

Proposal Project RShiny

Analisis Fenomena Urban Heat Island (UHI) dan Faktor-faktor yang Memengaruhinya di Indonesia tahun 2015 - 2024



Disusun oleh:

Kelompok 9

Kelas 2KS2

Anggota Kelompok:

Anggita Cristin Meylani	(222312982)
Muhammad Muhlis Aditya Nur Wahid	(222313249)
Safira Inayah	(222313365)

PROGRAM STUDI D-IV KOMPUTASI STATISTIK

POLITEKNIK STATISTIKA STIS

2025

Project Background

Perubahan lingkungan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Perubahan yang terjadi pada lingkungan menyebabkan adanya gangguan terhadap keseimbangan karena sebagian dari komponen lingkungan menjadi berkurang fungsinya. Perubahan lingkungan dapat terjadi karena campur tangan manusia dan dapat pula karena faktor alami. Dampak dari perubahannya belum tentu sama, namun akhirnya manusia juga yang harus memikul serta mengatasinya. Salah satu bentuk aktivitas manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan yakni melalui proses urbanisasi.

Selama 3 dekade terakhir, urbanisasi yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia berlangsung secara cepat dan terus berlanjut (Setiawan, et al., 2006). Meskipun ekspansi perkotaan yang pesat seringkali terpusat di pulau-pulau padat seperti Jawa, fenomena ini tidak terbatas pada satu wilayah saja, melainkan terjadi di berbagai pusat pertumbuhan di seluruh nusantara. Studi menunjukkan urbanisasi berdampak negatif terhadap lingkungan terutama pada produksi polusi, modifikasi sifat fisik dan kimia atmosfer, yang juga diketahui dan didokumentasikan bahwa urbanisasi dapat memiliki efek yang signifikan pada cuaca lokal dan iklim (Landsberg, 1981). Salah satu efek yang ditimbulkan adalah Urban Heat Island (UHI).

Fenomena Urban Heat Island (UHI) telah menjadi perhatian global, khususnya di kota-kota besar. Urban Heat Island adalah fenomena dimana suhu di area perkotaan cenderung lebih tinggi dibandingkan suhu di sekitar kota tersebut. aktor utama pemicu UHI adalah tingginya populasi, aktivitas manusia di kota, pembangunan lahan, serta pengurangan ruang terbuka hijau. Peningkatan area terbangun seperti jalan aspal, beton, dan gedung tinggi menyebabkan peningkatan suhu permukaan dan perubahan karakteristik atmosfer di wilayah kota (Permatasari, et all 2019).

Di Indonesia, banyak kota besar di berbagai pulau telah mengalami peningkatan suhu yang signifikan, yang berdampak pada kualitas hidup penduduk dan ketahanan kota terhadap perubahan iklim. Beberapa contoh di antaranya termasuk kota-kota padat di Pulau Jawa seperti Jakarta, Surabaya, Bandung, Semarang, dan Yogyakarta, namun tren serupa juga diamati di pusat-pusat urban lain di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan wilayah Indonesia lainnya. Oleh karena itu, penting untuk memiliki alat yang dapat

membantu dalam memonitor, menganalisis, dan memvisualisasikan fenomena ini dengan cara yang interaktif dan mudah dipahami di seluruh skala nasional, tidak terbatas pada satu pulau saja.

Project Objectives

Adapun tujuan dari proyek ini adalah untuk:

1. Mengembangkan sebuah dashboard interaktif berbasis RShiny yang memungkinkan pengguna untuk melihat dan menganalisis suhu permukaan (LST), NDVI, kepadatan penduduk, dan tutupan lahan di berbagai kabupaten/kota di seluruh Indonesia.
2. Menyajikan visualisasi spasial suhu permukaan (LST), tutupan lahan, dan indeks vegetasi (NDVI) dalam bentuk peta interaktif, serta grafik tren waktu, untuk memudahkan pemahaman mengenai perubahan spasial dan temporal suhu serta hubungannya dengan fenomena Urban Heat Island (UHI).
3. Memberikan kemampuan kepada pengguna untuk mengeksplorasi hubungan bivariat antara suhu permukaan dengan variabel lain seperti NDVI, kepadatan penduduk, dan tutupan lahan, serta membangun dan menganalisis model regresi untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi suhu permukaan perkotaan.
4. Menyediakan opsi bagi pengguna untuk mengunduh data mentah, data yang divisualisasikan pada peta, maupun laporan analisis regresi yang dihasilkan untuk eksplorasi dan analisis lebih lanjut.
5. Membantu pemangku kepentingan, seperti pemerintah daerah, perencana kota, dan peneliti, dalam merencanakan kebijakan terkait mitigasi efek UHI dan adaptasi terhadap perubahan iklim di wilayah-wilayah urban di Indonesia.

