

Proposal Project RShinny

**Dashboard Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Padi Di
Jawa Timur Tahun 2020-2024**

Dosen Pengampu: Yuliagnis Transver Wijaya



Disusun Oleh:

Kelompok 2

Anggota Kelompok:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| 1. Galang Dwi N | (222313097) |
| 2. Ilham Akbar T | (222313132) |
| 3. Sabila Bintang Kusuma D | (222313363) |

PROGRAM STUDI D-IV KOMPUTASI STATISTIK

POLITEKNIK STATISTIKA STIS

TAHUN AJARAN 2024/2025

Daftar Isi

Bab 1 Pendahuluan.....	4
1.1 Latar Belakang masalah.....	4
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
Bab 2 Kajian Teori.....	4
Bab 3 Metodologi.....	4
3.1 Sumber Data.....	4
3.2 Tools yang Digunakan.....	4
3.3 Alur Pembuatan.....	4
Bab 4 Hasil dan Pembahasan.....	4
4.3.1 Kelebihan.....	5
4.3.2 Kekurangan.....	5
Bab 5 Penutup.....	5
5.1 Kesimpulan.....	5
5.2 Saran.....	5
Daftar Pustaka.....	5

Bab 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang masalah

Perubahan iklim telah menjadi isu krusial dalam beberapa dekade terakhir karena dampaknya yang luas terhadap sistem kehidupan manusia. Salah satu sektor yang paling terdampak adalah pertanian, yang sangat bergantung pada kestabilan iklim dan kondisi lingkungan. Perubahan kecil dalam parameter iklim seperti suhu udara, curah hujan, kelembaban, serta radiasi matahari dapat menyebabkan gangguan signifikan terhadap siklus tanam, pertumbuhan tanaman, hingga hasil panen. Selain itu, kondisi lingkungan lain seperti kelembapan tanah, kualitas atmosfer, dan indeks vegetasi juga memiliki keterkaitan erat dengan produktivitas lahan pertanian. Ketidakpastian iklim ini tidak hanya mengancam hasil produksi dalam jangka pendek, tetapi juga berdampak terhadap keberlanjutan pertanian dalam jangka panjang.

Indonesia sebagai negara agraris memiliki ketergantungan tinggi pada sektor pertanian sebagai sumber utama pangan dan penghidupan. Di antara wilayah-wilayah strategis, Provinsi Jawa Timur menempati posisi penting sebagai salah satu lumbung padi nasional. Kontribusi signifikan Jawa Timur terhadap produksi padi menjadikannya wilayah kunci dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, provinsi ini mengalami dinamika iklim yang fluktuatif, yang berpotensi mengganggu stabilitas produksi padi. Berdasarkan data sementara dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Dinas Pertanian, tren produktivitas padi di sejumlah kabupaten/kota di Jawa Timur menunjukkan penurunan yang patut dicermati, meskipun total produksi secara agregat masih tinggi.

Selama periode 2020 hingga 2024, beberapa wilayah di Jawa Timur tercatat mengalami anomali iklim, seperti peningkatan suhu udara rata-rata bulanan, curah hujan yang tidak merata antar musim, serta fluktuasi kelembaban udara yang cukup ekstrem. Selain itu, intensitas radiasi matahari dan tingkat kelembapan tanah menunjukkan pola variatif antar kabupaten, yang diduga berdampak terhadap pertumbuhan tanaman padi. Pengaruh konsentrasi karbon monoksida di atmosfer sebagai salah satu indikator kualitas udara juga menjadi variabel yang perlu dikaji lebih lanjut, karena akumulasi polutan dapat memengaruhi fotosintesis dan kesehatan tanaman. Dalam konteks ini, indeks vegetasi (NDVI) berperan penting untuk menggambarkan kondisi kehijauan dan produktivitas lahan secara spasial dan temporal, sekaligus menjadi indikator awal adanya tekanan lingkungan terhadap pertanian.

Sayangnya, analisis hubungan antara variabel iklim dan produktivitas padi masih banyak dilakukan secara terpisah dan deskriptif, tanpa pendekatan integratif yang memadai. Pendekatan tradisional sering kali tidak cukup akurat karena karakteristik data iklim yang kompleks, seperti bersifat non-linear, mengandung outlier, serta memiliki korelasi silang antar variabel yang tinggi. Kondisi ini menuntut penggunaan pendekatan komputasi statistik yang lebih canggih dan interaktif. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pengembangan dashboard analitis berbasis R Shiny, yang memungkinkan integrasi data multivariabel dan eksplorasi hubungan antar faktor secara dinamis.

Melalui teknologi *R Shiny*, analisis data iklim dan hasil produksi padi dapat dilakukan secara lebih interaktif dan fleksibel. Dashboard yang dikembangkan dapat memberikan kemudahan bagi pengguna—baik peneliti, praktisi pertanian, maupun pembuat kebijakan—untuk memilih variabel iklim yang ingin dianalisis, melakukan visualisasi per kabupaten/kota, serta mengevaluasi dampak fluktuasi iklim terhadap produktivitas padi secara langsung. Integrasi antara data iklim dan produksi pertanian dengan resolusi bulanan ini akan memberikan gambaran lebih akurat mengenai pola keterkaitan yang terjadi di lapangan, serta mendukung proses pengambilan keputusan yang berbasis bukti (*evidence-based*).

Berdasarkan urgensi dan kompleksitas tersebut, proyek akhir ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah dashboard interaktif berbasis R Shiny yang mengintegrasikan tujuh variabel iklim utama—yaitu suhu udara, curah hujan, kelembaban relatif, radiasi matahari, kelembaban tanah, indeks vegetasi (NDVI), dan konsentrasi karbon monoksida—dengan data produksi padi dari 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Dengan menggunakan metode komputasi statistik dan pendekatan visualisasi data yang efektif, dashboard ini diharapkan dapat menjadi alat bantu analisis yang tidak hanya akurat, tetapi juga komunikatif dan mudah digunakan. Pada akhirnya, proyek ini ditujukan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan sektor pertanian, serta merumuskan strategi adaptasi iklim yang lebih responsif terhadap kondisi lokal di Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana visualisasi data iklim dan produksi padi dapat membantu memahami keterkaitan antara keduanya secara lebih jelas dan informatif?
2. Bagaimana cara mengintegrasikan data iklim (suhu, curah hujan, kelembaban, radiasi matahari, kelembaban tanah, indeks vegetasi tanah, dan konsentrasi karbon monoksida) dengan data produksi padi yang tersebar, ke dalam satu dashboard interaktif?

3. Bagaimana platform analisis berbasis R Shiny dapat memungkinkan pengguna untuk memilih dan menyimulasikan variabel iklim tertentu terhadap produksi padi?
4. Bagaimana hubungan antara variabel iklim (suhu, curah hujan, kelembaban udara, radiasi matahari, kelembaban tanah, indeks vegetasi tanah, dan konsentrasi karbon monoksida) terhadap hasil produksi padi di Provinsi Jawa Timur?
5. Faktor iklim manakah yang memiliki kontribusi paling signifikan terhadap produktivitas padi?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

- Mengembangkan dashboard interaktif berbasis R Shiny untuk mengeksplorasi hubungan antara iklim dan produksi padi.
- Memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk memilih sendiri variabel iklim yang akan dianalisis.
- Menghasilkan visualisasi dan analisis yang mudah dipahami untuk membantu pengambilan keputusan atau riset lebih lanjut.
- Mengidentifikasi pola perubahan unsur-unsur iklim di Jawa Timur.
- Menganalisis hubungan antara faktor-faktor iklim dengan hasil produksi padi.
- Mengukur dampak perubahan iklim terhadap produktivitas padi di tingkat kabupaten/kota.
- Memberikan rekomendasi berbasis data untuk adaptasi pertanian padi terhadap perubahan iklim di Jawa Timur.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademik

- Menyediakan referensi ilmiah tentang hubungan antara variabel iklim dan produksi padi, khususnya di Provinsi Jawa Timur.
- Mengembangkan model analisis berbasis R Shiny yang dapat digunakan untuk penelitian-penelitian serupa dalam bidang agrometeorologi dan ketahanan pangan.
- Memberikan kontribusi pada literatur mengenai visualisasi dan integrasi data spasial-temporal dalam kajian pertanian dan iklim.

