

DESKRIPSI KARYA LOMBA INFOGRAFIS

ACADEMIC COMPETITION OF DATA SCIENCE

Judul Karya

Pemantauan Deforestasi dengan Data Satelit dan AI

Tema

Pemanfaatan Citra Satelit dan AI untuk Monitoring Deforestasi

Latar Belakang Masalah

Deforestasi merupakan masalah serius bagi Dunia. Deforestasi telah mempengaruhi kesehatan lingkungan global, dengan sekitar 1% pohon hilang dari dunia dalam 30 tahun terakhir. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO), hilangnya hutan ini berdampak besar pada perubahan iklim, hilangnya biodiversitas, dan kerusakan ekosistem yang menopang kehidupan manusia.

Dalam era *Data Science for Environment and Sustainability*, teknologi kecerdasan buatan (AI) dan *Big Data* memainkan peran kunci dalam memantau deforestasi. Pemanfaatan citra satelit untuk analisis data dan pendekatan Analisis Deret Waktu (*Time Series*) dapat membantu mendeteksi perubahan tutupan hutan secara real-time, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efektif dalam upaya pelestarian hutan.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan :

1. Meningkatkan efektivitas pemantauan hutan
2. Meminimalisir kesalahan manusia (*Human Error*)

Manfaat :

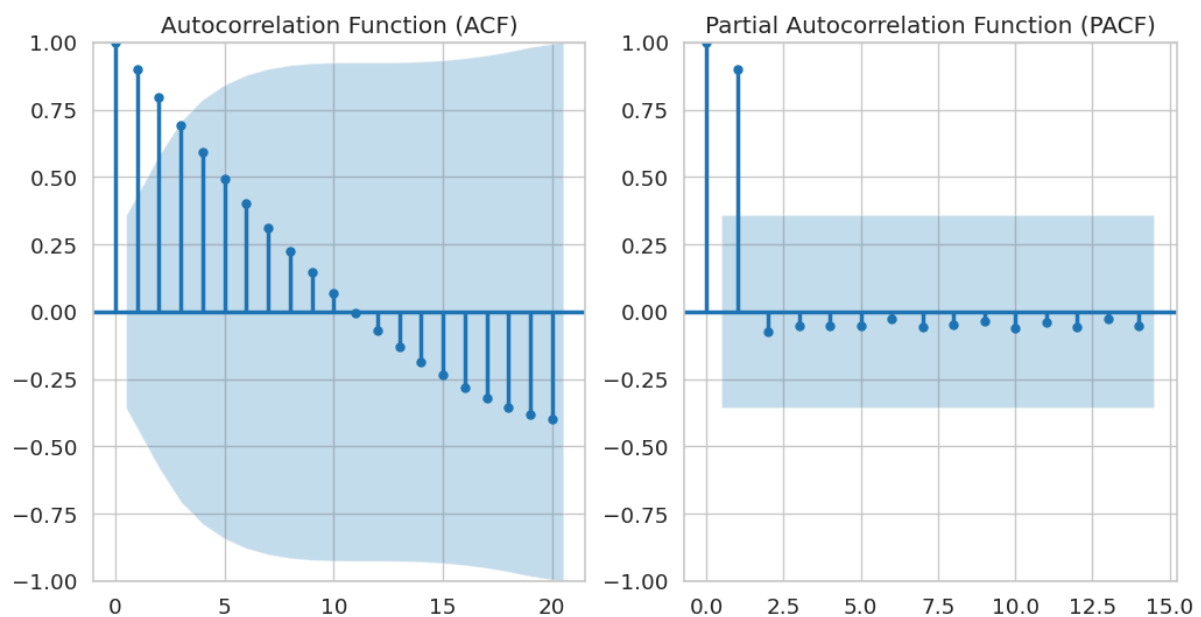
1. Mengurangi laju deforestasi.
2. Pengawasan hutan secara lebih akurat, mencegah deforestasi ilegal.

Metode dan Solusi

Salah satu Analisis yang kami gunakan untuk memprediksi persentase jumlah hutan yaitu dengan menggunakan Analisis Deret Waktu (*Time Series*). Dalam analisis tersebut, kami menggunakan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). ARIMA adalah model peramalan deret waktu yang terdiri dari tiga komponen:

1. AR (Autoregressive): model hubungan antara nilai sekarang dengan nilai masa lalu.
2. I (Integrated): mengatasi tren non-stasioner dengan melakukan differencing.
3. MA (Moving Average): memodelkan hubungan nilai sekarang dengan kesalahan masa lalu.

