

TECHNICAL REPORT

FOREST FIRE DETECTION WITH DRONE CAMERA USING COMPUTER VISION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY



Indonesia AI

AI for Everyone, AI for Indonesia

Disusun Oleh:

GROUP 2

Iman Fattah

Khalisul Akbar

Putut Dewantoro

Rahmatsyah Firdaus

Sultan

Naufal Hanan Lutfianto

Darrel Poli

OMDENA Forest Fire Project

Indonesia AI

2022

DAFTAR KONTEN

1. PENDAHULUAN	3
2. TUJUAN	4
3. KONTEN PENELITIAN	4
3.1. Problem Understanding & Data Collection	4
3.2. EDA & Pre-Processing	6
3.3. Apply Various Image Classification Models	9
3.4. Evaluation & Model Deployment	11
4. HASIL & KESIMPULAN	12
5. REFERENSI	13
6. LAMPIRAN	13

1. PENDAHULUAN

Bahaya kebakaran hutan dan lahan (karhutla) di Indonesia merupakan ancaman yang serius dan merupakan permasalahan yang terjadi hampir setiap tahun. Data dari U.S. Fire Service menyatakan bahwa telah terjadi lebih dari 700 kebakaran hutan setiap tahunnya dan membakar lebih dari 7 juta hektar lahan. Jika permasalahan ini dibiarkan berlarut-larut dampak negatifnya sangat kompleks, yang tidak hanya mempengaruhi ekologi dan merusak lingkungan tetapi juga hubungan Indonesia dengan negeri tetangga pun menjadi sensitif akibat polusi udara yang mengancam negara-negara tetangga. Kerusakan hutan telah meningkatkan emisi karbon hampir 20 %. Ini sangat signifikan karena karbon dioksida merupakan salah satu gas rumah kaca yang berimplikasi pada kecenderungan pemanasan global. Dilansir dari *Earth Eclipse*, terdapat dua macam penyebab kebakaran hutan, yaitu akibat ulah manusia dan kejadian alam. Sebesar 90 persen kebakaran disebabkan oleh ulah manusia seperti pembukaan lahan, illegal logging namun alam juga menjadi faktor terjadinya kebakaran hutan seperti perubahan suhu yang ekstrim, sambaran petir.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat terjadi kenaikan kejadian kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) pada tahun 2021 sebanyak 15 persen atau 56.280 hektar dari tahun sebelumnya. Besarnya luas hutan di Indonesia membuat masalah kebakaran susah untuk ditangani lebih cepat, pemerintah sudah berupaya untuk mengatasi problem tersebut dengan melakukan patroli udara melalui helikopter namun penggunaan helikopter tersebut masih belum optimal karena hanya dapat digunakan pada siang hari dan memerlukan biaya yang besar. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang dapat membantu mengatasi problem tersebut salah satunya dengan penerapan unmanned aerial vehicles (UAV) yang dilengkapi kamera termal dan sensor cerdas, drone dapat mendeteksi dini titik api sehingga dapat dipadamkan dengan mudah dan cepat

2. TUJUAN

Penelitian ini dibuat untuk memperoleh solusi dari masalah kebakaran hutan dan lahan yang ada di Indonesia dengan memanfaatkan Artificial Intelligence (AI) yang nantinya digunakan untuk mendeteksi objek yang terindikasi terjadi kebakaran atau tidak, serta penerapan unmanned aerial vehicles (UAV) untuk mengawasi hutan dan mendeteksi titik api.

Penelitian ini bertujuan untuk melatih model deep learning dengan metode pendeteksian Image Classification dan Image Segmentation. Namun, pada tahap pertama ini, penelitian berfokus pada Image Classification sebagai awalan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah solusi pemerintah dalam mengatasi bencana kebakaran hutan yang melanda Indonesia saat ini.

3. KONTEN PENELITIAN

3.1. Problem Understanding & Data Collection

Untuk memulai percobaan ini, diperlukan pemahaman dasar terkait penyebab-penyebab terjadinya kebakaran di Indonesia dan metode apa yang dilakukan untuk mendeteksi kebakaran hutan saat ini. Bahaya kebakaran hutan dan lahan (karhutla) di Indonesia merupakan ancaman yang serius dan merupakan permasalahan yang terjadi hampir setiap tahun. Dampak negatifnya sangat kompleks, selain mempengaruhi ekologi dan merusak lingkungan, hubungan Indonesia dengan negeri tetangga pun menjadi sensitif akibat polusi asap lintas batas (transboundary haze pollution).

