

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Titik Api dan Asap Menggunakan Metode YOLO dan Berbasis Android untuk Deteksi Dini Kebakaran pada Gedung Bertingkat

Neyzsa Amanda^{1*}, Imam Sutrisno², Didik Sukoco³

¹²³Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

*E-mail : neyzsaamanda@student.ppns.ac.id

Abstrak

Kebakaran adalah suatu peristiwa bencana yang berasal dari api yang tidak dikehendaki yang dapat menimbulkan kerugian, baik kerugian materi (berupa harta benda, bangunan fisik, deposit atau asuransi, fasilitas sarana dan prasarana, dan lain-lain) hingga kehilangan nyawa atau cacat tubuh yang ditimbulkan akibat kebakaran tersebut. Dengan memanfaatkan perkembangan teknologi di dalam bidang pengolahan citra dan android maka, dibuat sebuah teknologi sistem proteksi aktif kebakaran menggunakan kamera CCTV berbasis pengolahan citra dengan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) dan aplikasi android yang dapat memberikan notifikasi jika terdeteksi adanya titik api dan asap pada suatu ruangan dengan memanfaatkan *cloud server* serta mengaktifkan *sprinkler* untuk memadamkan api. Penelitian ini mengintegrasikan 2 kamera pada lantai gedung yang berbeda. Berdasarkan hasil pengujian, metode yang digunakan dapat diterapkan dengan baik pada sistem, mampu mendeteksi dan mengklasifikasi objek api, asap serta api dan asap dengan tingkat rata-rata keberhasilan sebesar 98,3% pada kamera 1 dan 95% pada kamera 2 dengan jarak maksimal objek sejauh 300 cm dari kamera.

Kata Kunci : Android, Closed Circuit Television (CCTV), Cloud Server, Kebakaran Gedung Bertingkat, You Only Look Once (YOLO)

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surabaya, kasus kebakaran di Surabaya Januari hingga September 2019 tercatat sebanyak 570 kasus kebakaran. Kebakaran terjadi akibat api terbuka seperti korek api, kompor dan lilin sebanyak 248 kasus, akibat arus pendek listrik 78 kasus dan 244 kasus masih dalam penyidikan. Dari 570 kasus kebakaran 103 diantaranya merupakan kebakaran bangunan dengan luasan 19.329 meter persegi. Bangunan itu berupa bangunan industri, perkantoran, gudang dan rumah warga [6]. Pengadaan sistem proteksi kebakaran dan sarana penyelamatan serta pembentukan organisasi tanggap darurat untuk memberantas kebakaran perlu dilakukan [2].

Upaya perancangan sistem proteksi aktif sangat diperlukan untuk meminimalisir luas area kebakaran, korban jiwa dan kerugian akibat bencana kebakaran. Diperlukan sebuah teknologi untuk mendeteksi serta memberikan notifikasi keberadaan titik api dan asap pada ruangan dan lantai yang berbeda pada gedung bertingkat. Dengan adanya sistem deteksi serta notifikasi titik api dan asap ini, pengawas gedung akan lebih mudah dalam menemukan

lokasi ruangan serta lantai titik kebakaran dan juga penghuni gedung dapat menyelamatkan diri secepatnya. Sebelumnya, sudah ada teknologi deteksi dini kebakaran yaitu sistem deteksi kebakaran dengan menggunakan sensor. Namun, kerja sensor dibatasi oleh area deteksi serta sensor yang dipasang di dalam gedung terbakar dan rusak ketika ada api [5]. Oleh karena itu, diperlukan sistem deteksi kebakaran yang mampu memantau area yang lebih luas dan lebih aman sehingga dapat meminimalisir area kebakaran. Pemantauan di dalam gedung dapat dilakukan melalui video dari CCTV. Akan tetapi jika hanya melalui CCTV kurang efisien karena perlu dilakukan pengawasan sepanjang hari. Saat ini, *artificial intelligence* dapat membantu pengawas dalam mengawasi, menganalisa hasil, serta mendeteksi titik api dan asap pada video CCTV.

