

Pemanfaatan Geospasial Big Data dan Kecerdasan Artifisial dalam Perencanaan Pembangunan

Webinar Literasi Statistik

"Mencintai Data, Memahami Teknologi, Membangun Wilayah dengan Presisi"

Dr. Arie Wahyu Wijayanto



Magelang, 26 Agustus 2026

Arie Wahyu Wijayanto



- **Associate Professor of Data Science and Artificial Intelligence**
- **Vice Director of Academic Affairs, Politeknik Statistika STIS, Badan Pusat Statistik**

EDUCATION

Tokyo Institute of Technology

Doctor of Engineering — Computer Science

Tokyo, Japan

2016 – 2020

Institut Teknologi Bandung (ITB)

Master of Engineering — Informatics / Computer Science

Bandung, Indonesia

2013 – 2015

Institute of Statistics (STIS)

Bachelor of Applied Science — Computational Statistics

Jakarta, Indonesia

2004 – 2008

ACADEMIC & RESEARCH POSITIONS

Politeknik Statistika STIS

Associate Professor — Data Science & Artificial Intelligence

Head, Center for Research and Community Services (PPPM)

Jakarta, Indonesia

March 2026 – Present

September 2022 – Present

- Drives the institution's research agenda and community engagement mission by forging strategic partnerships with universities, government agencies, and research institutions across Indonesia and global collaboration, cultivating an interdisciplinary research excellence.

University of Indonesia (UI)

Visiting Lecturer

Jakarta, Indonesia

August 2022 – Present

- Delivers Introduction to Data Science (Faculty of Economics and Business) and Softskills for Data Science (Faculty of Mathematics and Natural Sciences).

Central Bank of Indonesia (Bank Indonesia)

Research Scholar & Partner

Jakarta, Indonesia

April 2025 – Present

- Provides expert research consultation in AI, data science, geospatial big data and satellite imagery analytics to the Bank Indonesia Institute, supporting evidence-based strategic policy formulation.

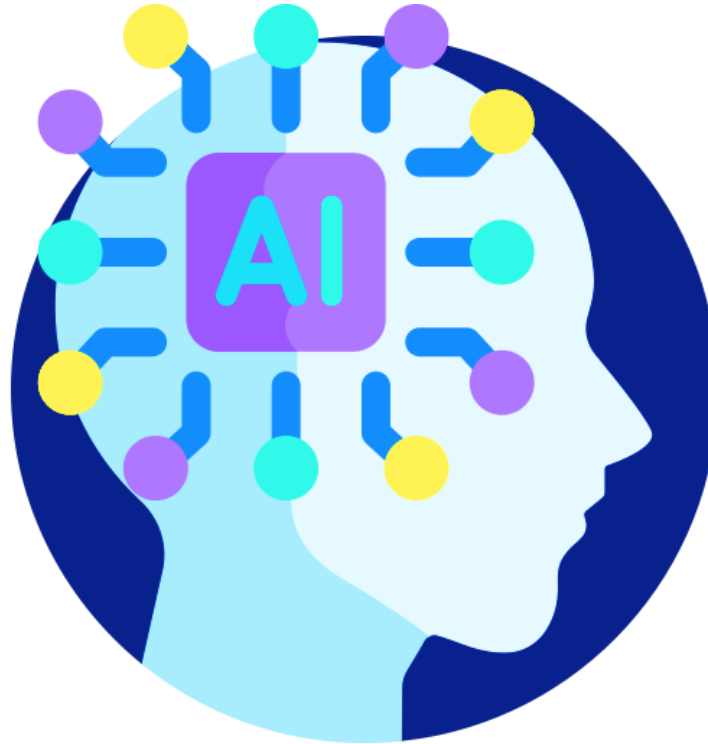


ariewahyu@stis.ac.id

PENTINGNYA DATA UNTUK PERENCANAAN PEMBANGUNAN



Kecerdasan Artifisial (AI)

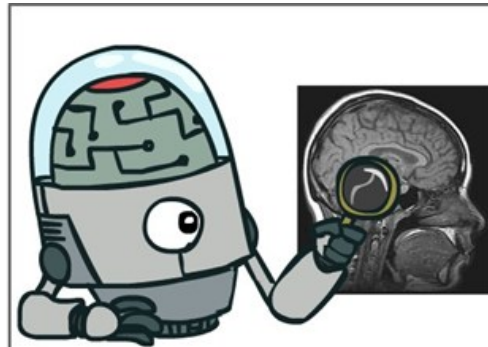


Kecerdasan Artifisial (AI) adalah cabang ilmu komputer yang bertujuan menciptakan sistem yang mampu berpikir, belajar, dan mengambil keputusan **seperti manusia**.

Apa Itu AI?

Ilmu untuk membuat mesin yang:

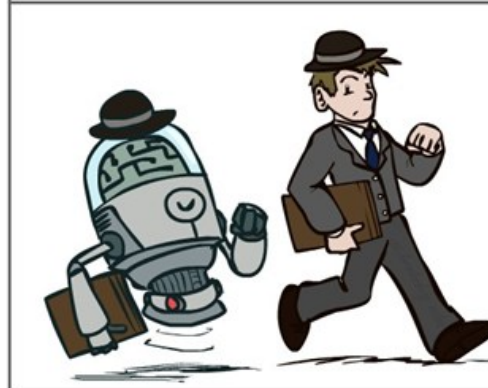
Berpikir seperti
manusia



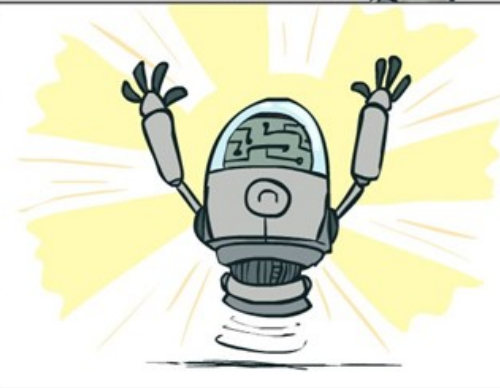
Berpikir rasional



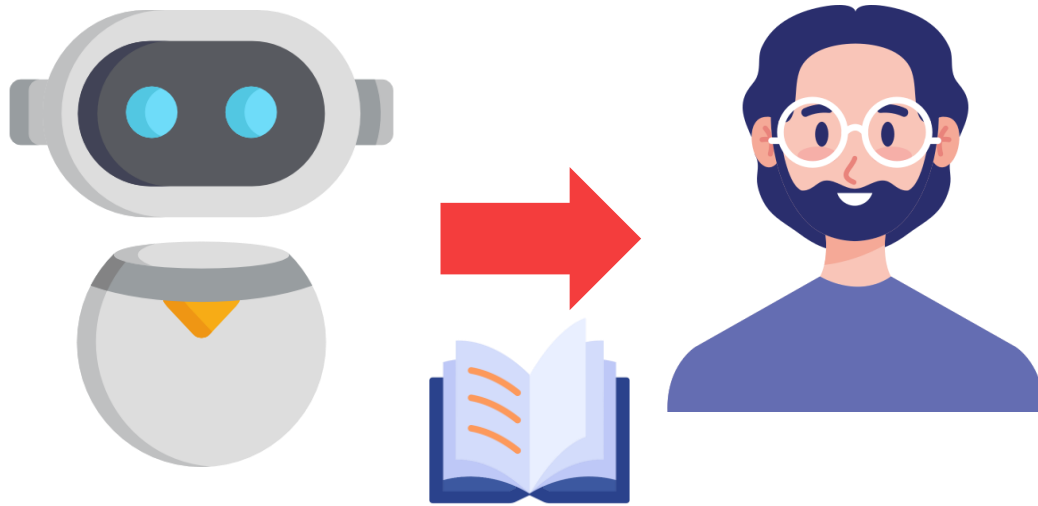
Berperilaku
seperti manusia



Berperilaku
rasional



Bagaimana AI Bekerja?



AI bekerja dengan **meniru proses kognitif manusia**, tetapi melakukannya dalam skala yang jauh lebih besar dan lebih cepat.

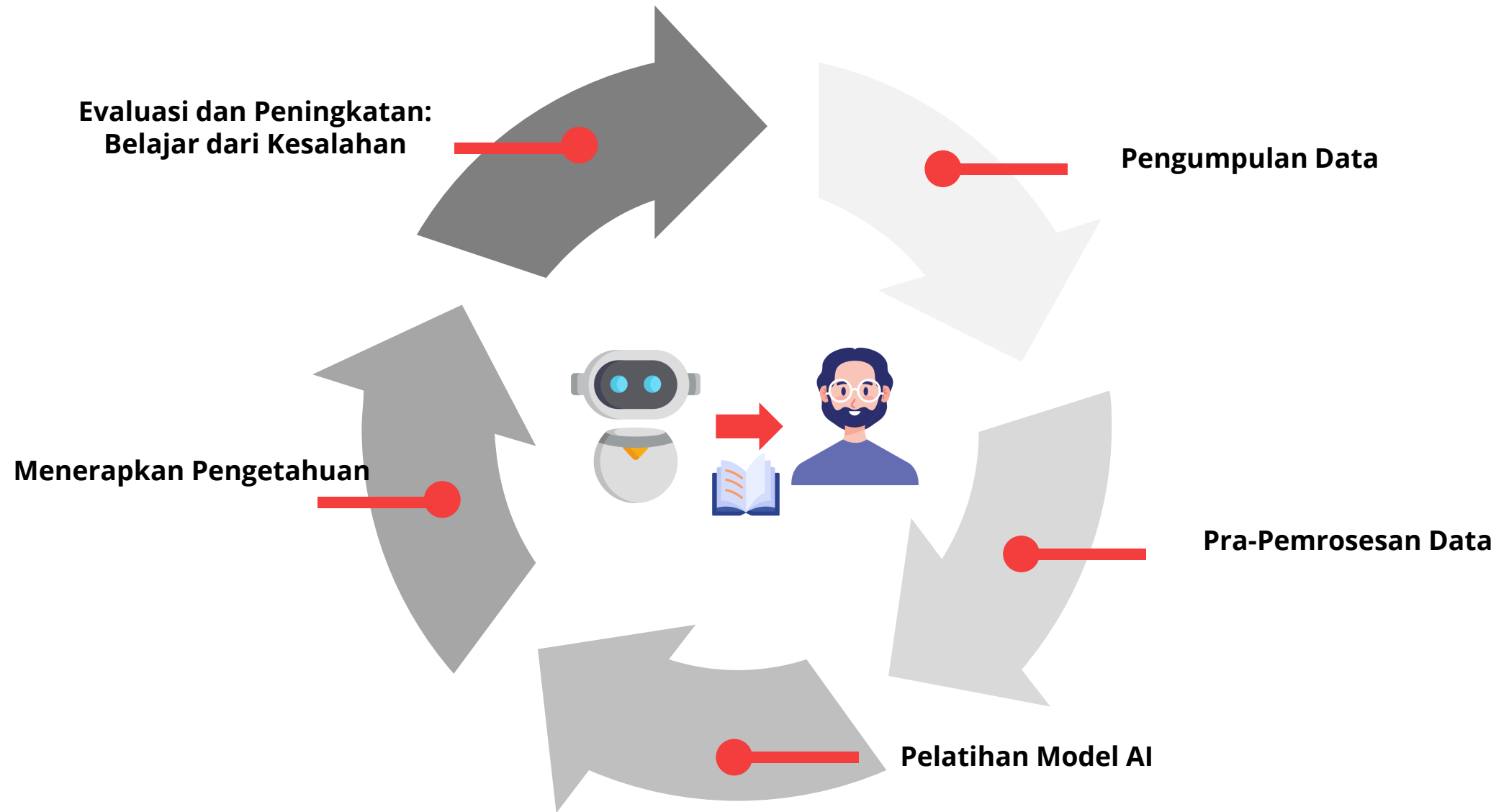


Data berperan sebagai “bahan belajar” utama dalam sistem AI



algoritma berfungsi sebagai “otak” yang memproses data tersebut

Bagaimana AI Bekerja?



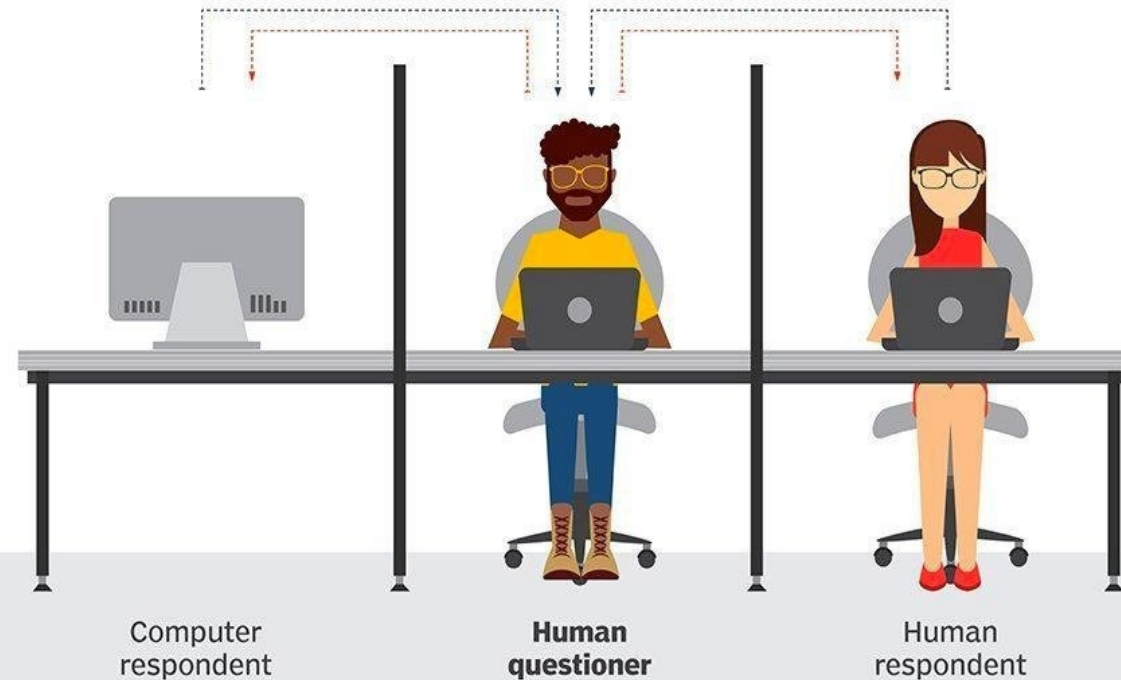
Apakah AI bisa secerdas manusia?

Proposed by Alan Turing (1950)

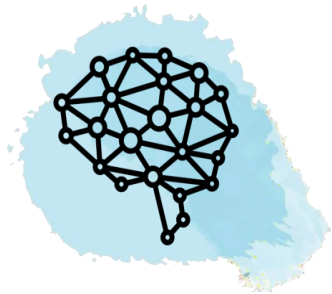
Turing test

During the Turing test, the human questioner asks a series of questions to both respondents. After the specified time, the questioner tries to decide which terminal is operated by the human respondent and which terminal is operated by the computer.

■ QUESTION TO RESPONDENTS ■ ANSWERS TO QUESTIONER



AI for Innovation



Algoritma Lebih Baik



Daya Komputasi Lebih Besar



Lebih Banyak Data



Investasi Lebih Luas

Big Data

Big data adalah **sekumpulan data berukuran sangat besar**, kompleks, dan beragam yang sulit dikelola dengan metode tradisional, namun dapat dianalisis untuk menghasilkan **wawasan berharga dalam pengambilan keputusan**.

