

***TRACKING MALARIA IN INDONESIA THROUGH CLIMATE AND
ENVIRONMENTAL DRIVERS***



Dosen Pengampu:

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

Disusun Oleh Kelompok 9

Anggota:

Faliza Maulidina Syarief (222313077)

Muhammad Imaddudin Zaki (222313244)

Triangga Hafid Rifa'i (222313408)

POLITEKNIK STATISTIKA STIS

2024/2025

1. Background

Perubahan iklim kini menjadi masalah global yang mendapat perhatian serius dari berbagai kalangan. Peningkatan suhu rata-rata bumi, perubahan pola curah hujan, dan fenomena ekstrim lainnya memiliki dampak yang luas, tidak hanya terhadap lingkungan tetapi juga terhadap kesehatan penduduk bumi. Perubahan ini secara langsung berkontribusi terhadap meningkatnya penyebaran penyakit menular seperti malaria, demam berdarah, dan diare yang disebabkan oleh kontaminasi air. Kenaikan suhu global telah mengubah pola distribusi vektor penyakit, termasuk nyamuk *Anopheles*, yang merupakan faktor utama malaria. Nyamuk *Anopheles* cenderung berkembang biak lebih cepat dan menyebar ke wilayah baru yang sebelumnya tidak terjangkau karena suhu yang lebih tinggi. Di samping itu, suhu yang lebih panas juga mempercepat proses hidup parasit malaria dalam tubuh nyamuk yang berakibat meningkatkan jumlah kasus malaria di berbagai daerah.

Perubahan pola curah hujan turut memberikan dampak signifikan terhadap lingkungan dan ekosistem. Ketidakstabilan pola hujan dan peningkatan kejadian cuaca ekstrem seperti banjir dan kekeringan dapat mengganggu habitat alami vektor penyakit. Meningkatnya banjir di daerah tropis dapat menciptakan kondisi yang mendukung bagi perkembangbiakan nyamuk malaria, sementara kekeringan dapat mengurangi ketersediaan sumber air yang diperlukan untuk kelangsungan hidup nyamuk. Hal ini diikuti juga dengan perubahan lingkungan akibat deforestasi, urbanisasi, dan perubahan penggunaan lahan. Habitat alami nyamuk yang terus berkurang mengakibatkan adanya migrasi populasi nyamuk ke wilayah yang lebih dekat dengan manusia, sehingga risiko terkena dan tertular menjadi lebih besar.

Kasus malaria masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan di Asia Tenggara, meskipun telah ada upaya-upaya eliminasi penyakit ini. Negara-negara seperti Indonesia, Thailand, dan Vietnam mencatatkan angka kasus yang tinggi, terutama di daerah pedalaman dan daerah yang rawan perubahan iklim. Menurut data dari *World Health Organization* (WHO), meskipun terdapat penurunan jumlah kasus malaria di kawasan ini, masih banyak negara yang menghadapi tantangan besar dalam mengendalikan penyebaran penyakit ini akibat perubahan iklim dan faktor lingkungan lainnya. Di Indonesia, malaria merupakan salah satu penyakit endemik dan menyumbang sekitar 15,6% kasus dan 22% kematian malaria regional. Sebagian besar kasus malaria terkonsentrasi di wilayah timur Indonesia,

khususnya di Provinsi Papua, Papua Tengah, Papua Selatan, dan Papua Pegunungan, yang menyumbang sekitar 86% dari total kasus malaria nasional.

Dengan demikian, peneliti ingin melakukan penelitian dengan melihat faktor perubahan iklim, meliputi curah hujan, perubahan suhu, dan kelembaban udara, faktor lingkungan, berupa tutupan lahan, dengan persebaran kasus malaria di Indonesia tahun 2002 - 2024. Hasil akhir dari penelitian ini berupa laporan dan dashboard interaktif berbasis RShiny yang akan menampilkan peta interaktif, grafik tren tahunan, heatmap, dan *scatter plot*. Harapannya model yang ditampilkan akan mempermudah peneliti lain atau pembuat kebijakan atau tenaga kesehatan dalam mendeteksi dini dan respons terhadap lonjakan kasus, serta pengambilan keputusan berdasarkan data.