2. Manfaat Praktis

- Memberikan alat bantu interaktif (dashboard R Shiny) yang dapat digunakan oleh peneliti, akademisi, dan pemangku kebijakan untuk menganalisis data iklim dan produksi padi secara bersamaan.
- Membantu identifikasi faktor iklim dominan yang memengaruhi hasil produksi padi, sehingga bisa menjadi dasar perencanaan strategi adaptasi dan mitigasi.
- Menyediakan informasi berbasis data yang mendukung pengambilan keputusan di sektor pertanian, khususnya untuk ketahanan pangan dan perencanaan musim tanam.

3. Manfaat Kebijakan dan Sosial

- Memberikan rekomendasi berbasis data untuk pemerintah daerah maupun pusat dalam upaya meningkatkan produktivitas padi di tengah tantangan perubahan iklim.
- Mendorong pengembangan sistem informasi iklim pertanian berbasis teknologi yang mudah diakses dan digunakan oleh petani, penyuluh, serta pengambil kebijakan.
- Mendukung upaya pencapaian ketahanan pangan regional dan nasional, khususnya dalam menghadapi dampak perubahan iklim yang semakin nyata.

Bab 2

Kajian Teori

2.1 Variabel yang digunakan

2.1.1 Produktivitas Padi

Produktivitas padi adalah indikator utama keberhasilan usaha pertanian tanaman padi, yang dihitung berdasarkan jumlah hasil panen padi per satuan luas lahan tanam. Produktivitas ini menggambarkan efisiensi pemanfaatan input lingkungan dan agronomis dalam menghasilkan output pertanian. Dalam penelitian ini, produktivitas digunakan sebagai variabel terikat (dependen) yang dianalisis keterkaitannya dengan berbagai faktor iklim. Perubahan produktivitas dari waktu ke waktu dapat menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari perubahan kondisi lingkungan, khususnya iklim.

Tipe Data: Numerik

Satuan: Ton/hektar (ton/ha)

2.1.2 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah presipitasi (hujan) yang jatuh ke permukaan bumi dalam periode waktu tertentu. Bagi sektor pertanian, curah hujan menjadi salah satu sumber utama air yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Pola distribusi dan intensitas curah hujan yang tidak menentu dapat menyebabkan kekeringan atau kelebihan air (banjir), yang keduanya dapat berdampak negatif terhadap produktivitas tanaman. Curah hujan yang terlalu rendah dapat menghambat fase vegetatif dan generatif padi, sementara curah hujan yang terlalu tinggi dapat menimbulkan serangan hama, penyakit, dan rusaknya jaringan tanaman.

Tipe Data: Numerik

Satuan: Milimeter per hari (mm/day)

2.1.3 Suhu Udara

Suhu udara adalah ukuran derajat panas lingkungan yang sangat memengaruhi proses fisiologis tanaman, termasuk fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Suhu yang ideal akan mendukung pertumbuhan tanaman, namun suhu ekstrem (terlalu tinggi atau rendah) dapat menyebabkan stres tanaman, penurunan penyerapan nutrisi, hingga kegagalan panen. Suhu juga berperan dalam menentukan kecepatan metabolisme tanaman serta laju perkembangan organisme pengganggu tanaman. Oleh karena itu, suhu udara menjadi salah satu variabel iklim paling penting yang dipantau dalam analisis pertanian.

Tipe Data: Numerik

Satuan: Derajat Celsius (°C)

2.1.4 Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari dan diterima oleh permukaan bumi. Energi ini merupakan sumber utama untuk proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman. Intensitas radiasi matahari yang optimal dibutuhkan agar tanaman dapat melakukan konversi energi secara maksimal untuk pertumbuhan dan produksi. Radiasi matahari yang terlalu rendah akan menghambat fotosintesis dan pertumbuhan biomassa, sementara intensitas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres panas dan mengurangi efisiensi fisiologis tanaman.

Tipe Data: Numerik

Satuan: 10^4 Joule per meter persegi (10^4 J/m²)

2.1.5 Kelembapan Udara

Kelembapan udara menggambarkan kadar uap air yang terdapat dalam atmosfer pada suatu waktu. Dalam konteks pertanian, kelembapan memengaruhi laju transpirasi tanaman, penyebaran penyakit tanaman, serta keseimbangan energi di lingkungan mikro tanaman. Kelembapan udara yang terlalu rendah dapat mempercepat penguapan air dari daun dan tanah, sehingga menyebabkan tanaman kekurangan air. Sebaliknya, kelembapan yang terlalu tinggi dapat menciptakan kondisi kondusif bagi pertumbuhan jamur dan penyakit tanaman.

Tipe Data: Numerik

Satuan: Persen (%)

2.1.6 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

NDVI adalah indeks vegetasi yang diperoleh dari pengolahan data citra satelit, yang menggambarkan kondisi kehijauan, kepadatan, dan kesehatan vegetasi. NDVI dihitung berdasarkan pantulan spektral cahaya merah dan inframerah dekat dari permukaan bumi. Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga +1, di mana nilai mendekati +1 menunjukkan vegetasi lebat dan sehat, sementara nilai mendekati nol atau negatif menunjukkan area dengan sedikit atau tanpa vegetasi. Dalam penelitian ini, NDVI berfungsi sebagai indikator visual terhadap kondisi pertumbuhan padi.

Tipe Data: Numerik

Satuan: Skala 0–1

2.1.7 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas beracun yang dihasilkan dari pembakaran bahan organik atau bahan bakar fosil yang tidak sempurna. Dalam konteks pertanian, keberadaan CO di atmosfer dapat menjadi indikator pencemaran udara, yang secara tidak langsung dapat berdampak terhadap pertumbuhan tanaman melalui gangguan fotosintesis atau peningkatan stres oksidatif. Konsentrasi CO yang tinggi biasanya berasal dari aktivitas transportasi, pembakaran lahan, dan industri. Dengan mengamati konsentrasi CO, kita dapat memahami kemungkinan tekanan lingkungan tambahan terhadap ekosistem pertanian.

Tipe Data: Numerik

Satuan: mol/m²

2.1.8 Kelembapan Tanah (Soil Moisture)

Kelembapan tanah adalah kandungan air yang tersimpan dalam pori-pori tanah dan tersedia untuk diserap oleh akar tanaman. Variabel ini sangat penting karena memengaruhi ketersediaan air bagi tanaman, aktivitas biologis di dalam tanah, serta efisiensi penyerapan nutrisi. Tanah yang terlalu kering dapat menyebabkan stres air, memperlambat pertumbuhan akar, dan menurunkan hasil panen. Sebaliknya, kelembapan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan akar membusuk atau terganggunya aerasi tanah. Kelembapan tanah diukur dalam bentuk rasio volume air terhadap volume tanah.

Tipe Data: Numerik

Satuan: Skala 0–1 (rasio volumetrik)

2.2 Uji Statistik yang digunakan

Uji statistik yang digunakan adalah uji statistik non-parametrik. Hal ini dilakukan karena asumsi normalitas dalam variabel-variabel yang ada tidak dapat dipenuhi. Outlier yang ada tidak dapat dihapus karena tiap nilai dalam variabel mengindikasikan kondisi pada bulan dan tertentu, serta apabila dihapus akan mempengaruhi analisis yang dihasilkan.

2.2.1 Uji Korelasi Rank Spearman

Uji korelasi rank spearman adalah uji nonparametrik untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara dua variabel yang tidak memenuhi asumsi normalitas. Oleh karena itu, pengujian hubungan dilakukan menggunakan ranking data, bukan nilai asli.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

dengan :

- d_i^2 = selisih peringkat observasi ke-i pada dua variabel
- n = jumlah observasi

Nilai ρ berkisar $[-1,1]$. Nilai $\rho = 0$ berarti bahwa tidak terdapat korelasi antar variabel dan nilai positif atau negatif menunjukkan arah hubungan kedua variabel.

2.2.2 Uji Kruskal Wallis

Uji Kruskal Wallis adalah uji nonparametrik untuk membandingkan median dari 3 populasi atau lebih ketika data tidak memenuhi distribusi normal atau berskala ordinal.