Kebakaran hutan merupakan salah satu bencana yang diakibatkan beberapa faktor, menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) di Indonesia penyebabnya adalah 99% oleh manusia dan 1% nya adalah alam. Selain itu menurut Earth Eclipse, terdapat dua macam penyebab kebakaran hutan, yaitu akibat oleh manusia dan kejadian alam dimana sebesar 90 persen kebakaran disebabkan oleh oleh manusia. Walaupun manusia mempunyai peran dalam terjadinya kebakaran hutan, faktor alam juga mempunyai pengaruh yang cukup besar. Pemerintah dalam hal ini Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) berupaya terus mendorong solusi permanen pengendalian karhutla untuk mengatasi Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) dengan membuat suatu klaster yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Klaster pertama berupa pengendalian operasional dalam sistem satgas patroli terpadu di tingkat wilayah diperkuat dengan Masyarakat Peduli Api-Paralegal (MPA-P). Klaster kedua, berupa upaya penanggulangan karhutla berdasar analisis iklim dan rekayasa hari hujan melalui Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC). Klaster ketiga, dengan pembinaan tata kelola lanskap, khususnya dalam ketaatan pelaku/konsesi, praktik

pertanian, dan penanganan lahan gambut, menjadi upaya pengendalian karhutla yang terus diperkuat oleh KLHK bekerja sama dengan para pihak terkait.

Namun, pada penerapannya di lapangan, metode tersebut belum mampu optimal mengatasi permasalahan yang ada. Hal ini dikarenakan karena kebakaran hutan sering kali sangat sukar dideteksi dan dipadamkan karena terkendala kondisi geografis dan medan hutan yang luas sulit dijangkau manusia. Oleh karena itu, salah satu cara efektif untuk mengawasi hutan dan mendeteksi titik api di hutannya itu lewat pemantauan udara menggunakan unmanned aerial vehicles (UAV). Dilengkapi dengan kamera, sensor-sensor, dan Artificial Intelligence (AI) drone dapat mendeteksi dini titik api dengan lebih akurat dan cepat menjangkau daerah-daerah potensial sehingga area terjadi kebakaran dapat di-*spot* dengan lebih cepat.

Dalam penelitian ini, model akan dilatih dengan memanfaatkan data [The Flame Dataset: Aerial Imagery Pile Burn Detection Using Drones \(UAVS\)](https://iee-dataport.org/open-access/flame-dataset-aerial-imagery-pile-burn-detection-using-drones-uavs) (Gambar 1). Dataset ini terdiri dari beberapa gambar hutan, baik saat terjadi kebakaran maupun tidak, yang diambil dengan kamera drone di daerah Northern Arizona, USA. Pada penelitian ini, kami akan menggunakan dataset untuk image klasifikasi (Gambar 2) pada tahap awal dan image segmentation (Gambar 3) pada tahapan selanjutnya. Berikut adalah rincian dari dataset yang digunakan :

About the Dataset : THE FLAME DATASET

Can be accessed here : <https://iee-dataport.org/open-access/flame-dataset-aerial-imagery-pile-burn-detection-using-drones-uavs>

This dataset consists of different repositories **including raw aerial videos recorded by drones' cameras** and also **raw heatmap footage recorded by an infrared thermal camera**.

fire classification :

- Training set : 39,375 frames are labeled ("Fire" vs "Non-Fire")
- Test set : 8,617 frames are also labeled the same

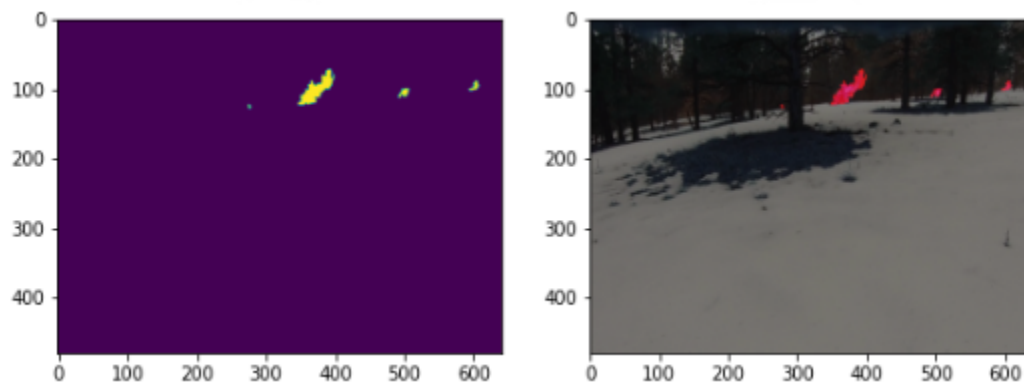
fire segmentation :