2. Objective

2.1. Rumusan Masalah

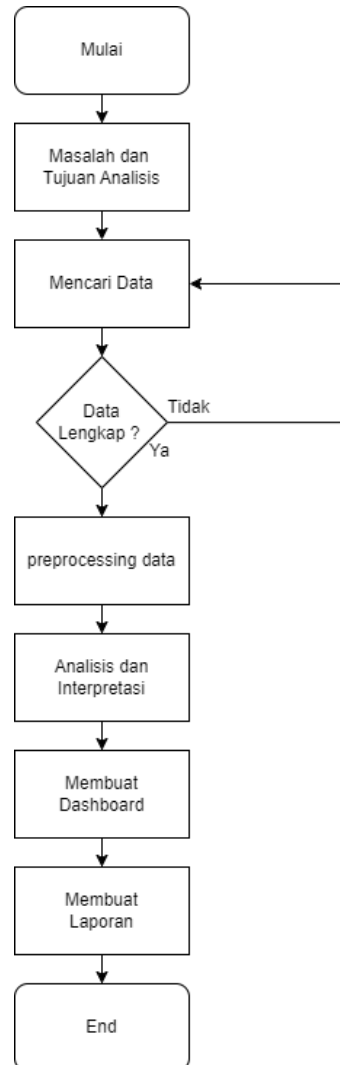
1. Bagaimana hubungan spasial dan temporal antara faktor-faktor iklim dan lingkungan dengan lonjakan kasus malaria di Indonesia, khususnya wilayah endemis?
2. Bagaimana hubungan antara faktor-faktor iklim dan lingkungan (suhu, curah hujan, dan kelembaban) terhadap pola distribusi nyamuk *Anopheles* sebagai vektor utama malaria di Indonesia?
3. Bagaimana tren penyebaran malaria di Indonesia dari tahun ke tahun?
4. Bagaimana strategi pengendalian malaria yang lebih efektif di tahun 2026?

2.2. Tujuan

1. Menganalisis hubungan spasial dan temporal antara faktor iklim dan lingkungan dengan lonjakan kasus malaria di Indonesia, khususnya di wilayah endemis.
2. Mengidentifikasi pengaruh iklim dan lingkungan terhadap pola distribusi nyamuk *Anopheles* sebagai vektor utama malaria di Indonesia.
3. Mengidentifikasi tren penyebaran malaria di Indonesia dari tahun ke tahun.

3. Design

3.1. Fase



Sebelum dibuatnya dashboard menggunakan R Shiny, akan dilakukan beberapa proses terlebih dahulu. Setiap proses merupakan tahapan penting yang dirancang untuk memastikan analisis data berjalan akurat dan menciptakan dashboard yang hasilnya dapat diandalkan. Proses ini diawali dengan identifikasi masalah dan tujuan penelitian untuk menentukan fokus utama, dilanjutkan dengan pengumpulan data dari berbagai sumber relevan. Setelah data terkumpul, dilakukan pemeriksaan kelengkapan dan kualitas data untuk memastikan kesiapan data sebelum diolah. Tahap selanjutnya adalah analisis statistik atau kualitatif guna mengidentifikasi pola atau hubungan

antar variabel. Hasil analisis kemudian diintegrasikan ke dalam pembuatan dashboard interaktif menggunakan R Shiny, yang memungkinkan visualisasi data secara dinamis dan mudah dipahami. Melalui tahapan sistematis ini, diharapkan dashboard tidak hanya menampilkan informasi, tetapi juga menjadi alat pendukung pengambilan keputusan yang efektif. Dengan demikian, seluruh proses dirancang untuk meminimalisasi kesalahan, meningkatkan transparansi, dan memastikan setiap langkah dapat dievaluasi secara mandiri.