Rumus Statistik Uji :

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

Dengan :

- N = total observasi
- k = jumlah kelompok
- n_j = jumlah observasi pada kelompok ke-j
- R_j = jumlah peringkat pada kelompok ke-j

Asumsi :

1. Variabel independen berskala kateogrik dan minimal terdapat 3 kategori
2. Variabel dependen berskala numerik atau ordinal
3. Sampel independen antar kelompok
4. Bentuk sebaran data serupa antar kelompok

2.2.3 Regresi Robust

Metode regresi robust merupakan metode regresi yang digunakan apabila data tidak memenuhi asumsi kenormalan. Metode robust melakukan penyesuaian bobot pada residual menggunakan fungsi pembobot seperti *Tukey bisquare*, sehingga observasi yang memiliki residual mendapatkan bobot rendah sehingga tidak terlalu mempengaruhi hasil regresi.

Fungsi pembobot *Tukey bisquare* :

$$w(e_i) = [1 - (e_i/c)^2]^2, \text{ jika } |e_i| \leq c$$

$$w(e_i) = 0, \text{ jika } |e_i| > c$$

Keunggulan dari metode ini adalah ketahanannya terhadap pencilan pada variabel dependen maupun independen.

2.2.4 Time Series

Analisis time series adalah studi terhadap data yang dicatat secara kronologis untuk mengidentifikasi pola, tren, dan melakukan peramalan. Model yang digunakan adalah model ARIMA. Komponen Model ARIMA

- Autoregressive (AR): Model ini menggunakan hubungan antara nilai sekarang dengan nilai-nilai sebelumnya (lag) dari deret waktu itu sendiri. Misalnya, nilai saat ini dipengaruhi oleh nilai-nilai sebelumnya sebanyak p periode.
- Integrated (I): Bagian ini menunjukkan proses differencing yang dilakukan untuk membuat data deret waktu menjadi stasioner (data yang memiliki rata-rata dan varians konstan sepanjang waktu). Differencing dilakukan d kali untuk menghilangkan tren atau ketidakstabilan.
- Moving Average (MA): Model ini menggunakan hubungan antara nilai sekarang dengan kesalahan (residual) dari periode-periode sebelumnya sebanyak q periode.

Model ARIMA biasanya ditulis sebagai ARIMA(p,d,q), dengan:

- p = orde komponen autoregressive
- d = orde differencing (jumlah kali data didiferensiasi agar stasioner)
- q = orde komponen moving average

Model Arima :

$$(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i B^i)(1 - B)^d y_t = c + (1 + \sum_{j=1}^q \theta_j B^j) \epsilon_t$$

Dimana :

- y_t = nilai variabel pada waktu t
- B = operator (*misal*, $By_t = y_{t-1}$)
- ϕ_i = parameter autoregressive
- θ_j = parameter moving average
- d = orde differencing
- c = konstanta
- ϵ_t = error acak pada waktu t

Bab 3

Metodologi

3.1 Sumber Data

3.1.1 Data Iklim dan Lingkungan

Seluruh data iklim dalam penelitian ini diambil dari Google Earth Engine (GEE), yaitu sebuah platform pemrosesan data geospasial berbasis cloud yang menyediakan akses ke ratusan dataset observasi bumi (earth observation) global, termasuk dari satelit seperti MODIS, Landsat, Sentinel, serta model atmosfer seperti ERA5.

Adapun variabel-variabel iklim dan lingkungan yang diambil dari GEE adalah sebagai berikut:

1. Curah Hujan (mm/day)

Diambil dari dataset CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data), yang menyajikan data curah hujan berbasis gabungan satelit dan data observasi darat.

2. Suhu Udara (°C)

Diambil dari ERA5-Land, produk reanalisis dari European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) yang menyajikan data suhu udara permukaan harian.

3. Radiasi Matahari (10^4 J/m^2)

Diperoleh dari dataset NASA POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resources) yang menyediakan estimasi radiasi permukaan berdasarkan pengukuran satelit.

4. Kelembapan Udara (%)

Diambil dari produk ERA5 yang mencakup kelembapan relatif permukaan dalam resolusi spasial harian.

5. Kelembapan Tanah (Soil Moisture, 0–1)

Data ini diperoleh dari dataset SMAP (Soil Moisture Active Passive) atau ERA5, yang menyediakan estimasi kelembapan tanah lapisan atas.

6. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, 0–1)

Diambil dari MODIS Terra Vegetation Indices (MOD13Q1), yang menyediakan nilai NDVI setiap 16 hari dengan resolusi spasial 250 meter.

7. Konsentrasi Karbon Monoksida (CO, mol/m²)

Diperoleh dari dataset MOPITT (Measurements of Pollution in the Troposphere) dari NASA, yang menyediakan data konsentrasi CO di atmosfer.

Seluruh data iklim tersebut dikumpulkan secara bulanan selama periode Januari 2020 hingga Desember 2024 untuk setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Proses ekstraksi dilakukan dengan melakukan agregasi spasial pada setiap batas administratif kabupaten menggunakan fungsi zonal statistics di GEE, sehingga menghasilkan satu titik data bulanan per wilayah.

3.1.2 Data Produktivitas Padi

Data produktivitas padi diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur, yang tersedia dalam bentuk laporan resmi tahunan dan bulanan. Data yang digunakan yaitu Produktivitas padi (ton/hektar) yang dihitung dari rasio produksi terhadap luas panen padi. Data ini diperoleh dari Tabel Statistik “Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Padi Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, 2024” yang tersedia di laman resmi <https://jatim.bps.go.id>

3.2 Tools yang Digunakan

Berbagai library digunakan untuk memenuhi tujuan dashboard awal mulai dari penggunaan peta, melakukan operasi tabel, dan fungsi lainnya. Berikut library yang digunakan pada dashboard beserta penjelasannya secara singkat dengan kategorisasi berdasarkan fungsi awal library :

3.2.1 Framework Utama

Proyek ini mempunyai shiny sebagai inti dari dashboard sebelum penggunaan library lainnya, berikut penjelasan singkat :

shiny berfungsi sebagai tulang punggung aplikasi web interaktif yang mengelola reaktivitas dashboard seperti update otomatis grafik ketika pengguna mengubah parameter. Framework ini menangani komunikasi real-time antara user interface dengan server logic tanpa perlu refresh halaman.

shinydashboard menyediakan layout profesional dengan struktur header, sidebar, dan main body yang terorganisir, plus value boxes untuk menampilkan metrik penting. Color scheme dapat dikustomisasi dengan tema lingkungan menggunakan warna hijau dan biru.

3.2.2 Visualisasi

Beberapa visualisasi yang digunakan agar plot, tabulasi, dan kebutuhan lainnya dapat ditampilkan secara lebih jelas menggunakan 3 library berikut :

DT menyajikan data tabular interaktif dengan fitur sort, filter, pagination, dan search untuk eksplorasi mendalam seperti tabel korelasi dan preview data. Kolom dapat di-resize dan di-reorder sesuai kebutuhan analisis.

plotly mengubah semua grafik ggplot2 menjadi visualisasi interaktif dengan fitur hover, zoom, pan, dan toolbar untuk download. Sangat berguna untuk analisis korelasi heatmap dan identifikasi outlier dalam scatter plot.

leaflet menyediakan peta interaktif untuk visualisasi distribusi spasial variabel iklim di Jawa Timur dengan circle markers dan popup informasi detail. Fitur zoom, pan, dan legend membantu eksplorasi geografis data.

3.2.3 Pemrosesan dan Manipulasi

Pemrosesan data dapat dilakukan lebih efisien dibutuhkan beberapa library seperti dplyr yang terkenal serta beberapa library lainnya yaitu sebagai berikut :

readxl membaca file Excel kompleks dengan multiple sheets, merged cells, dan berbagai format tanggal sambil preserve data types. Menangani file xlsx agar lebih efisien

dplyr berperan sebagai engine utama untuk operasi data manipulation seperti filtering, grouping, agregasi, dan join operations. Pipeline menggunakan pipe operator (%>%) membuat transformasi data intuitif dan mudah di-debug.

ggplot2 menyediakan foundation visualisasi dengan Grammar of Graphics yang fleksibel untuk histogram, time series, boxplot, dan scatter plot. Theme system mempertahankan konsistensi visual dengan color palette tema lingkungan.

