



Pemikiran Akademisi
tentang Pengembangan

TEKNOLOGI INFORMASI &

Pembangunan Kepulauan
MADURA

Zainul Hidayah
Aeri Rachmad
Achmad Amzeri
Siti Fatimah

Rima Tri Wahyuningrum

**Pemikiran Akademisi Tentang
Pengembangan Teknologi Informasi dan
Pembangunan Kepulauan Madura:
Kumpulan Naskah Pidato Pengukuhan Guru Besar
Universitas Trunojoyo Madura**

Zainul Hidayah, Aeri Rachmad, Achmad Amzeri,
Siti Fatimah, Rima Tri Wahyuningrum



Pemikiran Akademisi Tentang Pengembangan Teknologi Informasi dan Pembangunan Kepulauan Madura: Kumpulan Naskah Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Trunojoyo Madura

Penulis:

Zainul Hidayah, Aeri Rachmad, Achmad Amzeri,
Siti Fatimah, Rima Tri Wahyuningrum

Editor:

Syifa Ismayanti

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : Januari 2025

Hak Cipta 2024, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

**Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT**

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org

E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2024
; 18 x 25cm
ISBN : -

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Pidato Pengukuhan Guru Besar sesuai yang ditargetkan.

Buku ini berisikan peranan sistem informasi geografis dalam pengelolaan ekosistem pesisir dan pulau-pulau kecil, peranan data science dalam perkembangan dunia medis dan agriculture melalui data citra, inovasi varietas jagung unggul dalam mendukung ketahanan dan kedaulatan pangan di pulau madura, potensi dan pengembangan sumber daya genetik lokal madura untuk pemuliaan ketahanan tanaman terhadap cekaman abiotik kekeringan, inovasi teknologi deteksi abnormal paru-paru berbasis artificial intelligence untuk mempercepat diagnosis penyakit dalam

Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

Januari 2025, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	II
PERANAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PENGELOLAAN EKOSISTEM PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL	3
PERANAN DATA SCIENCE DALAM PERKEMBANGAN DUNIA MEDIS DAN AGRICULTURE MELALUI DATA CITRA	21
INOVASI VARIETAS JAGUNG UNGGUL DALAM MENDUKUNG KETAHANAN DAN KEDAULATAN PANGAN DI PULAU MADURA	41
POTENSI DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA GENETIK LOKAL MADURA UNTUK PEMULIAAN KETAHANAN TANAMAN TERHADAP CEKAMAN ABIOTIK KEKERINGAN	60
INOVASI TEKNOLOGI DETEKSI ABNORMAL PARU-PARU BERBASIS <i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE</i> UNTUK MEMPERCEPAT DIAGNOSIS PENYAKIT	78

PERANAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PENGELOLAAN EKOSISTEM PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL

Prof. Dr. Zainul Hidayah, S.Pi, M.App.Sc

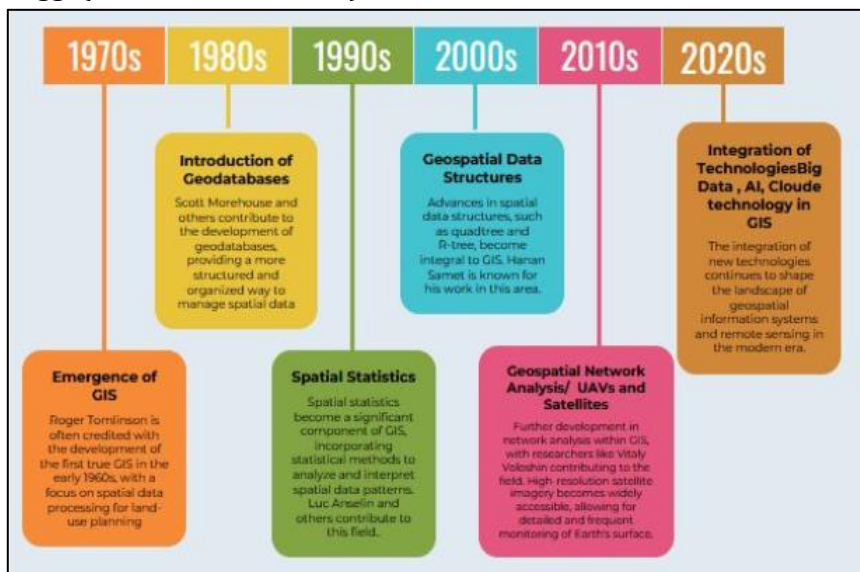
KONSEP DAN PERKEMBANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Ilmu Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah perkembangan dari disiplin Ilmu Geografi yang mempelajari tentang konektivitas dan relasi antara lokasi dan lingkungannya. Bahkan Sejak manusia pertama kali mencoba memahami hubungan antara lokasi dan lingkungan sekitarnya, kebutuhan untuk merepresentasikan data geografis telah menjadi penting. Evolusi ini membawa pada perkembangan SIG yang memainkan peran sentral dalam dunia modern. Secara khusus, SIG mempelajari tentang teknik/ metode untuk mengumpulkan, menyimpan mengelola, menganalisis serta menyajikan data-data spasial yang berhubungan dengan suatu wilayah tertentu di permukaan bumi.