a. Pengumpulan Data

Pengumpulan data akan dilakukan secara bertahap mengingat lokasi studi mencakup wilayah yang luas dan terbagi berdasarkan provinsi. Pendekatan bertahap ini penting untuk memastikan akurasi dan relevansi data. Data yang diambil dari sumber yang terpercaya yaitu Badan Pusat Statistik melalui publikasi Statistik Lingkungan Hidup Indonesia dan NASA (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>) mengingat informasi ini akan menjadi dasar analisis serta visualisasi dalam dashboard. Beberapa jenis data kunci yang diperlukan meliputi:

- a. Persebaran kasus Malaria se Indonesia
- b. Curah Hujan
- c. Suhu
- d. Kelembapan

b. Analisis

Data yang kami terima merupakan data yang sudah bersih sehingga tidak memerlukan *preprocessing* dan data langsung siap digunakan. Langkah selanjutnya adalah analisis untuk memahami keterkaitan antara jumlah kasus malaria dengan faktor-faktor iklim utama, yaitu suhu udara, curah hujan, dan kelembapan. Pendekatan eksploratif dilakukan secara deskriptif dan kuantitatif untuk mengamati pola, tren, serta hubungan antarvariabel dalam rentang waktu tertentu dan di berbagai wilayah administratif (provinsi).

Analisis *time series* digunakan untuk menelusuri fluktuasi data dari tahun ke tahun, mengidentifikasi tren umum, serta melihat kemungkinan

adanya pola musiman (*seasonal pattern*). Dengan pendekatan ini, dilakukan pengamatan terhadap dinamika kasus malaria dari waktu ke waktu dan bagaimana variabel iklim mengalami perubahan yang mungkin berasosiasi dengan naik turunnya angka kasus.

Analisis korelasi untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara kasus malaria dengan masing-masing variabel iklim. Matriks korelasi disusun untuk seluruh kombinasi variabel, baik pada skala nasional maupun provinsi, guna mengetahui apakah peningkatan atau penurunan suhu, curah hujan, dan kelembapan berkaitan erat dengan perubahan jumlah kasus malaria. Selanjutnya, untuk memahami pola hubungan yang lebih dalam, dilakukan analisis regresi dengan kasus malaria sebagai variabel dependen dan variabel iklim sebagai variabel independen. Dua pendekatan regresi digunakan, yaitu:

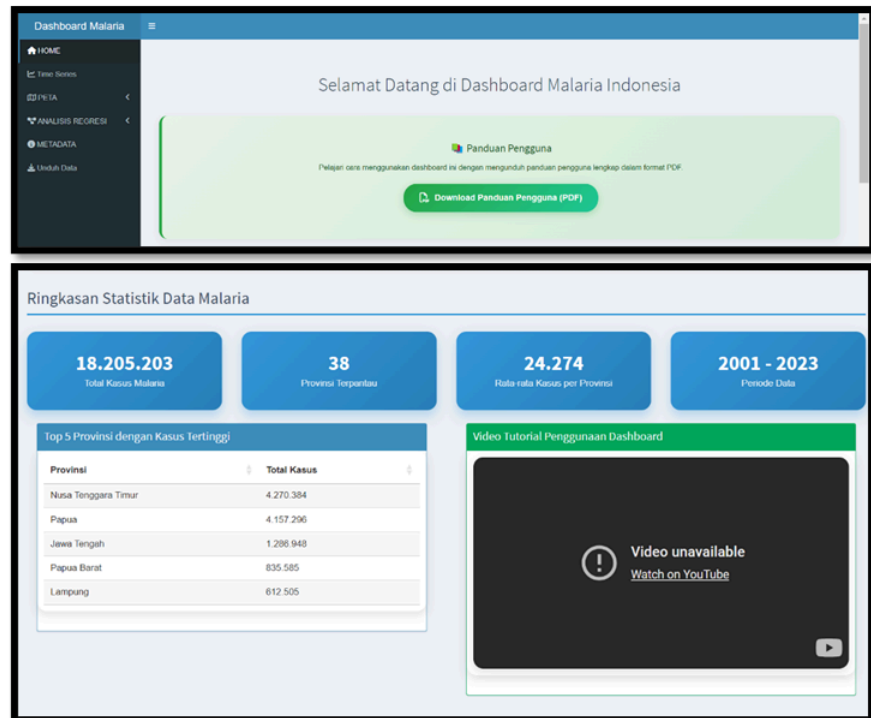
- Regresi Linier Sederhana, untuk menguji hubungan linier langsung antarvariabel.
- Regresi Polinomial Orde Dua, untuk mengidentifikasi kemungkinan hubungan non-linier yang melibatkan efek lengkung (*curvilinear*), yang umum terjadi dalam fenomena iklim dan penyakit.