Beberapa Contoh Big Data:



Mobile Positioning Data

Tourism statistics, Metropolitan Statistics Area



Automatic Identification System (AIS)

Environmental statistics, transportation, trade



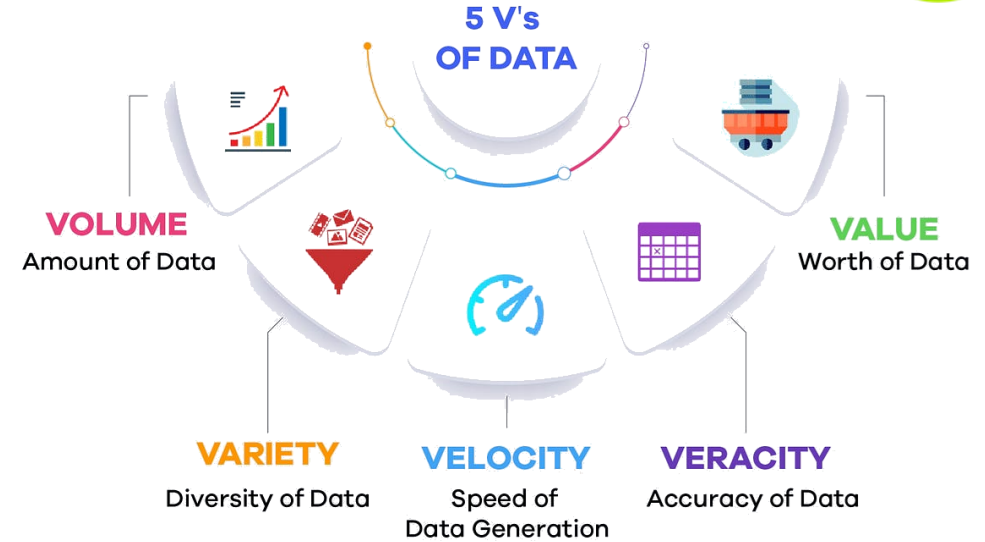
Satellite Imagery

Economic activities, Agriculture statistics, Poverty mapping

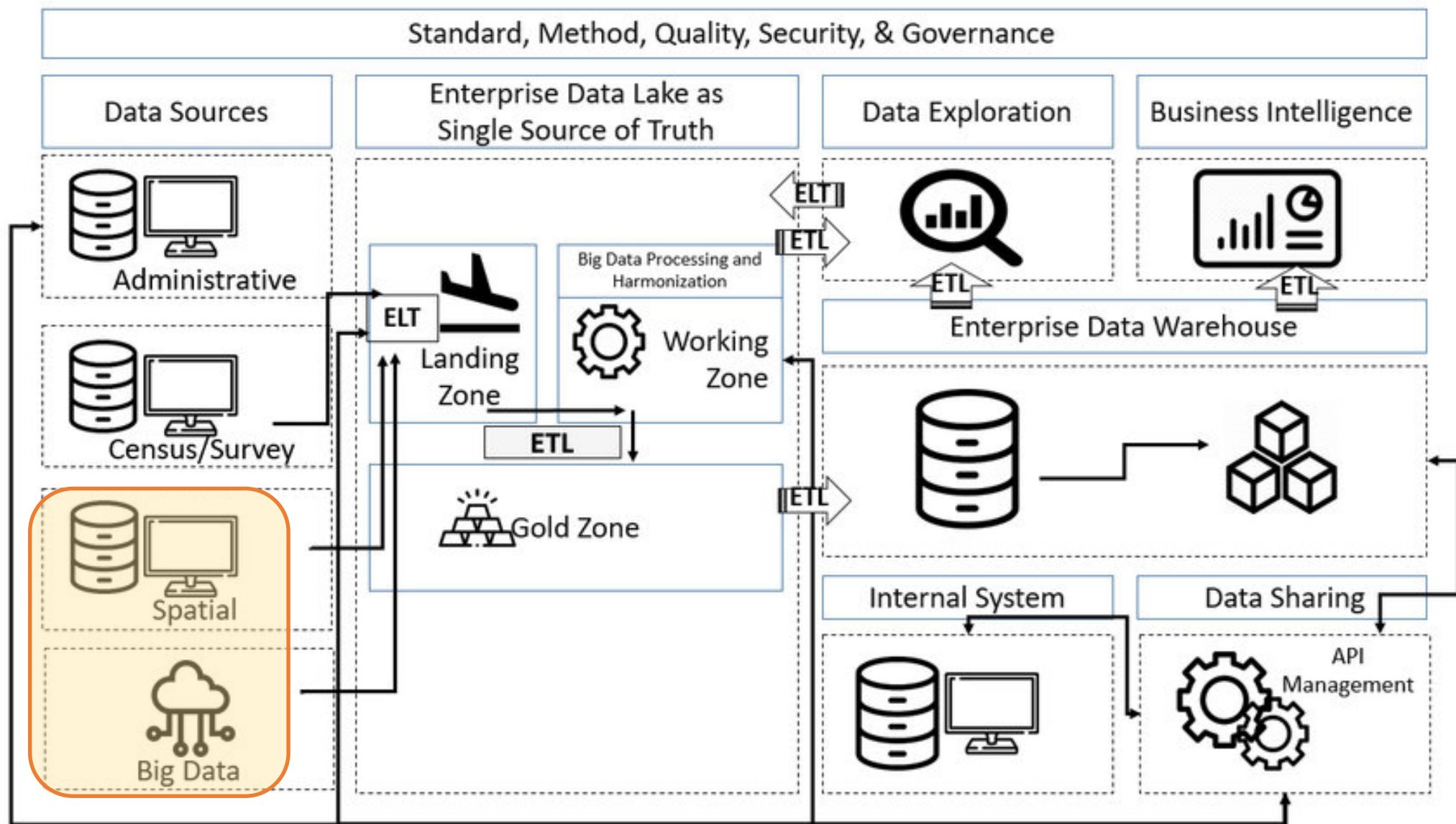


Other Big Data Resources

Other relevant statistics



BIG DATA PLATFORM FOR OFFICIAL STATISTICS



BIG DATA SOCIAL MEDIA



CONTOH PENERAPAN

Analisis Sentimen Warga Kota Tangerang di Media Sosial

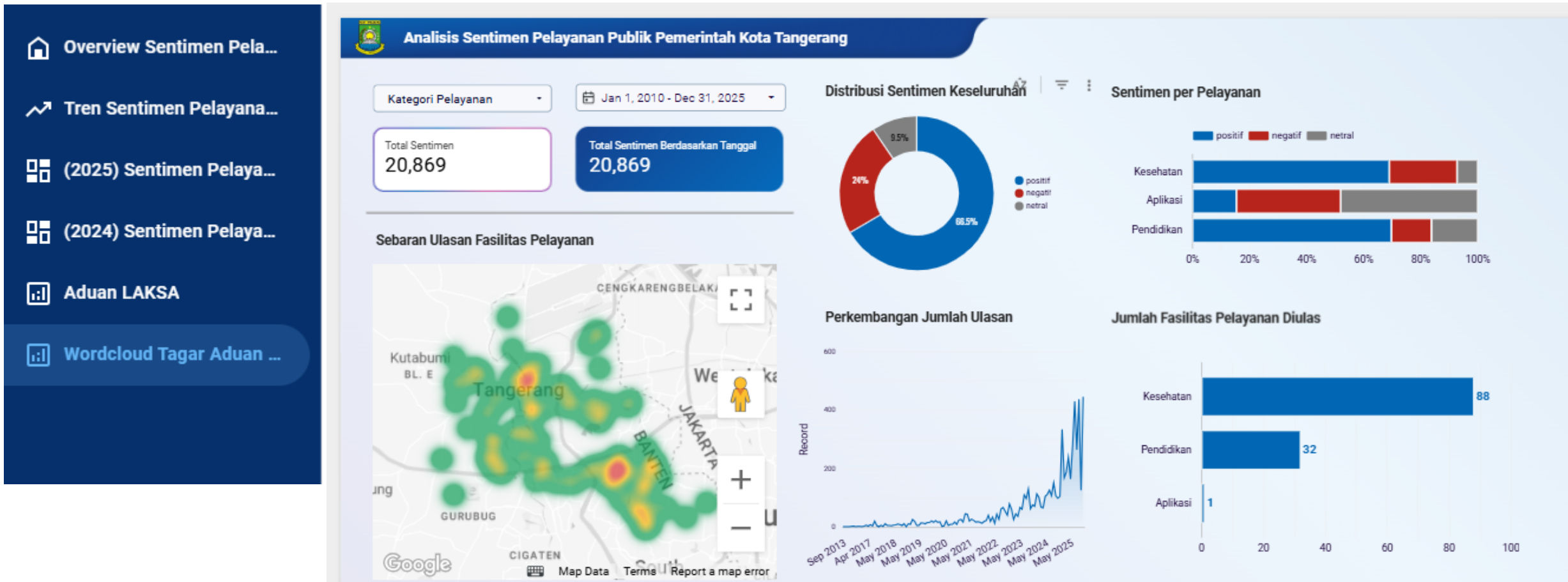


- Tujuan: Mengukur kepuasan & keluhan terkait pelayanan publik
- Sumber Data: Google Maps Review, Media Sosial X (Twitter) dan Threads jika tersedia
- Output Bulanan: Dashboard tren isu & analisis sentimen positif/negatif
- Manfaat: Respon cepat terhadap keluhan warga

Dashboard Analisis Sentimen Masyarakat untuk Layanan Pemerintahan Kota Tangerang



<https://s.stis.ac.id/DashboardPemkotTangerang>



Dashboard Analisis Sentimen Masyarakat untuk Layanan Pemerintahan Kota Tangerang



<https://s.stis.ac.id/DashboardPemkotTangerang>

Dashboard Layanan Aspirasi Kotak Saran Anda (LAKSA) Kota Tangerang



Konsentrasi Laporan Pengaduan Berdasarkan Lokasi



Daftar Aduan Lengkap

	Tujuan	Kategori	Isi Pengaduan	Sumber
1.	DISLH	#KERUSAKAN LINGKUNGAN	pencemaran lingkungan. pencemaran udara. adanya produksi ...	LAKSA
2.	DISLH	#LINGKUNGAN	mohon bantuannya kepada pemerintah kota Tangerang, ada 2...	LAKSA
3.	DISLH	#PENCEMARAN LINGKUNGAN	(mengenai laporan di di Gg. Kabel 2 No.17, RT.003/RW.008, Ke...	INSTAGRA...
4.	DISKOMINFO	#BUKAN KEWENANGAN	dana mbr siswa udh cair dan di ambil pihak sekolah	LAKSA
5.	DISLH	#PENCEMARAN LINGKUNGAN	pencemaran udara melalui asap pabrik di kelurahan petir	LAKSA
6.	KECAMATAN TANGERANG	#TRAMTIB TANGERANG	Pungli Saat Memasuki Kawasan Pasar Anyar-Stasiun Tangera...	LAPOR
7.	DPUPR	#JALAN REHAB	malam min di daerah kunciran ada perbaikan jalan, tp proyekn...	INSTAGRA...

Dashboard Analisis Sentimen Masyarakat untuk Layanan Pemerintahan Kota Tangerang



<https://s.stis.ac.id/DashboardPemkotTangerang>

Overview Sentimen Pelaya...

Tren Sentimen Pelayana...

(2025) Sentimen Pelaya...

(2024) Sentimen Pelaya...

Aduan LAKSA

Wordcloud Tagar Aduan ...

Sebaran Sentimen Berdasarkan Aspek Pelayanan Pemerintahan di Kota Tangerang Tahun 2025

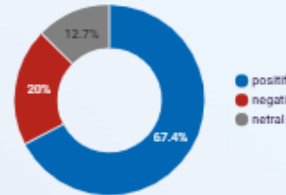
Kecamatan

Kategori Pelayanan

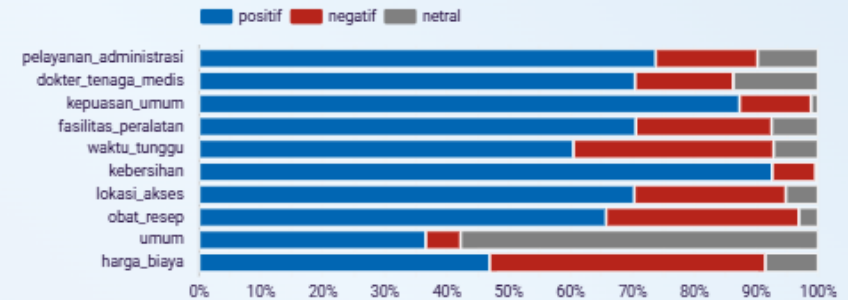
Total Sentimen Pelayanan Tahun 2025

9,293

Sentimen Pelayanan 2025



Sentimen per Aspek Tahun 2025



Nama Fasilitas :

Fasilitas

Sebaran Fasilitas Pelayanan Tahun 2025



Data Ulasan

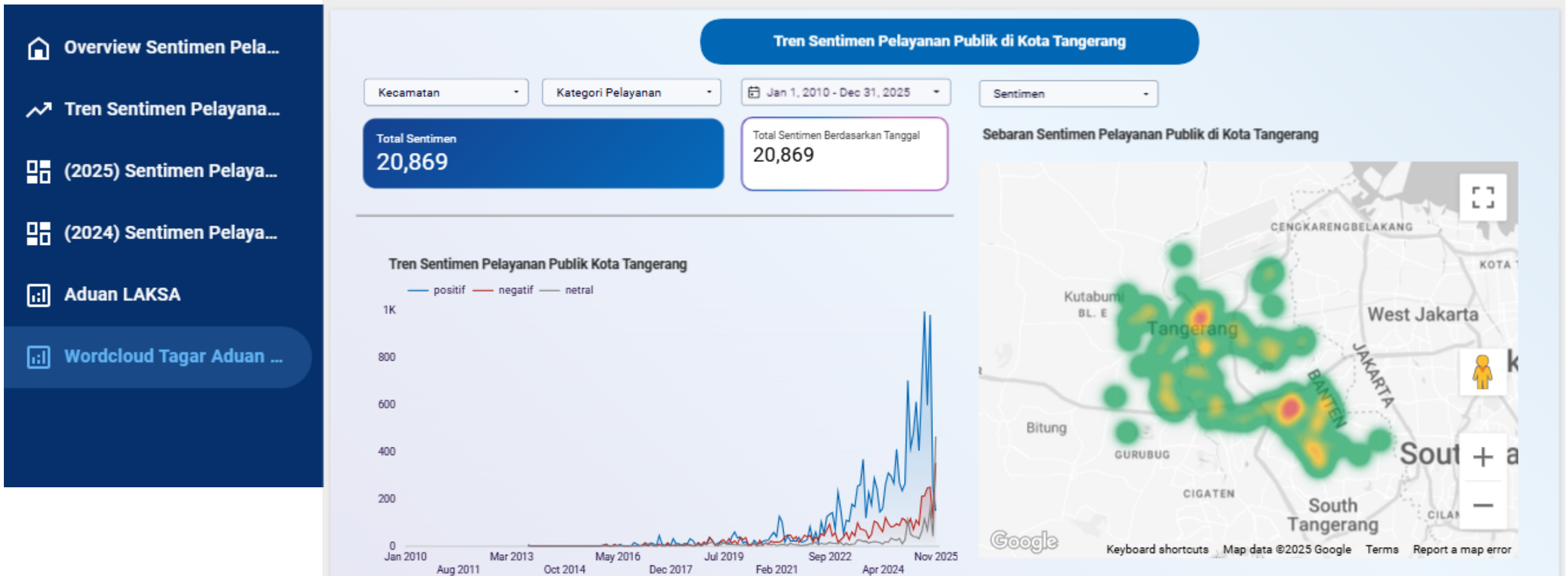
	Aspek	Teks Ulasan	Sentimen
1.	pelayanan_administ...	Pelayanan baik	positif
2.	kepuasan_umum	Pelayanan baik	positif
3.	dokter_tenaga_medis	Pelayanan baik	positif
4.	kepuasan_umum	Bagus	positif
5.	pelayanan_administ...	Pelayanan bagus	positif
6.	kepuasan_umum	Pelayanan bagus	positif
7.	dokter tenaga medis	Baik	netral