Jika mempelajari SIG, maka sebenarnya konsep yang dikembangkan pada keilmuan ini merupakan gabungan dari beberapa bidang ilmu lainnya yaitu kartografi (pemetaan), pengolahan citra digital, statistik dan teknologi komputasi untuk menganalisis data-data spasial/ keruangan yang kompleks. Keunikan utama dari SIG terletak pada kemampuannya untuk menghubungkan data yang tampaknya tidak terkait dengan lokasi geografis dengan melakukan analisis spasial. Selanjutnya dengan SIG, maka pemahaman akan pola, hubungan dan trend data-data geografis dapat dianalisis dan divisualisasikan dengan lebih baik. Namun, SIG tidak hanya terbatas pada pembuatan peta, tetapi juga memungkinkan peneliti untuk menganalisis data spasial dan mengekstrak informasi penting dari data tersebut (Erkamim et al., 2023).

Sejarah perkembangan SIG dimulai mungkin sejak ratusan bahkan ribuan tahun yang lalu, pada saat manusia mulai mengenal cara menggambarkan permukaan bumi diatas bidang datar yang dikenal sebagai “Peta/ Map”. Sejarah pemetaan manusia dimulai dengan peta klasik di zaman Yunani dan Romawi. Eratosthenes, seorang ilmuwan Yunani kuno, dikenal sebagai salah satu pemikir awal tentang pemetaan bumi. Pemetaan terus berkembang melalui abad-abad, dengan peran besar dari tokoh seperti Ptolemy dan Gerardus Mercator. Sepanjang tahun 1960-an, saat teknologi komputer mengalami kemajuan yang signifikan dalam hal teknologi, kecepatan, dan desain, dengan IBM sebagai

pelopornya. Konsep awal geografi kuantitatif dan komputasional mulai berkembang. Pada tahun 1963 Ahli geografi Roger Tomlinson memulai program pengelolaan penggunaan lahan nasional untuk pemerintah Kanada, dengan menginventarisasi sumber daya alam. Tomlinson adalah orang pertama yang menciptakan istilah Sistem Informasi Geografis (SIG) dan dikenal sebagai “Bapak SIG”. Kemajuan dalam teknologi penginderaan jauh dan pengembangan Sistem Pemosisi Global (GPS) pada akhir abad ke-20 membawa dimensi baru dalam SIG (Gambar 1). Integrasi data dari satelit dan GPS memperluas kemampuan SIG untuk menganalisis dan memvisualisasikan data geografis dengan presisi yang lebih tinggi (Erkamim et al., 2023).



Gambar 1. Periode Penting Perkembangan Ilmu Sistem Informasi Geografis
(Sumber gambar : https://www.linkedin.com/posts/drujwala2702_today-i-have-the-pleasure-of-attending-gis-activity-7130492014134968320-mrMa)