Dari hasil regresi diperoleh informasi mengenai kekuatan prediktif masing-masing variabel iklim terhadap variasi jumlah kasus malaria, termasuk nilai koefisien, R-squared, dan tingkat signifikansinya. Analisis ini juga disertai interpretasi tren dan prediksi, guna memahami bagaimana perubahan iklim berpotensi memengaruhi penyebaran penyakit menular seperti malaria di masa mendatang.

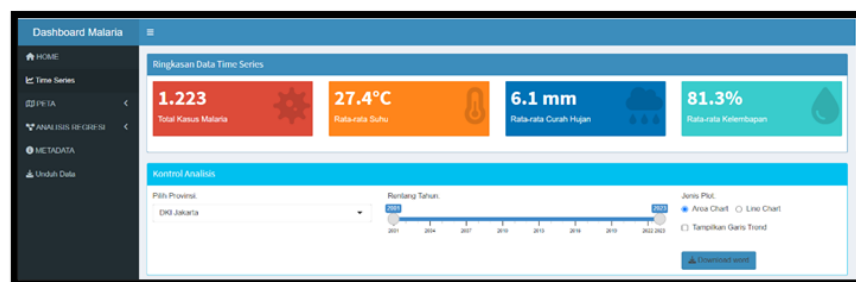
c. Membuat Dashboard

Dashboard ini dibuat menggunakan R Shiny dengan tujuan utama untuk menyajikan hasil analisis kasus malaria dan keterkaitannya dengan variabel lingkungan (suhu, curah hujan, dan kelembapan udara) secara interaktif, informatif, dan mudah digunakan oleh berbagai pihak, baik peneliti, pembuat kebijakan, maupun masyarakat umum. Dashboard dapat diakses secara daring melalui tautan yang telah disediakan. Secara keseluruhan, dashboard terdiri dari beberapa menu utama, yaitu: Home,

Analisis Time Series, Peta Interaktif, Analisis Regresi, Metadata, dan Unduh Data. Berikut ini adalah penjabaran dari masing-masing fitur:



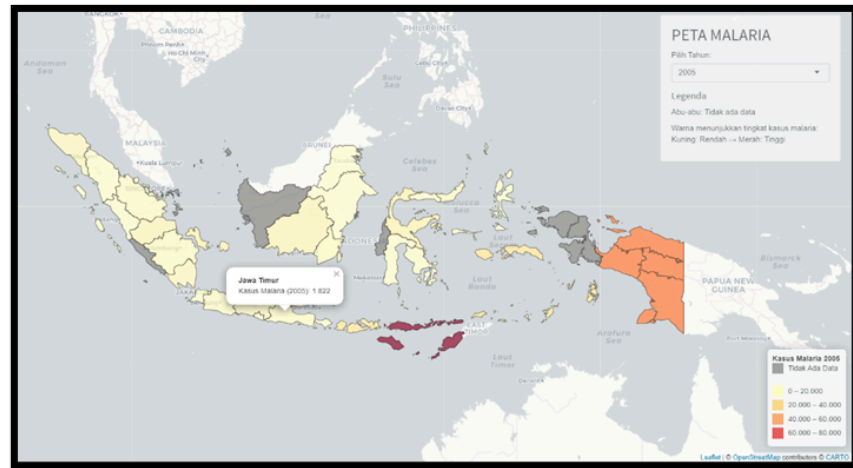
Pada tampilan awal terdapat halaman beranda (*home*) yang memuat ringkasan statistik kasus malaria, linimasa pengembangan data, serta bagian “tentang dashboard” yang menjelaskan latar belakang dan tujuan pengembangan sistem ini. Di bagian ini juga tersedia video tutorial dan panduan tertulis untuk membantu pengguna memahami cara navigasi dan penggunaan dashboard secara umum.