3.2.4 Analisis Statistik

Base R mempunyai beberapa kekurangan fungsi statistik yang dibutuhkan seperti untuk melakukan time series, untuk melakukan shapiro wilk, dan lainnya oleh karena itu menggunakan beberapa library berikut :

corrplot menciptakan heatmap korelasi Spearman dengan hierarchical clustering dan berbagai color scheme yang intuitif. Dapat menampilkan coefficient values langsung pada cells dengan opsi triangle visualization.

VIM (Visualization and Imputation of Missing values) mengidentifikasi dan menangani pola missing data dengan visualisasi sophisticated. Menyediakan quality assessment data sebelum analisis statistik dengan berbagai metode imputasi.

forecast menyediakan toolkit komprehensif untuk time series analysis dengan auto.arima, seasonal decomposition, dan forecast accuracy measures. Menangani multiple seasonality dan missing values dalam data iklim real-world.

tsseries melengkapi forecast dengan statistical tests seperti Augmented Dickey-Fuller dan KPSS untuk testing stationarity. Menyediakan berbagai unit root tests dan serial correlation tests untuk validasi asumsi model.

nortest menyediakan additional normality tests seperti Anderson-Darling yang lebih powerful dari Kolmogorov-Smirnov. Multiple tests digunakan kombinasi untuk assessment robust terhadap asumsi normalitas.

robust dan MASS menyediakan metode statistik robust yang resistant terhadap outliers melalui M-estimators dan iterative reweighting. Penting untuk analisis iklim karena extreme weather events dapat menciptakan outliers legitimate.

3.2.5 Peningkatan UI

shinycssloaders menyediakan visual feedback berupa loading spinners selama operasi komputasi intensif untuk mencegah kebingungan user. Spinner dapat dikustomisasi ukuran, warna, dan tipe sesuai tema aplikasi.

moments menghitung statistical moments seperti skewness dan kurtosis untuk karakterisasi distribusi data iklim yang sering skewed. Menyediakan versi robust yang less sensitive terhadap outliers untuk estimasi yang lebih stabil.