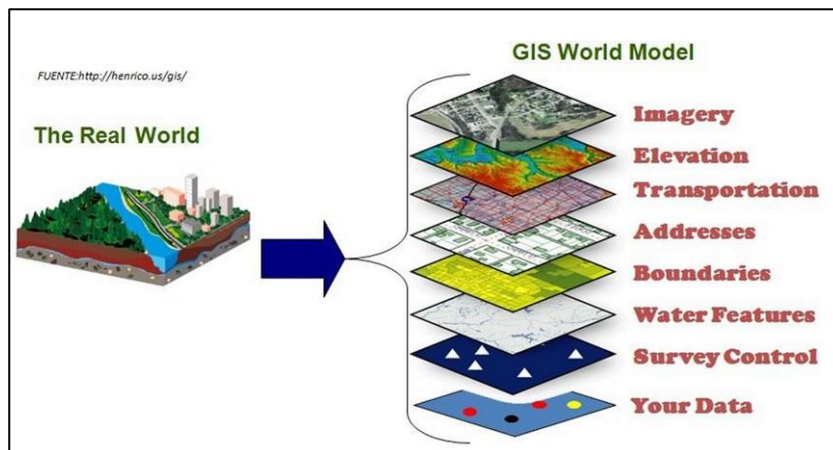
Seiring dengan kemajuan pesat pada teknologi IT abad 21, saat ini tampaknya SIG telah menjadi alat utama dalam pengambilan keputusan berdasarkan data-data spasial. Kemunculan teknologi baru dalam sensor satelit, *Big Data*, *Artificial Intelligence*, *Internet of Things* dan GPS membuat kapabilitas SIG semakin meningkat. Hal ini menjadikan SIG atau secara lebih pragmatis disebut dapat disebut sebagai “cara membuat dan membaca peta” sebagai kemampuan dasar yang seharusnya bisa dikuasai para generasi muda (mahasiswa) yang termasuk dalam Gen-Z. Secara lebih khusus dalam bidang pemerintahan SIG telah diterapkan dan diintegrasikan dalam manajemen lingkungan (darat, laut, pesisir dan pulau kecil), penanggulangan bencana, perencanaan tata ruang wilayah, pertanian, kehutanan dan sector-sektor penting lainnya.

Sistem Informasi Geografis, terbangun dari 3 komponen utama yaitu *hardware*, *software* dan *humanware* atau kemampuan sumberdaya manusia (Gambar 2). Sementara kemampuan hardware dan software terus meningkat secara otomatis mengikuti perkembangan teknologi, maka menjadi tugas perguruan tinggi untuk mengembangkan kemampuan sumber daya manusia. Faktanya dapat dilihat dari tersebarnya mata kuliah SIG, pemetaan dan penginderaan jauh sebagai mata kuliah wajib dalam kurikulum-kurikulum prodi S1 bidang lingkungan (kelautan, pertanian, kehutanan, Teknik lingkungan dsb) di berbagai Universitas di Indonesia.



Gambar 2. Komponen Utama Sistem Informasi Geografis
(Sumber gambar : https://rangkumangeografi.blogspot.com-/2014/08/komponen-sig.html#google_vignette)

Sumber data dalam SIG secara garis besar dapat dibagi menjadi 2, yaitu (1) Sumber data spasial dan (2) Sumber data non-spasial. Untuk sumber data spasial berupa peta digital maupun analog dapat diperoleh dari sumber-sumber resmi pemerintah misalnya Badan Informasi Geospasial (BIG) atau sumber data spasial Kementerian/Lembaga pemerintah lainnya. Sementara itu sumber data non-spasial bisa diperoleh dari hasil pengumpulan data primer (*survey*, *geo-tagging*, observasi lapang dsb) maupun data sekunder dari sumber-sumber resmi seperti data-data BPS atau sumber data statistik lainnya. Setiap set data spasial akan tersimpan dalam lapisan/ layer informasi tertentu yang terhubung dengan data-data atribut (tabular) (Gambar 3).