Menu ***Time Series*** menyajikan visualisasi deret waktu dari data kasus malaria, suhu udara, curah hujan, dan kelembapan. Pengguna dapat menyesuaikan tampilan berdasarkan provinsi dan rentang tahun tertentu, serta memilih jenis grafik yang diinginkan, seperti line chart atau area chart. Selain visualisasi deret waktu, disediakan pula matriks korelasi antarvariabel untuk memperlihatkan kekuatan hubungan antara kasus malaria dan faktor-faktor iklim. Hasil korelasi ini juga dilengkapi dengan interpretasi naratif terhadap tren yang muncul.

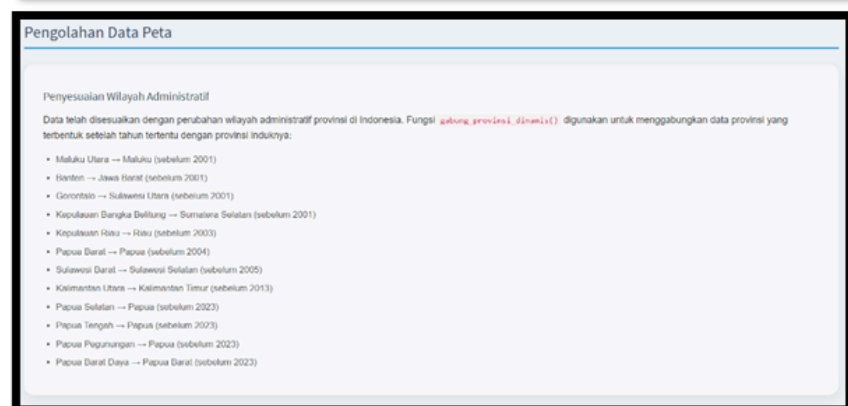
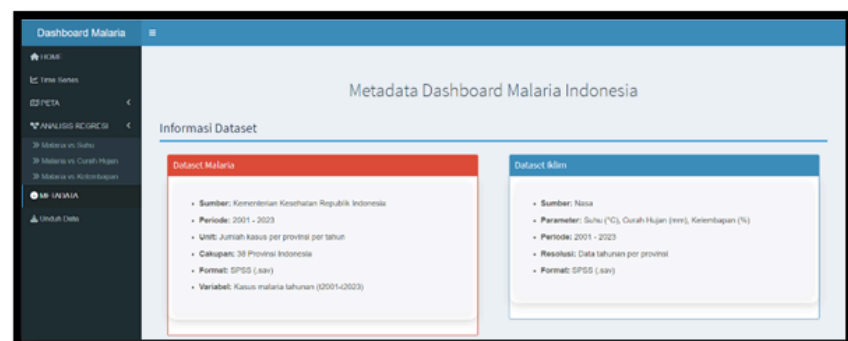




Menu **Peta** menyajikan peta interaktif untuk masing-masing variabel: kasus malaria, suhu, curah hujan, dan kelembapan udara. Di mana pengguna dapat memilih tahun yang diinginkan dan mengeksplorasi distribusi spasial dari variabel tersebut. Tiap peta dilengkapi dengan legenda warna, di mana warna cerah menunjukkan nilai rendah dan warna yang lebih pekat menunjukkan nilai yang tinggi. Warna abu-abu menandakan tidak tersedianya data pada provinsi tertentu. Pengguna juga dapat mengklik provinsi tertentu untuk melihat nilai variabel yang ditampilkan pada tahun terpilih.