- 2,003 frames are considered for the fire segmentation
- 2,003 masks are generated for the purpose of Ground Truth data with pixel-wise annotation.

Gambar 1. The Flame Dataset for classification and segmentation configuration



Gambar 2. Sample gambar dari classification dataset, Fire (kiri) dan No Fire (kanan).

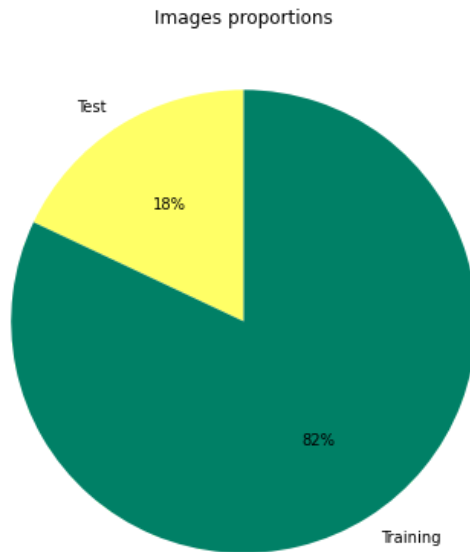


Gambar 3. Sample gambar dari segmentation dataset, Mask (kiri) dan Image (kanan).

3.2. EDA & Pre-Processing

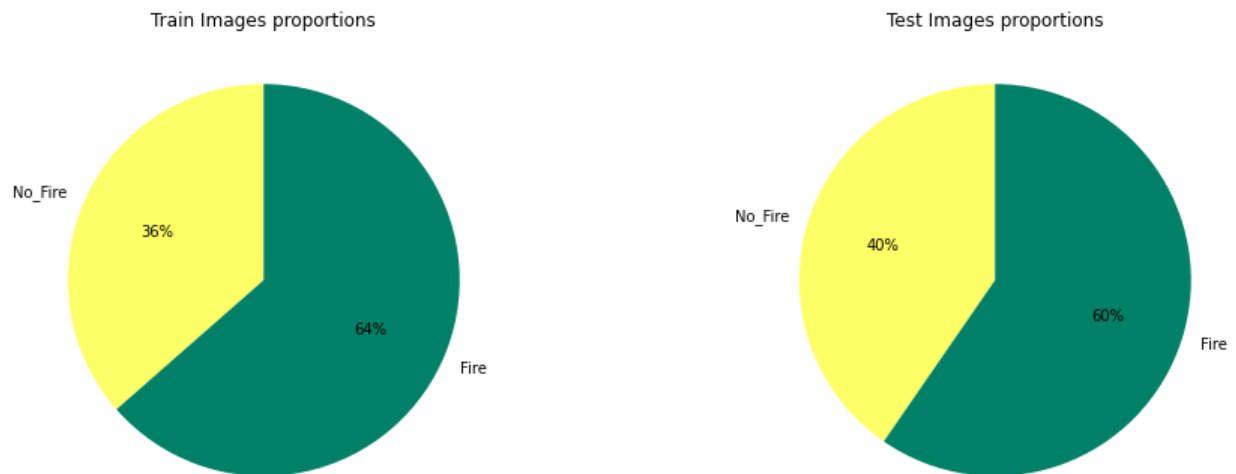
Pada penelitian ini proses *Exploratory Data Analysis* (EDA) dilakukan untuk memperoleh *insight-insight* penting dari dataset dan membantu mempelajari jenis data yang akan digunakan. Proses EDA ini dilakukan pada dataset Image Classification sebanyak 47.992 gambar berukuran 254 x 254 pixel dengan rincian sebagai berikut:

- 82% atau sebanyak 39.275 gambar training set yang sudah memiliki label Fire dan Non Fire.
- 18% atau sebanyak 8.617 gambar test set yang sudah memiliki label Fire dan Non Fire.