Beberapa studi tentang deteksi kebakaran dengan *artificial intelligence* telah dilakukan, salah satunya tentang deteksi kebakaran hutan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Hasil pengujian metode CNN memiliki tingkat akurasi sekitar 54%. Namun, metode ini memiliki banyak kekurangan

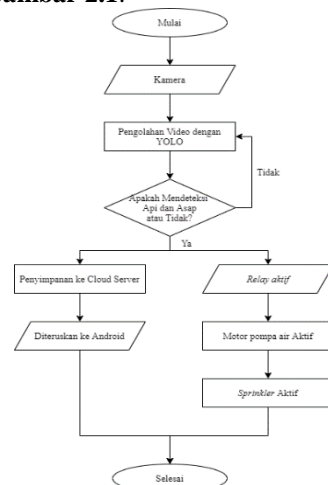
seperti dapat mengenali suatu objek tetapi tidak dapat mengetahui lokasi pasti dari objek [1]. Sehingga, Dalam penelitian ini diusulkan pendeteksian berbasis pengolahan citra dengan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) untuk mendeteksi titik api dan asap pada video CCTV pada ruangan gedung pada lantai yang berbeda.

Ketika titik api dan asap terdeteksi pada kamera CCTV pada suatu ruangan *sprinkler* akan aktif menyemprotkan air. Selanjutnya penulis mencoba mengkoneksikan hasil dari perekaman video pada dua ruangan yang berbeda dengan perangkat android melalui penyimpanan *cloud server*. Nantinya pengawas dan penghuni gedung akan mendapatkan notifikasi lokasi kebakaran berupa nama ruangan ketika terjadi kebakaran dan juga dapat melihat secara langsung kejadian yang terekam dengan perangkat android.

2. METODOLOGI

2.1 Diagram alur penelitian

Diagram alur penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



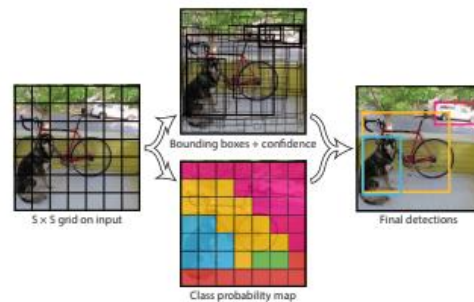
Gambar 2.1 Diagram Alur Penelitian

Gambar 2.1 menjelaskan alur kerja sistem yang dimulai dari kamera yang berfungsi sebagai perekam seperti sensor. Hasil rekaman tersebut akan diolah menggunakan pengolahan citra dengan metode *You Only Look Once* (YOLO). Dengan metode tersebut keberadaan api dan asap akan terdeteksi. Jika api dan asap terdeteksi video yang telah diolah menggunakan metode YOLO tersebut akan tersimpan di *cloud server* dan diteruskan ke perangkat android berupa gambar dan notifikasi dan mengaktifkan *relay* yang selanjutnya akan mengaktifkan motor pompa air dan mengaktifkan *sprinkler*. Penyiraman *sprinkler* akan terus dilakukan

sampai api dan asap tidak terdeteksi. Jika api dan asap tidak terdeteksi maka video akan diolah kembali dengan metode YOLO.

2.2 Metode *You Only Look Once* (YOLO)

You Only Look Once (YOLO) merupakan metode pengembangan dari CNN (*Convolutional Neural Network*) [3]. Sistem pada YOLO membagi citra masukan ke dalam *grid* SxS. Kemudian *sel grid* dan *bounding box* akan diprediksi. Setiap *sel grid* akan ditimbang probabilitasnya untuk mengklasifikasi citra berupa objek atau bukan. **Gambar 2.2**, YOLO mendeteksi model sebagai regresi. Citra dibagi menjadi NxN *grid*. Selanjutnya memprediksi *bounding box* dan *confidence* pada *bounding box* tersebut dan kelas probabilitas secara bersamaan [4]. Pengolahan citra dengan metode YOLO ditunjukkan pada **Gambar 2.2** berikut:



Gambar 2.2 Proses Deteksi Metode YOLO

Untuk melatih model dalam deteksi kebakaran dibutuhkan *dataset* untuk *training* data menggunakan metode YOLO, Penulis 450 gambar api dan asap dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Beberapa contoh gambar pelatihan yang digunakan ditunjukkan pada **Gambar 2.3** dimana menunjukkan beberapa *dataset* yang digunakan pada kelas api. Pada penelitian ini penulis membagi kelas objek menjadi 3 yaitu api, asap, serta api dan asap. *Dataset* tiap kelas sebanyak 150 citra dengan *dataset test* sebesar 80% sampai dengan 90% dari total *dataset* tiap kelas.