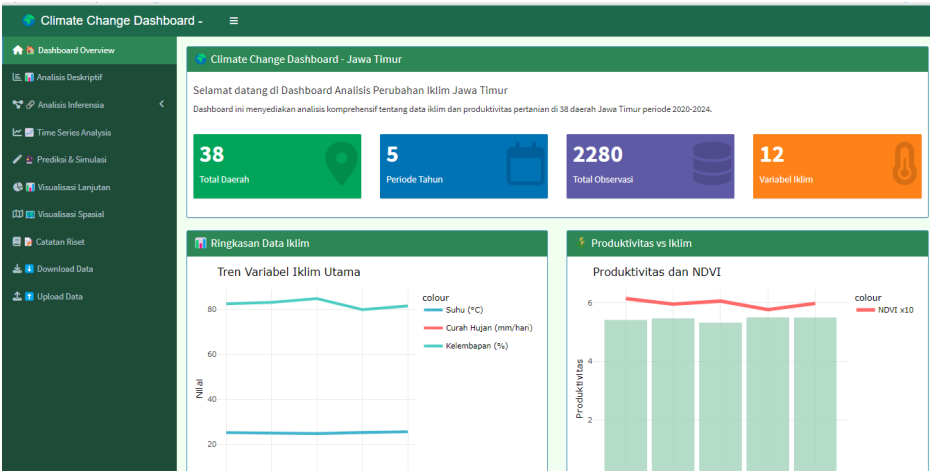
3.3 Alur Pembuatan

Bab 4

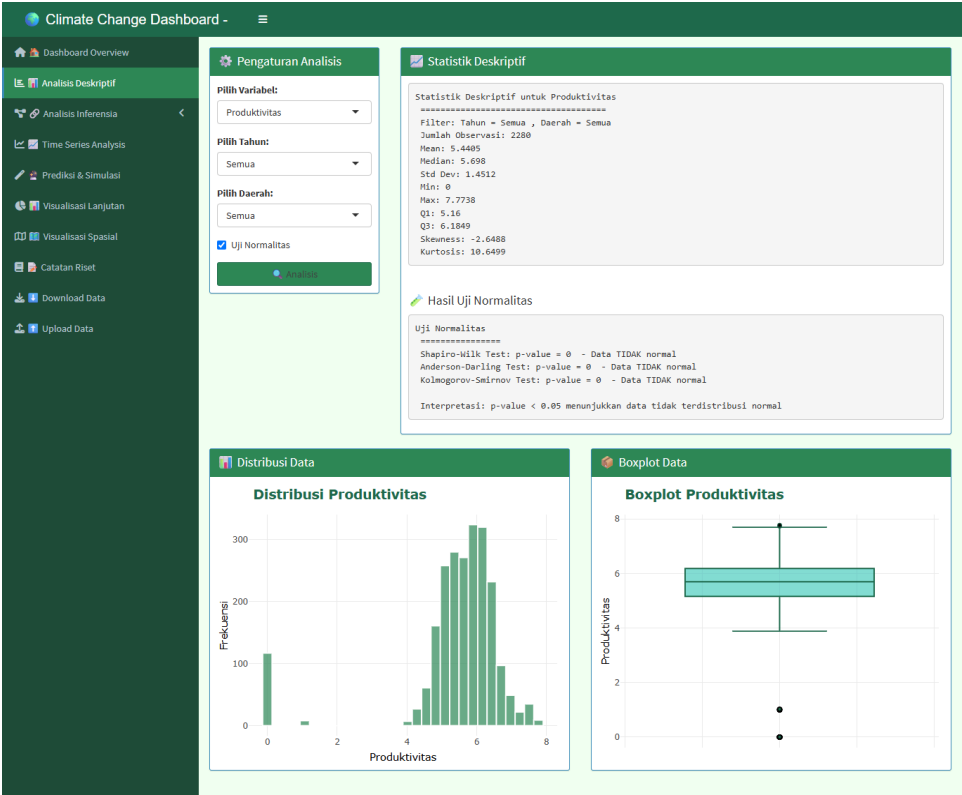
Hasil dan Pembahasan

4.1 Fitur dan Tampilan Dashboard

1. Dashboard Awal

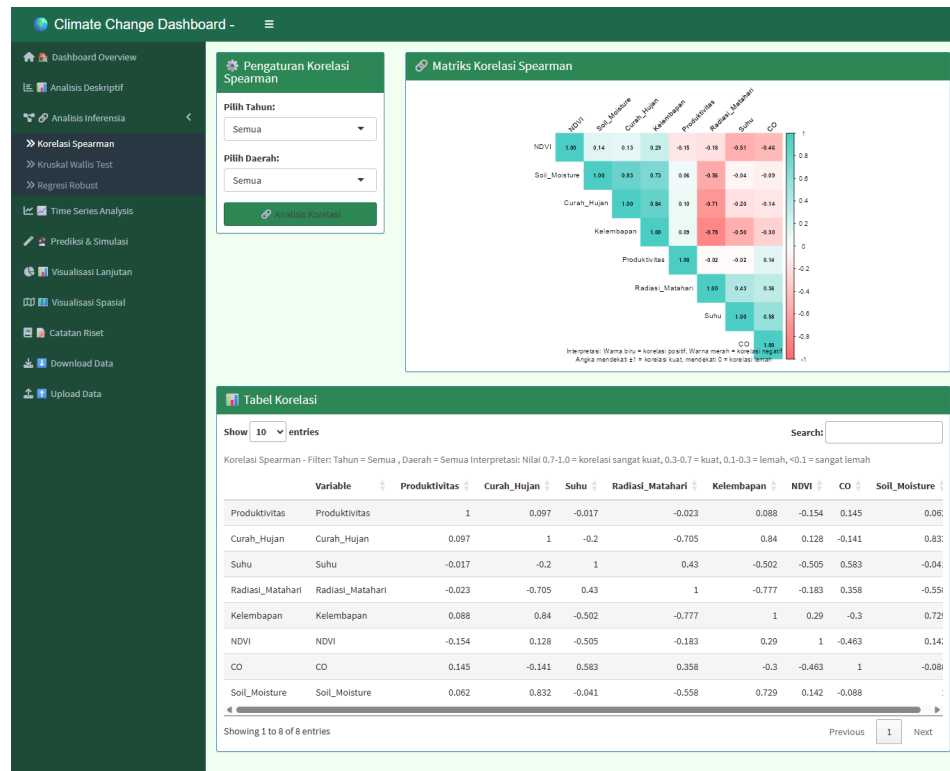


2. Analisis Deskriptif

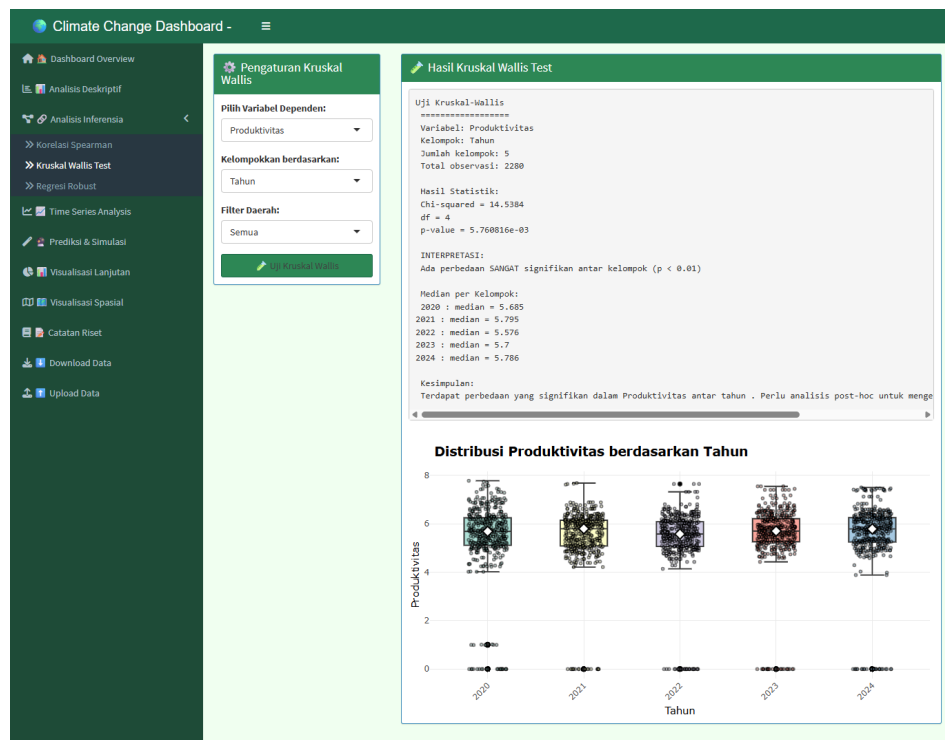


3. Analisis Inferensia

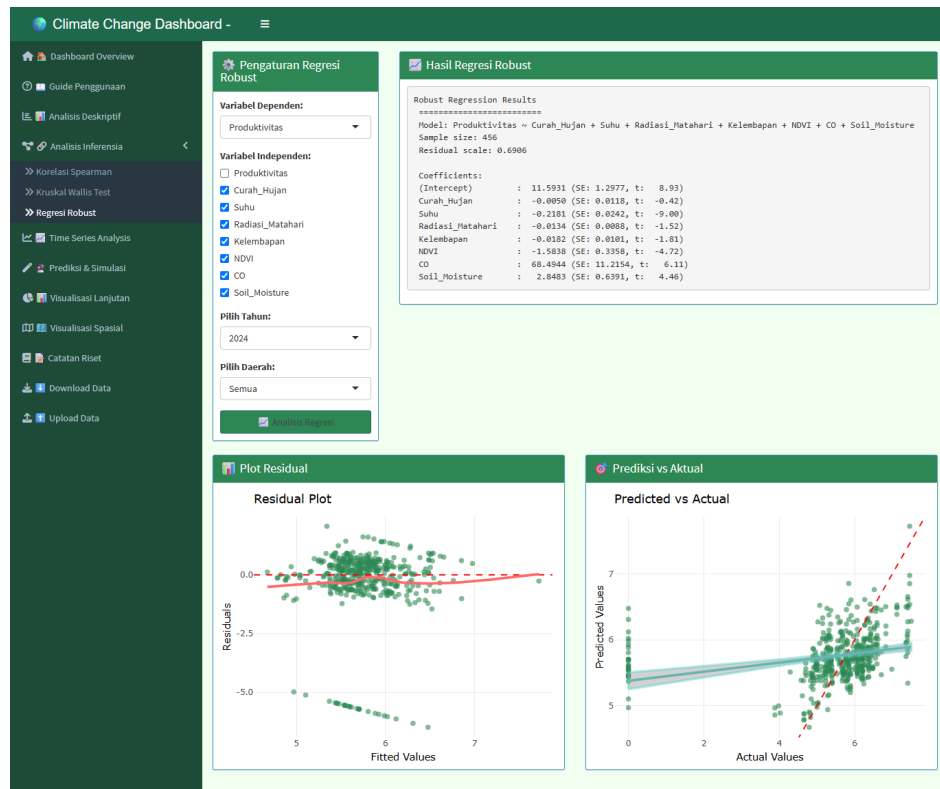
a. Korelasi Rank Spearman



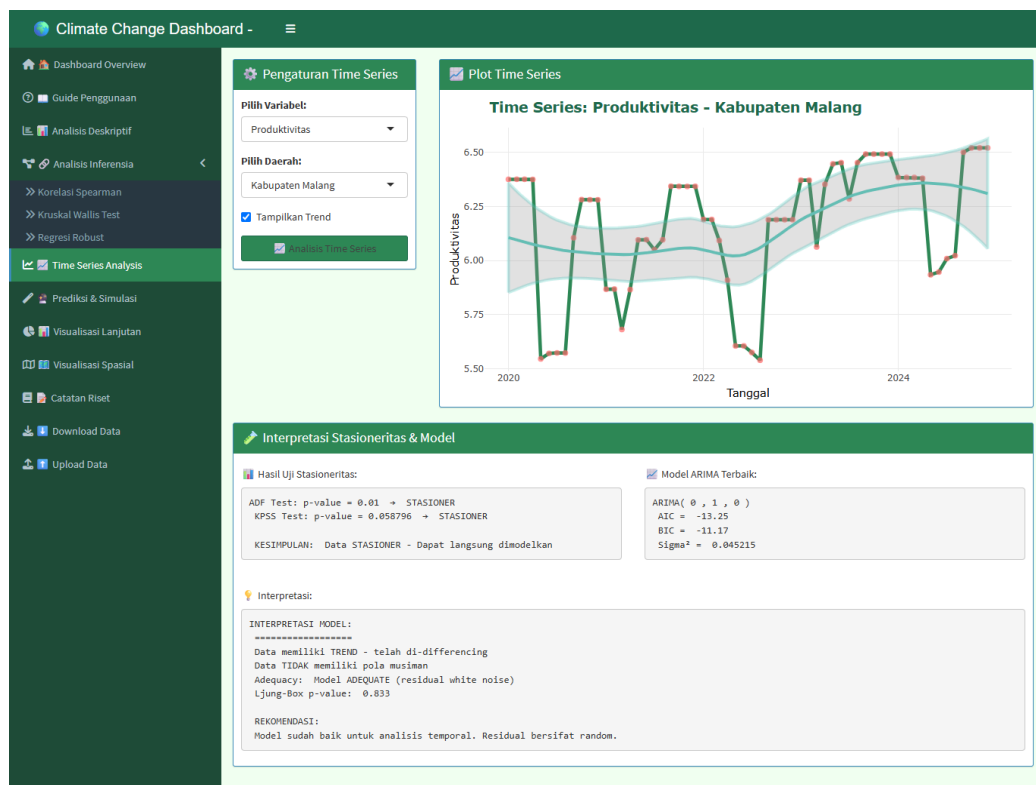
b. Kruskal-Wallis



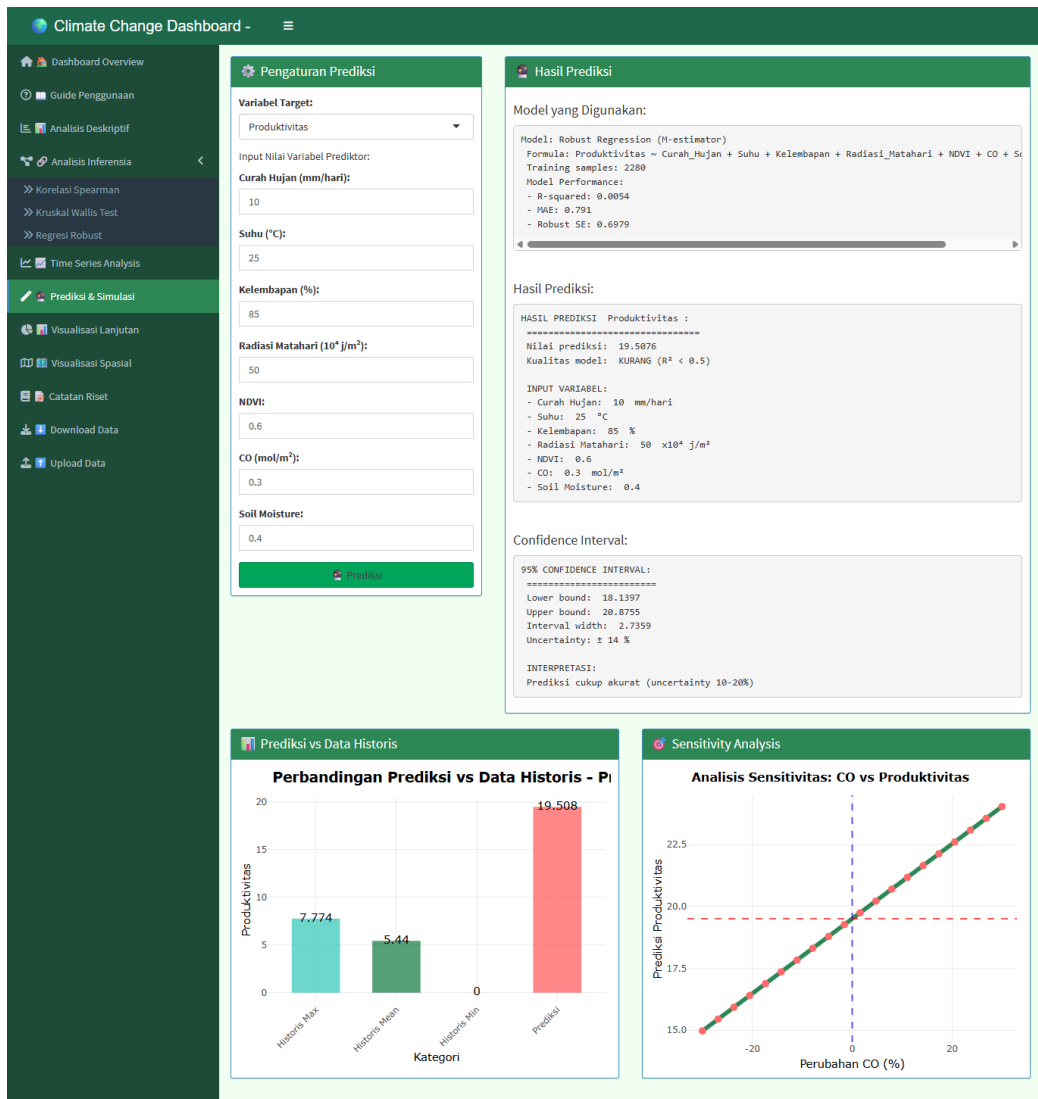
c. Regresi Robust



