

**LAPORAN PROGRES PROJECT R SHINY
VISUALISASI PENGARUH LUAS KEBAKARAN HUTAN DAN EMISI
KARBON TERHADAP RATA-RATA SUHU UDARA DI INDONESIA
TAHUN 2015-2024**



Dosen Pengampu:

Yuliagnis Transver Wijaya, S.ST., M.Sc.

Disusun Oleh:

KELOMPOK 4

Aulia Ul Hasanah (222313000)

Ilham Tesa Nur Mazua (222313133)

Rahman Al Gifary (222313328)

PROGRAM STUDI D-IV KOMPUTASI STATISTIK

POLITEKNIK STATISTIKA STIS

2024/2025

I. Latar Belakang

Perubahan iklim menjadi salah satu tantangan terbesar yang dihadapi dunia saat ini. Salah satu penyumbang signifikan terhadap emisi gas rumah kaca adalah kebakaran hutan dan lahan, yang kerap terjadi di berbagai wilayah, termasuk di Indonesia. Kebakaran ini tidak hanya mengakibatkan kerusakan ekosistem, tetapi juga berdampak pada kualitas udara, kesehatan manusia, dan iklim regional maupun global.

Data mengenai luas area kebakaran dan emisi karbon yang ditimbulkan perlu dianalisis secara sistematis untuk memahami pola, tren, serta dampaknya terhadap variabel lingkungan lainnya, seperti suhu rata-rata tahunan. Selain itu, analisis terhadap perbedaan luas kebakaran antar wilayah atau klaster juga penting untuk menentukan daerah dengan tingkat kerawanan tinggi serta merancang kebijakan mitigasi yang tepat sasaran.

Dengan memanfaatkan teknologi dashboard interaktif seperti RShiny, analisis data spasial dan temporal ini dapat disajikan secara intuitif dan informatif. Visualisasi interaktif memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data, serta memudahkan penyebaran informasi kepada publik dan pembuat kebijakan.

II. Objective

Rumusan masalah

1. Apakah terdapat perbedaan signifikan dalam luas kebakaran antar wilayah?
2. Sejauh mana luas kebakaran hutan dan emisi karbon memengaruhi suhu rata-rata tahunan di Indonesia?
3. Bagaimana visualisasi interaktif dapat membantu memahami hubungan antara kebakaran hutan, emisi karbon, dan perubahan suhu?

Tujuan

1. Menganalisis perbedaan signifikan luas kebakaran hutan antar wilayah/provinsi di Indonesia dalam kurun waktu 2015–2024.

2. Mengukur pengaruh luas kebakaran hutan dan emisi karbon terhadap suhu rata-rata tahunan di Indonesia.
3. Mengembangkan visualisasi interaktif berbasis R-Shiny untuk mempermudah pemahaman hubungan antara luas kebakaran hutan, emisi karbon, dan perubahan suhu, serta sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan berbasis data.

III. Design

1. Collect Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang relevan dan akurat guna mendukung analisis dalam proyek ini. Data yang digunakan bersumber dari instansi resmi pemerintah, sehingga memiliki tingkat keandalan tinggi dan sesuai dengan konteks kebijakan lingkungan di Indonesia. Terdapat tiga jenis data utama yang digunakan:

- Data luas kebakaran hutan dan lahan diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) melalui portal Sistem Informasi Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan (SIPONGI), yang dapat diakses melalui situs resmi sipongi.menlhk.go.id. Data ini mencakup total luas area terbakar per provinsi per tahun.
- Data emisi karbon akibat kebakaran hutan dan lahan juga diambil dari portal SIPONGI milik KLHK. Data ini merupakan hasil estimasi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas kebakaran, disajikan berdasarkan wilayah administratif dan tahun kejadian.
- Data suhu rata-rata tahunan diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data ini mencerminkan suhu rata-rata tahunan per provinsi dan digunakan sebagai indikator perubahan iklim di wilayah terkait.