Methodology

Metodologi proyek ini mencakup serangkaian langkah sistematis untuk mengumpulkan, memproses, menganalisis data, dan mengembangkan dashboard interaktif.

1. Sumber Data & Akuisisi

Data untuk analisis Urban Heat Island (UHI) diperoleh dari sumber-sumber berikut, mencakup periode 2015-2024 untuk wilayah urban di Indonesia:

- Suhu Permukaan Darat (LST): Diperoleh dari citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS, diproses melalui Google Earth Engine (GEE) dengan resolusi spasial 30 meter.
- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): Dihitung dari citra satelit Landsat 8 OLI, diproses melalui GEE dengan resolusi spasial 30 meter.
- Kepadatan Penduduk: Diperoleh dari data WorldPop Open Spatial Demographic Data and Research.
- Tutupan Lahan: Dihasilkan dari klasifikasi citra satelit Landsat 8 OLI, diproses melalui GEE dengan resolusi spasial 30 meter.

2. Pra-pemrosesan Data

- Pembersihan Data: Mengidentifikasi dan menangani nilai yang hilang (missing values), anomali, atau *outlier* yang mungkin ada dalam dataset.
- Integrasi Data: Menggabungkan seluruh variabel (LST, NDVI, kepadatan penduduk, tutupan lahan, koordinat, dan waktu) menjadi satu dataset terpadu.
- Estimasi Data Kepadatan Penduduk: Mengingat data kepadatan penduduk dari WorldPop hanya tersedia hingga tahun 2020, data untuk periode 2021-2024 akan diestimasi melalui pendekatan *forecasting*. Proses *forecasting* ini akan dilakukan berdasarkan tren historis data kepadatan penduduk dari WorldPop selama periode 2011-2020, menggunakan model regresi linier sederhana untuk memproyeksikan nilai di tahun-tahun mendatang.

3. Metode Analisis Data

- Statistik Deskriptif: Menghitung karakteristik dasar dari variabel-variabel yang digunakan (rata-rata, min/maks, frekuensi).
- Analisis Spasial & Temporal: Visualisasi LST dan tutupan lahan pada peta interaktif, serta analisis tren LST rata-rata dari waktu ke waktu.
- Analisis Hubungan Bivariat: Mengeksplorasi hubungan antara LST dengan NDVI, kepadatan penduduk, dan tutupan lahan melalui grafik (scatter plot/boxplot).

- Analisis Regresi Linier: Membangun model untuk mengidentifikasi pengaruh simultan NDVI, kepadatan penduduk, dan tutupan lahan terhadap LST. Uji asumsi model (normalitas, homoskedastisitas, autokorelasi, multikolinearitas) akan dilakukan, dengan opsi transformasi data atau penggunaan *robust standard errors* sebagai solusi.

4. Perangkat Lunak & Platform

Proyek ini akan menggunakan R sebagai bahasa pemrograman utama dengan kerangka kerja Shiny. Data geospasial akan diolah menggunakan Google Earth Engine (GEE). Pustaka R yang relevan akan dimanfaatkan untuk analisis statistik dan visualisasi.

Project Design

Desain dashboard ini berfokus pada penyediaan antarmuka yang intuitif dan fungsional, memungkinkan pengguna untuk melakukan eksplorasi mendalam terhadap fenomena Urban Heat Island (UHI) di berbagai wilayah Indonesia. Dashboard ini terbagi menjadi beberapa komponen utama:

- **Tampilan Utama:**

- Overview (Ringkasan dan Tren Nasional):

Bagian ini menyajikan ikhtisar data secara keseluruhan dalam rentang tahun yang dipilih oleh pengguna. Disajikan dalam bentuk tabel interaktif, pengguna dapat melihat 5 Kabupaten/Kota dengan rata-rata suhu permukaan tertinggi untuk memberikan gambaran cepat mengenai area yang paling terdampak UHI. Selain itu, disajikan sebuah grafik garis (Time Series Plot) yang menampilkan tren rata-rata suhu tahunan secara nasional, mengilustrasikan perubahan suhu dari waktu ke waktu di seluruh dataset. Kedua visualisasi ini dilengkapi dengan interpretasi dinamis yang membantu pengguna memahami implikasi data.

- Peta UHI (Visualisasi Spasial Dinamis):

Bagian ini menyajikan visualisasi spasial data melalui peta interaktif yang dibangun menggunakan pustaka Leaflet. Peta ini menampilkan titik-titik data geografis, merepresentasikan setiap observasi berdasarkan koordinat X dan Y yang dimilikinya. Pengguna dapat secara fleksibel memilih tahun analisis yang ingin divisualisasikan, memungkinkan

eksplorasi data secara temporal. Titik-titik pada peta dapat diwarnai berdasarkan Suhu Permukaan (LST) untuk menyoroti pola panas dan dingin di berbagai lokasi, atau berdasarkan Tutupan Lahan untuk memahami distribusi jenis penggunaan lahan. Untuk setiap titik, tersedia *popup* interaktif yang akan menampilkan detail nilai LST dan jenis tutupan lahan saat diklik, memberikan informasi kontekstual yang spesifik pada lokasi tersebut. Interpretasi dinamis juga disediakan untuk memandu pengguna dalam memahami pola UHI yang terlihat di peta.

