomatis, sehingga memudahkan berbagai proses dan kegiatan dalam kehidupan sehari-hari (Bin Suparman, 2019).

Ada tiga komponen utama dalam IoT, yaitu:

1. **Sensor:** Digunakan untuk mengumpulkan data dari objek-objek fisik, seperti suhu, kelembapan, dan gerakan.
2. **Gateway:** Berfungsi untuk mentransmisikan data dari sensor ke *cloud* atau internet yang terhubung.
3. **Cloud:** Memproses dan menyimpan data yang dikumpulkan oleh sensor dan *gateway*.

IoT memiliki berbagai manfaat dalam berbagai bidang, seperti pertanian, lingkungan, dan keamanan. Misalnya, dalam sektor pertanian, IoT dapat membantu mengumpulkan data tentang suhu, kelembapan, dan curah hujan, yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan produksi dan keberlanjutan tanaman. Dalam sektor lingkungan, IoT dapat digunakan untuk mengelola sumber daya alam, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi (Binar, 2023).

IoT juga memiliki potensi untuk mengubah cara kita dalam menjaga kesehatan, dengan mengintegrasikan perangkat medis, seperti sensor melihat dan alat bantu dalam prosedur medis, ke dalam sistem kesehatan. Selain itu, IoT dapat membantu mengoptimalkan operasional bisnis di remote area dengan menggunakan sensor dan perangkat yang terhubung ke internet.

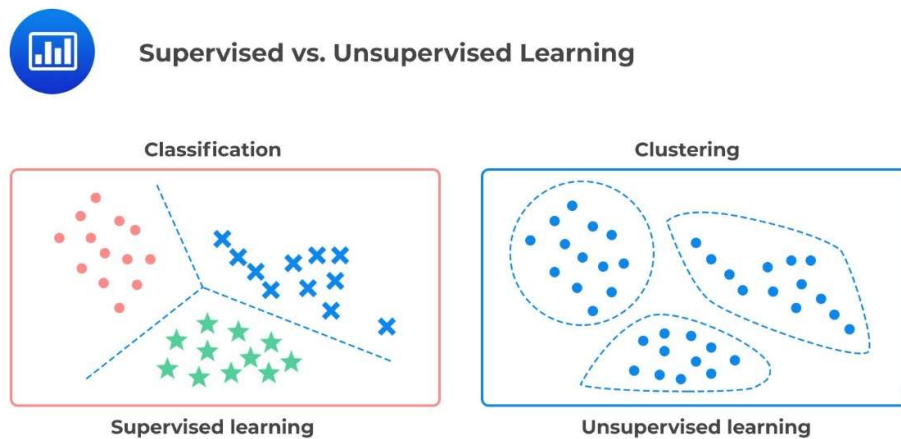
Dalam konteks keamanan, IoT dapat memainkan peran penting dalam mengatasi kebakaran, dengan menggunakan sensor dan perangkat yang terhubung ke internet untuk mengumpulkan informasi dan mengidentifikasi ancaman. Dengan adopsi IoT, kita dapat membangun

sistem deteksi kebakaran yang lebih cepat, efisien, dan efektif, yang dapat membantu melindungi nyawa dan aset manusia (Bin Suparman, 2019).

### 2.1.8 *Machine Learning*

*Machine Learning* atau dalam bahasa Indonesia pembelajaran mesin adalah salah satu cabang dari teknologi AI (*Artificial Intelligence*) yang mengembangkan sebuah program untuk dapat belajar dengan sendirinya tanpa arahan dari penggunanya. Proses *deep learning* berjalan menggunakan algoritma tertentu sehingga perintah yang diberikan kepada computer dapat dilakukan secara otomatis (Hairani, 2020).

Fase pada *machine learning* secara garis besar dibagi menjadi 2 tahap, yaitu fase *training* dan fase *application*. Pertama yaitu fase pelatihan/*training* yaitu pemrosesan dataset input menggunakan model *deep learning* dan fase selanjutnya yaitu *application* yaitu penggunaan model yang telah dilatih untuk menghasilkan sebuah Keputusan tertentu menggunakan *data testing*.



Gambar 2.8 *Algoritma Machine Learning*

Sumber : Kelvin,P.E (2019)