Gambar 4. Sample gambar dari segmentation dataset, Mask (kiri) dan Image (kanan).

Selain itu, dari proses EDA juga diketahui bahwa distribusi label pada dataset training maupun dataset test yang digunakan sedikit tidak seimbang seperti yang ditunjukkan oleh gambar 5 berikut :



Gambar 5. Train and Test set images proportion.

Dari pie chart diatas, dapat kita ketahui bahwa, baik pada training set dan test set, jumlah gambar dengan label Fire lebih banyak dibandingkan jumlah gambar dengan label No Fire. Adapun rinciannya adalah sebagai berikut :

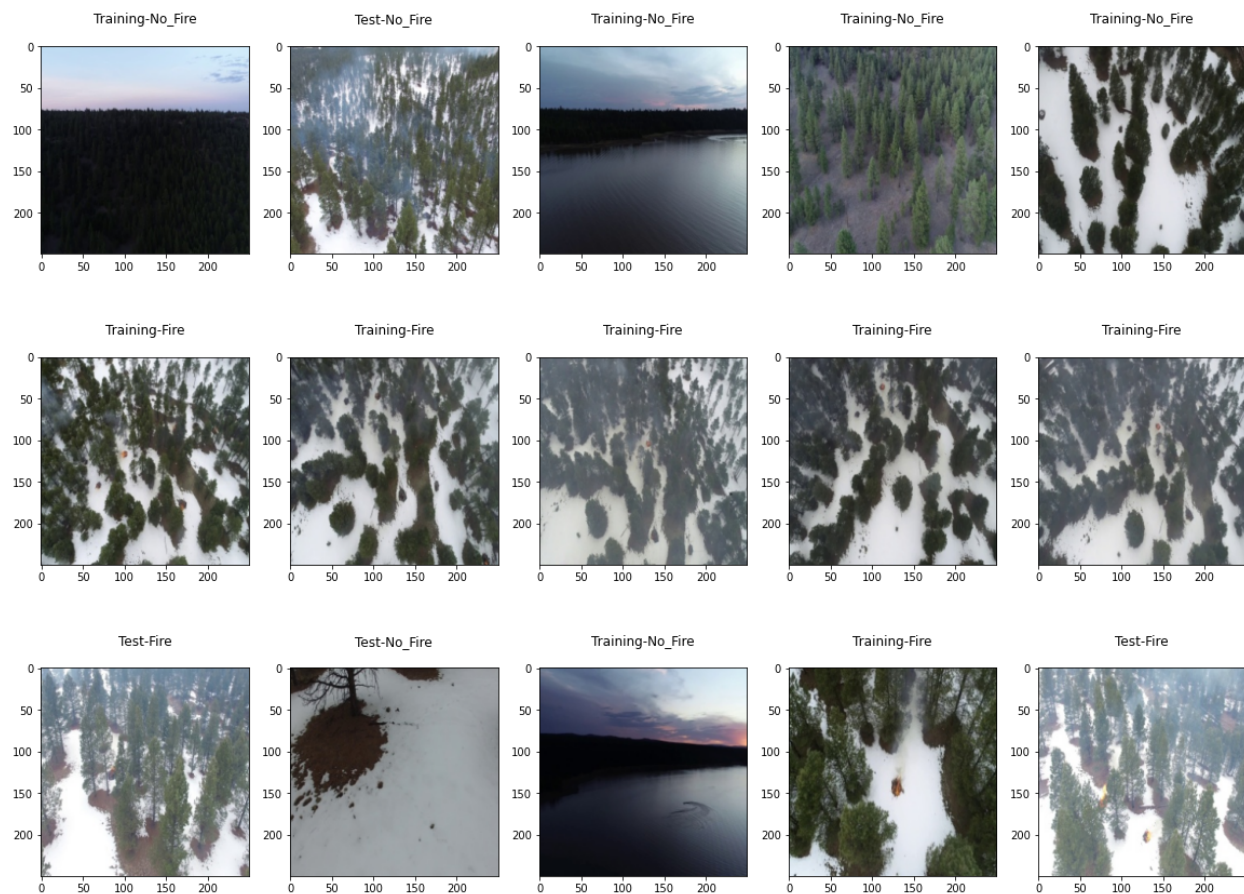
1. Train Set

- Fire : 25.018 gambar (64%)
- No Fire : 14.357 gambar (36%)