1 - 100 / 8995

Dashboard Analisis Sentimen Masyarakat untuk Layanan Pemerintahan Kota Tangerang



<https://s.stis.ac.id/DashboardPemkotTangerang>



[illegible]

Tahapan Kegiatan

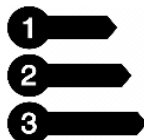
01

Memahami kebutuhan data



02

Menyusun prioritas kebutuhan sesuai keterbatasan anggaran, waktu, dan SDM



03

Mengetahui data apa saja yang sudah tersedia, baik dari survei lain maupun instansi lain



04

Mengetahui data/informasi apa saja yang nantinya akan didiseminasikan



05

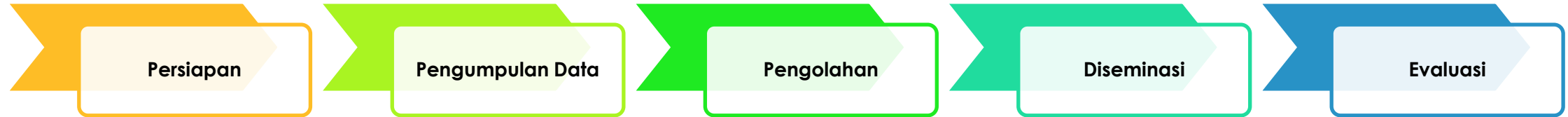
Menyusun strategi bagaimana memperoleh dan mendiseminasikan data



Timeline Kegiatan



Perencanaan Kegiatan Pemanfaatan Big Data



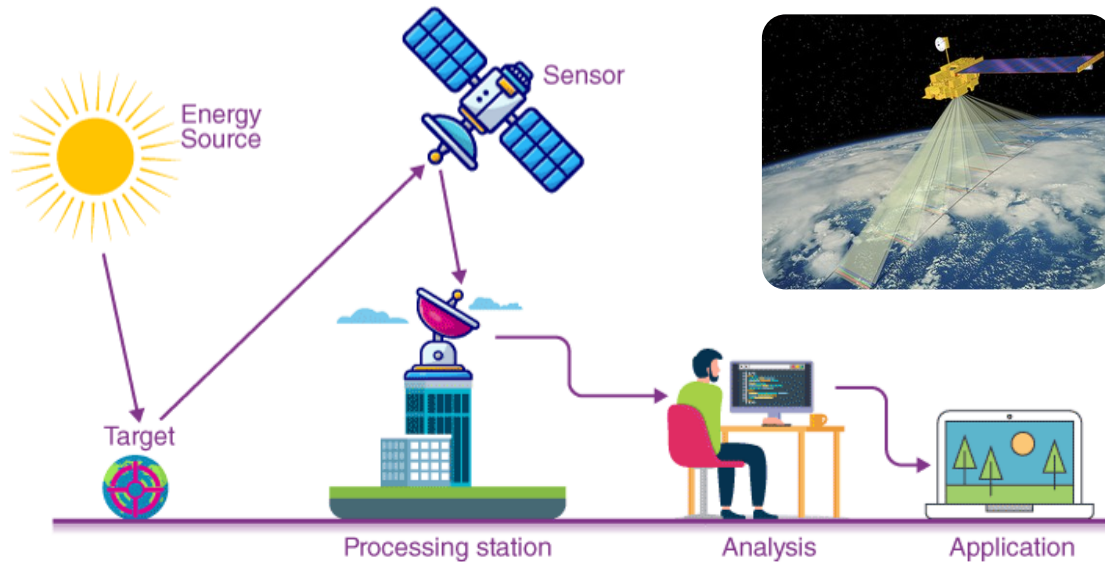
GEOSPATIAL BIG DATA

- **Geospatial big data** adalah dataset spasial yang ukurannya sudah melebihi kapasitas sistem komputasi individual saat ini.
- Terdiri dari **data raster** (dari gambar satelit, UAV/drone, dll) dan **data vektor** (termasuk titik, garis, dan poligon) seperti Point of Interest dari peta, dll.

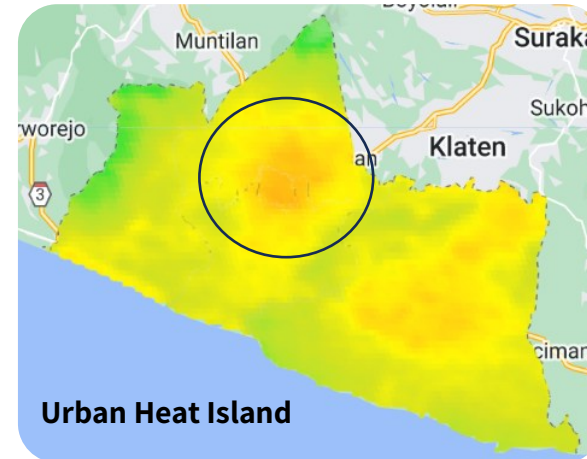


Remote Sensing (Penginderaan Jauh)

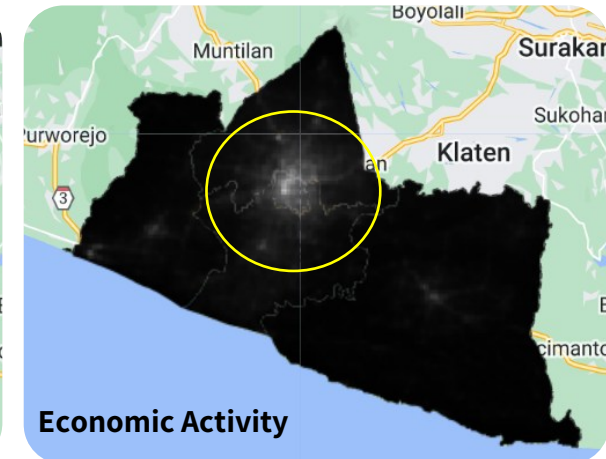
Remote sensing merupakan teknik pengumpulan data spasial yang diperoleh berdasarkan hasil **penginderaan satelit luar angkasa**.



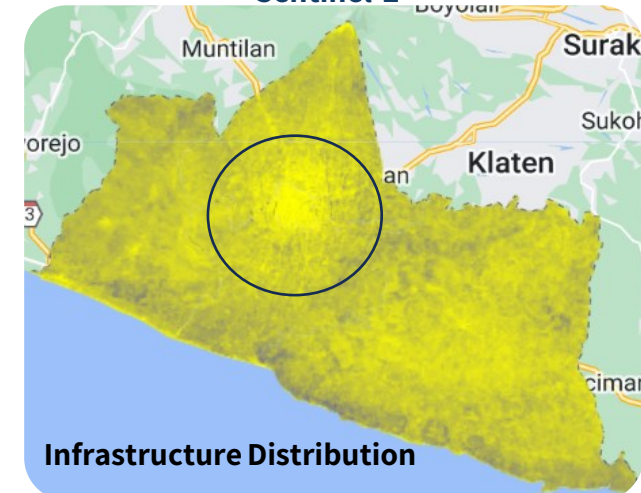
Land Surface Temperature
MODIS-Terra



Nighttimelight Intensity (NTL)
NOAA-VIIRS

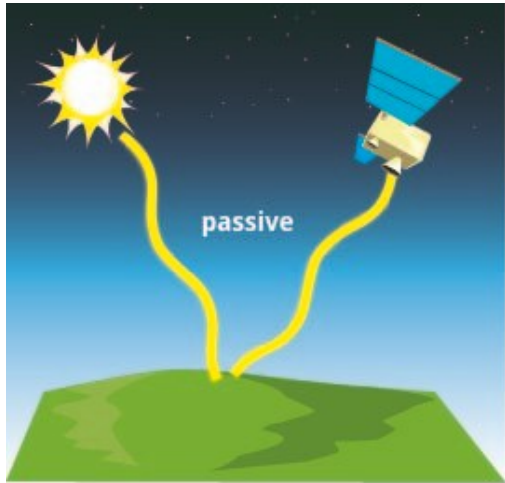


Built-Up Index (BUI)
Sentinel-2

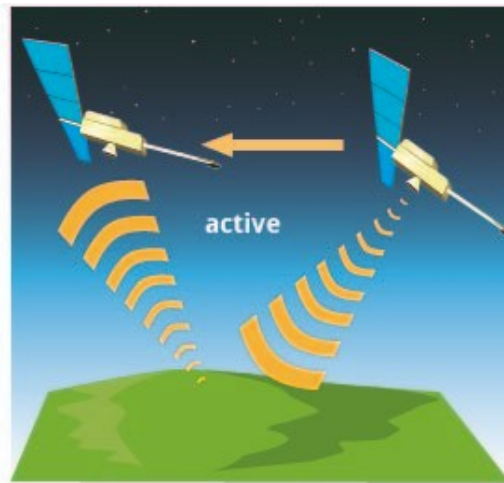


Remote Sensing (Penginderaan Jauh)

Memperoleh informasi dari suatu objek **tanpa bersentuhan langsung** dengan menggunakan platform satelit atau perangkat sensor lainnya.



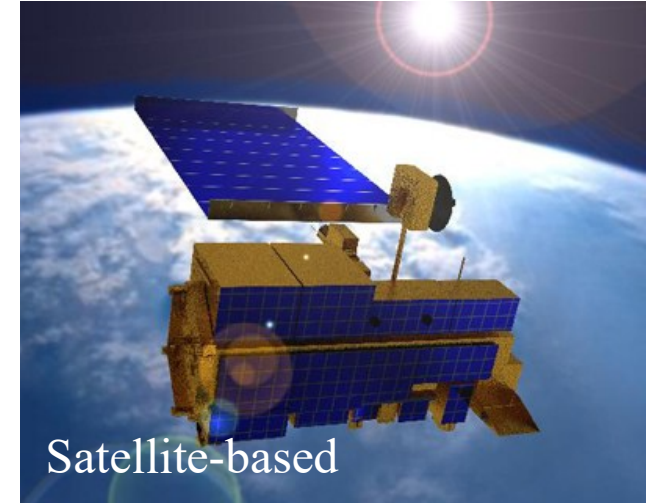
Optical Satellite
such as Landsat-8,
Sentinel-2, etc



UAV and Radar Satellite
such as Sentinel-1



Ground-based



Satellite-based



Airplane-based

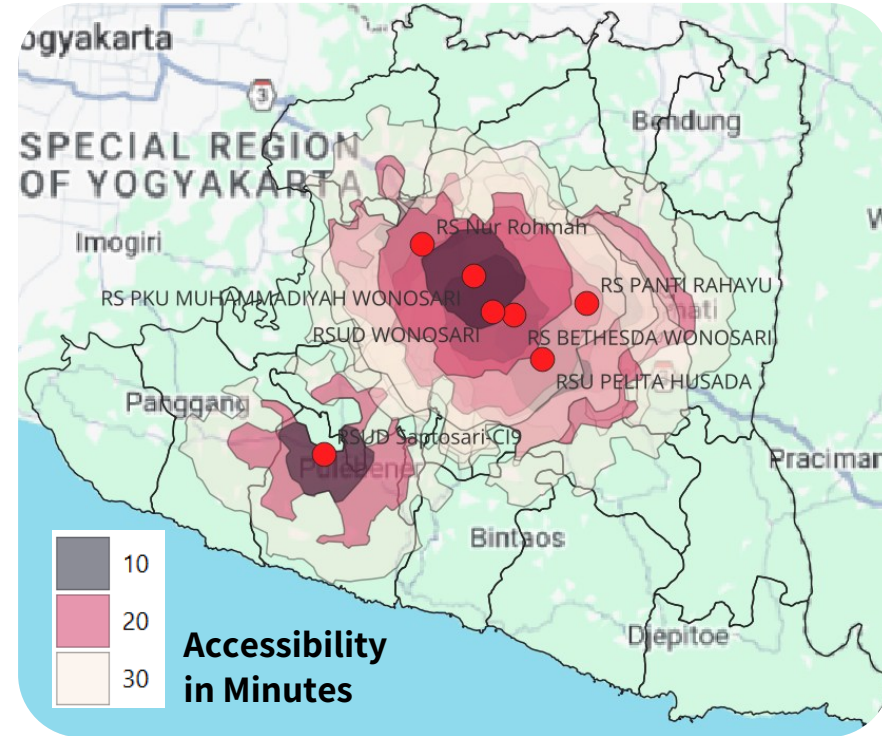
source: https://www.fis.uni-bonn.de/sites/default/files/rte/llu7_en.jpg

Point of Interest: Precise Mapping and Real-Time Updates!

Point of Interest (POI) yang merupakan sekumpulan titik penting **menangkap aktivitas penduduk** dari aspek geografis sehingga dapat digunakan untuk **memetakan kondisi sosial ekonomi berbasis wilayah** (Shi et al., 2020).



Example: Hospital Point of Interest



Hospital Accessibility

Isochrone Analysis adalah teknik pemetaan yang menunjukkan area yang dapat dijangkau dalam waktu tertentu dari titik tertentu (Angus et al, 2019).

POINT OF INTEREST

Point of interest (POI) adalah **tempat** tertentu atau **titik lokasi** pada peta yang dianggap menarik dan berguna untuk analisis secara spesifik pada kebutuhan tertentu.



Image source: <https://www.plotprojects.com/blog/points-of-interest-poi-data-guide/>

- Pendidikan
- Kesehatan
- Ekonomi
- Layanan Publik

PROVIDER



OpenStreetMap



Google Maps

CITRA SATELIT



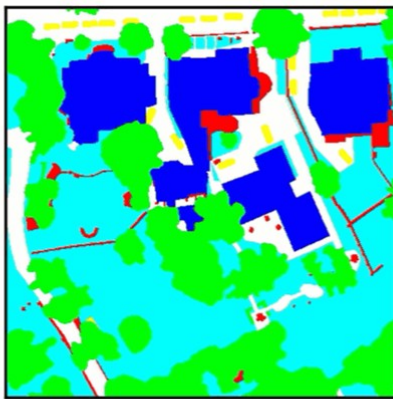
Ekstraksi Fitur dari Citra Satelit

- Citra satelit kaya akan informasi fitur geospasial permukaan bumi, termasuk informasi **spasial**, **spektral**, dan **multi-temporal** dari wilayah mana pun.
- Kita dapat mengekstrak aneka fitur berharga dari data geospasial: infrastruktur, jejak kaki kota, area pertanian, dll
- Analisis geospasial sering digunakan dalam proses mengekstraksi informasi dan dapat dianalisis dengan algoritma machine learning.