Seluruh data dikumpulkan untuk periode tahun 2015 hingga 2024, dengan cakupan wilayah seluruh provinsi di Indonesia. Data disusun dalam format tahunan dan diintegrasikan ke dalam satu basis data utama agar dapat dianalisis secara spasial dan

temporal. Tahap ini menjadi dasar penting untuk memastikan bahwa analisis dan visualisasi dalam dashboard dibangun di atas data yang bersih, terverifikasi, dan relevan dengan tujuan penelitian.

2. Process

- **Pemrosesan dan Validasi Data**

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam proyek ini adalah tahap pemrosesan data atau *data processing*, yang mencakup Proses ini sangat krusial karena kualitas data akan menentukan keakuratan analisis dan kekuatan kesimpulan yang dihasilkan.

Tahap pembersihan data dimulai dengan mengidentifikasi nilai-nilai yang hilang (*missing values*) dalam dataset. Misalnya, pada kolom-kolom penting seperti tahun, provinsi, luas kebakaran, emisi karbon, atau suhu, bisa jadi terdapat entri kosong atau tidak terisi. Nilai-nilai kosong ini bisa memengaruhi perhitungan statistik dan visualisasi. Oleh karena itu, strategi pembersihan harus ditentukan secara hati-hati, apakah dengan menghapus baris yang kosong (jika jumlahnya sangat sedikit) atau mengisi nilai kosong tersebut dengan metode imputasi, seperti menggunakan nilai rata-rata, median, atau interpolasi berdasarkan waktu dan lokasi.

Selain nilai hilang, data juga perlu diperiksa dari segi format dan tipe datanya. Misalnya, kolom tahun harus dipastikan bertipe numerik, sedangkan nama provinsi sebaiknya dikategorikan sebagai tipe string. Perlu juga dilakukan standarisasi penamaan, misalnya menyamakan penulisan provinsi yang mungkin berbeda hanya karena huruf kapital atau spasi ganda.

Setelah data dibersihkan, langkah selanjutnya adalah validasi. Validasi data berarti memastikan bahwa data yang sudah dibersihkan memang mencerminkan realitas dan tidak mengandung nilai ekstrem atau tidak masuk akal. Validasi juga

dilakukan dengan mengecek relasi logis antar variabel, seperti apakah provinsi dengan luas kebakaran tinggi cenderung memiliki emisi karbon yang tinggi pula.

Kemudian, data dari berbagai sumber luas kebakaran hutan dan lahan, emisi karbon, dan suhu perlu digabungkan berdasarkan provinsi dan tahun. Ini dilakukan agar data siap dianalisis dalam satu tabel utama yang memuat ketiga variabel penting tersebut secara terstruktur.

- **Analisis Regresi untuk Mengetahui Pengaruh**

Setelah data bersih dan terintegrasi, tahap berikutnya adalah melakukan analisis inferensia, yaitu untuk menjawab pertanyaan riset utama: apakah terdapat pengaruh luas kebakaran hutan dan emisi karbon terhadap suhu rata-rata tahunan?

Untuk menjawab pertanyaan ini digunakan metode statistik regresi linear berganda. Metode ini memungkinkan kita untuk menganalisis hubungan dua variabel independen (luas kebakaran dan emisi karbon) terhadap satu variabel dependen (suhu). Model yang digunakan memiliki bentuk umum:

$$\text{Suhu} = \beta_0 + \beta_1(\text{Luas kebakaran hutan}) + \beta_2(\text{Emisi karbon}) + \epsilon$$

Dalam proses ini, pertama-tama dilakukan analisis korelasi untuk melihat keterkaitan antar variabel secara sederhana. Kemudian, model regresi dibangun dan dievaluasi dengan melihat nilai koefisien masing-masing variabel, apakah signifikan secara statistik atau tidak. Nilai *p-value* digunakan untuk menentukan signifikansi, sementara nilai *R-squared* menunjukkan seberapa besar variabel independen dapat menjelaskan variasi suhu.

Tidak kalah penting adalah melakukan pengujian asumsi regresi, seperti normalitas residual, multikolinearitas antar prediktor, serta homoskedastisitas. Asumsi-asumsi ini penting untuk menjamin bahwa hasil analisis dapat dipercaya dan tidak bias.