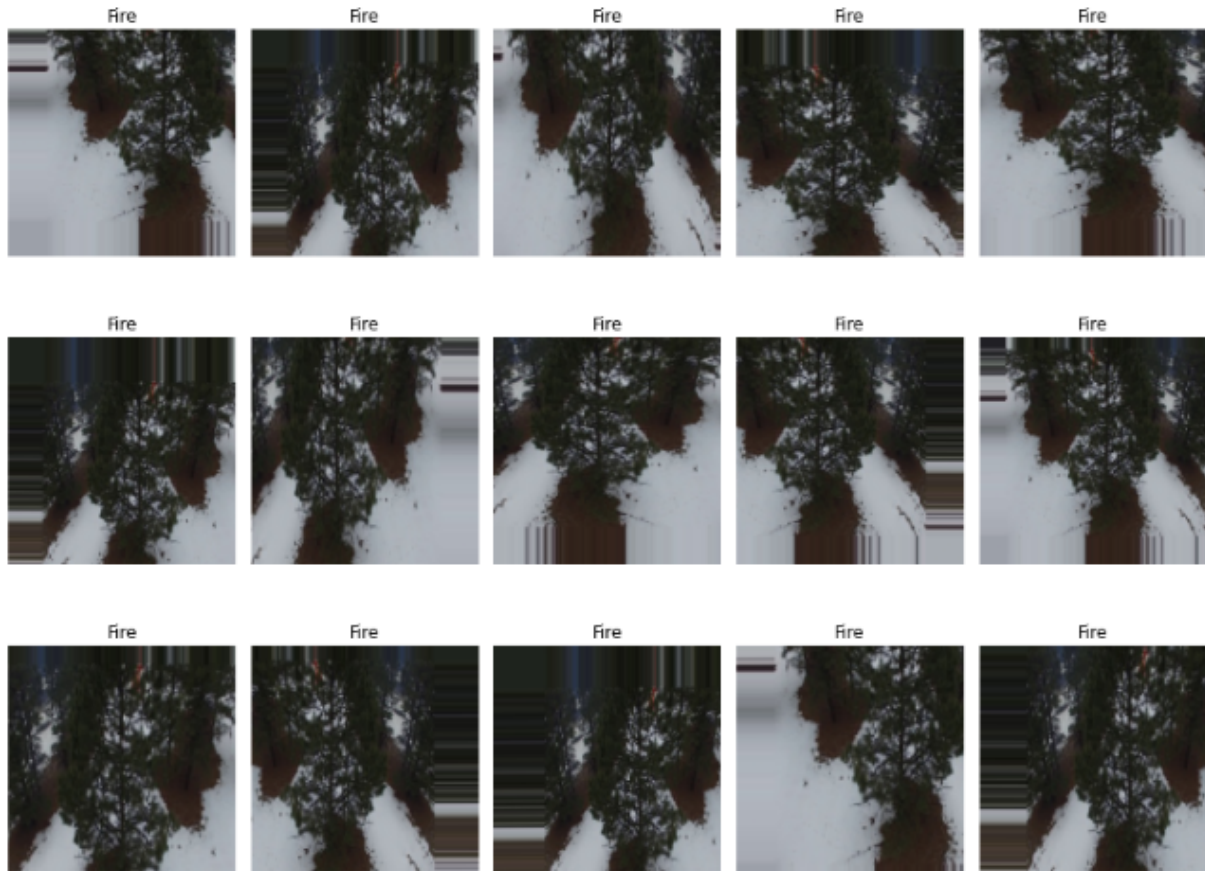
2. Test Set

- Fire : 5.137 (60%)
- No Fire : 3.480 (40%)

Selanjutnya, ada beberapa perlakuan yang dilakukan pada proses preprocessing sebelum melatih model image classification, yaitu rescaling, rotasi, width and height shift, shear, zoom, dan horizontal flip. Gambar 6 dan Gambar 7 berikut memperlihatkan sample gambar sebelum dan sesudah perlakuan preprocessing.



Gambar 6. Sample gambar sebelum preprocessing.