Menu **Analisis Regresi** untuk mengevaluasi hubungan kuantitatif antara kasus malaria (sebagai variabel dependen) dengan masing-masing variabel iklim (sebagai variabel independen), baik suhu, curah hujan, maupun kelembapan. Model regresi yang digunakan, yakni regresi linier sederhana dan regresi polinomial orde dua. Output yang dihasilkan berupa grafik regresi, ringkasan model (koefisien, R^2 , signifikansi), serta interpretasi dari masing-masing model untuk membantu pengguna memahami pengaruh faktor lingkungan terhadap peningkatan atau penurunan kasus malaria.



Menu **Metdata** berisi informasi teknis terkait data yang digunakan pada dashboard. Di dalamnya mencakup sumber data, struktur data, metode pengolahan, teknik analisis, serta penjelasan mengenai batasan

penggunaan dashboard. Fitur ini berguna untuk meningkatkan transparansi dan traceability dari analisis yang dilakukan.

PROVINSI	Tahun	Kasus_Malaria	Suhu	Curah_Hujan	Kelembapan
Sulawesi Tengah	2001	45028	26.63	4.32	81.29
Sulawesi Tengah	2002	45028	27.1	3.59	79.29
Sulawesi Tengah	2003	44075	26.84	4.06	80.4
Sulawesi Tengah	2004	5877	26.89	3.44	79.8
Sulawesi Tengah	2005	5919	26.85	4.99	80.55
Sulawesi Tengah	2006	58224	27	3.65	79.64
Sulawesi Tengah	2007	34086	26.79	5.24	80.78
Sulawesi Tengah	2008	45164	26.44	5.81	81.69
Sulawesi Tengah	2009	51709	26.97	4.1	79.41
Sulawesi Tengah	2010	5271	27.01	6.02	80.04

Terakhir, menu **Unduh Data** memberikan pengguna dapat mengunduh data dalam format .xlsx. Pengguna cukup memilih provinsi dan rentang tahun yang diinginkan, lalu sistem akan menyediakan file berisi data kasus malaria, suhu, curah hujan, dan kelembapan sesuai filter yang dipilih.

d. Laporan Akhir

Setelah semua tahapan di atas selesai, maka akan dibuat laporan akhir laporan akan mencakup rumusan masalah, pengumpulan data, hasil analisis statistik beserta interpretasinya dan gambar hasil dari pembuatan dashboard RShiny. Selain itu untuk memastikan pengguna dapat memanfaatkan dashboard secara maksimal akan dibuat video tutorial dan *user guide* yang menjelaskan bagaimana cara menggunakan semua fitur pada dashboard.

3.2. Linimasa



4. Contribution

4.1. Manfaat

- **Peningkatan Pemahaman tentang Faktor Lingkungan dan Iklim**

Proyek ini dapat membantu memahami bagaimana perubahan iklim dan faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, curah hujan, dan perubahan tutupan lahan, berkontribusi terhadap penyebaran malaria. Hal ini sangat penting dalam merancang strategi pencegahan yang berbasis data.
- **Identifikasi Pola Distribusi Nyamuk Anopheles**

Mengetahui pola distribusi nyamuk Anopheles dapat membantu dalam upaya pengendalian vektor malaria yang lebih tepat sasaran. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai habitat nyamuk, upaya pengendalian seperti penggunaan insektisida atau penyuluhan dapat lebih terfokus pada daerah yang berisiko tinggi.
- **Pemantauan Tren Penyebaran Malaria**

Dengan memetakan dan menganalisis tren penyebaran malaria, proyek ini dapat membantu dalam memahami pola tahunan dari angka kejadian malaria, yang berfungsi untuk memprediksi lonjakan kasus di masa depan dan mempersiapkan intervensi yang lebih efektif.
- **Pengembangan Strategi Pengendalian Malaria yang Lebih Efektif**

Berdasarkan hasil analisis data dan tren yang dihasilkan, proyek ini dapat memberikan rekomendasi untuk strategi pengendalian malaria yang lebih

tepat sasaran untuk tahun 2026, dengan mempertimbangkan perubahan iklim dan lingkungan yang mungkin terjadi.

