

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Fasilitas umum seperti gedung rumah sakit, gedung kantor, sekolah, pusat perbelanjaan adalah bangunan gedung yang memiliki aktivitas yang memiliki resiko kebakaran cukup tinggi, seperti penggunaan bahan kimia berbahaya pada rumah sakit, penggunaan alat-alat listrik, serta tindakan kriminal yang disengaja yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran[1]. Kebakaran atau adanya asap biasanya menimbulkan bau yang khas yaitu bau gosong. Sayangnya kepekaan semua pancra indra manusia terkadang terlambat menyadari dalam melakukan tindakan pencegahan. Faktor selanjutnya yang menjadi kendala bagi para pemadam yaitu jarak tempuh menuju lokasi jauh, salah satu tindakan pencegahan agar api tidak semakin meluas yaitu menggunakan sistem keamanan yang biasanya digunakan dalam ruangan alat pemadam kebakaran (APAR)[2].

Kebakaran merupakan bencana yang disebabkan oleh nyala api yang tidak terkendali. Seperti yang terjadi di Kantor Agraria Tata Ruang atau Badan Pertahanan Nasional (ATR/BPN) di Brebes mengalami kebakaran hebat pada tanggal 14 Juli 2023 pukul 02.00 WIB. Peristiwa itu menghanguskan sejumlah ruangan BPN, termasuk ruang pelayanan dan penyimpanan dokumen pertahanan. Rumornya penyebab kebakaran terjadi akibat korsleting listrik pada kulkas. Namun Tim Laboratorium Forensik Polda Jateng belum menjelaskan terkait penyebab kebakaran

tersebut[3]. Kejadian ini menunjukkan bahwa dibutuhkan sistem monitoring kebakaran agar dapat mengurangi kerugian yang disebabkan oleh kebakaran.

Beberapa penelitian telah menyoroti berbagai metode untuk mencegah kebakaran didalam ruangan, diantaranya pengembangan alat deteksi kebakaran didalam ruangan. Namun, beberapa penelitian yang disebutkan belum banyak yang memanfaatkan metode deep learning menggunakan algoritma Yolo sebagai sistem monitoring deteksi kebakaran. Adapun salah satu penelitian sebelumnya menerapkan algoritma yolo dengan menggunakan computer vision untuk mendeteksi api secara real-time dengan pencapaian nilai akurasi, *precision*, dan *recall* yang tinggi. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan notifikasi melalui telegram dan buzzer. Meskipun demikian, penelitian sebelumnya belum menyertakan sistem keamanan yang komprehensif dan belum diimplementasikan dalam sebuah aplikasi website yang dapat digunakan oleh masyarakat secara luas[4].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan dalam penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan implementasi lebih lanjut menggunakan metode deep learning algoritma YOLO untuk sistem monitoring deteksi kebakaran berbasis website. Yolo (*You Only Look Once*) adalah sebuah algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi sebuah objek secara *real-time*. Yolo merupakan salah satu metode yang paling cepat dan akurat pada

pendeteksian objek bahkan mampu melebihi hingga 2 kali kemampuan algoritma lain[5]. Prinsip kerja Yolo melibatkan pelatihan jaringan syaraf tiruan secara end-to-end menggunakan citra input untuk memprediksi bounding box dan pengelompokan object class setiap *bounding box*[6]. Algoritma Yolo juga dapat mempelajari pola dan fitur-fitur yang kompleks dari gambar, sehingga meningkatkan kemampuan deteksi dengan akurasi yang tinggi. Selain itu, mudah untuk integrasi ke dalam sistem keamanan juga dapat melibatkan teknologi lain, seperti kamera, sistem notifikasi, dan alarm.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring deteksi kebakaran dengan memanfaatkan algoritma YOLO dalam bentuk aplikasi *website*. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan respons terhadap kebakaran, memberikan informasi yang cepat dan akurat, serta mempermudah manajemen risiko kebakaran.

## 1.2. Batasan Masalah

Berikut beberapa batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain:

1. Sistem yang dikembangkan merupakan simulasi, bukan sistem deteksi secara nyata.
2. Pemanfaatan algoritma Yolo hanya untuk meningkatkan akurasi deteksi, bukan presisi dan *recall*.
3. Sistem yang dikembangkan hanya fokus pada deteksi api, bukan yang lainnya.