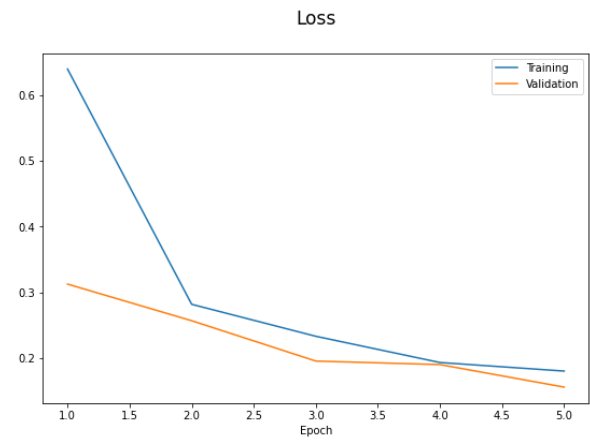
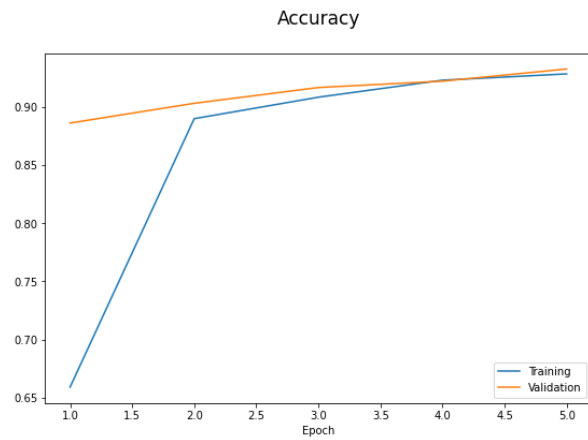
Gambar 7. Sample gambar sesudah preprocessing.

3.3. Apply Various Classification Models

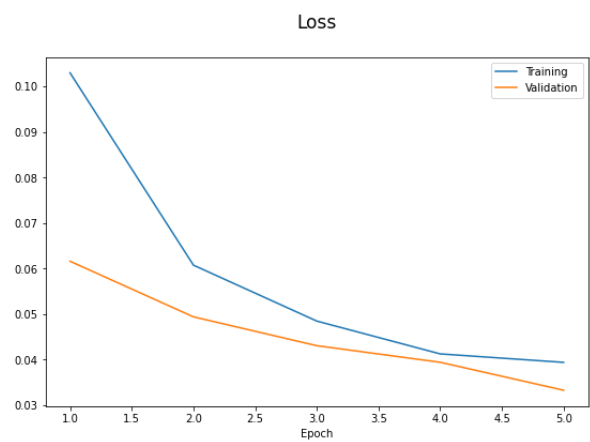
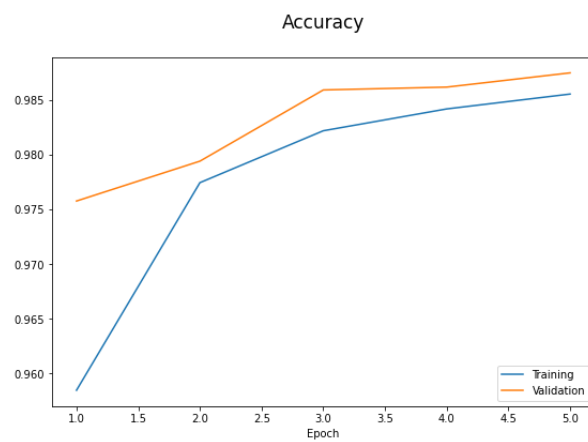
Langkah selanjutnya dari percobaan ini adalah dengan mengaplikasikan berbagai macam model klasifikasi dan menentukan model yang mampu memprediksi hasil klasifikasi objek yang paling baik. Adapun metode yang kami pilih yaitu model CNN biasa, model MobilNet, dan model VGG19. Dari hasil percobaan ketiga model tersebut diperoleh :

No	Model	Performance (Accuracy on Test Set)
1	Simple CNN	94.1 %
2	MobileNet	98.9 %
3	VGG19	76.1 %