- Eksplorasi Hubungan (Bivariat):

Tab ini memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi hubungan antara Suhu Permukaan (LST) dengan satu variabel independen yang dipilih: NDVI, Kepadatan Penduduk, atau Tutupan Lahan, untuk tahun tertentu.

- Untuk variabel numerik (NDVI dan Kepadatan Penduduk), akan ditampilkan Scatter Plot yang memvisualisasikan korelasi antara suhu dan variabel tersebut, dengan opsi untuk menambahkan garis regresi (Linier, Kuadratik, Kubik) untuk mengidentifikasi pola hubungan.
- Untuk variabel kategorikal (Tutupan Lahan), akan ditampilkan Boxplot untuk membandingkan distribusi suhu antar kategori tutupan lahan.
- Setiap grafik dilengkapi dengan interpretasi dinamis yang menjelaskan korelasi, tren, dan pola hubungan yang teramati. Bagian ini juga menyediakan tabel perbandingan statistik model (R-squared, AIC) untuk model linier, kuadratik, dan kubik (jika variabel independennya numerik), beserta interpretasi dinamis yang membantu mengidentifikasi model terbaik berdasarkan kriteria tersebut.

- Analisis Regresi (Multivariat):

Bagian ini adalah alat untuk membangun dan menganalisis model regresi linier. Pengguna dapat memilih satu atau lebih beberapa variabel independen (NDVI, Kepadatan Penduduk, dan Tutupan Lahan) untuk memprediksi Suhu Permukaan (LST) pada tahun yang dipilih. Tampilan utama mencakup ringkasan model (koefisien, p-value), persamaan regresi yang dihasilkan, dan statistik kesesuaian model (R-squared, Adjusted R-squared). Interpretasi dinamis disediakan untuk menjelaskan dampak setiap

prediktor, signifikansinya, dan seberapa baik model menjelaskan variasi suhu. Dashboard juga menyertakan **uji diagnostik asumsi klasik** (Normalitas Residual, Homoskedastisitas, Autokorelasi, Multikolinearitas - VIF) dalam bentuk teks ringkasan maupun plot diagnostik, yang juga dilengkapi dengan interpretasi dinamis. Opsi transformasi variabel dependen (logaritma, akar kuadrat) dan penggunaan *Robust Standard Errors* tersedia untuk mengatasi potensi pelanggaran asumsi model.

- Data & Statistik:

Tab ini menyediakan akses ke statistik deskriptif dari keseluruhan dataset yang sedang aktif (baik data bawaan maupun unggahan pengguna), serta tampilan tabel data mentah lengkap yang dapat dijelaskan melalui interpretasi dinamis. Bagian ini berfungsi sebagai referensi dan validasi data.

- About:

Bagian ini menyediakan informasi dasar mengenai dashboard, termasuk tujuan proyek, detail tim pengembang, informasi ringkas mengenai sumber data dan referensi, serta panduan pengguna dan video tutorial untuk membantu pengguna baru dalam memahami dan memanfaatkan dashboard secara maksimal.

- **Output yang Dapat Diunduh:**

- Data mentah
- Data peta
- Laporan Analisis Regresi

Project Contribution

Proyek ini diharapkan memberikan kontribusi yang signifikan dalam studi Urban Heat Island dan perubahan iklim di Indonesia, antara lain melalui poin-poin berikut:

- **Alat Analisis Interaktif:** Dashboard RShiny ini akan menjadi alat interaktif yang esensial, memungkinkan peneliti, pemerintah daerah, perencana kota, dan masyarakat umum untuk secara langsung menganalisis fenomena UHI. Kemampuannya mencakup eksplorasi spasial suhu permukaan (LST), NDVI,

kepadatan penduduk, dan tutupan lahan, serta pemodelan faktor-faktor yang memengaruhi UHI di berbagai wilayah Indonesia.