### **1.3. Tujuan & Manfaat Penelitian**

#### **1.3.1. Tujuan Penelitian**

Berikut tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem monitoring deteksi kebakaran pada ruangan menggunakan algoritma Yolo.
2. Mengembangkan sistem peringatan dini tentang kebakaran gedung melalui pesan telegram.
3. Menyediakan informasi mitigasi tentang kebakaran gedung yang dapat diakses oleh masyarakat umum.

#### **1.3.2. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat untuk Perusahaan

Berikut manfaat untuk perusahaan adalah sebagai berikut:

- a. Meningkatkan tingkat keamanan lingkungan kerja dengan mendeteksi kebakaran secara.
- b. Mengurangi kerugian materi dan resiko kehilangan dokumen penting.

2. Manfaat untuk Masyarakat

Berikut manfaat untuk masyarakat adalah sebagai berikut:

- a. Membantu meningkatkan keselamatan pengunjung atau karyawan dengan memberikan peringatan terhadap potensi kebakaran.

- b. Program *Fire Educations* mengedukasi terkait kebakaran yang disediakan oleh sistem dapat meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai tindakan pencegahan kebakaran.

#### 1.4. Tinjauan Pustaka

Dalam penyusunan laporan ini, terdapat sejumlah penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan latar belakang masalah yang menjadi acuan. Penelitian-penelitian tersebut digunakan sebagai referensi dalam pembuatan laporan ini. Beberapa penelitian terkait yang menjadi rujukan antara lain sebagai berikut:

Pada penelitian “Perancangan Sistem Deteksi Api Menggunakan *Framework YOLOv4*” berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, pengolahan citra menggunakan *YOLOv4* menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi api secara *real-time* dengan baik. Setelah melalui training sebanyak 6000 epoch, sistem mencapai akurasi terbaik sebesar 96%. Selain itu, hasil pengujian dan analisis menggunakan *confusion matrix* menunjukkan bahwa pada percobaan video ke-2 sistem mencapai nilai akurasi 0.95, nilai *recall* 0.99, dan nilai *precision* 0.95[7].

Penelitian yang berjudul “Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (*You Only Look Once*)” membahas tentang deteksi objek makanan khas Palembang menggunakan algoritma *YOLO*. Sistem ini dirancang dan diuji menggunakan *platform Google Colaboratory* yang mendukung GPU hingga 12gb. Dengan bantuan GPU,

algoritma Yolov3 mampu memproses deteksi hingga 100 kali lebih cepat dibandingkan penggunaan CPU. Dalam penelitian ini sebanyak 31 jenis makanan khas Palembang diuji, menghasilkan rata-rata akurasi deteksi sebesar 96% dan rata-rata kecepatan deteksi sebesar 40.486.129 milidetik. Dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa algoritma Yolov3 yang digunakan memiliki tingkat keakuratan 80% dan kecepatan yang sangat baik[5].

Pada penelitian yang berjudul “Deteksi Kebakaran Api Berbasis *Computer Vision* dengan Algoritma Yolo” membahas tentang perkembangan sistem deteksi kebakaran dini menggunakan sensor api dan asap dengan menerapkan teknologi sensor *computer vision* untuk mendeteksi api secara *real-time* dan memberikan notifikasi melalui telegram serta mengaktifkan buzzer sebagai peringatan. Sistem menunjukkan performa yang baik dengan nilai *accuracy* sebesar 0.8, *precision* sebesar 1, dan *recall* sebesar 0.8 pada siang hari. Pada malam hari, kinerja sistem meningkat dengan nilai *accuracy* sebesar 0.96, *precision* sebesar 1, dan *recall* sebesar 0.96 karena latar belakang yang lebih gelap dan cahaya api yang dominan. Pengujian jarak menunjukkan nilai *accuracy* dan *recall* menurun seiring bertambahnya jarak antara api dan kamera, tetapi nilai *precision* tetap stabil di angka 1, menunjukkan ketepatan klasifikasi 100%. Kinerja deteksi juga dipengaruhi oleh ukuran sumber api dan variasi dataset, dengan sumber api yang lebih besar dan dataset yang lebih bervariasi meningkatkan tingkat *accuracy* dan *recall*[4].