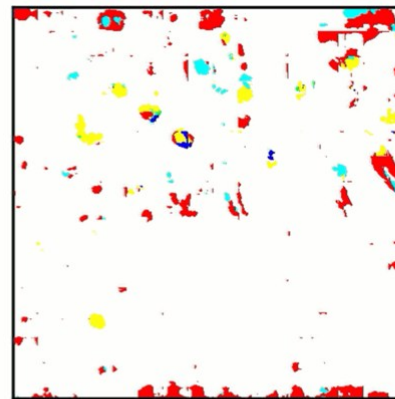
RGB



Ground Truth



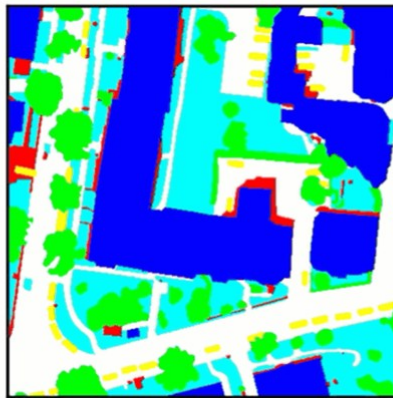
Prediction



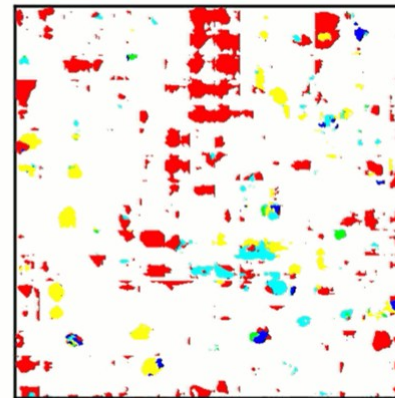
RGB



Ground Truth



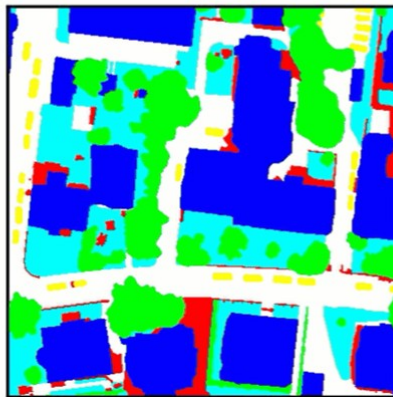
Prediction



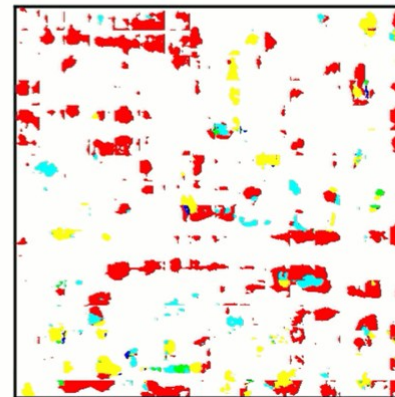
RGB



Ground Truth



Prediction



Tangkapan **citra satelit** akan dibandingkan label yang sesungguhnya di lapangan (*ground truth*).

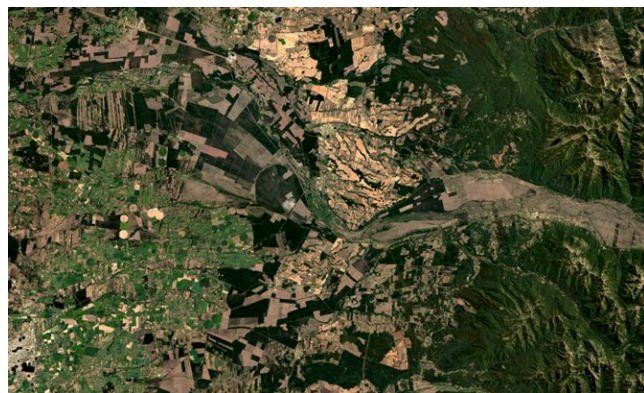
Kemudian dibangun **model prediksi** dengan teknik *machine learning/deep learning*.

Source:
<https://www.azavea.com/blog/2017/05/30/deep-learning-on-aerial-imagery/>

SUMBER DATA



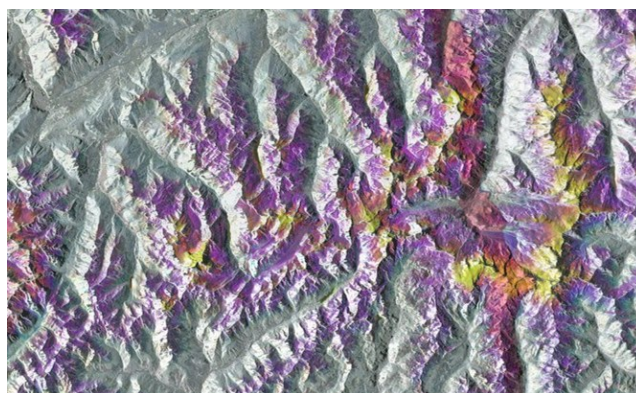
Landsat-8



Gratis*
30m Resolution
Optical



Sentinel-1



Gratis*
10m Resolution
Radar



Sentinel-2



Gratis*
10m Resolution
Optical

*) Untuk penggunaan personal, riset, atau non-komersial

What Remote Sensing Can Capture: Dimensi Ekonomi

Aktivitas Ekonomi

(Mellander et al., 2015)

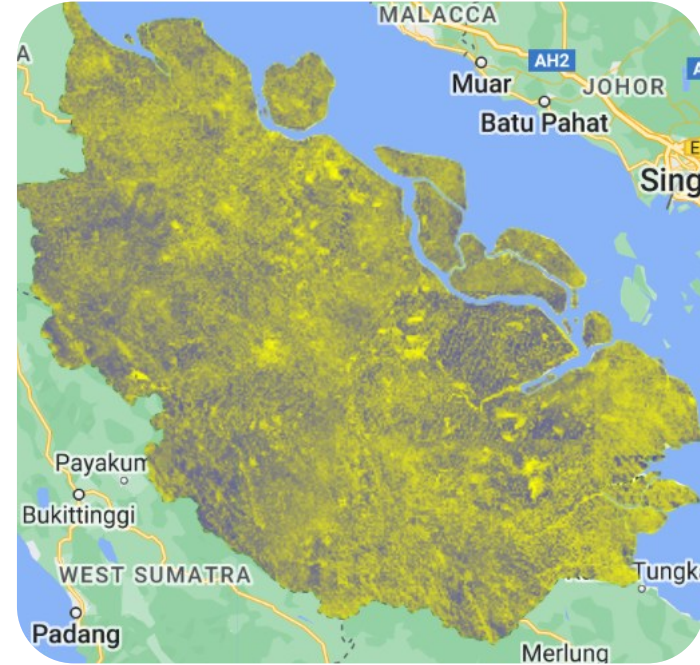


Nighttimelight Intensity (NTL)

- Satelit NOAA-VIIRS
- Resolusi spasial: 500 m
- Periode *update*: 1 bulan

Keterbangunan Wilayah

(Ouyang et al., 2016)



Built-Up Index (BUI)

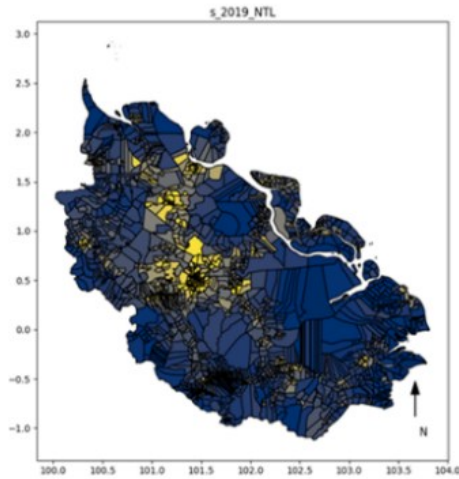
- Satelit Sentinel-2
- Resolusi spasial: 10 m
- Periode *update*: 16 hari

Dimensi Ekonomi

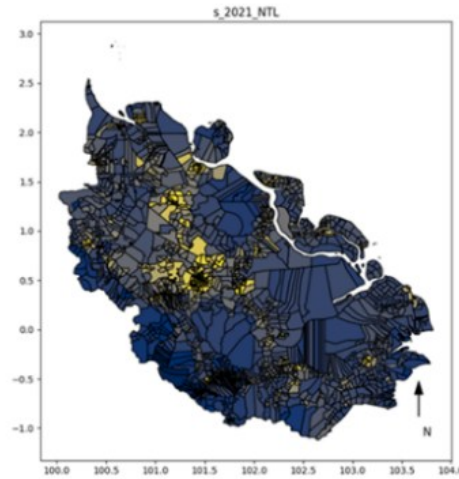
NTL

(Nighttime
Light Intensity)

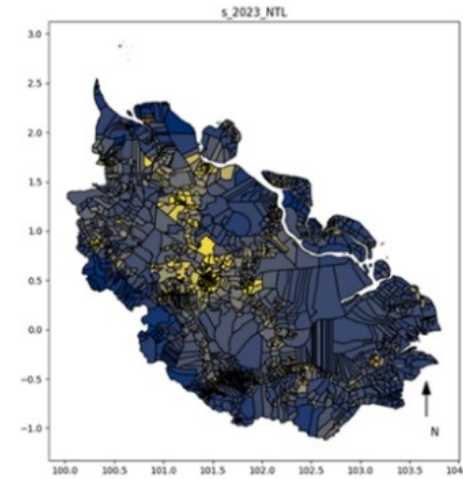
2019



2021



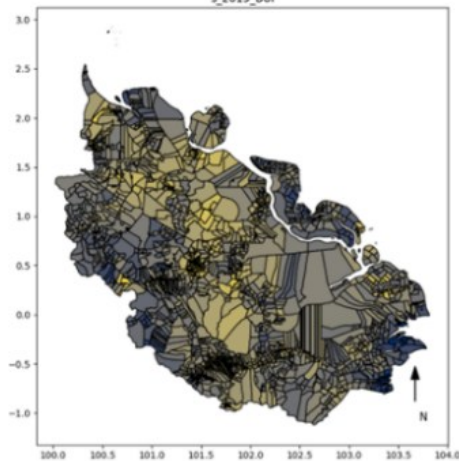
2023



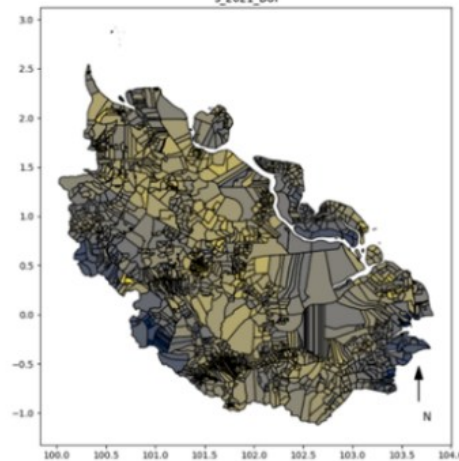
BUI

(Built-Up Index)

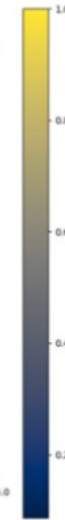
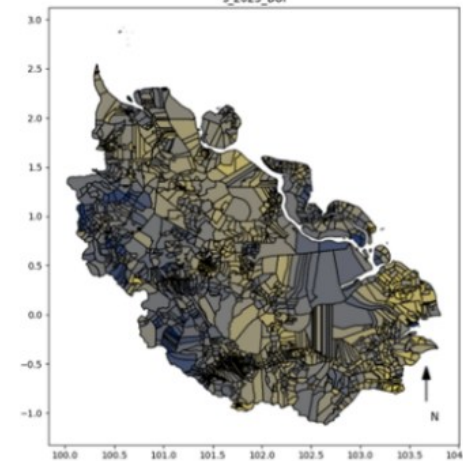
s_2019_BUI



s_2021_BUI

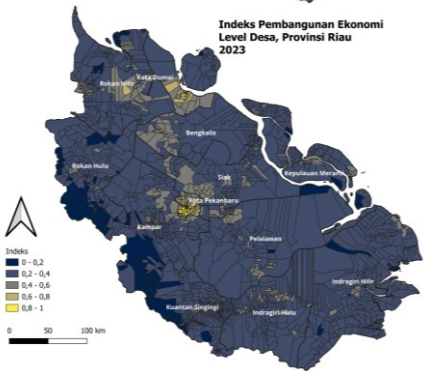
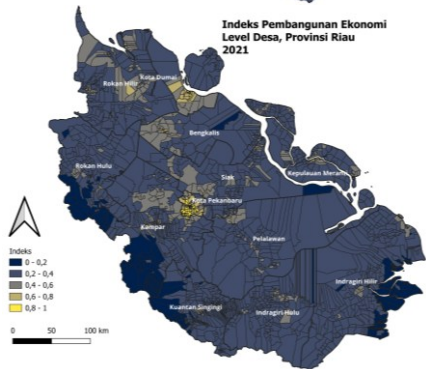
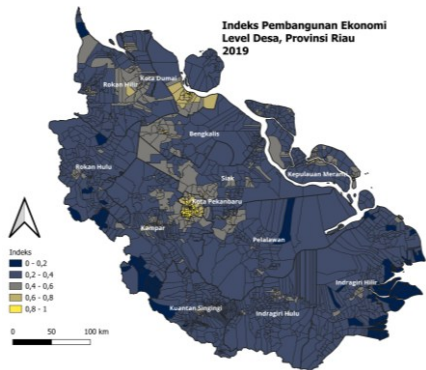


s_2023_BUI



- **Wilayah dengan Aktivitas Ekonomi Tinggi:** Pekanbaru (nilai NTL dan BUI tinggi).
- **Wilayah dengan Aktivitas Ekonomi Rendah:** Indragiri Hilir, Pelalawan, Kuantan Singingi (nilai NTL dan BUI rendah).

Indeks Pembangunan Ekonomi

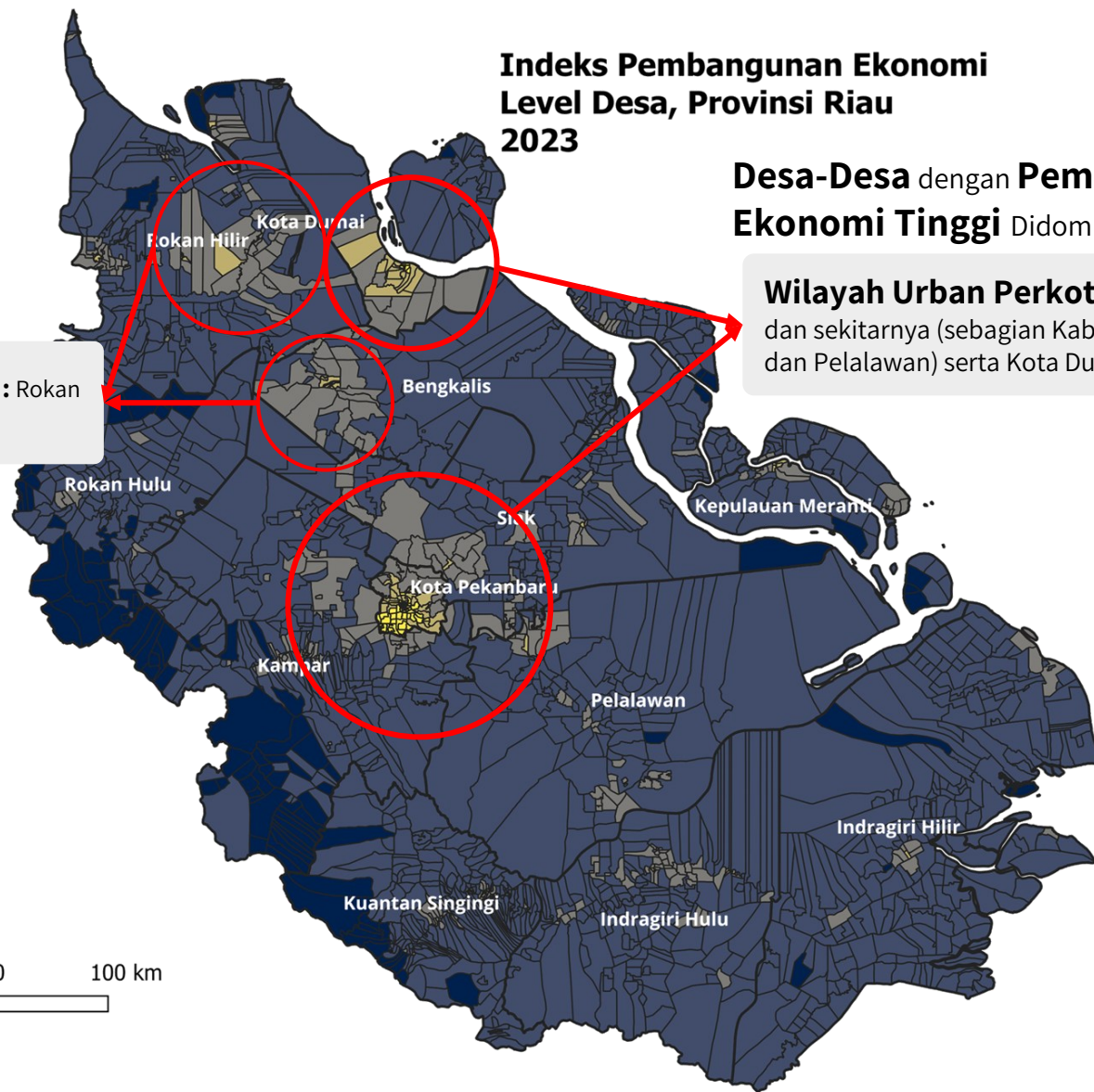
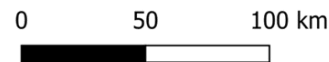


Industri Perkebunan Kelapa Sawit : Rokan Hilir dan Bengkalis



Indeks

- 0 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8
- 0,8 - 1



Desa-Desa dengan **Pembangunan Ekonomi Tinggi** Didominasi Oleh:

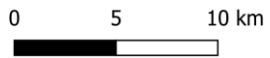
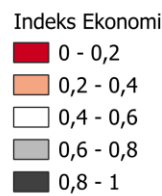
Wilayah Urban Perkotaan: Kota Pekanbaru dan sekitarnya (sebagian Kabupaten Siak, Kampar, dan Pelalawan) serta Kota Dumai.