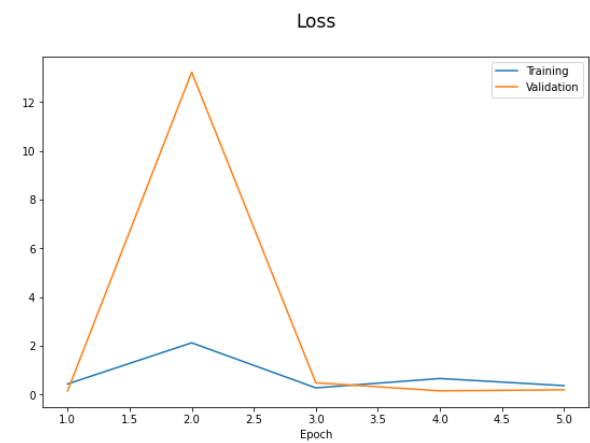
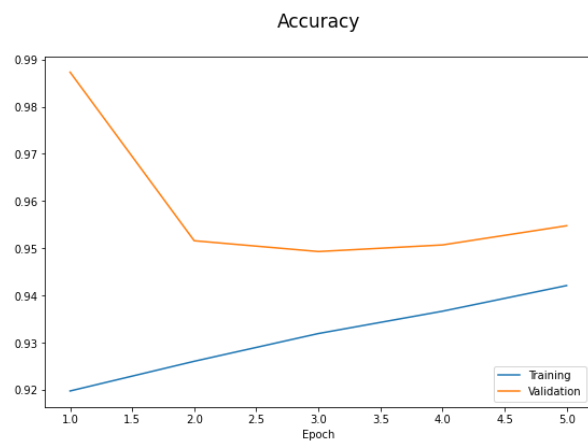
Tabel 1. Model performance on Test set.



Gambar 8. Learning Curve model CNN biasa.



Gambar 9. Learning Curve model *pre-trained* MobileNet.



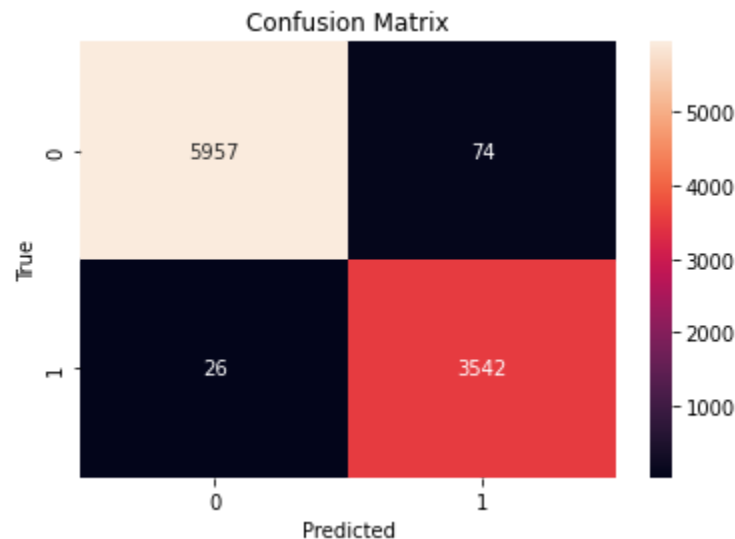
Gambar 10. Learning Curve model *pre-trained* VGG19.

Dari Tabel 1, model *pre-trained* MobileNet memiliki performa yang paling baik saat diujikan pada Test set dengan akurasi prediksi mencapai 98.9%. Oleh karena itu, model inilah yang akan digunakan pada tahap selanjutnya.

3.4. Evaluation & Model Deployment

Tahap terakhir dari percobaan ini adalah dengan menentukan metode evaluasi yang sesuai dan pemilihan *model deployment* yang akan digunakan. Untuk model evaluasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *confusion matrix* dan *classification report*. Model terbaik yang diperoleh dari proses sebelumnya akan diujikan pada Test set untuk melihat performa model saat di uji cobakan ke data baru.

Berikut adalah hasil model evaluation dari model *pre-trained* MobileNet :



Gambar 11. Confusion Matrix model *pre-trained* MobileNet (0 : Fire, 1 : No Fire).