Dari hasil analisis ini, akan didapatkan informasi mengenai seberapa besar dampak nyata kebakaran hutan dan emisi karbon terhadap peningkatan suhu di provinsi-provinsi Indonesia, serta apakah pengaruhnya bersifat linier, kuat, dan signifikan.

- **Visualisasi Data**

Visualisasi merupakan elemen penting dalam proyek ini karena berfungsi sebagai jembatan antara data yang kompleks dengan pemahaman pengguna yang ingin melihat tren, perbandingan, atau pola tersembunyi secara cepat dan intuitif. Visualisasi ini tidak hanya membantu dalam eksplorasi data awal, tetapi juga sangat bermanfaat dalam menyampaikan hasil analisis ke audiens seperti pengambil kebijakan atau masyarakat umum.

Visualisasi yang digunakan dalam proyek ini mencakup berbagai bentuk grafik. Pertama, grafik garis (*line chart*) digunakan untuk menampilkan tren tahunan dari luas kebakaran, emisi karbon, dan suhu pada masing-masing provinsi dari tahun 2015 hingga 2024. Dengan grafik ini, pengguna dapat melihat apakah ada pola peningkatan atau penurunan dari waktu ke waktu.

Kemudian, untuk membandingkan antar provinsi dalam satu tahun tertentu, digunakan diagram batang (*bar chart*). Misalnya, kita ingin mengetahui provinsi mana yang mengalami kebakaran terluas pada tahun 2020 diagram batang sangat efektif untuk menyampaikan informasi semacam ini secara langsung dan jelas.

Tak hanya itu, grafik sebar (*scatter plot*) dengan garis regresi juga digunakan untuk menunjukkan relasi antara variabel-variabel numerik. Misalnya, scatter plot antara luas kebakaran dan suhu, atau emisi karbon dan suhu, dapat memperlihatkan apakah memang terdapat kecenderungan korelasi positif yang mendukung hasil analisis regresi.

- **Pembuatan Dashboard Interaktif dengan R-Shiny**

Setelah analisis dan visualisasi selesai, hasilnya diintegrasikan ke dalam sebuah aplikasi dashboard interaktif berbasis web menggunakan R-Shiny. Pengembangan dashboard ini dilakukan dalam dua sisi: *frontend* (user interface) dan *backend* (server logic).

Pada sisi frontend, dibangun tampilan antarmuka pengguna yang intuitif. Tampilan ini mencakup sidebar untuk memilih provinsi, tahun, serta tab-panel untuk berpindah antar visualisasi seperti tren tahunan, perbandingan provinsi, dan hasil analisis regresi. Desain UI dibuat agar bersih, ringan, dan mudah dipahami bahkan oleh pengguna awam.

Di sisi backend, dibangun logika server yang menangani input pengguna dan menghasilkan output yang sesuai secara dinamis. Misalnya, ketika pengguna memilih tahun tertentu dari dropdown, server akan mengambil data dari tahun tersebut, memprosesnya, dan menghasilkan grafik atau tabel hasil regresi yang baru.

Dashboard ini bertindak sebagai alat eksploratif dan analitis yang memungkinkan pengguna mengakses, memahami, dan mengambil keputusan berdasarkan data dan model secara langsung dari satu tempat, tanpa harus menulis kode atau melakukan analisis manual.

3. Reporting

Pelaporan hasil dalam proyek ini diintegrasikan langsung ke dalam dashboard interaktif sebagai narasi penjelas yang mendampingi visualisasi data. Setiap panel visualisasi dilengkapi dengan interpretasi ringkas yang bertujuan memberikan konteks atas pola, tren, dan hubungan antarvariabel yang ditampilkan. Fungsi utama bagian reporting adalah menyampaikan hasil temuan secara informatif dan berbasis data, sehingga pengguna dari berbagai latar belakang dapat memahami makna statistik dari visualisasi yang ditampilkan. Selain itu, interpretasi hasil analisis regresi juga disajikan dalam bentuk deskripsi yang mudah dipahami tanpa mengorbankan ketepatan ilmiah.

