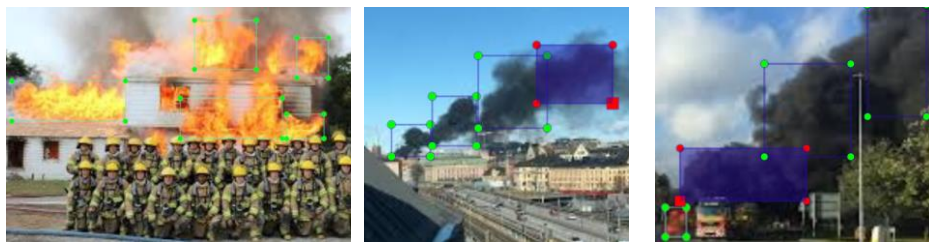


BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan Data

Data yang digunakan untuk model objek lokalisasi YOLOv4 pada sistem deteksi kebakaran harus mencakup berbagai jenis kebakaran dengan berbagai tingkat intensitas. Data ini harus diperoleh dari berbagai sumber seperti video kebakaran yang diperoleh dari CCTV, rekaman video simulasi kebakaran dan gambar kebakaran.



Gambar 4.1 Pembagian Dataset Api and Asap

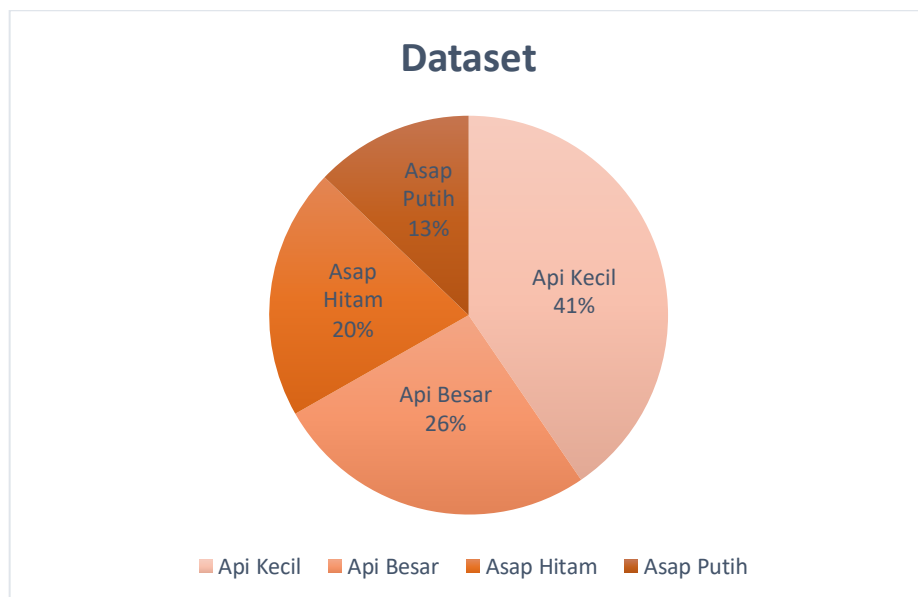
Untuk mendapatkan data yang representatif, pengambilan data harus dilakukan di berbagai situasi dan kondisi yang berbeda, data yang di ambil mencakup data api dan asap dengan ukuran dan intensitas yang berbeda. Data yang beragam ini akan membantu model untuk menangani berbagai kondisi yang berbeda dan menghindari terjadinya *overfitting* [25].

Filterisasi data pada dataset kebakaran sangat penting untuk menjamin kualitas dari model objek lokalisasi yang akan dibangun. Proses ini meliputi pemilihan data yang sesuai dengan kriteria yang ditentukan dan penghapusan data yang tidak sesuai atau tidak valid. Kebakaran serta label yang sesuai dengan objek tersebut, dalam hal ini mengannotasi yang baik akan membantu model untuk belajar dan mengenali objek kebakaran dengan baik.

Beberapa kriteria yang dapat digunakan dalam filterisasi data adalah ukuran bounding box, label objek, dan kualitas gambar. Ukuran bounding box yang terlalu kecil atau terlalu besar dapat dihapus karena tidak representatif. Label objek yang tidak sesuai dengan objek yang akan dideteksi juga harus dihapus. Kualitas gambar yang buruk atau tidak jelas juga harus dihapus untuk menjamin kualitas data yang digunakan.