- **Peningkatan Pengambilan Keputusan Kebijakan**

Informasi yang diperoleh dari dashboard ini dapat digunakan oleh pihak berwenang, seperti Kementerian Kesehatan atau Badan Pengendalian Penyakit, dalam merumuskan kebijakan berbasis bukti yang lebih tepat dan lebih efektif untuk mengatasi malaria di Indonesia.

- **Penyuluhan dan Kesadaran Masyarakat**

Hasil analisis yang divisualisasikan dalam bentuk dashboard dapat menjadi alat untuk menyuluh masyarakat, terutama di wilayah endemis malaria, mengenai pentingnya pencegahan malaria berdasarkan faktor lingkungan dan iklim yang ada di sekitar mereka.

Dengan manfaat-manfaat tersebut, proyek ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengatasi masalah malaria di Indonesia melalui pendekatan berbasis data yang komprehensif dan terintegrasi.

4.2. Kontribusi Anggota Tim

a. **Membuat Proposal Dashboard**

Faliza : Mengerjakan bagian *background* dan *objective*

Zaki : Mengerjakan bagian *design*

Rifai : Mengerjakan bagian *contribution*

Cover, Kesimpulan, dan Referensi dibahas dan dikerjakan bersama

b. **Mencari Data yang diperlukan**

Faliza : Mencari data tentang variabel deforestasi

Zaki : Mencari data tentang kasus malaria

Rifai : Mencari data tentang variabel yang mempengaruhi perubahan iklim (curah hujan, suhu, dan kelembaban udara)

c. **Membuat Dashboard Memanfaatkan Software Rshiny**

Faliza

→ Analisis dan membuat dashboard menu Time Series dan menu unduh data.

Zaki

→ Analisis, membuat dashboard menu Peta, menu metadata, dan menyatukan dashboard yang dibuat oleh masing-masing anggota.

Rifa'i

→ Analisis, membuat dashboard menu Analisis Regresi dan menu home

d. Membuat Laporan dan Video Tutorial

Pembuatan video akan kita lakukan bersama-sama melalui aplikasi zoom meeting. Harapannya agar penjelasan mengenai dashboard yang sudah kita buat bisa dapat dengan mudah untuk dipahami dan digunakan oleh banyak pihak. Karena melalui aplikasi zoom meeting kita bisa melakukan *share screen*, sehingga audiens bisa dengan mudah melihat bagaimana proses saat kita menjalankan dashboard tersebut.

e. Editing dan Pengumpulan

Hasil record video akan kita edit terlebih dahulu agar dihasilkan suatu video yang dapat membuat penonton tertarik dengan apa yang kita tampilkan dan merasa tidak bosan. Pengumpulan akan dilakukan melalui perwakilan salah satu anggota kelompok, sehingga tidak akan ada *project* yang terkirim lebih dari satu kali.

5. Conclusion

Proyek ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara faktor-faktor perubahan iklim dan lingkungan dengan penyebaran malaria di Indonesia, khususnya di wilayah-wilayah endemis. Mengingat pentingnya masalah malaria yang masih menjadi tantangan besar di Indonesia, khususnya di daerah-daerah dengan kondisi lingkungan yang rentan terhadap perubahan iklim, penelitian ini akan memberikan kontribusi signifikan dalam upaya pengendalian penyakit ini.

Perubahan suhu yang semakin meningkat, pola curah hujan yang tidak menentu, serta fenomena cuaca ekstrem yang semakin sering terjadi, seperti banjir dan kekeringan, ternyata berperan besar dalam perubahan distribusi nyamuk *Anopheles*, vektor utama penyebab malaria. Suhu yang lebih tinggi mempercepat perkembangan nyamuk dan parasit malaria, sementara curah hujan yang tidak stabil menciptakan habitat yang lebih mendukung perkembangbiakan nyamuk tersebut.