- Ringkasan Temuan Utama

Laporan ini menyajikan rangkuman pola kebakaran hutan dan lahan dari tahun 2015 hingga 2024, termasuk tren perubahan emisi karbon dan suhu rata-rata tahunan. Ditekankan pula adanya perbedaan karakteristik antarprovinsi, baik dari sisi intensitas kebakaran maupun dampak lingkungannya.

- Interpretasi Hasil Analisis Statistik

Hasil analisis regresi linear berganda menunjukkan sejauh mana luas kebakaran dan emisi karbon berkontribusi terhadap kenaikan suhu di tingkat provinsi. Penekanan diberikan pada nilai koefisien, tingkat signifikansi (p-value), serta nilai koefisien determinasi (R-squared) yang menjelaskan seberapa kuat hubungan antara variabel-variabel tersebut. Temuan ini disampaikan secara deskriptif dan dilengkapi dengan grafik dan tabel untuk mendukung interpretasi.

- Pemanfaatan Visualisasi

Visualisasi berperan penting dalam memperjelas hasil analisis. Grafik garis menggambarkan dinamika waktu, diagram batang memfasilitasi perbandingan antarprovinsi, sementara scatter plot memperlihatkan pola hubungan antarvariabel. Semua visualisasi didesain untuk meningkatkan keterbacaan dan mempermudah pengambilan kesimpulan.

- Implikasi dan Rekomendasi Awal

Berdasarkan hasil analisis, laporan ini menggarisbawahi provinsi-provinsi yang memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap kebakaran dan dampak iklim. Disampaikan pula rekomendasi awal yang dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan mitigasi atau intervensi berbasis wilayah.

4. Timeline Project

- **24 April–4 Mei (Perencanaan Proyek dan Pengumpulan Data):**

Menyusun rencana proyek, menentukan metodologi yang akan digunakan, serta mengumpulkan data dari sumber resmi (SIPONGI untuk kebakaran hutan dan BMKG untuk suhu rata-rata tahunan).

- **22 Mei–28 Mei (Pembersihan Data dan Validasi):**
Membersihkan data dengan menangani nilai hilang, kesalahan format, dan validasi antar variabel untuk memastikan data siap dianalisis
- **29 Mei–4 Juni (Analisis Deskriptif dan Persiapan Visualisasi):**
Melakukan analisis deskriptif dan mempersiapkan visualisasi awal dengan grafik garis dan batang untuk tren kebakaran dan suhu, serta mempersiapkan data untuk analisis lebih lanjut.
- **5 Juni–11 Juni (Analisis Regresi dan Pengembangan Dashboard):**
Melakukan analisis regresi untuk melihat pengaruh kebakaran dan emisi karbon terhadap suhu rata-rata tahunan. Memulai pengembangan dashboard interaktif menggunakan R-Shiny.
- **12 Juni–18 Juni (Penyempurnaan dan Pengujian Dashboard):**
Penyempurnaan fungsi dashboard dan pengujian interaktivitas serta responsivitas agar lebih user-friendly.
- **19 Juni–9 Juli (Finalisasi dan Evaluasi Akhir):**
Menyelesaikan finalisasi dashboard dan laporan, serta melakukan evaluasi akhir terhadap proyek berdasarkan masukan yang diterima.

IV. Contribution

1. Manfaat Project

- Dashboard ini memberikan visualisasi data kebakaran hutan, emisi karbon, serta suhu di 38 provinsi di Indonesia secara komprehensif dari tahun 2015 hingga 2024. Visualisasi berupa grafik garis dan diagram batang memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi tren jangka panjang, fluktuasi tahunan, serta perbandingan antarprovinsi secara lebih intuitif.
- Dengan penyajian data yang mudah diakses dan dipahami, dashboard ini membantu masyarakat umum, peneliti, serta pembuat kebijakan untuk lebih memahami dampak nyata kebakaran hutan terhadap lingkungan, khususnya terkait emisi karbon dan suhu. Hal ini dapat menjadi dasar dalam menyusun kebijakan
- Analisis inferensial yang dilakukan dalam proyek ini menguji secara statistik pengaruh luas kebakaran hutan dan emisi karbon terhadap suhu di 34 provinsi.