Selain itu, data yang digunakan harus juga diperiksa secara manual untuk memastikan bahwa semua data yang digunakan sesuai dengan kriteria yang ditentukan dan tidak ada data yang tidak valid. Dengan filterisasi data yang baik, model objek lokalisasi yang akan dibangun akan lebih baik dan akurat dalam mengenali objek kebakaran.

Pengambilan data dilakukan dengan menggabungkan dataset api dan kebakaran, dengan total dataset mencapai 996 gambar setelah dilakukan filterisasi. Data tersebut terdiri atas 403 gambar api berukuran kecil dan 262 gambar api berukuran besar, pada dataset asap terdiri atas 203 gambar asap berwarna hitam dan 128 gambar asap berwarna putih.



Gambar 4.2 Pembagian Dataset

4.2 Training

Proses training di bagi ke dalam dua model Deep Learning yakni YOLOv4 dan YOLOv4-tiny, dengan membagi proses training ke dalam tiga dataset berbeda, yakni dataset yang berisikan asap, dataset yang berisikan api dan dataset yang berisikan keduanya, pembagian training ini bertujuan untuk mengetahui model mana yang memiliki akurasi, precission dan recall terbesar serta kecepatan inferensi terbaik dari ketiga model.

Untuk mengukur mAP, recall, dan precision dari model YOLOv4, dilakukan dengan membandingkan hasil deteksi dari model dengan ground truth atau data asli yang digunakan sebagai acuan. Kemudian, menghitung Intersection over Union (IoU) antara hasil deteksi dengan ground truth, untuk dapat mengetahui seberapa baik model dalam menemukan objek yang sebenarnya ada. Kemudian, dapat menghitung *mAP*, *recall*, *precision* dan F1-Score dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan.

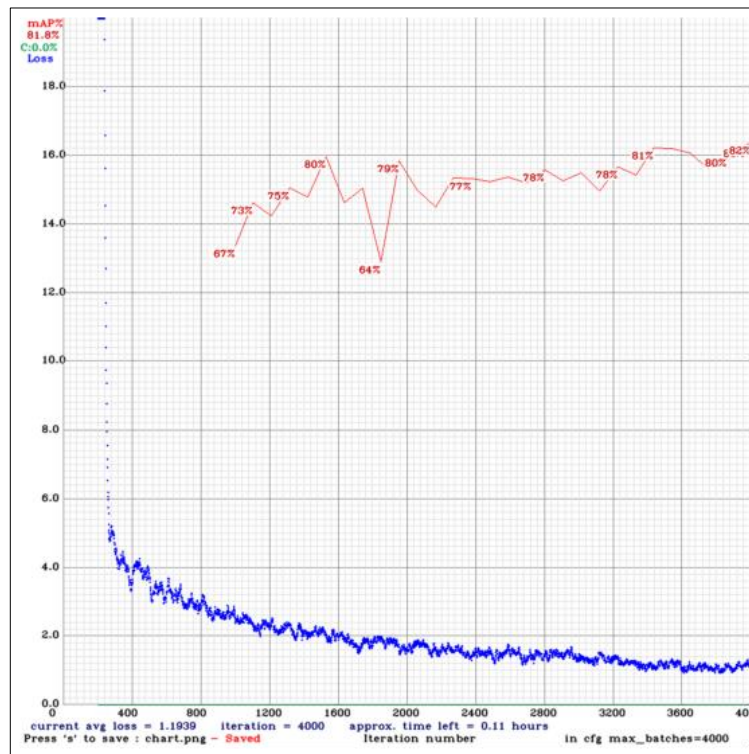
Model dari *deep learning* memiliki kemampuan yang tinggi apabila memanfaatkan graphics processing units (GPU) , namun keterbatasan kemampuan proses deteksi pada sistem tertanam dalam memanfaatkan GPU membuat hal ini sulit untuk dicapai. Framework tensorflow digunakan untuk meningkatkan performa dengan meningkatkan kemampuan latensi dari inferensi, mengurangi konsumsi daya dan mengurangi ukuran dari model dengan melakukan optimalisasi kinerja pada hardware [26]. Latensi dengan akurasi terbaik dari ketiga model akan dipilih untuk di implementasikan. Besar latensi dan ukuran dari model akan memengaruhi kecepatan inferensi. Berdasarkan parameter tersebut hasil inferensi di dapatkan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Training