Indeks Potensi Ekonomi

Indeks Potensi Ekonomi
Kabupaten Gunung Kidul, DIY
2023

Memiliki **potensi ekonomi lebih rendah** karena merupakan wilayah dengan kondisi geografis sulit dan keterbatasan akses

Memiliki **potensi ekonomi tinggi** karena keunggulan dalam **pusat perekonomian, infrastruktur, pariwisata, dan sumber daya alam.**



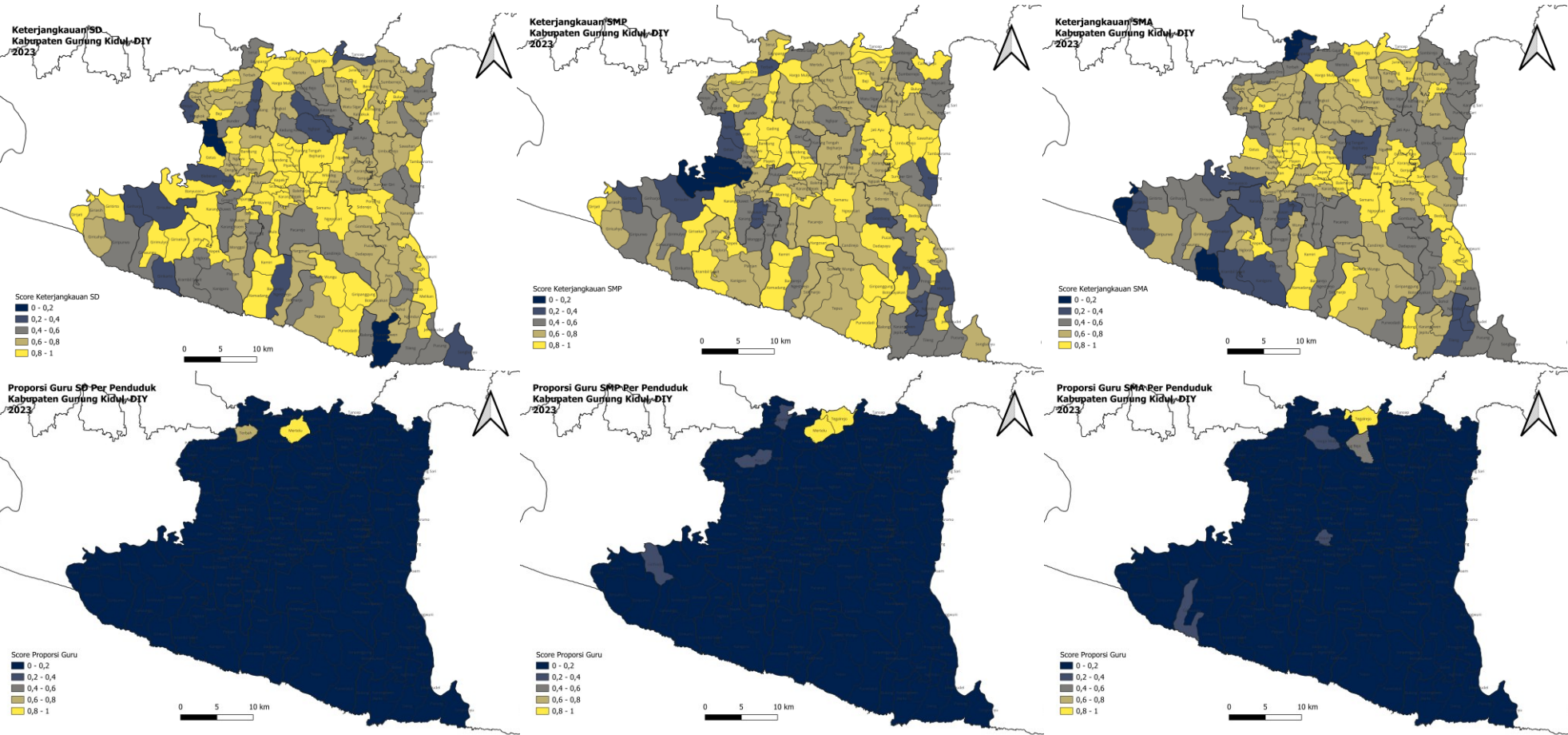
Pembangunan Indeks Potensi Pendidikan

SD

SMP

SMA

Keterjangkauan Fasilitas Pendidikan



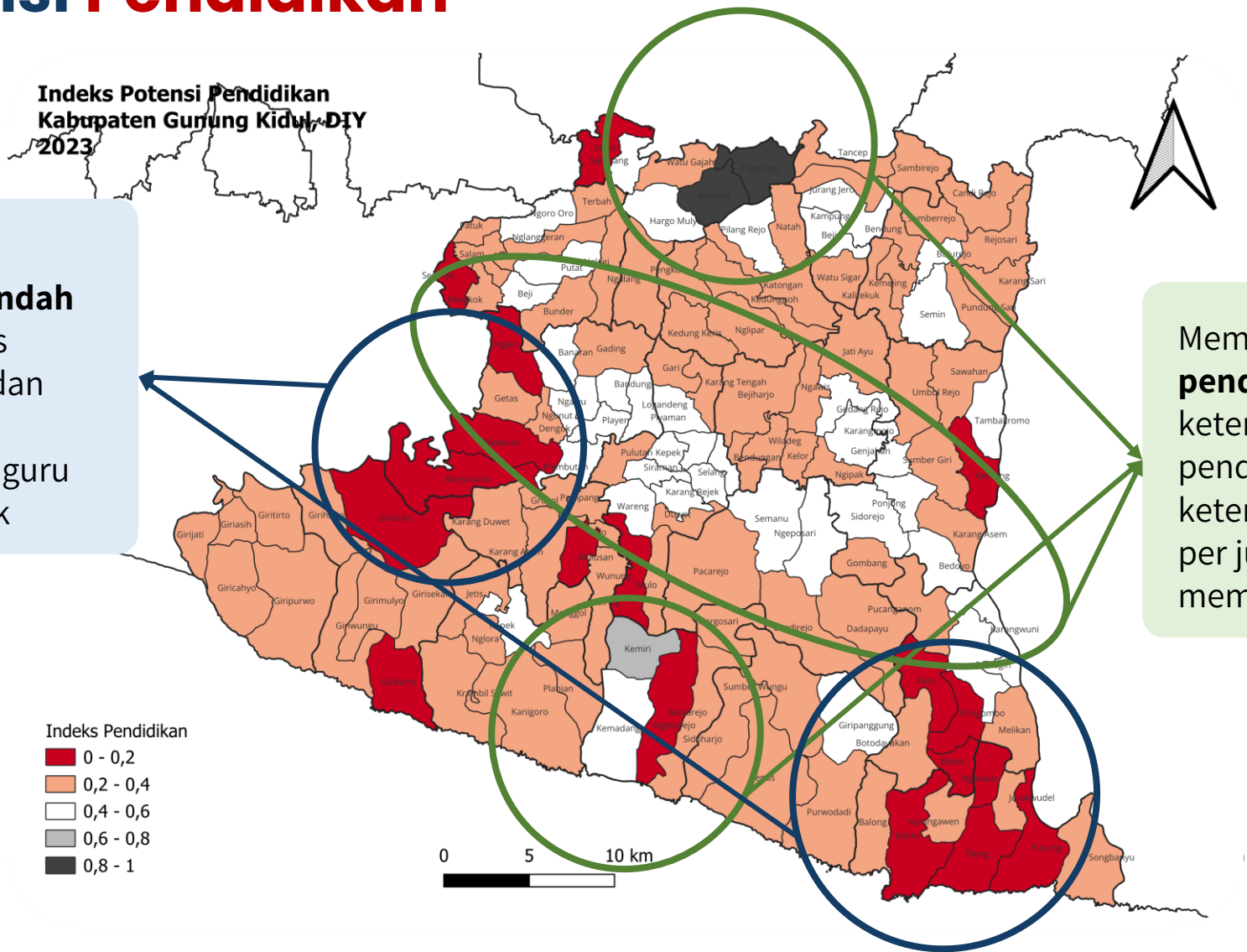
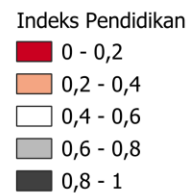
Estimasi Jumlah Guru Per Jumlah Penduduk

Indeks Potensi Pendidikan

Indeks Potensi Pendidikan
Kabupaten Gunung Kidul, DIY
2023

Memiliki **potensi pendidikan lebih rendah** karena sulitnya akses fasilitas pendidikan dan lebih rendahnya ketersediaan jumlah guru per jumlah penduduk

Memiliki **potensi pendidikan tinggi** karena keterjangkauan fasilitas pendidikan dan ketersediaan jumlah guru per jumlah penduduk yang memadai



Pembangunan Indeks Potensi Kesehatan

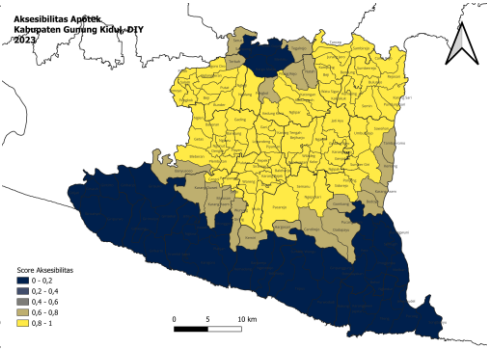
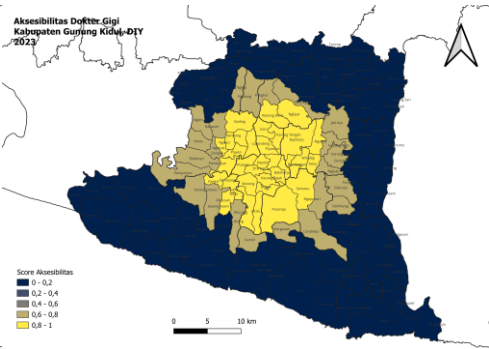
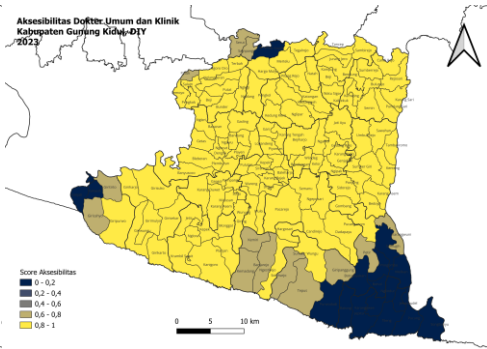
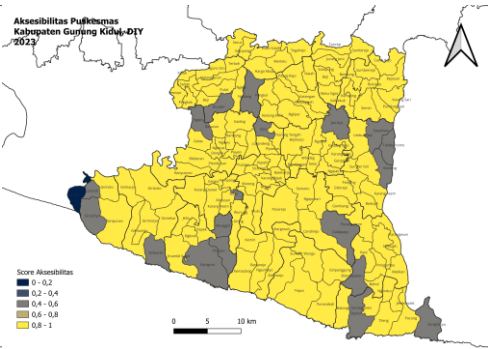
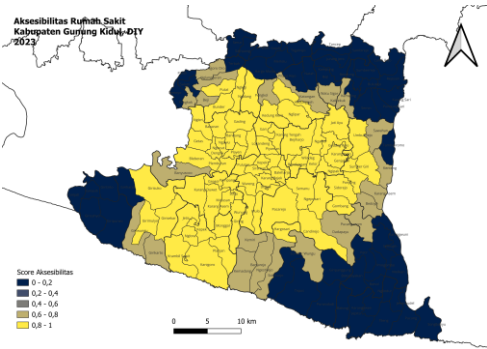
Rumah Sakit

Puskesmas

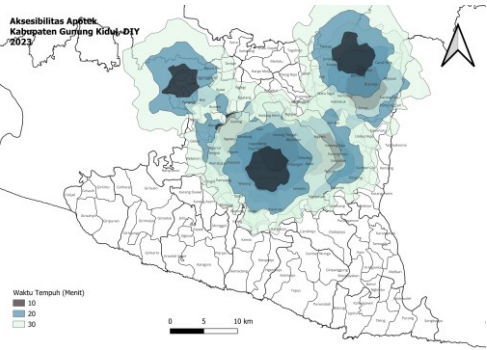
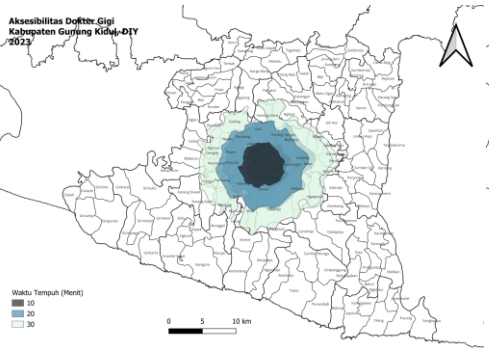
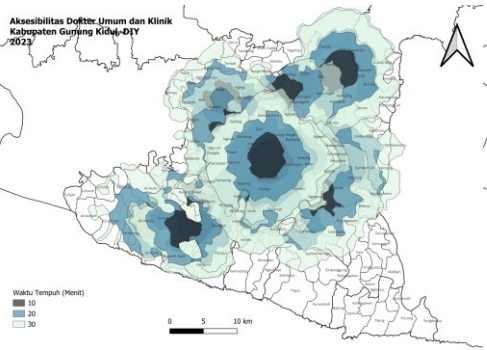
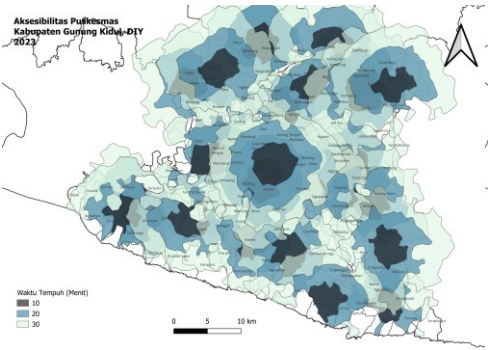
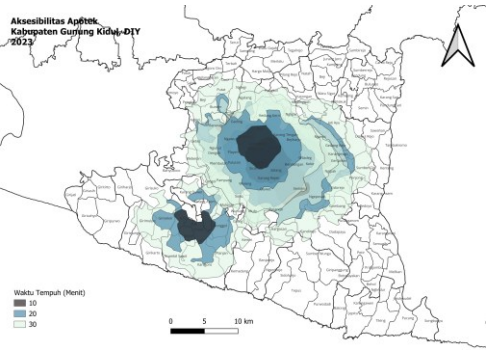
Klinik