Gambar 3. Model Data dalam SIG

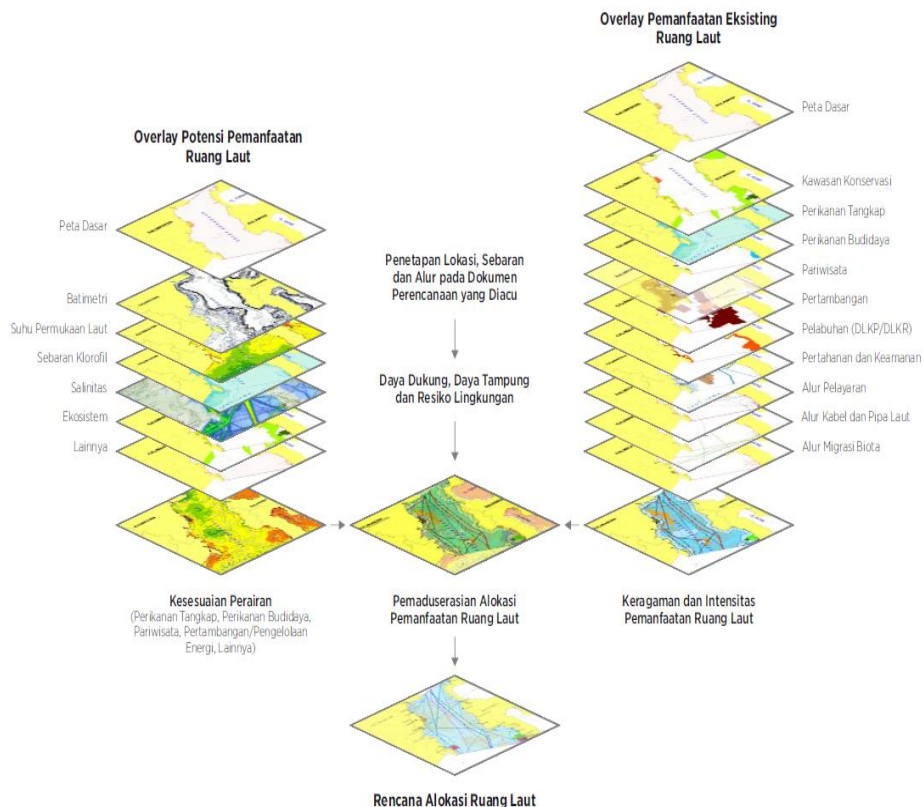
(Sumber gambar : <https://studyx.ai/homework/105218065-gis-world-model>)

PENERAPAN/ APLIKASI SIG DALAM BIDANG KELAUTAN

Pemanfaatan teknologi SIG telah menyentuh berbagai bidang ilmu-ilmu lingkungan. Khususnya untuk bidang kelautan dan perikanan, SIG diaplikasikan utamanya dalam inventarisasi sumber daya laut, pesisir dan pulau-pulau kecil, perencanaan tata ruang laut, pengelolaan zonasi perikanan tangkap serta berbagai aplikasi lainnya. Untuk pemanfaatan lebih luas SIG memungkinkan pemetaan dan visualisasi wilayah laut secara detail, termasuk pemetaan dasar laut, habitat laut, zona penangkapan ikan, rute pelayaran, dan area konservasi. Luasnya wilayah perairan laut Indonesia yang mencapai lebih dari 6,4 juta km² dengan total jumlah pulau lebih dari 17.000, merupakan tantangan berat yang harus dihadapi. Namun dengan perkembangan teknologi SIG, pemetaan dan penginderaan jauh, optimisme untuk menginventarisasi sumber daya dan pengelolaan ruang laut tetap bisa terjaga.

Hal tersebut tidak terlepas dari dukungan sumber-sumber data spasial berupa citra satelit yang merupakan data utama dalam analisis penginderaan jauh dan SIG. Contoh citra satelit yang dapat diperoleh secara gratis antara lain Landsat 7 ETM/ Landsat 8 OLI, Sentinel 2A/2B dan Sentinel 1-SAR, citra MODIS dan NOAA-AVHRR. Ketersediaan data citra satelit multi-temporal secara gratis, meskipun pada resolusi tertentu sangat membantu para peneliti dan akademisi untuk menganalisis perubahan yang terjadi pada area tertentu secara *time series*. Selain itu, data-data kelautan yang tersedia dari berbagai situs resmi baik dari dalam maupun luar negeri yang telah bereferensi geografis juga sangat membantu sebagai input data dalam analisis SIG.

Dalam hal penelitian-penelitian yang saya lakukan, kerap kali metode analisis SIG tidak bisa dilepaskan dari metode penginderaan jauh citra satelit yang merupakan sumber data spasial utama dalam SIG. Penginderaan Jauh dan SIG dapat digunakan untuk membangun suatu model yang sederhana dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya pesisir. Teknologi Penginderaan Jauh memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi serta melakukan monitoring terhadap perubahan sumberdaya dan lingkungan wilayah pesisir dan laut dalam periode tertentu. Penginderaan Jauh kerap kali dimanfaatkan untuk memperoleh informasi spasial terumbu karang, mangrove, padang lamun, suhu permukaan air laut, klorofil, sedimentasi, dan sebaran zona pencemaran tumpahan minyak. Pemanfaatan SIG dan Penginderaan Jauh dalam Ilmu Kelautan sangatlah penting, karena dapat memperoleh informasi perairan dengan lebih cepat, efisien, dan lebih murah jika dibandingkan dengan pengambilan data langsung di lapangan.