Pada penelitian berjudul “Rancang Bangun *Quadcopter* Drone untuk Deteksi Api Menggunakan Yolov4” membahas tentang *quadcopter drone* yang dilengkapi dengan sistem deteksi api berbasis Yolov4 berhasil dibuat dan sukses dalam menangkap citra gambar. Pengolahan citra menggunakan Yolov4 mampu mendeteksi api dengan baik, dengan *training* sebanyak 6000 epoch menghasilkan akurasi terbaik sebesar 0.96. pengujian dan analisis menggunakan *confusion matrix* menunjukkan nilai akurasi terbaik pada pengujian ke-3 sebesar 0.96, dengan nilai *recall* 0.98 dan *precision* 0.96[6].

Pada penelitian yang berjudul “AIoT untuk Deteksi Dini Kebakaran Menggunakan Integrasi Komputasi Tepi dan Kamera IP” membahas tentang penggunaan algoritma Yolov8 pada *platform edge computing Jetson* memungkinkan deteksi kebakaran secara *real-time* dengan kamera IP, mencapai akurasi deteksi 96%. Evaluasi menggunakan *confusion matrix* menunjukkan nilai *precision* rata-rata sebesar 93,5%, *recall* rata-rata sebesar 97% dan *mean Average Precision* (mAP) sebesar 97,90%, dengan grafik F1-Score menunjukkan akurasi di angka 97%. Model yang dikembangkan menunjukkan performa yang kompetitif dengan algoritma lain seperti transformers dan deep learning dalam hal deteksi api. Namun, model ini belum diujia coba pada ketinggian kamera IP 2-3 meter, sehingga efektifitas deteksi objek kecil masih belum diketahui[8].

**Tabel 1. 1. GAP Penelitian**

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembandingan
2021	Perancangan Sistem Deteksi Api Menggunakan <i>Framework</i> Yolov4	<i>Framework</i> Yolov4	Sistem menghasilkan akurasi rata-rata 92% dan mencapai hingga 96% setelah pelatihan 6000 epoch. Hasil terbaik pada video kedua menunjukkan skor <i>precision</i> sebesar 0,94 dan <i>recall</i> sebesar 0,99.  Kelebihan :  Sistem mampu mendeteksi api	Dataset yang dikumpulkan berjumlah 2000. Menggunakan model Yolov4. Pengujian menggunakan kamera webcam.

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembanding
			<p>secara <i>real-time</i> dengan memberikan respon cepat untuk Tindakan kebakaran.</p> <p>Kekurangan:</p> <p>Meskipun akurasi tinggi, ada kemungkinan terjadinya kesalahan terdeteksi, seperti mendeteksi objek yang bukan api sebagai api (<i>false positives</i>) atau tidak</p>	

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembandingan
			mendeteksi api yang sebenarnya ada ( <i>false negatives</i> ).	
2021	Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma Yolo ( <i>You Only Look Once</i> )	Algoritma Yolo ( <i>You Only Look Once</i> )	Sistem menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 96%. Dan rata-rata kecepatan deteksi sebesar 40.486.129 milidetik. Kelebihan: Algoritma YOLOv3 mampu mendeteksi objek secara <i>real-time</i> dengan memproses	Dataset yang digunakan terdiri dari 31 makanan khas Palembang dengan jumlah 1955 gambar dengan format jpg. Menggunakan model YOLOv3.