Dari hasil *confusion matrix* pada Gambar 10 diatas, dapat diketahui bahwa,

1. **true positives (5.957)**: Saat model memprediksi terjadi kebakaran, dan realitanya hutan terbakar.
2. **true negatives (3.542)**: Saat model memprediksi tidak terjadi kebakaran, dan realitanya hutan tidak terbakar.
3. **false positives (26)**: Model memprediksi terjadi kebakaran tetapi realitanya hutan tidak terbakar.
4. **false negatives (74)**: Model memprediksi tidak terjadi kebakaran tetapi hutan terbakar.

Selanjutnya dapat dilihat juga *classification report* dari model *pre-trained* MobileNet,

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	0.99	0.99	6031
1	0.98	0.99	0.99	3568
accuracy			0.99	9599
macro avg	0.99	0.99	0.99	9599
weighted avg	0.99	0.99	0.99	9599

Gambar 12. model *pre-trained* MobileNet memiliki f1-score 99% (0 : Fire, 1 : No Fire).

Model deployment yang akan digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan. Tahap pertama model akan di deploy ke web application sebagai langkah *temporary* atau langkah uji coba. Selanjutnya, model akan di deploy ke dalam *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) sehingga UAV tersebut dapat diaplikasikan sebagai drone pendeteksi kebakaran hutan.

4. HASIL & KESIMPULAN

Percobaan ini telah menjawab tujuan yang telah kita kemukakan sebelumnya, yaitu sebuah solusi yang berpotensi untuk dapat membantu dalam proses penanggulangan kebakaran hutan kedepannya. Kemampuan model terbaik yang diperoleh memiliki performa yang sangat baik yaitu f1-score sebesar 99% dan memiliki Type II error yang cukup kecil yaitu hanya 74 dari 9.599 kejadian (FN). Validasi lebih lanjut diperlukan untuk mengecek apakah model training yang dilakukan sudah benar atau perlu adanya perbaikan-perbaikan. Selanjutnya, penelitian dilanjutkan untuk melatih model Image Segmentation. Tujuannya adalah sebagai pembanding metode yang mana yang cocok untuk diterapkan untuk mengatasi kebakaran hutan di Indonesia.

Untuk model deployment, pembuatan sebuah web aplikasi harus segera dilaksanakan. Web ini nantinya dapat digunakan untuk melakukan pengujian model lebih lanjut dengan mengujicobakan model tersebut dengan data-data baru. Selain itu, pembuatan model deployment untuk UAV juga harus dilakukan karena dengan menyematkan AI pada Drone yang canggih, kebakaran hutan di Indonesia dapat segera diatasi.

5. REFERENSI

- [1] https://juliwi.com/published/E0104/Paper0104_47-59.pdf
- [2] <https://www.kompas.com/sains/read/2021/08/13/140000823/macam-macam-penyebab-kebakaran-hutan-90-persen-akibat-ulah-manusia>
- [3] <https://mediaindonesia.com/humaniora/461124/pendeteksi-dini-kebakaran-hutan>
- [4] <https://mediaindonesia.com/humaniora/461124/pendeteksi-dini-kebakaran-hutan>
- [5] <https://www.kompas.com/sains/read/2021/08/13/140000823/macam-macam-penyebab-kebakaran-hutan-90-persen-akibat-ulah-manusia>
- [6] Rasyid, Fahmi. 2014. Permasalahan dan Dampak Kebakaran Hutan. Jurnal Lingkar Widyaswara Edisi 1 No.4 Tahun 2014. Banten.
- [7] <https://bnpb.go.id/berita/99-penyebab-kebakaran-hutan-dan-lahan-adalah-ulah-manusia>
- [8] <https://earthjournalism.net/data-journalism/indonesia-takes-action-but-forest-fires-continue>

6. LAMPIRAN

*Bagian ini berisikan kode-kode yang digunakan dalam percobaan serta data tambahan lainnya

- (Image Classification) EDA, preprocessing, and Model training for simple CNN and MobileNet :
<https://colab.research.google.com/drive/1mKXCtCndU-l3XvDm1CaPkXQHxwh9UxrR?usp=sharing>
- (Image Classification) EDA, preprocessing, and Model training for VGG19 :
<https://colab.research.google.com/drive/1JZsfbzZiQqFXuDbe4nI9SvMnpVwAw74E?usp=sharing>
- (Image Segmentation) EDA, preprocessing and Model training :
<https://www.kaggle.com/rahmatsyahfirdaus/forest-fire-image-segmentation-using-u-net>