Dokter Gigi

Apotek

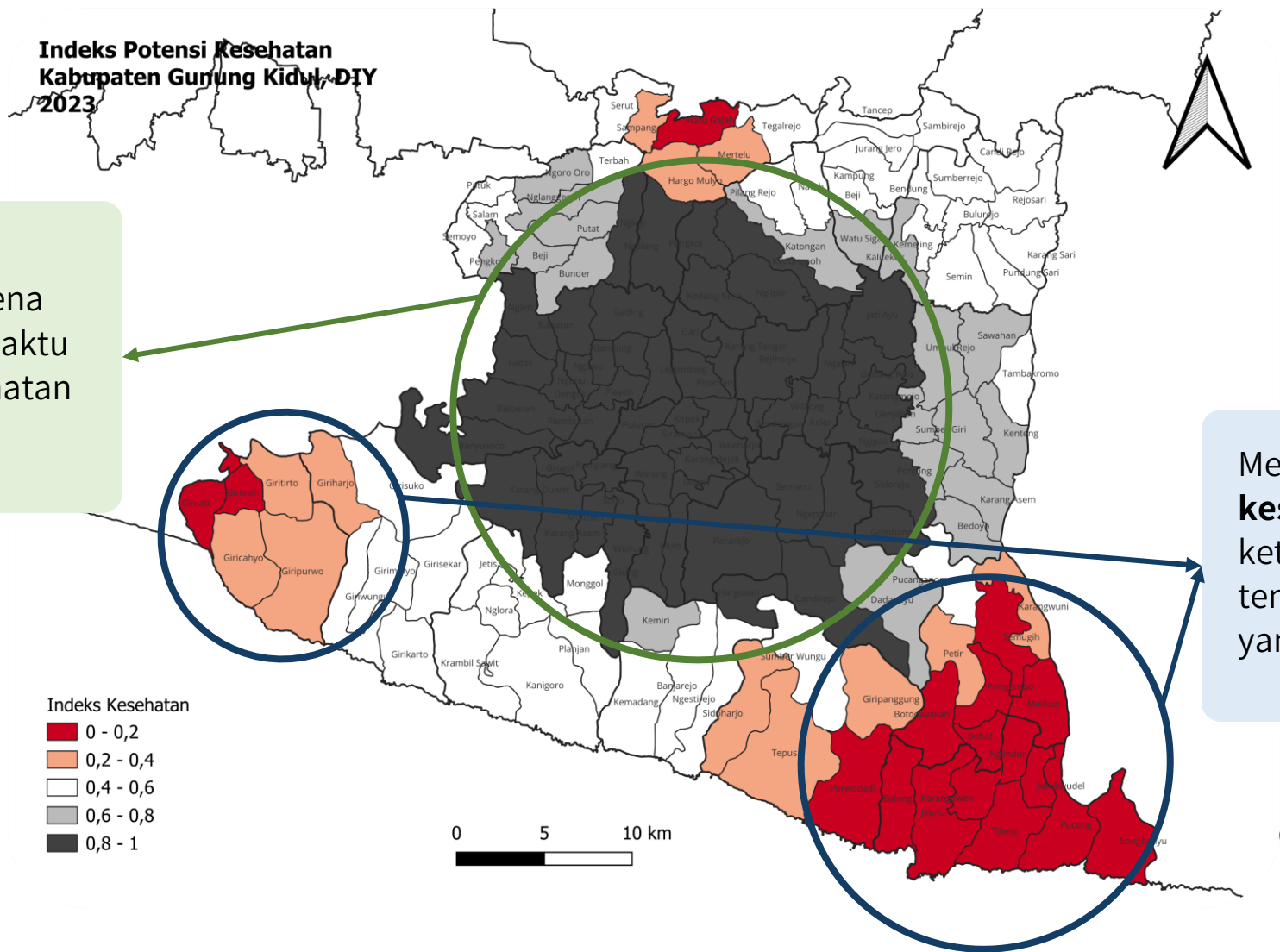


Aksesibilitas Fasilitas Kesehatan



Waktu Tempuh Menuju Fasilitas Kesehatan

Indeks Potensi Kesehatan



Research Achievement



EARTH OBSERVATIONS FOR THE
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



GROUP ON
EARTH OBSERVATIONS



SECTORAL AWARDS

GEO Participating Organization: Committee on Earth Observation Satellites (CEOS) SDG Coordination Group

SDG Custodian Agency: Food and Agriculture Organization of the UN (FAO)

Civil Society: World Resources Institute (WRI)

SPECIAL AWARDS

Statistical-Geospatial Integration: Bureau of Statistics Lesotho and FAO Lesotho

Innovation: Politeknik Statistika STIS

Politeknik Statistika STIS receives 2023 GEO SDG Awards for the Innovation Category from the project of
“Granular Poverty Mapping from Space”



<https://eo4sdg.org/announcing-the-2023-geo-sdg-award-winners/>

Research Achievement



SECTORAL AWARDS

GEO Participating Organization: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), University of the Aegean, Scidrones, Ghana Statistical Service (GSS), Ghana Environmental Protection Agency (EPA), United Nations Sustainable Development Solutions Network (SDSN)

GEO Participating Organization: International Research Center of Big Data for Sustainable Development Goals (CBAS) and Aerospace Information Research Institute Chinese Academy of Sciences (AIRCAS)

Academia: Center for Remote Sensing, Institut Teknologi Bandung (CRS-ITB) and Geospatial Intelligence Solutions for Sustainability Action (GISACT)

SDG Custodian Agency: Food and Agriculture Organization of the UN (FAO) and Government of Zimbabwe

GEO Member Country: Statistics Indonesia (BPS)

SPECIAL AWARDS

Collaboration: European Space Agency (ESA)

Statistics Indonesia (BPS) receives 2025 GEO SDG Awards for the GEO Member Country from the project of

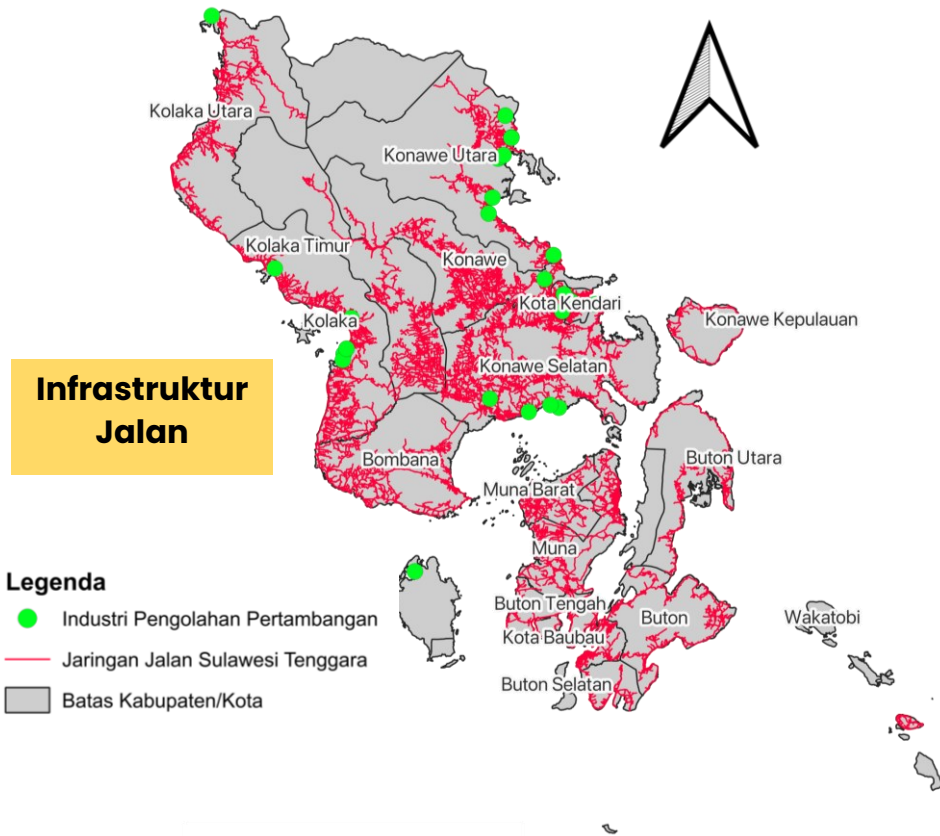
“Modernising Agricultural Official Statistics: Integrating Satellite Imagery and Machine Learning for Paddy Phenological Stages Area Estimation”



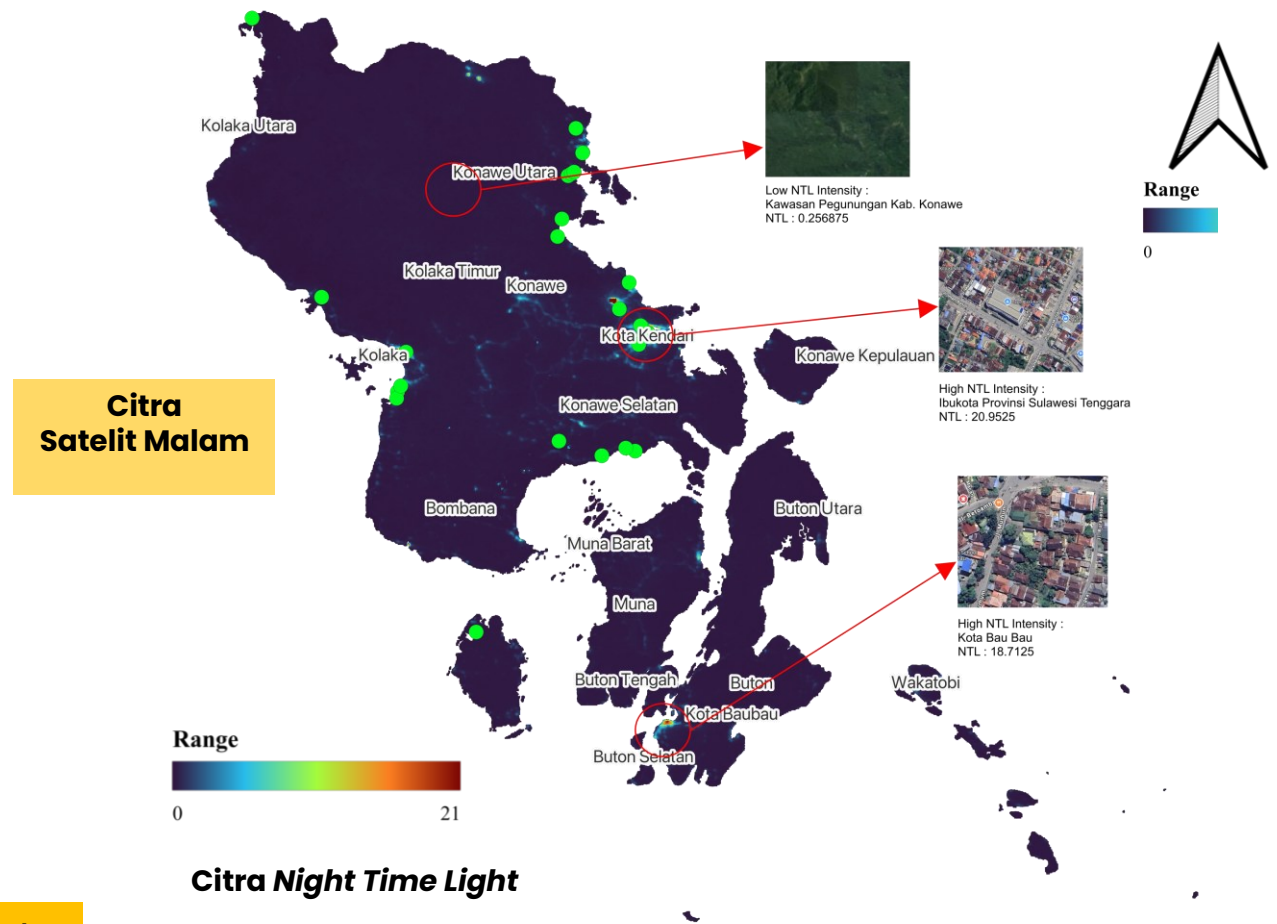
<https://eo4sdg.org/announcing-the-2025-geo-sdg-award-winners-2/>

INDIKATOR YANG DAPAT DITANGKAP OLEH CITRA SATELIT DAN GEOSPATIAL BIG DATA

Infrastruktur Jalan & Gambaran Pusat Ekonomi dengan Night Time Light (NTL)



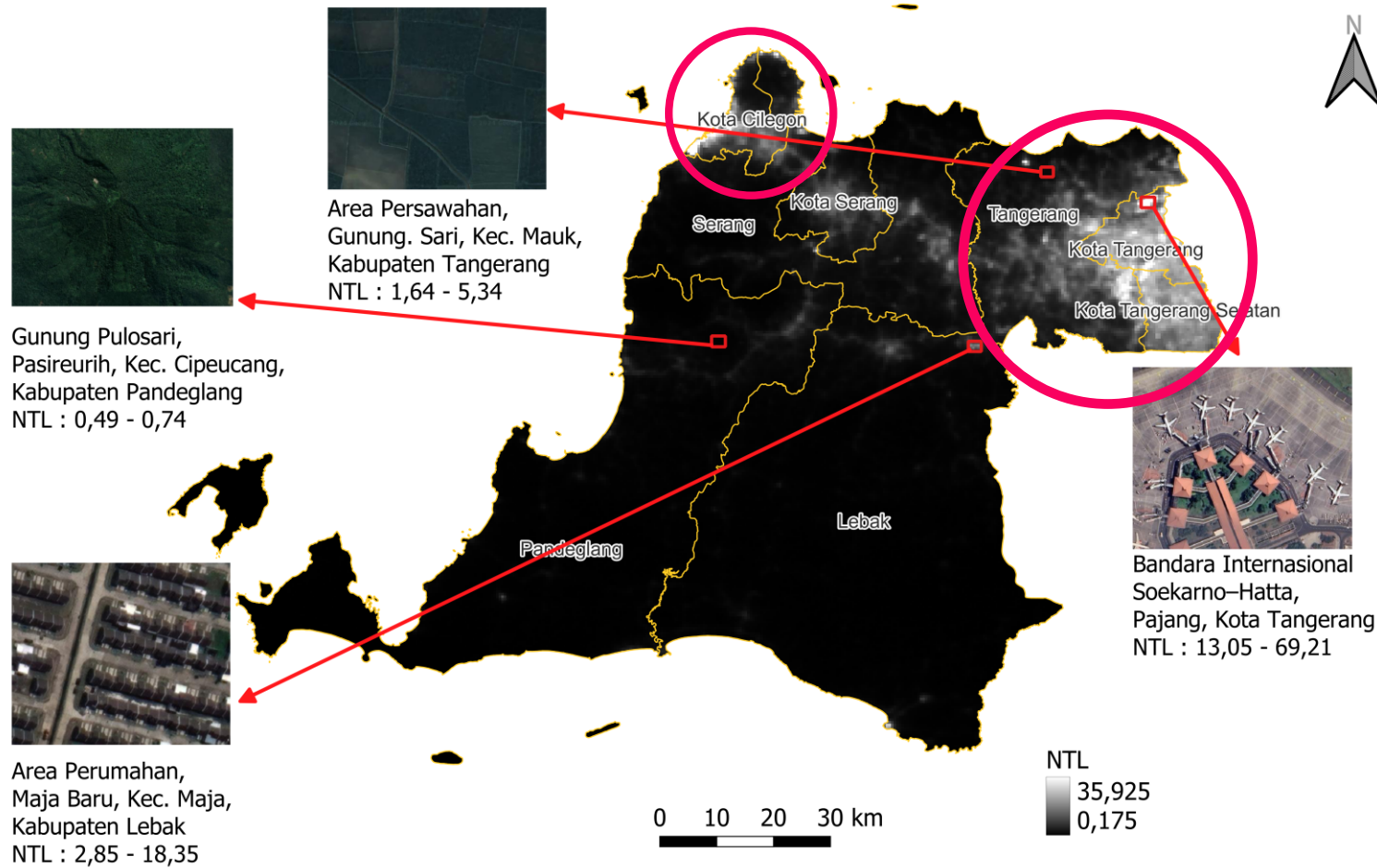
Google Map dan Open Street Map menangkap secara real time perkembangan infrastruktur jalan. Cakupan infrastruktur jalan di Sultra masih belum merata, khususnya di wilayah tengah, utara, dan Buton



Night Time Light menangkap secara realtime aktivitas ekonomi dan industry. Kawasan aktivitas perekonomian di Sulawesi Tenggara masih terkonsentrasi di Kota Kendari, Kota Bau-bau, dan ibukota kabupaten.