Temuan dari analisis ini dapat menjadi masukan penting dalam mengantisipasi dampak perubahan iklim dan merancang strategi mitigasi kebakaran yang efektif.

2. Kontribusi Anggota Tim

Projek ini dikerjakan dengan bekerja sama satu sama lain, tetapi memiliki tanggung jawab masing-masing. Berikut pembagian tanggung jawab masing-masing anggota dalam projek ini.

- **Aulia Ul Hasanah (222313000)** : Bertanggung jawab dalam pengembangan dashboard interaktif R-Shiny sisi logika server (*backend*) yang menangani input pengguna dan menghasilkan output yang sesuai secara dinamis.
- **Ilham Tesa Nur Mazua (222313133)** : Bertanggung jawab dalam pengembangan dashboard interaktif R-Shiny sisi tampilan antarmuka (*frontend*) pengguna yang intuitif.
- **Rahman Al Gifary (222313328)** : Bertanggung jawab dalam analisis, termasuk validasi data dan visualisasi (*line chart, barchart, dan scatter plot*).

V. Conclusion

Tujuan utama dari proyek adalah untuk membuat visualisasi mengenai data luas kebakaran hutan di 38 provinsi di Indonesia pada periode 2015-2024 selain itu juga dilakukan visualisasi untuk data emisi karbon di 38 provinsi di Indonesia pada periode 2015-2024. Analisis inferensia juga dilakukan guna mengetahui seberapa besar pengaruh dari luas kebakaran hutan dan emisi karbon terhadap rata-rata suhu di Indonesia selama periode 2015-2024, analisis yang dilakukan akan menggunakan metode regresi linear berganda. Data luas kebakaran hutan dan emisi karbon di dapat dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) melalui portal Sistem Informasi Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan (SIPONGI) sedangkan data rata-rata suhu di Indonesia di dapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

Pengolahan data dilakukan guna menghasilkan data yang clean dan akurat, setelah divalidasi dan dinyatakan akurat maka akan dilakukan analisis baik itu secara deskriptif maupun inferensia. Untuk mempermudah membaca statistik diperlukan visualisasi data dengan membuat grafik seperti grafik batang, grafik garis, dan scatter plot. Tahap akhir dari proyek ini adalah membuat dashboard r shiny yang memiliki *interface* dan beberapa fitur-fitur, selain itu juga akan diintegrasikan dengan basis data yang berisi data-data indikator yang diperlukan. Pengerjaan proyek ini akan dimulai pada pertemuan ke-8 hingga ke-14 serta akan ada perkembangan di tiap *checkpoint* nya. Proyek ini diharapkan akan memberikan masyarakat baik untuk pengguna secara umum maupun pemangku kebijakan, terutama dalam hal mitigasi dampak perubahan iklim. Proyek ini dikerjakan secara bersama-sama baik dalam hal analisis maupun pembuatan dashboard, namun ketiga anggota akan menjadi koordinator untuk ketiga hal yang berbeda yaitu analisis, frontend dashboard, dan backend dashboard.

VI. Reference

- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Anomali Suhu Udara Tahunan - Direktorat Perubahan Iklim BMKG. Retrieved from <https://www.bmkg.go.id/iklim/anomali-suhu-udara-rata-rata-tahun-2024>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Emisi CO₂ dari Kebakaran Hutan dan Lahan (Ton CO₂e) Per Provinsi di Indonesia - Sistem Pemantauan Karhutla. Retrieved from <https://sipongi.menlhk.go.id/emisi-co2>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Rekapitulasi Luas Kebakaran Hutan dan Lahan (Ha) per Provinsi di Indonesia - Sistem Pemantauan Karhutla. Retrieved from <https://sipongi.menlhk.go.id/indikasi-luas-kebakaran>
- Septianingrum, R., Sumberdaya, I., Hidrologi, A., & Gunungsewu, K. (2018). Dampak kebakaran hutan di Indonesia tahun 2015 dalam kehidupan masyarakat. *Agric Ecosyst Environ*, 1(82), 129-137.