Gambar 2.3 *Datasets*

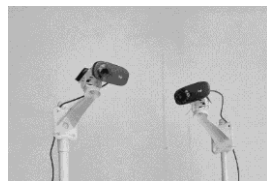
Tabel 2.1 menunjukkan konfigurasi model *training* yang digunakan. Jumlah *batch* dan *subdivisions* menentukan jumlah gambar yang diproses sekaligus pada CPU atau GPU pada 1 iterasi. Batas maximum iterasi dalam *training* disebut dengan *max_batches*. Ketika iterasi sudah mencapai 6000 iterasi, maka secara otomatis proses *training* akan berhenti.

Tabel 2.1 Konfigurasi *Training Data* dengan Metode YOLO

Konfigurasi	Keterangan
Batch	64
Subdivisions	32
Max_batches	6000
Steps	4800, 5400
Width	416
Classes	3
Filters	24

2.3 Kamera, Spesifikasi Ruang dan Pendeteksian Objek

Pada penelitian ini digunakan 2 buah kamera *webcam* Logitech C310 dengan resolusi 5MP sebagai kamera CCTV seperti pada **Gambar 2.4**. Kedua kamera ini dipasang pada tiang setinggi 2 meter dan diletakkan pada pojok ruangan.



Gambar 2.4 *Webcam* Logitech C310

Ukuran ruangan yang digunakan dalam pengujian ini adalah 3 x 4 x 4 m. Pendeteksian objek dilakukan pada jarak dan intensitas cahaya yang berbeda. Jarak kamera dengan objek adalah 100 cm hingga 300 cm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode yang diusulkan diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan TensorFlow pada *personal computer* yang dilengkapi dengan prosesor Intel CORE i5 Generasi ke-7,

memori 12GB, dan GPU NVIDIA GeForce 930MX.

Tabel 2.2 menunjukkan nilai mAP tertinggi dari *training dataset* yang telah penulis buat sebesar 86% sehingga bobot yang digunakan pada prototipe ini yaitu bobot dengan mAP terbaik. Pengujian bobot terbaik, seperti pada **Tabel 2.2** didapatkan mAP tertinggi pada metode YOLO dengan nilai 85,84%. Dalam waktu pemrosesan untuk mendeteksi 150 dataset, dibutuhkan waktu 3 detik. Pada deteksi ketiga kelas baik api, asap maupun api dan asap didapatkan hasil *True Positive* (TP) lebih besar daripada *False Positive* (FP) yaitu sebesar 22 objek yang terdeteksi pada kelas api sehingga nilai *Average Precision* yang didapatkan sebesar 85,61%, 36 objek yang terdeteksi pada kelas asap sehingga nilai *Average Precision* yang didapatkan sebesar 84,42%, dan 21 objek yang terdeteksi pada kelas api dan asap sehingga nilai *Average Precision* yang didapatkan sebesar 87,50%.

Tabel 2.2 Konfigurasi *Training Data* dengan Metode YOLO

<i>Load Model</i>		Hasil
Api	AP	85.61%
	TP	22
	FP	3
Asap	AP	84.42%
	TP	36
	FP	7
Api dan Asap	AP	87.50%
	TP	21
	FP	0
FN		22
<i>Processing Time (s)</i>		1
<i>Precision</i>		0.89
<i>Recall</i>		0.78
<i>F1-score</i>		0.83
IoU		62.28%
mAP@0.5		85.84%

Pada penelitian ini, hasil pengujian dilakukan pada 2 kamera yang diletakkan pada dua ruangan yang berbeda. **Gambar 3.1** merupakan 6 dari 60 hasil pendeteksian objek api dan asap pada kamera 1.



Gambar 3.1 Hasil Deteksi Api dan Asap pada Kamera 1

Metode YOLO relatif andal untuk melakukan pendeteksian objek dan klasifikasi kelas api, asap serta api dan asap. Hal ini terbukti dengan tingkat keberhasilan dalam mendeteksi dan mengklasifikasi objek yaitu sebesar 98,3% dengan 60 kali uji coba pada kamera 1.