Night-Time Light (NTL)



Keterangan

Menggambarkan intensitas cahaya malam hari sebagai pendekatan pengukuran Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Semakin tinggi **NTL**, semakin tinggi **kerentanan banjir**

Periode Update

Bulanan

Resolusi Spasial

463,83 m

Sumber Data

Suomi-NPP VIIRS

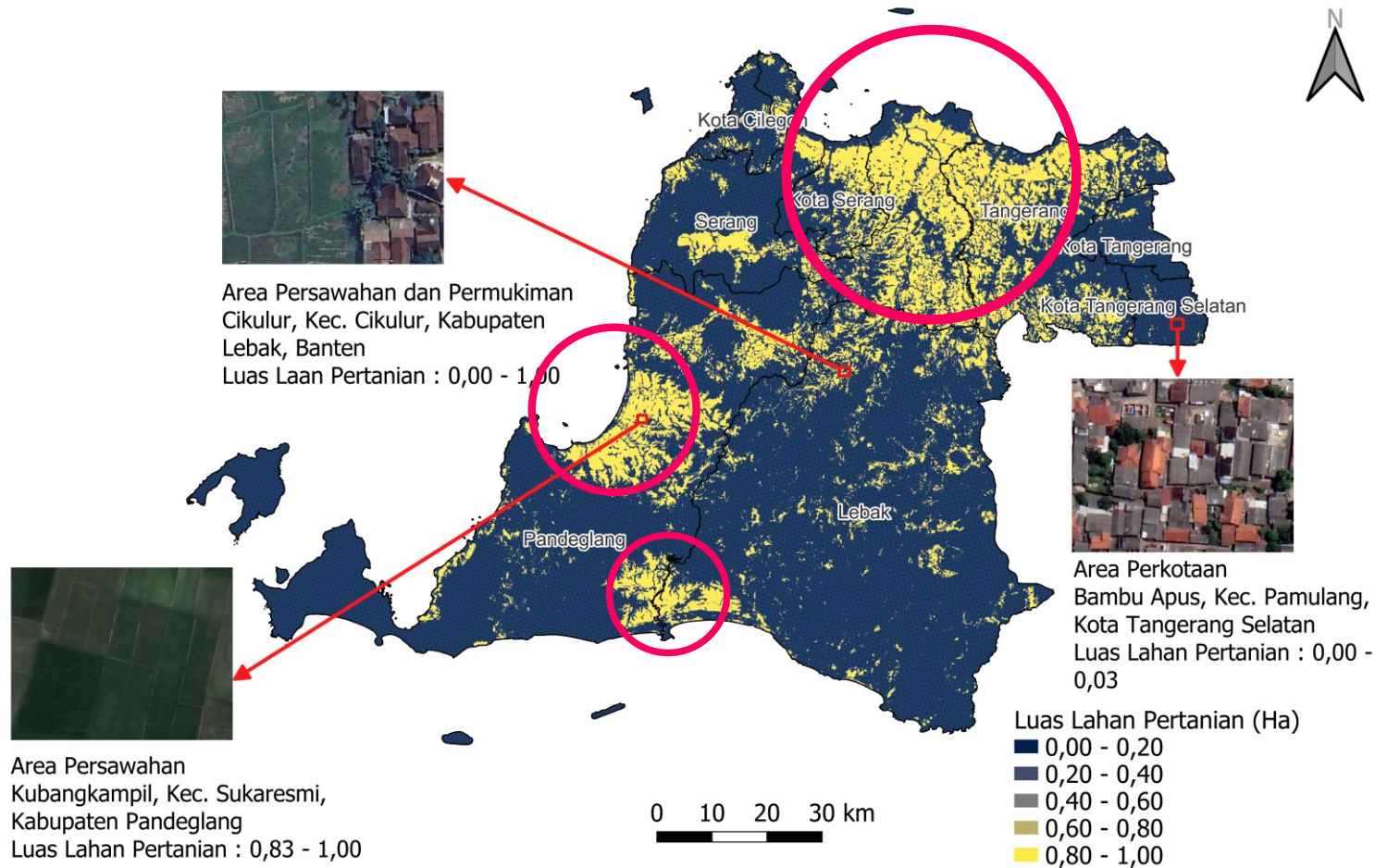
Tahun

2021

Referensi: Chen et al., 2021;
Moreira et al., 2021



Luas Tutupan Lahan Pertanian



Keterangan

Menggambarkan luasan lahan produktif yaitu lahan pertanian

Periode Update

Resolusi Spasial

Sumber Data

Tahun

Tahunan

10 m

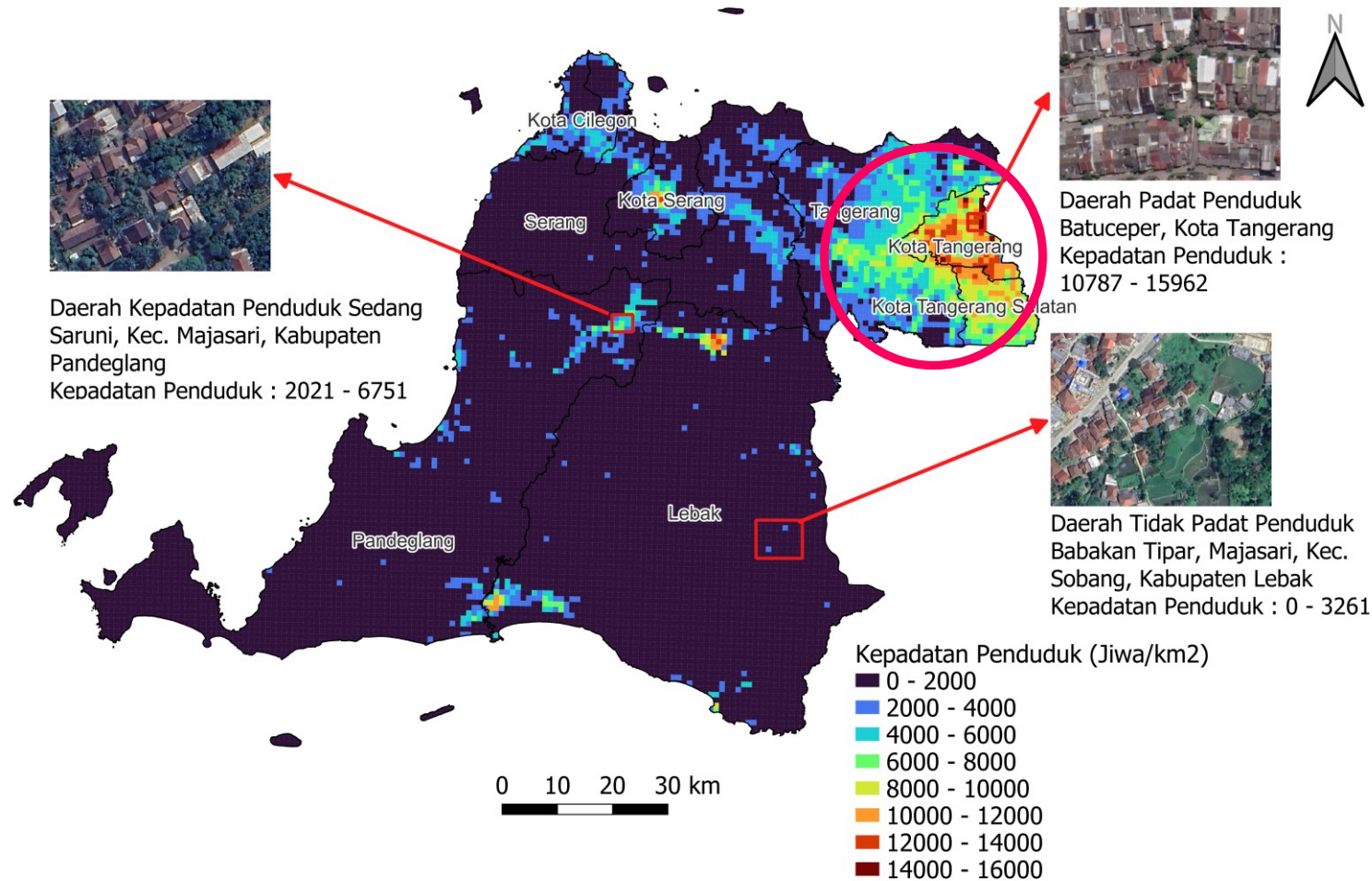
ESRI Land Cover

2021

Referensi: BNPB, 2012;
Fernandez et al., 2016



Kepadatan Penduduk



Keterangan

Mendeteksi kepadatan penduduk

Jumlah penduduk
(WorldPop grid 2020)

proyeksi

Jumlah penduduk
(BPS 2020 & 2021)

Jumlah penduduk
(grid 2021)

Periode Update

Resolusi Spasial

Sumber Data

Tahun

-

100 m

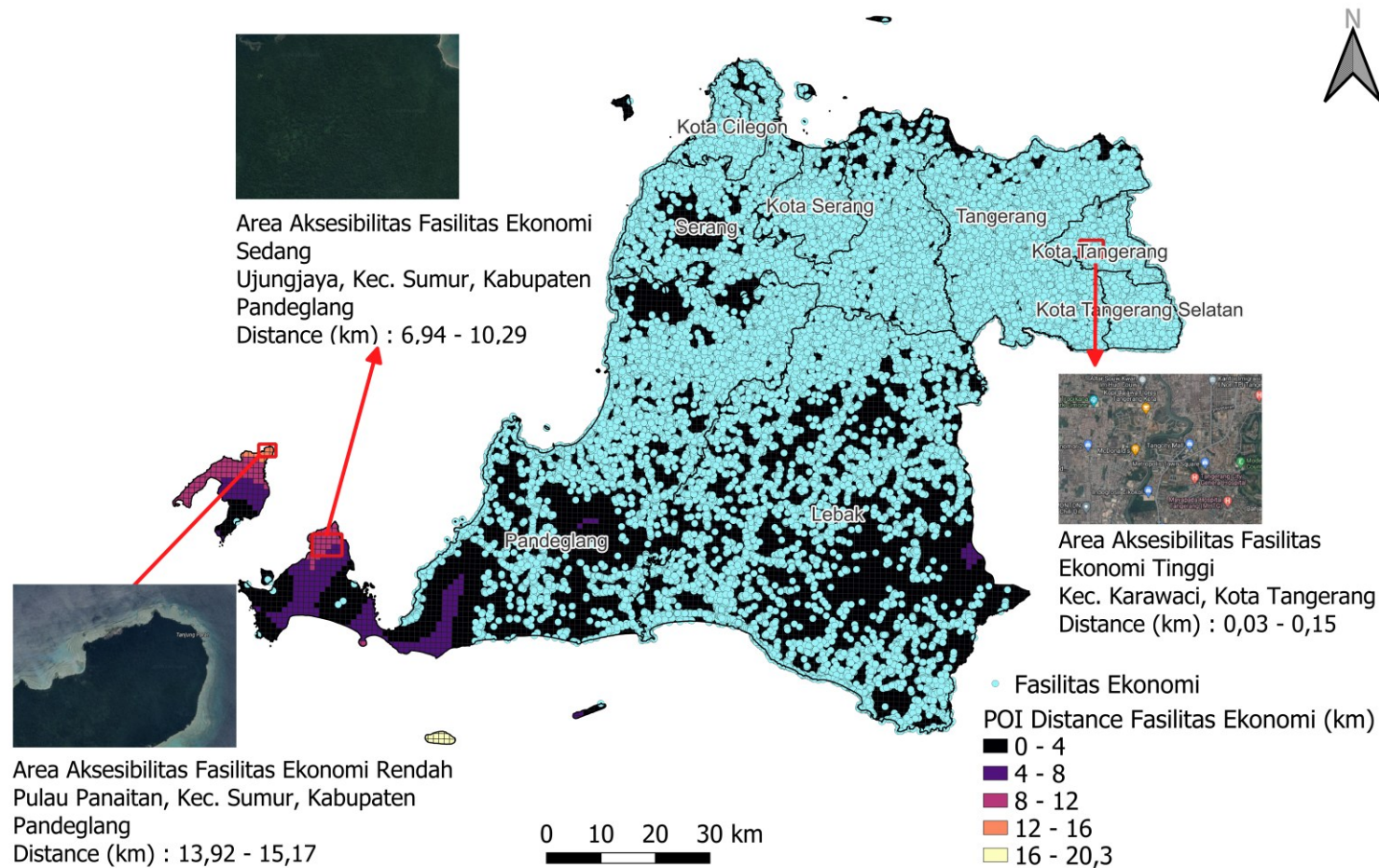
WorldPop

2020

Referensi: Balica & Wright, 2010;
BNPB, 2012; Moreira et al., 2021;
Nasiri et al., 2019



Point of Interest (POI) Distance Fasilitas Ekonomi



Keterangan

Menggambarkan pemetaan
Produk Domestik Regional Bruto
(PDRB)