Melalui proyek ini, data mengenai curah hujan, suhu, kelembaban, serta deforestasi di Indonesia akan dianalisis untuk mengidentifikasi hubungan spasial dan temporal antara faktor-faktor lingkungan ini dengan lonjakan kasus malaria. Dengan menggunakan dashboard interaktif berbasis R Shiny, hasil analisis akan divisualisasikan dalam bentuk peta interaktif, grafik tren tahunan, heatmap, dan scatter plot yang memudahkan pemahaman terhadap tren penyebaran penyakit malaria.

Dashboard ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna tidak hanya bagi peneliti, tetapi juga bagi pembuat kebijakan dan tenaga kesehatan untuk mengambil keputusan yang lebih tepat dalam merespons lonjakan kasus malaria, terutama dengan memperhatikan pengaruh perubahan iklim yang semakin kompleks. Selain itu, proyek ini juga dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pencegahan malaria, khususnya di wilayah-wilayah yang rentan terhadap perubahan iklim.

Dengan pendekatan berbasis data yang terintegrasi dan sistematis, diharapkan proyek ini dapat memberikan solusi yang lebih efektif untuk pengendalian malaria di Indonesia, sekaligus memberikan kontribusi terhadap pemahaman yang lebih baik mengenai dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat.

6. Reference

6.1. Sumber Data

Badan Pusat Statistik Indonesia. (29 November 2024). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2024*. Diakses pada 15 Juli 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/11/29/f24c83748852c605dd2c73cb/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2024.html>

Badan Pusat Statistik Indonesia. (30 November 2021). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2021*. Diakses pada 15 Juli 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2021/11/30/2639657be1e8bd2548469f0f/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2021.html>

Badan Pusat Statistik Indonesia. (18 Desember 2015). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2015*. Diakses pada 15 Juli 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2015/12/18/8b3c2cfad24d68a5dfa4ab9e/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2015.html>

Badan Pusat Statistik Indonesia. (8 Desember 2014). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2014*. Diakses pada 15 Juli 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2014/12/08/ca6810977beba7b736eca23d/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2014.html>

Badan Pusat Statistik Indonesia. (27 Desember 2013). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2013*. Diakses pada 15 Juli 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2013/12/27/723727ed64d32e314cdbf887/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2013.html>

Badan Pusat Statistik Indonesia. (13 Desember 2011). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2011*. Diakses pada 15 Juli 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2011/12/13/60a69ef1a500561c731459b6/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2011.html>

Badan Pusat Statistik Indonesia. (24 Desember 2009). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2009*. Diakses pada 15 Juli 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2009/12/24/862560b91d7e11cb6112bafd/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2009.html>

Badan Pusat Statistik Indonesia. (15 Mei 2005). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2005*. Diakses pada 15 Juli 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2005/05/15/a380f076ba0068479af3e24d/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2005.html>

NASA Langley Research Center. (n.d.). *POWER Data Access Viewer*. NASA Earth Science Data and Information System. Diakses dari <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

6.2. Sumber Metode

YouTube. (2023, August 15). How to Create Dashboard with R Shiny. YouTube. https://youtu.be/vZR_2hhvsu4?si=fO-N0kEZYeJ9aOoP

Sari, R. S., Zahedi, S., Sembiring, P., & Manurung, A. (2024). Penerapan Model Regresi Logistik untuk Mengidentifikasi Potensi Faktor Risiko Malaria di Sumatera Utara. *Leibniz: Jurnal Matematika*, 4(2), 56–70. <https://doi.org/10.59632/leibniz.v4i02.415>

6.3. Referensi Jurnal

Mardiana, M., & Anwar, D. (2012). Pengaruh perubahan iklim terhadap insiden malaria di Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau dan Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 11(1), 1–10. <https://www.neliti.com/id/publications/79797/pengaruh-perubahan-iklim-terhadap-insiden-malaria-di-kabupaten-bintan-kepulauan>

Apriliana, A. (2017). Pengaruh iklim terhadap insidensi malaria di Provinsi Lampung. *Cermin Dunia Kedokteran*, 44(7), 464–467. <https://media.neliti.com/media/publications/401043-pengaruh-iklim-terhadap-insidensi-malari-1e80276a.pdf>