Gambar 3.2 Hasil Deteksi Deteksi Api dan Asap pada Kamera 2

Pada **Gambar 3.2** menunjukkan pengujian 10 kali pengujian dari 60 kali pengujian yang dilakukan dengan keberhasilan YOLO dalam mendeteksi keberadaan objek api dan asap sebesar 95%. Kegagalan 5% dikarenakan objek api tidak terdeteksi oleh kamera karena jarak objek > 300 cm dari kamera.

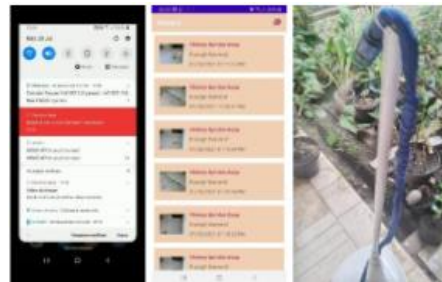
Intensitas cahaya dan jarak objek berpengaruh terhadap hasil deteksi api dan asap. Dari hasil pengujian, objek api mampu terdeteksi secara optimal pada intensitas cahaya ruangan 0 lux sampai 93 lux sedangkan objek asap mampu terdeteksi secara optimal pada intensitas cahaya ruangan 30 lux sampai 35 lux dan kamera mampu mendeteksi objek sampai jarak 300 cm.

Gambar 3.3 menunjukkan hasil deteksi pada dua kamera yang ditempatkan di ruangan yang berbeda. Kedua kamera bekerja dengan baik dan terintegrasi dengan *sprinkler* dan *output* notifikasi android.



Gambar 3.3 Hasil Deteksi Api dan Asap pada Ruangan yang Berbeda

Perancangan sistem penyimpanan *cloud server* dari data dua kamera berupa lokasi, waktu, dan gambar dikirim ke *server cloud* secara *real-time* dan tidak ada penundaan. Sedangkan data video yang dikirim ke *server cloud* membutuhkan waktu pengiriman rata-rata per menit 1 menit 45 detik dengan kecepatan internet 20 Mbps, upload video tergantung ukuran file video dan kualitas kecepatan internet yang ada.



Gambar 3.4 Output Sistem

Dalam pengujian sistem seperti **Gambar 3.4** yang memberikan *output* berupa *sprinkler* yang dapat aktif dan notifikasi ke perangkat android tidak ada *delay* ketika objek terdeteksi dan juga tidak ada kesalahan dengan tingkat keberhasilan sebesar 100% dalam pengujian.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Keimpulan dari penelitian ini adalah sistem deteksi dini api dan asap berbasis metode YOLO dan android dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan. Tingkat keberhasilan sistem mencapai 98,3% pada kamera 1 dan 95% pada kamera 2. Tingkat keberhasilan *output* yang dihasilkan berupa notifikasi pada perangkat android dan aktifnya *sprinkler* tidak terjadi *delay* dan kesalahan yang terbukti dengan hasil pengujian dengan tingkat keberhasilan 100%.

4.2 Saran

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan terdapat beberapa saran untuk melanjutkan dan memperbaiki kekurangan yang ada pada penelitian ini, yaitu

menggunakan laptop dengan spesifikasi yang lebih tinggi agar dapat menghasilkan FPS yang lebih tinggi dan memperbanyak data gambar pada masing-masing kelas baik api, asap maupun api dan asap untuk meningkatkan tingkat akurasi pada tiap kelas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hendri, M., 2018. *Perancangan sistem deteksi asap dan api menggunakan pemrosesan citra*. s.l.: Industrial Technology Faculty, Indonesian Islamic University Yogyakarta.
- [2] Menaker, 1999. *Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.168 tahun 1999 tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja*. s.l.:s.n.
- [3] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. & Farhadi, A., 2016. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 779-788.
- [4] Redmon, J. & Farhadi, A., 2017. YOLO9000: Better, Faster, Stronger. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, pp. 7263-7271.
- [5] S.J., C., D.C., H., K.A., P. & A.W., M., 2007. Fire Detection using Smoke and Gas Sensors. *Fire Safety Journal*, 42(no.8), pp. 507-515.
- [6] Widyanto, I., 2019. *Terdapat 570 Kasus Kebakaran, Pemkot Surabaya Bangun 400 Tandon*, Surabaya: Jatimnet.com.