Sebelum itu, Mari kita Analisis Data tersebut menggunakan ACF dan PACF. ACF (Autocorrelation Function) digunakan untuk mengukur korelasi antara nilai saat ini dengan nilai di masa lalu pada berbagai lag. Ini menunjukkan berapa banyak informasi masa lalu yang tersimpan dalam deret waktu. Sedangkan PACF (Partial Autocorrelation Function) digunakan untuk mengukur korelasi antara nilai saat ini dan nilai lag sebelumnya, dengan menghilangkan pengaruh dari lag-lag lainnya. Ini membantu mengidentifikasi berapa banyak lag yang relevan secara langsung tanpa pengaruh dari lag lain. Dengan bantuan software Python, dengan data yang digunakan adalah hasil data sisa pohon di dunia pada tahun 1991 hingga 2021 (sumber : FAO), didapat hasil ACF dan PACF sebagai berikut:



Penjelasan Singkat : Grafik ACF menunjukkan bahwa nilai pada lag-lag awal memiliki korelasi positif yang signifikan dengan data masa lalu, tetapi menurun seiring bertambahnya lag. Ini menunjukkan bahwa data memiliki keterkaitan dengan masa lalu hingga lag tertentu. Sedangkan pada Grafik PACF menunjukkan korelasi parsial yang signifikan pada beberapa lag awal, terutama pada lag 1 dan 2, yang membantu dalam menentukan komponen AR

(Autoregressive). Setelah itu, nilai PACF mendekati nol, yang menunjukkan bahwa setelah lag tertentu, kontribusi lag-lag lainnya semakin kecil.

Setelah itu, kita bisa menggunakan salah satu fungsi `auto_arima` di Phyton. Berikut ini penjelasan singkat syntax `auto_arima` dari phyton (ditunjukkan dengan pagar)

```
# Model untuk mencari Nilai ARIMA (P,D,Q) Terbaik Menggunakan auto_arima
model = pm.auto_arima(df['Persentase Hutan'], start_p=1, start_q=1,
                      test='adf',          # Gunakan adf test untuk menemukan nilai optimal d
                      max_p=5, max_q=5,    # Nilai Maksimum P dan Q (settings 5)
                      m=1,                 # jumlah series
                      d=None,
                      seasonal=False,      # Bukan Data Seasonal
                      start_P=0,
                      D=0,
                      trace=True,
                      error_action='ignore',
                      suppress_warnings=True,
                      stepwise=True)
```

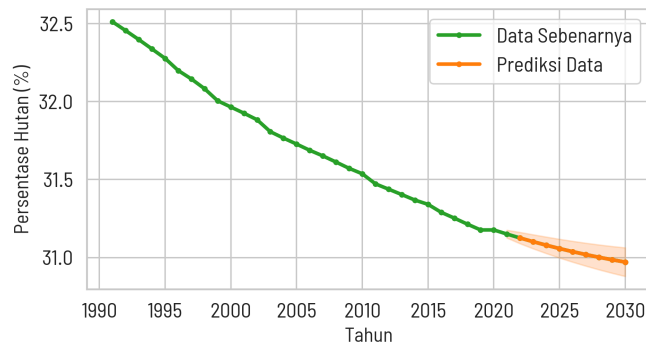
Berikut ini hasil iterasi dengan menggunakan `auto_arima` :

```
Performing stepwise search to minimize aic
ARIMA(1,2,1)(0,0,0)[0] intercept : AIC=inf, Time=0.30 sec
ARIMA(0,2,0)(0,0,0)[0] intercept : AIC=-141.877, Time=0.03 sec
ARIMA(1,2,0)(0,0,0)[0] intercept : AIC=-145.833, Time=0.09 sec
ARIMA(0,2,1)(0,0,0)[0] intercept : AIC=-156.329, Time=0.12 sec
ARIMA(0,2,0)(0,0,0)[0] : AIC=-143.525, Time=0.04 sec
ARIMA(0,2,2)(0,0,0)[0] intercept : AIC=-151.419, Time=0.79 sec
ARIMA(1,2,2)(0,0,0)[0] intercept : AIC=-152.451, Time=0.82 sec
ARIMA(0,2,1)(0,0,0)[0] : AIC=-152.013, Time=0.12 sec

Best model: ARIMA(0,2,1)(0,0,0)[0] intercept
Total fit time: 2.348 seconds
```

Interpretasi Output: AIC (Akaike Information Criterion) adalah ukuran yang digunakan untuk membandingkan kualitas berbagai model statistik, dengan memberikan penalti kepada model yang memiliki terlalu banyak parameter. Model dengan AIC lebih rendah dipilih sebagai yang terbaik. Model ARIMA(0,2,1) dipilih karena memiliki nilai AIC (-156,329) yang terendah.