4. Analisis Time Series

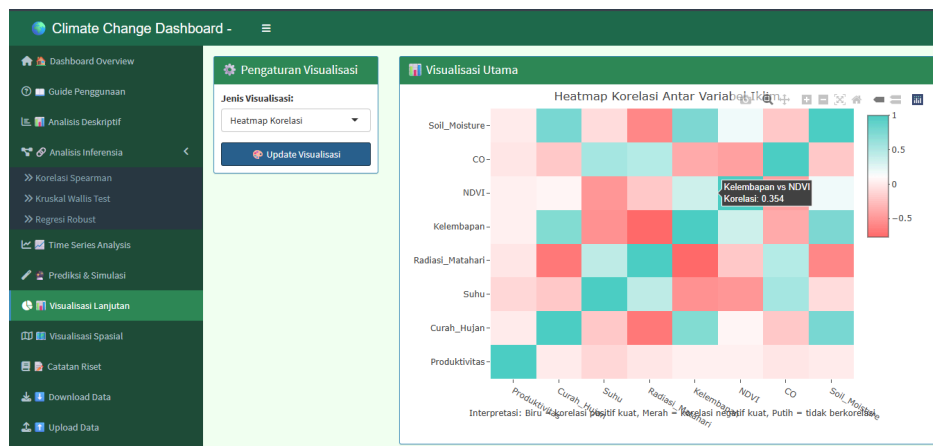


5. Prediksi dan Simulasi



6. Visualisasi Lanjutan

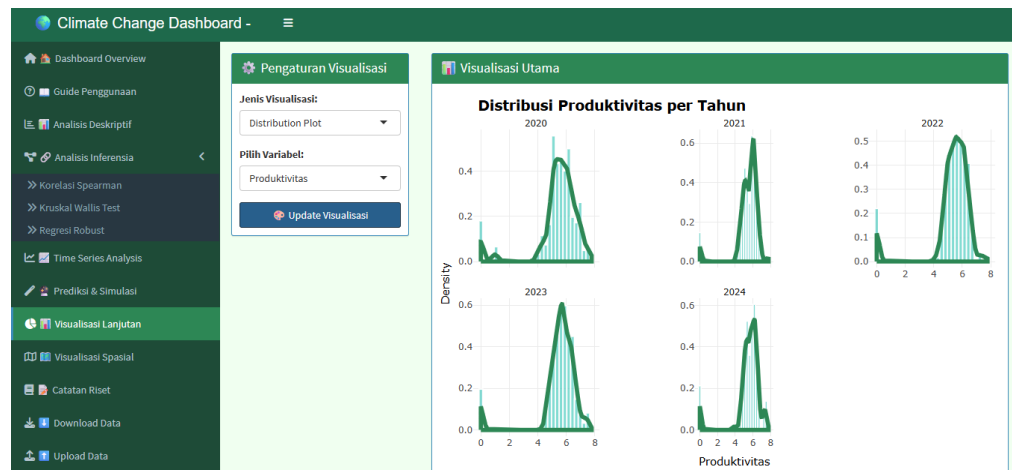
a. Heatmap Korelasi



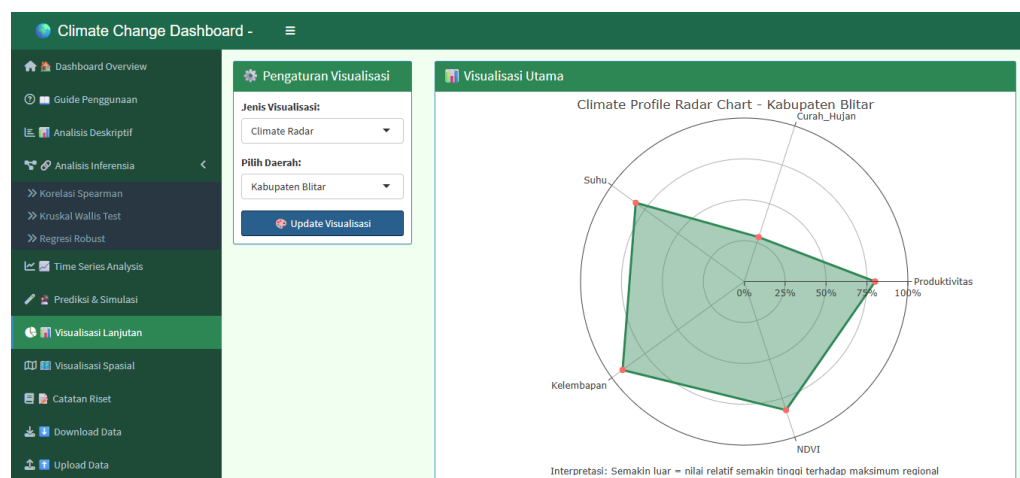
b. Scatter Matrix



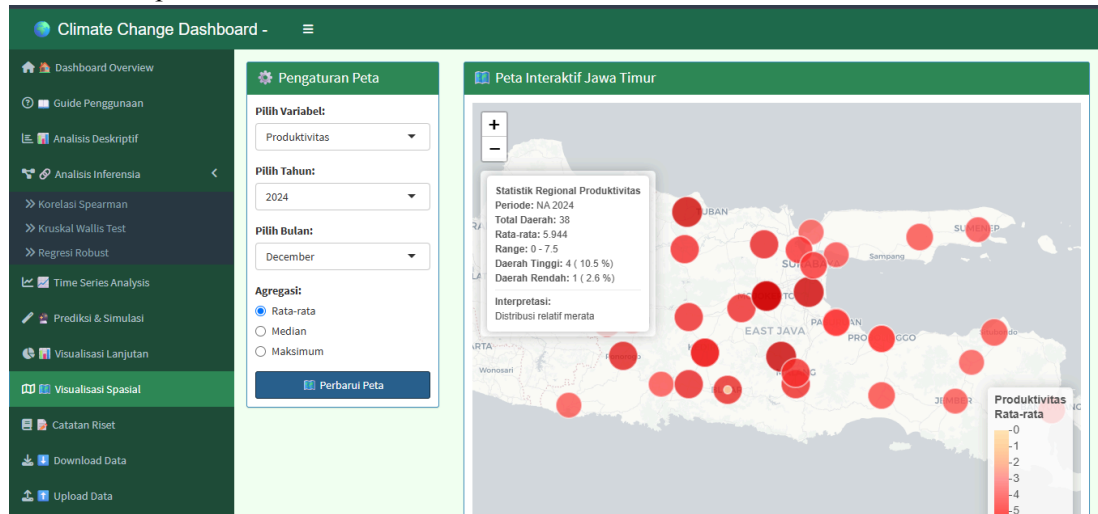
c. Plot Distribution



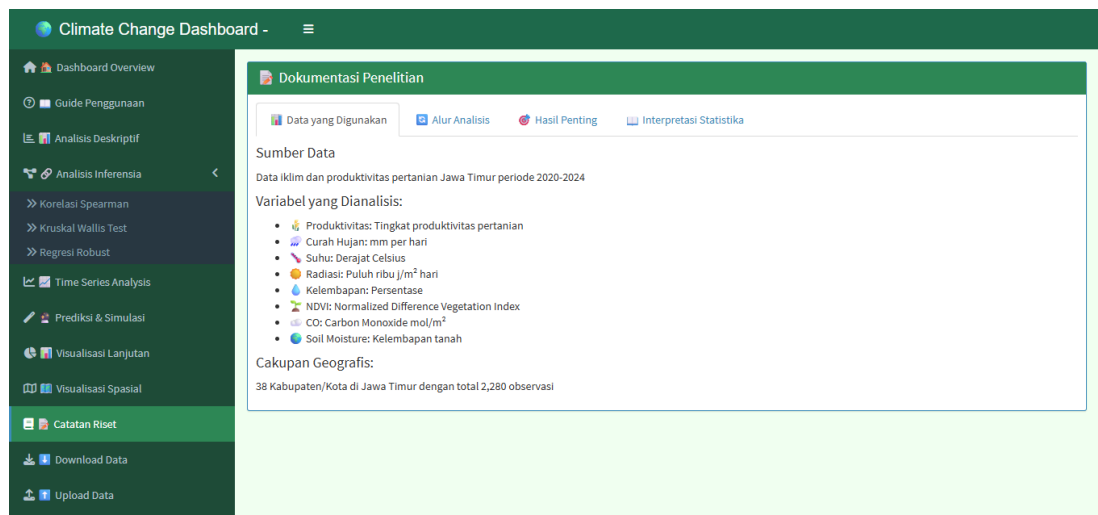
d. Climate Radar



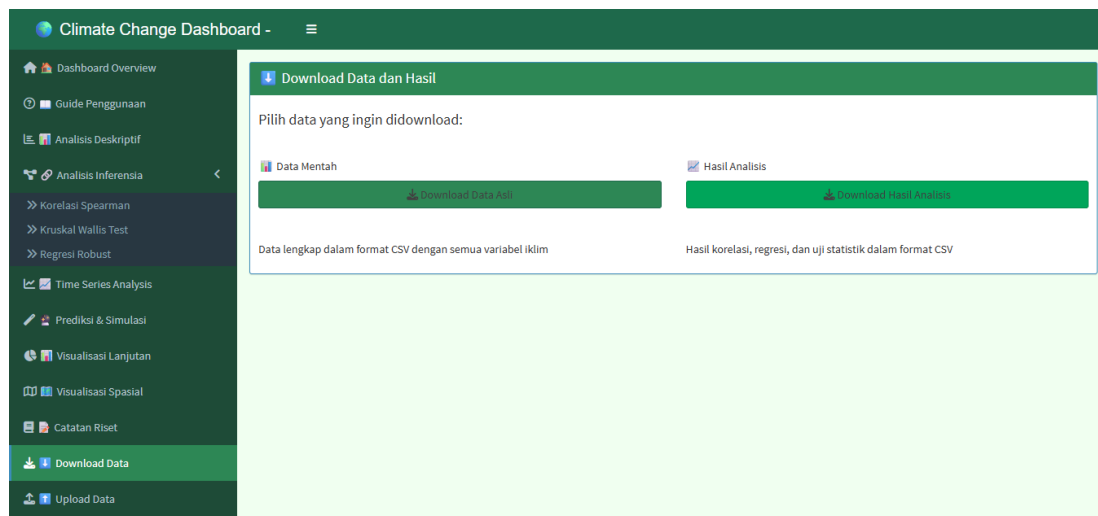
7. Visualisasi Spasial



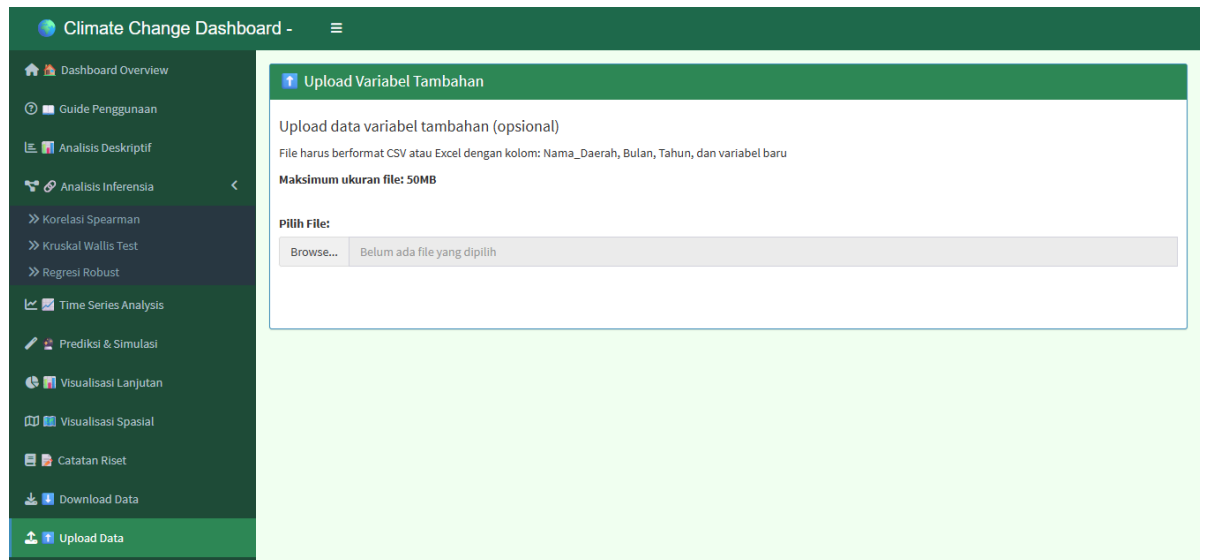
8. Catatan Riset



9. Download Data



10. Upload Data



4.2 Manfaat Dashboard

1. Dashboard Overview

Menu ini berfungsi sebagai halaman muka yang menyajikan gambaran makro (macro-level overview) dari keseluruhan data. Manfaat utamanya adalah memberikan pemahaman kontekstual secara cepat kepada pengguna mengenai cakupan data, termasuk jumlah wilayah observasi, rentang waktu, total observasi, dan jumlah variabel yang dianalisis. Visualisasi tren agregat pada halaman ini memungkinkan identifikasi awal terhadap pola-pola utama tanpa memerlukan analisis mendalam.