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembandingan
			<p>deteksi hingga 100 kali lebih cepat dengan menggunakan GPU dibandingkan dengan CPU.</p> <p>Kekurangan:</p> <p>Algoritma Yolo memiliki kelemahan dalam mendeteksi objek kecil dalam gambar.</p>	
2022	<p>Deteksi Api kebakaran berbasis <i>computer</i></p>	<p>algoritma YOLO</p>	<p>Sistem pendeteksian api menggunakan algoritma</p>	<p>Dataset yang dikumpulkan berjumlah 1600.</p>

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembanding
	<p><i>vision</i> dengan algoritma YOLO</p>		<p>YOLO berhasil mendeteksi keberadaan api dengan baik pada siang maupun malam hari.</p> <p>Kelebihan:</p> <p>Menghasilkan nilai presisi yang tinggi menunjukkan kemampuan sistem untuk tidak mendeteksi objek lain sebagai api. Dan juga bisa memberikan respon yang</p>	<p>Menggunakan model Yolove-tiny.</p>

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembanding
			<p>cepat dengan memberikan notifikasi telegram dan buzzer terhadap kejadian kebakaran.</p> <p>Kekurangan:</p> <p>Belum adanya sistem monitoring pemantauan jarak jauh di aplikasi/website.</p>	
2022	<p>Rancang Bangun <i>Quadcopter Drone</i> untuk Deteksi Api Menggunakan</p>	<p>Algoritma YOLOv4</p>	<p>Sistem menghasilkan akurasi rata-rata 92% dan mencapai hingga 96% setelah pelatihan</p>	<p>Dataset yang dikumpulkan berjumlah 2000. Menggunakan model YOLOv4.</p>

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembanding
	Yolov4		<p>6000 epoch.</p> <p>Hasil terbaik pada video kedua menunjukkan skor <i>precision</i> sebesar 0,94 dan recall sebesar 0,99.</p> <p>Kelebihan:</p> <p>Sistem mampu mendeteksi api secara <i>real-time</i> dengan memberikan respon cepat untuk Tindakan kebakaran.</p> <p>Kekurangan:</p> <p>Meskipun</p>	<p>Pengujian menggunakan kamera Action Cam yang terpasang pada badan drone.</p>

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembanding
			<p>akurasi tinggi, ada kemungkinan terjadinya kesalahan terdeteksi, seperti mendeteksi objek yang bukan api sebagai api (<i>false positives</i>) atau tidak mendeteksi api yang sebenarnya ada (<i>false negatives</i>).</p>	
2024	<p>AIoT untuk Deteksi Dini Kebakaran Menggunakan</p>	<p>AIoT, Kamera IP, dan algoritma</p>	<p>Model berhasil mencapai akurasi deteksi antara 97% - 98%.</p>	<p>Dataset yang dikumpulkan berjumlah 1232.</p>

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembandingan
	Integrasi Komputasi Tepi dan Kamera IP	Yolov8	Hasil <i>mean Average Precision</i> (mAP) sebesar 97,90% dan F1-Score 97%.  Kelebihan:  Kombinasi Yolov8 dan <i>platform edge computing jetson</i> memungkinkan deteksi kebakaran secara <i>real-time</i> dari <i>ip camera</i> , menjadikannya solusi yang efisien untuk respon yang	Menggunakan model Yolov8. Pengujian menggunakan IPkamera.

Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembanding
			<p>cepat.</p> <p>Kekurangan:</p> <p>Model belum diuji pada ketinggian kamera ip 2-3 meter, sehingga efektivitasnya dalam mendeteksi objek kecil atau kebakaran yang muncul pada jarak jauh belum dapat dipastikan.</p>	

### 1.5. Data Penelitian

Data penelitian ini terdiri dari gambar-gambar api dalam format JPG/JPEG. Gambar-gambar ini mencakup kategori api besar sejumlah 1300 gambar, api kecil sejumlah 1300, dan bukan api sejumlah 1099

gambar, dan diambil dari berbagai sumber seperti internet, database Kaggle, dan database Roboflow. Kondisi gambar bervariasi antara siang dan malam dengan latar belakang yang berbeda.

Setiap gambar dilengkapi dengan anotasi bounding box dalam file txt. menggunakan format YOLO. Format ini mencatat label objek, serta koordinat pusat bounding box ( $x$  dan  $y$ ), lebar, dan tinggi bounding box dalam proporsi relatif terhadap dimensi gambar. Pemilihan data ini bertujuan agar model YOLO dapat mendeteksi api dengan baik dalam berbagai kondisi dan latar belakang, meningkatkan akurasi deteksi kebakaran. Berikut salah satu contoh gambar dataset pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2. Tabel Dataset

Label	Gambar
Bukan Api	
Api Besar	
Api Kecil	