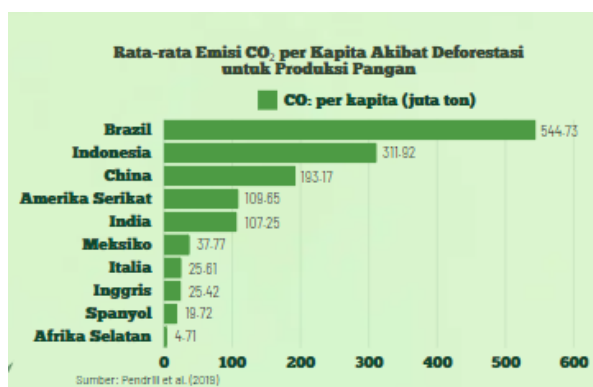
Setelah itu, kita menggunakan model ARIMA (0,2,1) untuk memprediksi hingga tahun ke 2030. Hasil prediksi dapat dilihat dari grafik berikut:



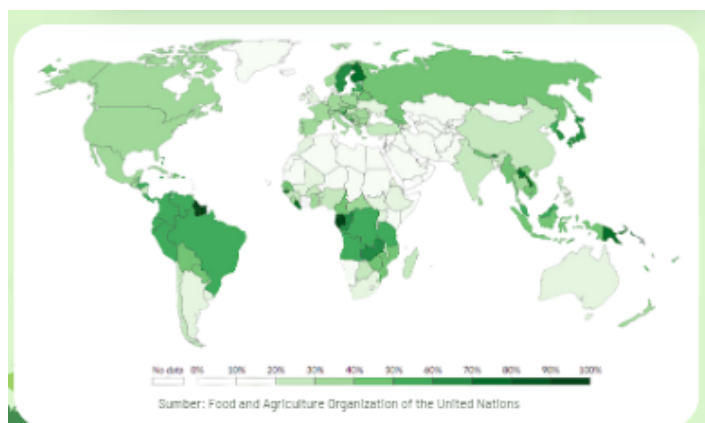
Hasil Prediksi menunjukkan bahwa grafik cenderung menurun, ini berarti hingga tahun 2030 jumlah pohon di dunia akan berkurang hingga menyentuh angka sekitar 31%.

Data Pendukung yang lain :

1. Data rata-rata emisi CO₂, per kapita akibat deforestasi untuk produksi pangan



2. Data per negara yang ditutupi hutan, tahun 2020



3. Team Trees, Sebuah Organisasi Non-Profit yang didirikan oleh Mr. Beast, Youtuber asal Amerika. Per hari ini (5 Oktober 2024) telah mengumpulkan donasi sebesar \$21 USD. Dimana tiap \$1 USD timnya akan menanam 1 pohon.

Studi Kasus :

Rainforest Connection (RFCx), sebuah organisasi nirlaba, menggunakan sistem pemantauan akustik untuk memerangi deforestasi ilegal secara *real-time* di hutan hujan tropis, termasuk di negara-negara cekungan Amazon seperti Brasil, Ekuador, dan Peru. Anggota tim menempatkan ponsel daur ulang secara strategis di hutan, dan perangkat ini mengirimkan notifikasi instan kepada penjaga hutan ketika mereka mendeteksi suara gergaji mesin. Hal ini membantu menekan tidak hanya deforestasi ilegal, tetapi juga perburuan satwa liar setempat.

Selain itu, basis data berbasis cloud dari suara hewan yang dikumpulkan melalui metode ini memungkinkan peneliti dan pemerintah untuk mendokumentasikan serta melacak satwa liar, termasuk burung dan mamalia yang terancam punah.

Studi kasus ini menunjukkan bagaimana teknologi sederhana dan terjangkau dapat membantu melindungi lingkungan serta satwa liar di hutan hujan tropis yang sangat berharga.

Saran yang dapat kami berikan :

1. Akurasi dan Resolusi Citra: Meningkatkan resolusi citra satelit agar deforestasi dalam skala kecil bisa terdeteksi dengan lebih baik.
2. Pemantauan Spesies Terancam: Sistem bisa dikembangkan lebih lanjut untuk memantau dampak deforestasi terhadap keanekaragaman hayati, terutama spesies yang terancam punah.
3. Akses Data yang Lebih Luas: Memperluas akses publik terhadap data deforestasi agar masyarakat bisa lebih terlibat dalam upaya pelestarian hutan.

Daftar Pustaka dan Sumber Data

Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed.). Pearson Addison-Wesley

Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis* (3rd ed.). Wiley.

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists* (9th ed.). Pearson.

Teixeira, T.A.; Vilaça, N.L.; Printes, A.L.; Gomes, R.C.S.; Torné, I.G.; Araújo, T.-Y.A.; Dias, A.G.D.e. Development of a Monitoring System against Illegal Deforestation in the Amazon Rainforest Using Artificial Intelligence Algorithms. *Eng. Proc.* **2023**, *58*, 21. <https://doi.org/10.3390/ecsa-10-16188>

Our World in Data. (n.d.). *Annual CO₂ Emission from Deforestation for Food Production*. Diakses dari <https://ourworldindata.org/grapher/co2-deforestation-for-food?tab=chart>

Team Trees. "Home - Team Trees." Diakses pada 5 Oktober 2024, dari [https://teamtrees.org/#8203::contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://teamtrees.org/#8203::contentReference[oaicite:0]{index=0}).

Our World in Data. (n.d.). *Share of Land Covered by Forest*. Diakses dari <https://ourworldindata.org/grapher/forest-area-as-share-of-land-area>.

Appendix : Kode Phyton

<https://colab.research.google.com/drive/1cTVmMtYG3vUyDWegDf2pAEksaIn9BudL>