- **Visualisasi Inovatif dan Mudah Dipahami:** Melalui penggunaan peta interaktif yang dapat disesuaikan, grafik tren suhu, serta visualisasi hubungan antarvariabel, proyek ini menyediakan cara yang jelas dan mudah dipahami untuk menyajikan data UHI dan dinamika suhu di kabupaten/kota di seluruh Indonesia.
- **Data yang Dapat Diakses dan Dimanfaatkan:** Data suhu dan analisis yang disajikan dalam dashboard dapat diunduh dan dimanfaatkan oleh pengguna untuk penelitian lebih lanjut, pengembangan model atau perumusan kebijakan kota terkait mitigasi efek UHI.
- **Meningkatkan Kesadaran Publik:** Proyek ini berpotensi besar untuk meningkatkan kesadaran publik mengenai urgensi fenomena UHI dan pentingnya ruang terbuka hijau, perencanaan kota yang berkelanjutan, serta kebijakan kota yang ramah iklim. Dengan menyediakan analisis yang transparan dan mudah diakses, dashboard ini dapat mendukung pemangku kepentingan dalam merencanakan strategi adaptasi dan mitigasi yang lebih efektif.

Timeline

Minggu ke-	Target	Rincian Tugas	Penanggung Jawab
1	Perencanaan dan Pembuatan Proposal	Diskusi dan finalisasi proposal	Bersama
		Identifikasi kebutuhan data spesifik, seperti tahun, wilayah, dan variabel	Bersama
2	Pengumpulan Data Mentah & Setup struktur proyek	Pengumpulan data LST, NDVI, dan Tutupan Lahan dari GEE	Safira
		Pengumpulan data Kepadatan Penduduk dari Worldpop	Anggita
		Buat struktur folder dashboard dan setup R/Shiny	Muhlis
3	Pra-pemrosesan Data	Pembersihan awal data LST, NDVI, Tutupan Lahan	Safira

		Lakukan forecasting data kepadatan penduduk 2021-2024	Anggita
4	Finalisasi Metodologi	Buat reaktif data dasar	Muhlis
		Finalisasi seluruh bagian metodologi	Bersama
5	Pengembangan Dashboard: Overview dan Peta	Buat render visualisasi overview dan peta interaktif	Muhlis
		Desain UI tab “Overview” dan “Peta UHI”	Safira
		Buat interpretasi dinamis untuk overview dan peta	Anggita
6	Pengembangan Dashboard: Eksplorasi dan Regresi	Buat render visualisasi hubungan antarvariabel dan analisis regresi	Muhlis
		Desain UI tab “Eksplorasi” dan “Analisis regresi”	Safira
		Buat interpretasi dinamis untuk eksplorasi hubungan dan analisis regresi	Anggita
7	Pengembangan Dashboard: Data & Statistik, Pengujian dan Optimalisasi	Buat render untuk tab Data & Statistik	Muhlis
		Desain UI tab Data & Statistik	Safira
		Buat interpretasi untuk statistik deskriptif	Anggita
		Pengujian semua fitur	Bersama
		Perbaiki bug dan error	Muhlis
		Optimalisasi kinerja server dan visualisasi	Muhlis
8	Finalisasi Proyek dan Dokumentasi Akhir	Review semua fitur dan konten dashboard	Bersama
		Buat video tutorial dan user guide	Safira
		Buat metadata	Anggita

Conclusion

Berdasarkan tinjauan literatur dan analisis awal terhadap isu Urban Heat Island (UHI) di Indonesia, terlihat bahwa fenomena ini menjadi semakin relevan, terutama di kota-kota dengan tingkat urbanisasi tinggi. UHI dipicu oleh faktor-faktor seperti ekspansi area terbangun, berkurangnya vegetasi, dan aktivitas antropogenik yang intensif. Oleh karena itu, proyek ini mengusulkan pengembangan dashboard interaktif berbasis RShiny yang diharapkan akan menjadi alat krusial. Dashboard ini bertujuan untuk memfasilitasi pemantauan, pemahaman, dan perbandingan fenomena UHI antar berbagai kabupaten/kota di seluruh Indonesia secara visual dan dinamis. Dengan menyediakan akses terhadap data komprehensif, visualisasi yang intuitif, serta kemampuan analisis regresi untuk mengidentifikasi faktor-faktor pemicu UHI, dashboard ini berpotensi menjadi dasar yang kuat untuk pengambilan kebijakan tata ruang kota yang lebih adaptif dan ramah lingkungan. Pada akhirnya, proyek ini diharapkan dapat berkontribusi signifikan dalam mendorong upaya mitigasi efek UHI dan adaptasi terhadap perubahan iklim di kawasan urban Indonesia.

References

- Permatasari, P.A., Amalo, L.F., & Wijayanto, A.K. (2019). Comparison of Urban Heat Island Effect in Jakarta and Surabaya, Indonesia. *Proceedings of SPIE 11372, Sixth International Symposium on LAPAN-IPB Satellite*. DOI: [10.1117/12.2541581](https://doi.org/10.1117/12.2541581)
- Setiawan, H., Mathieu, R. & Michelle, T.-F., 2006. Assessing the applicability of the V–I–S model to map urban land use in the developing world: Case study of Yogyakarta, Indonesia. *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 30, p. 503–522.
- Landsberg, 1981. *The urban climate*. New York: Academic Press.