Periode Update

Dinamis

Resolusi Spasial

Point

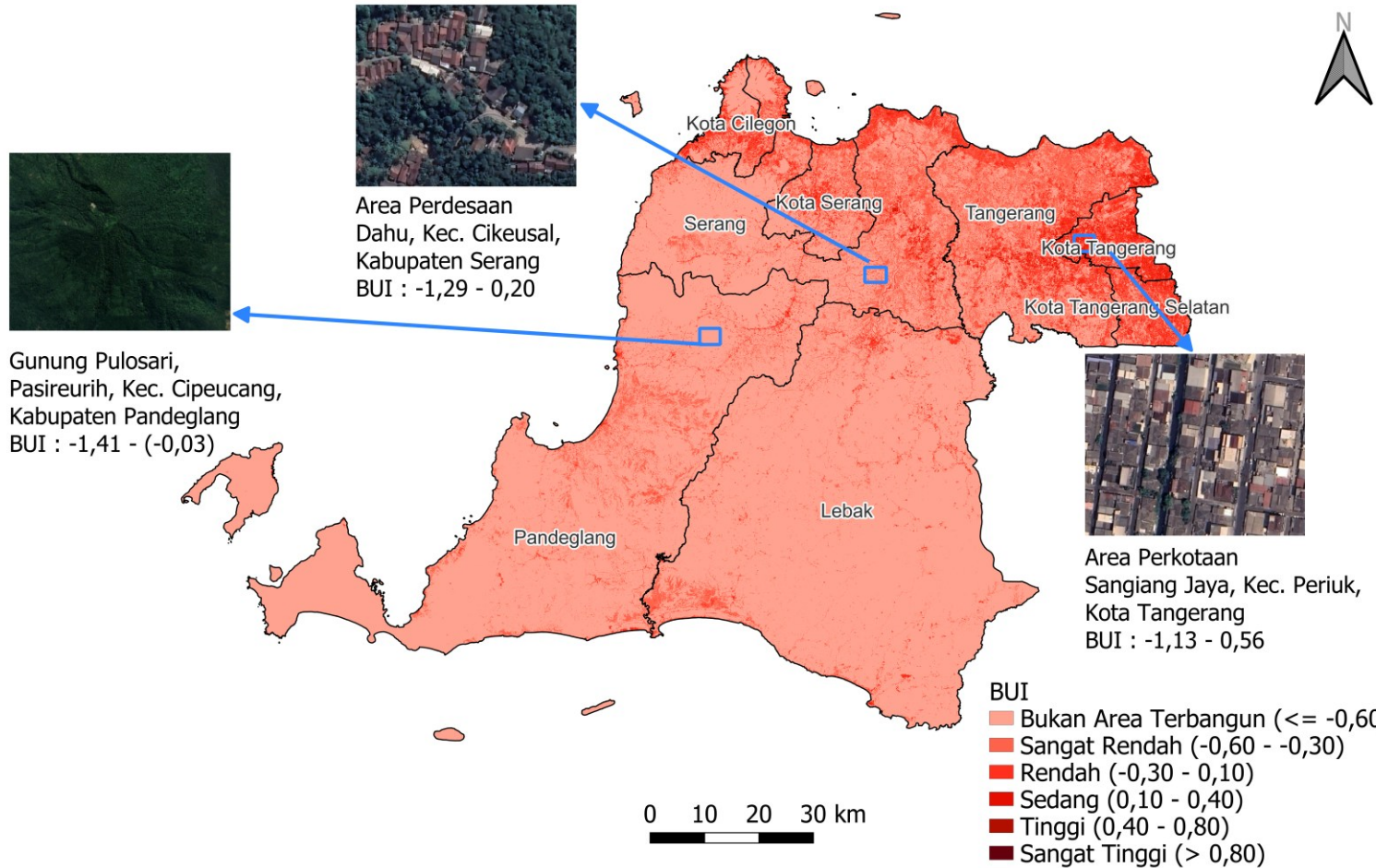
Sumber Data

Google Maps

Referensi: Chen et al., 2021;
Fernandez et al., 2016; Moreira et al.,
2021; Nasiri et al., 2019



Built-Up Index (BUI)



Keterangan

Menggambarkan kepadatan bangunan

Semakin tinggi **BUI**, semakin tinggi **kepadatan bangunan di suatu wilayah**

Referensi: Fernandez et al., 2016

Formula

$$BUI = \frac{(SWIR_{band\ 11} - NIR_{band\ 8})}{(SWIR_{band\ 11} + NIR_{band\ 8})} - \frac{(NIR_{band\ 8} - Red_{band\ 4})}{(NIR_{band\ 8} - Red_{band\ 4})}$$

Periode Update

5 hari

Resolusi Spasial

10 m

Sumber Data

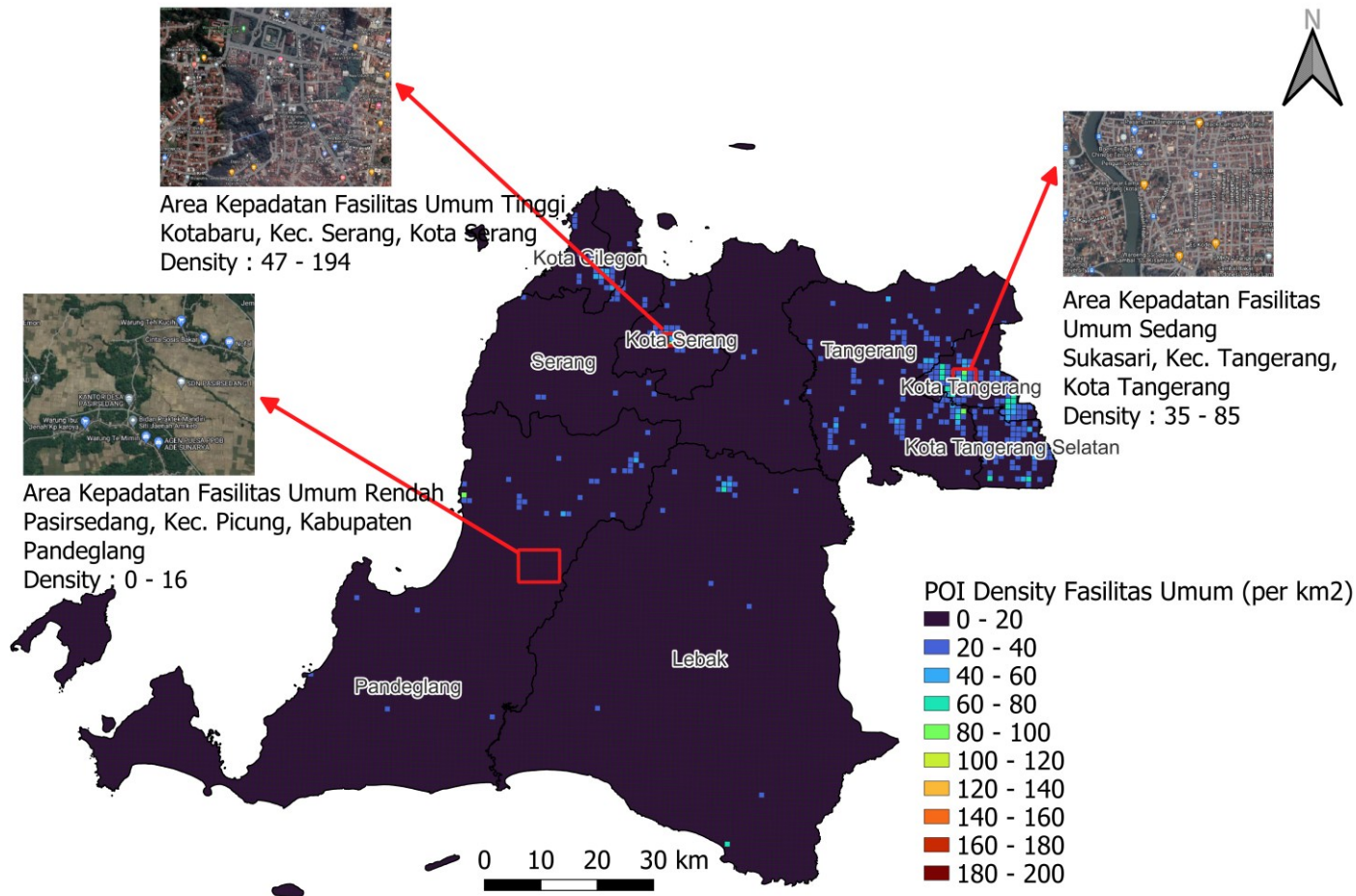
Sentinel-2

Tahun

2021



Point of Interest (POI) Density Fasilitas Umum



Keterangan

Menggambarkan ketersediaan fasilitas umum

Semakin tinggi **POI density fasilitas umum**, semakin padat fasilitas umum yang mudah diakses masyarakat

Periode Update

Dinamis

Resolusi Spasial

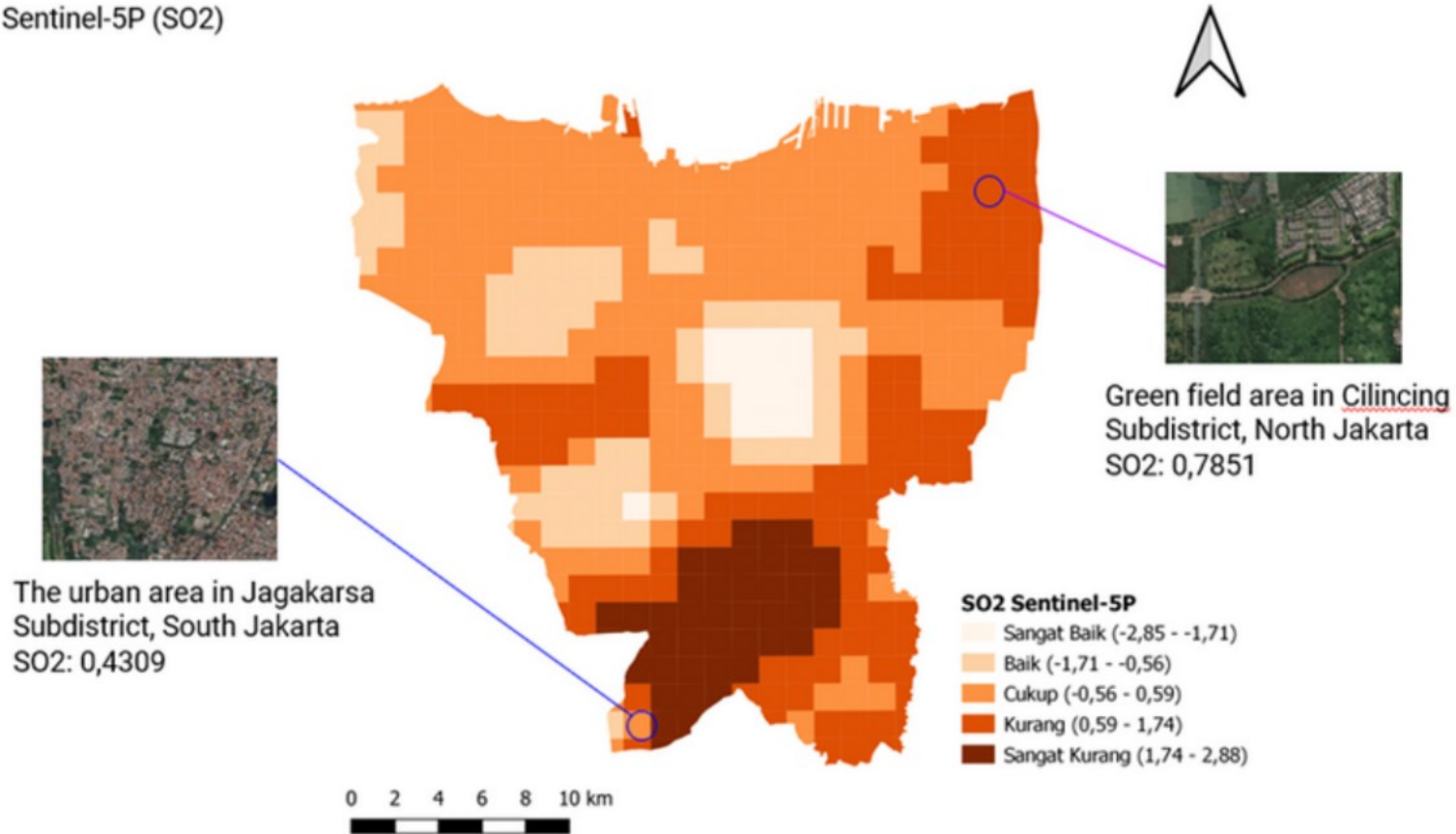
Point

Sumber Data

Google Maps

Referensi: BNPB, 2012; Moreira et al., 2021; Nasiri et al., 2019

Sulfur Dioxide Sentinel-5P (SO₂)



Keterangan

Mendeteksi tingkat pencemaran yang disebabkan oleh SO₂. Penyumbang terbesar komponen ini adalah pembakaran batu arang, minyak bakar, gas, kayu dan sebagainya (Theys, N., dkk., 2017).

Pencemaran gas ini dapat menyerang **selaput lendir dan organ pernafasan manusia.**

Formula dan Band

SO₂_column_number_density

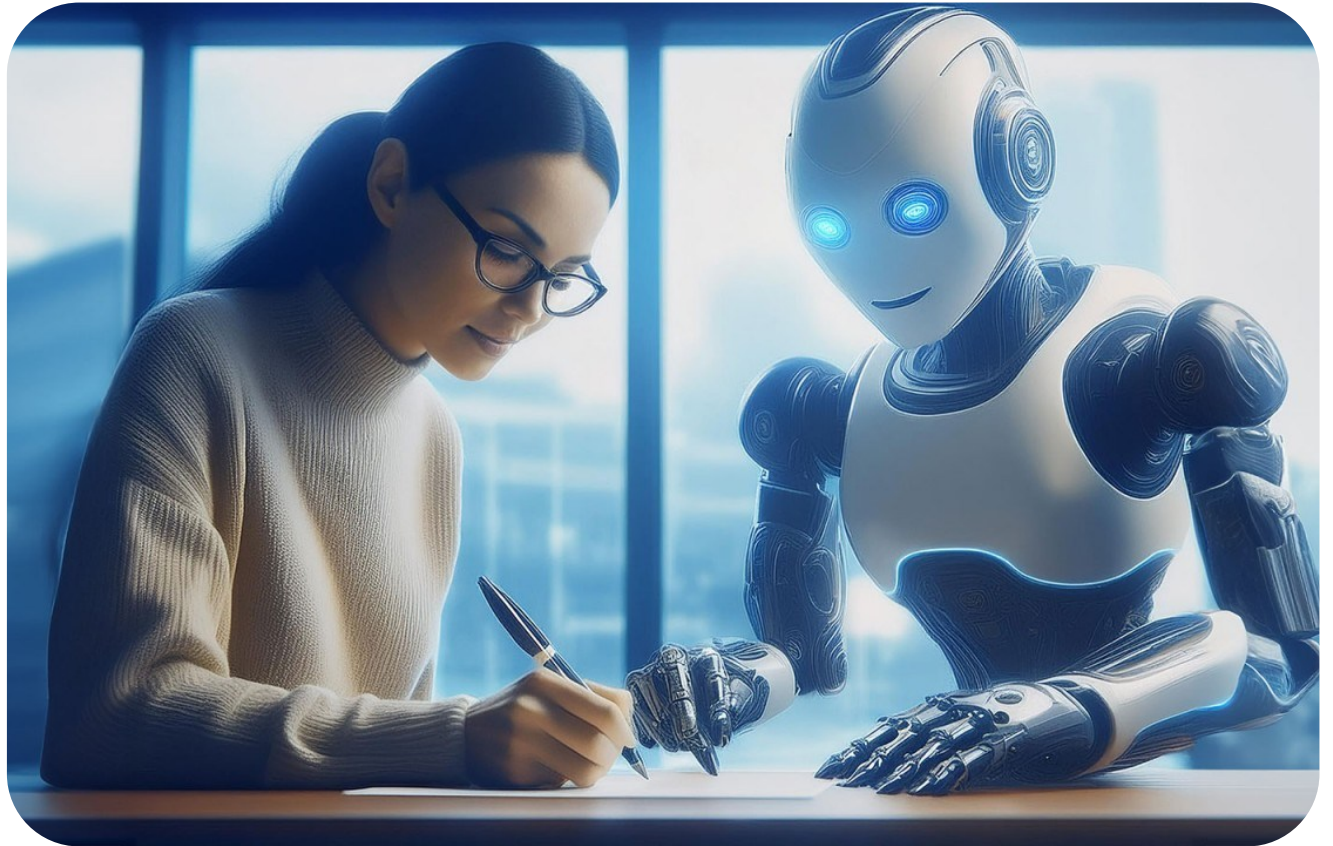
Resolusi

1113,2 meter

Periode Update

16 hari

- **AI bukan pengganti manusia**, tapi alat pendukung.
- AI menangani tugas rutin, manusia fokus pada strategi, kreativitas, dan nilai.
- Kolaborasi ini menggabungkan efisiensi teknologi dan kebijaksanaan manusia.



Kolaborasi AI dan Manusia

*Berkualitas dan unggul di bidang
statistika terapan dan komputasi statistik*

*Penyedia Data Statistik Berkualitas
untuk Indonesia Maju*

Terima Kasih

www.stis.ac.id

www.bps.go.id