Parameter	Api	Asap	Api dan Asap
mAP@0.50	0.83	0.61	0.81
Precision	0.78	0.73	0.83
Recall	0.81	0.52	0.79
F1-Score	0.80	0.69	0.81
Average	0.80	0.64	0.81

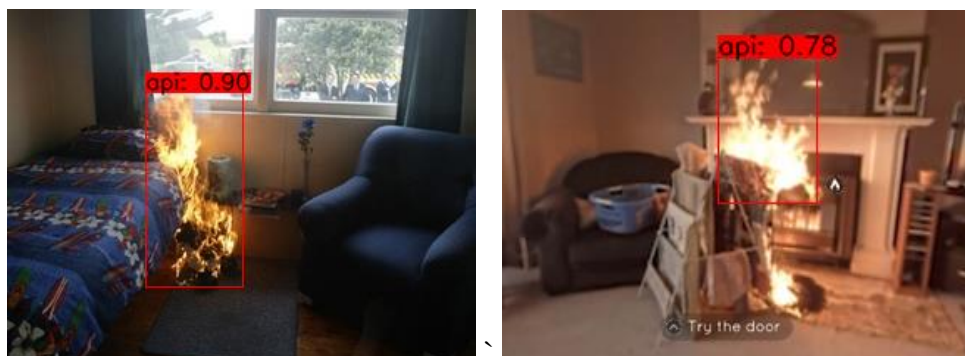
Berdasarkan hasil *training* dengan memperlakukan perbedaan dataset, di dapatkan nilai parameter pada model yang di latih menggunakan menggunakan dataset asap memiliki nilai hasil parameter lebih kecil ketimbang model yang di latih dengan menggunakan dataset api, hal ini dikarenakan keberagaman bentuk dan warna dari asap. Berdasarkan data tersebut, model dari YOLOv4 menggunakan dataset gabungan api dan asap di pilih karena nilai parameter terbaik dari model lainnya, kemampuannya

dalam melakukan generalisasi, serta waktu inferensi yang singkat, membuat model ini di pilih sebagai model yang di gunakan pada implementasi.



Gambar 4.3 Grafik Loss dan mAP dari YOLOv4 dataset Api dan Asap

Verifikasi dilakukan dengan melakukan deteksi gambar api di dalam berbagai kondisi, pengujian pertama di lakukan dengan menguji kemampuan deteksi di tempat yang berbeda, di dalam ruangan dan di ruang terbuka. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi api dan asap di berbagai ruangan.



Gambar 4.4 Pengujian deteksi api di dalam ruangan



Gambar 4.5 Pengujian deteksi api di luar ruangan

Pengujian kedua di lakukan dengan menguji kemampuan deteksi pada ukuran yang berbeda. Pengujian ini di bagi ke dalam dua bagian yakni pengujian dengan menggunakan gambar api berukuran besar dan pengujian menggunakan gambar api yang berukuran kecil. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi api dan asap di berbagai ukuran.



Gambar 4.6 Pengujian deteksi dengan gambar api berukuran besar



Gambar 4.7 Pengujian deteksi dengan gambar api berukuran kecil

4.3 Tampilan Web

Proses inferensi akan melakukan deteksi objek dari setiap frame yang tertangkap pada webstreaming yang berisikan hasil bounding boxes, skor prediksi, dan kelas dari objek. Hasil dari proses deteksi ini akan di tampilkan dalam bentuk visualiasi berbasis web yang akan digunakan sebagai media monitoring oleh pengguna. Sistem tertanam akan terhubung dengan piezzo buzzer yang berfungsi sebagai indikator apabila terdeteksi api yang berpotensi terjadi kebakaran.