2. Guide Penggunaan

Fitur Guide berfungsi sebagai dokumentasi fungsional yang bertujuan untuk meningkatkan usability sistem. Manfaatnya adalah mengurangi kebingungan pengguna baru, mempercepat proses adopsi, dan memastikan setiap fitur analisis dapat dimanfaatkan secara maksimal.

3. Analisis Deskriptif

Fungsionalitas ini bertujuan untuk melakukan eksplorasi dan peringkasan data secara kuantitatif. Manfaat utamanya adalah:

- Memahami Karakteristik Data: Menyajikan statistik fundamental seperti mean, median, modus, dan standar deviasi untuk setiap variabel.

- Evaluasi Distribusi Data: Melalui histogram dan uji normalitas (misalnya, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling), fitur ini memungkinkan evaluasi terhadap sebaran data, yang merupakan prasyarat penting dalam penentuan metode analisis inferensia yang relevan.
- Deteksi Nilai Anomali (Outlier): Visualisasi boxplot memfasilitasi identifikasi data pencilan yang dapat memengaruhi hasil analisis secara signifikan.

4. Analisis Inferensia

Menu ini menyediakan serangkaian alat uji statistik untuk penarikan kesimpulan dari data sampel terhadap populasi.

- Korelasi Rank Spearman bermanfaat untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan monotonik antar variabel secara non-parametrik. Fitur ini relevan untuk data yang tidak memenuhi asumsi normalitas.
- Kruskal-Wallis digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan median suatu variabel di antara tiga atau lebih kelompok independen. Manfaatnya adalah memungkinkan perbandingan antar-tahun atau antar-wilayah tanpa asumsi distribusi normal.
- Regresi Robust berfungsi untuk memodelkan hubungan kausalitas antara variabel independen dan dependen. Keunggulan utamanya adalah ketahanannya (robustness) terhadap data pencilan, sehingga menghasilkan model yang lebih stabil dan dapat diandalkan untuk data iklim yang cenderung memiliki nilai ekstrem.

5. Analisis Time Series

Fungsionalitas ini dirancang untuk menganalisis dependensi temporal dalam data. Manfaatnya adalah untuk:

- Identifikasi Tren dan Musiman: Mendekomposisi data deret waktu ke dalam komponen tren jangka panjang dan pola musiman berulang.
- Uji Stasioneritas: Melakukan pengujian formal (misalnya, ADF dan KPSS) untuk memeriksa stasioneritas data, yang merupakan properti statistik fundamental untuk pemodelan prediktif deret waktu.
- Pemodelan ARIMA: Mengimplementasikan model ARIMA otomatis untuk menangkap struktur temporal dalam data dan digunakan sebagai dasar peramalan.

6. Prediksi dan Simulasi

Fitur ini memberikan kemampuan peramalan (forecasting) berdasarkan model yang telah dibangun. Manfaat utamanya adalah memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis skenario dengan menginput serangkaian nilai variabel prediktor untuk mengestimasi dampaknya terhadap variabel target (misalnya, produktivitas). Hal ini sangat bermanfaat untuk mendukung perencanaan strategis dan pengambilan keputusan berbasis data.

7. Visualisasi Lanjutan

Menu ini menyediakan teknik visualisasi data multidimensional untuk analisis yang lebih mendalam.

- **Heatmap dan Scatter Matrix:** Bermanfaat untuk mengeksplorasi hubungan antar-pasangan variabel secara simultan dan efisien.
- **Radar Chart:** Menyajikan profil iklim atau produktivitas multivariat untuk suatu wilayah secara terpadu, yang memfasilitasi perbandingan komparatif antar-wilayah.

8. Visualisasi Spasial

Visualisasi Spasial bertujuan untuk menganalisis distribusi dan pola geografis data. Dengan menggunakan peta interaktif, pengguna dapat mengidentifikasi kluster spasial, yaitu wilayah dengan konsentrasi nilai variabel yang tinggi (hotspot) atau rendah (coldspot), sehingga memberikan dimensi keruangan pada analisis.

9. Catatan Riset

Fitur ini berfungsi sebagai repositori dokumentasi yang menjelaskan metodologi, sumber data, dan interpretasi analisis yang digunakan dalam dashboard. Manfaatnya adalah untuk menjaga transparansi, validitas, dan reproduktifitas hasil analisis, yang merupakan pilar penting dalam penelitian ilmiah.

10. Download Data

Fitur download data berfungsi agar pengguna dapat mendownload data pada dashboard dan hasil uji analisis, selain itu setiap grafik hasil analisis juga dapat didownload pada tiap uji yang dilakukan.

11. Upload Data

Manfaat utamanya adalah memungkinkan pengguna untuk mengintegrasikan dataset eksternal mereka dengan data iklim yang ada, berdasarkan kunci identifikasi (Nama Daerah, Bulan, Tahun). Hal ini membuka peluang untuk analisis yang lebih spesifik dan kontekstual sesuai dengan kebutuhan riset pengguna.

Daftar Pustaka

<https://jatim.bps.go.id/id/pressrelease/2025/03/03/1482/luas-panen-dan-produksi-padi-di-provinsi-jawa-timur-2024--angka-tetap-.html>

Data Informasi Bencana Indonesia. (n.d.). https://dibi.bnpb.go.id/statistik_menurut_wilayah

Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2024). *Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Padi Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, 2024*. Diakses pada 26 Juni 2025, dari <https://jatim.bps.go.id>

CHIRPS Daily: Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with station data (Version 2.0 final). (n.d.). Google for Developers. https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UCSB-CHG_CHIRPS_DAILY?hl=id

ERA5-Land Daily Aggregated - ECMWF climate reanalysis. (n.d.). Google for Developers. https://developers.google.com/earthengine/datasets/catalog/ECMWF_ERA5_LAND_DAILY_AGGR?hl=id

Handoko, B. D. (1994). Dinamika intersepsi radiasi surya untuk pemodelan biomassa. *Jurnal Penelitian Tanaman Pangan*, 13(3), 1–12. <https://media.neliti.com/media/publications/288854-dynamics-of-intercepted-solar-radiation-743d2d43.pdf>

Hanafiah, K. A. (2010). Suhu udara dan suhu tanah. Dalam *Suhu Udara dan Suhu Tanah* (pp. 1–8). Scribd. <https://id.scribd.com/document/613232501/Suhu-Udara-Dan-Suhu-Tanah>

Kompasiana. (2021, April 20). Pentingnya informasi curah hujan terhadap pertanian. Diakses dari <https://www.kompasiana.com/dickyrchmt/607e20778ede4860ae492653/pentingnya-informasi-curah-hujan-terhadap-pertanian>

Masnilam. (2020). Definisi produktivitas dalam pertanian sebagai rasio output per satuan luas lahan. Dalam *BAB II Tinjauan Pustaka* (pp. 1–5). Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. <http://repository.uinsu.ac.id/20041/3/BAB%20II.pdf>

MOD13A2.061 Terra Vegetation Indices 16-Day Global 1km. (n.d.). Google for Developers. https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MOD13A2?hl=id

Symphony GEO. (2017, Maret 12). NDVI – Normalized Difference Vegetation Index. <http://www.symphonygeo.com/blog/18-ndvi-normalized-difference-vegetation-index>