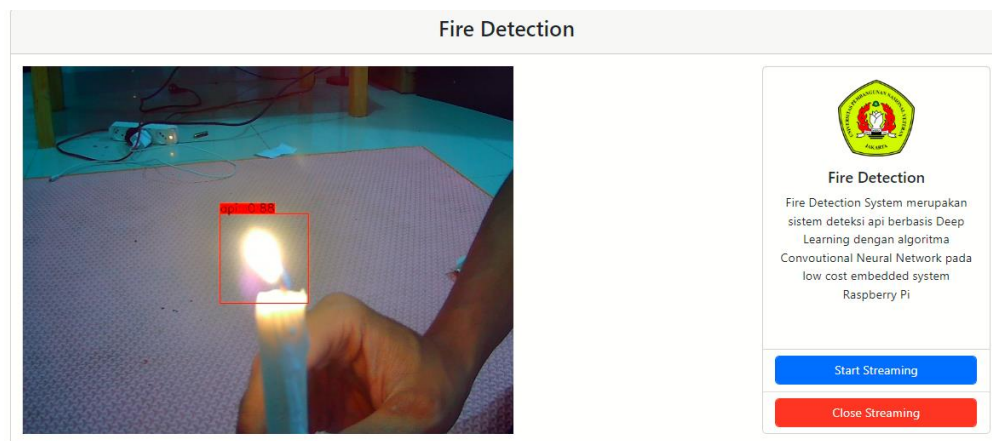
Tampilan web terdiri atas tiga halaman yakni, halaman *login*, halaman utama dan halaman *webstream*. Halaman *login* berfungsi untuk melakukan autentikasi dan otorisasi terhadap pengguna yang memiliki akses atas web. Halaman utama adalah halaman yang berisikan deskripsi singkat terkait sistem deteksi api dan halaman yang memiliki fitur tombol yang akan merujuk ke halaman *webstream*, Halaman *webstream* merupakan halaman yang bertujuan untuk menunjukkan hasil inferensi *real-time* dari kamera.



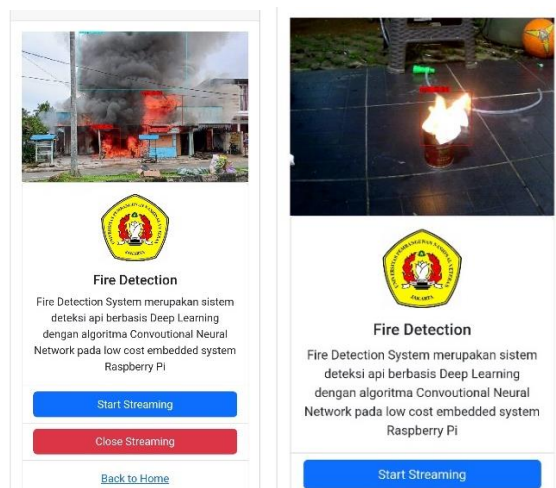
Gambar 4.8 Tampilan halaman *login* dari web



Gambar 4.9 Tampilan halaman utama dari web



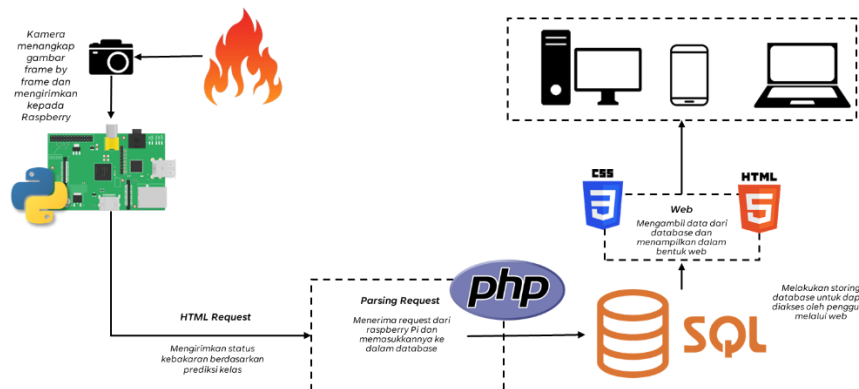
Gambar 4.10 Tampilan halaman *streaming* dari web



Gambar 4.11 Tampilan *mobile site*

4.4 Perangkat

Pengujian dari purwarupa dilakukan dengan menggunakan kamera Logitech C270 yang terhubung dengan Raspberry Pi 4. Kamera ini digunakan untuk merekam gambar dan video dari objek yang akan dideteksi, yang kemudian akan diolah oleh model YOLOv4 untuk mendeteksi kebakaran. Raspberry Pi 4 digunakan sebagai pengolah data yang diterima dari kamera dan menjalankan model YOLOv4.



Gambar 4.12 Desain sistem dan alur kerja dari alat

Selain itu, Raspberry Pi 4 juga terhubung dengan indikator lampu dan piezzo sebagai indikator apabila terjadi kebakaran. Lampu akan menyala dan piezzo akan berbunyi sebagai sinyal bahwa sistem telah mendeteksi kebakaran. Dengan cara ini, pengujian purwarupa dapat dilakukan dengan efektif dan akurat.



Gambar 4.13 Tampilan purwarupa sistem deteksi api