Gambar 4. Konsep SIG Untuk Penataan Ruang Laut
(Sumber gambar : Buku Menata Ruang Laut Indonesia, Kemenkomarves 2021)

Rencana tata ruang laut dan/atau rencana zonasi disusun dalam bingkai pendekatan manajemen strategis, yaitu rangkaian upaya yang berfokus pada proses penetapan tujuan, pengembangan strategi dan kebijakan untuk mencapai sasaran, mengalokasikan sumber daya untuk menerapkan kebijakan, serta mengkombinasikan aktivitas-aktivitas dari berbagai bagian fungsional untuk mencapai tujuan (Kemenko Marinves, 2021). Dalam teknis implementasinya, pendekatan manajemen strategis tersebut ditopang dengan pendekatan-pendekatan relevan lainnya yang mendorong dihasilkannya dokumen perencanaan ruang laut yang representatif dan berkualitas, meliputi pendekatan politis, teknokratis, partisipatif, *top down* dan *bottom up*.

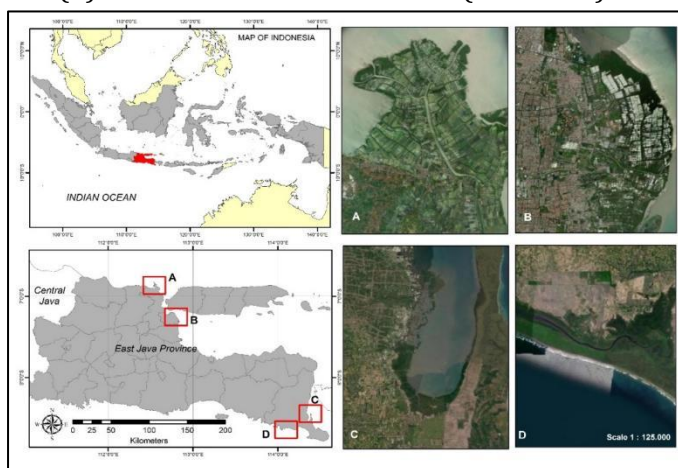
Secara konstruktif, dokumen rencana tata ruang laut dan/atau rencana zonasi dibangun dari penghimpunan material dalam bentuk data, informasi, dan aspirasi, baik yang bersifat kuantitatif, kualitatif, dan utamanya spasial (Gambar 4). Berbagai data, informasi, dan aspirasi tersebut disaring, diolah, dan dipertautkan melalui sejumlah metode analisis yang relevan untuk menjaring isu-isu strategis beserta potensi dan permasalahan yang tertangkap (Safri, 2020). Sementara itu, kekhasan dalam analisis SIG untuk perencanaan tata ruang laut adalah mekanisme tumpang susun (*overlay*) atas peta dasar dan seperangkat peta-peta tematik untuk menghasilkan delineasi pola pemanfaatan ruang yang kelak akan menjadi bahan bagi perumusan dan penetapan rencana (Kemenko Marinves, 2021).

PEMETAAN EKOSISTEM MANGROVE : STUDI KASUS JAWA TIMUR

Salah satu contoh kemampuan SIG dalam inventarisasi kondisi lingkungan pesisir adalah pemetaan multi-temporal kondisi ekosistem mangrove. Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis yang umumnya tumbuh pada tanah lumpur aluvial di daerah pantai yang terlindung atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut. Vegetasi mangrove memiliki daya adaptasi yang baik sehingga dapat tumbuh pada perairan payau dengan substrat lumpur yang tebal (Schaduw, 2019). Bentuk adaptasi yang ditunjukkan oleh vegetasi mangrove antara lain adalah sistem perakaran yang kuat, memiliki akar nafas (*pneumatofora*) dan struktur daun yang mampu bertahan terhadap kadar garam yang tinggi.

Hutan mangrove dapat ditemukan di kawasan *intertidal* daerah tropis dan sub-tropis, tersebar dari 30°Lintang Selatan hingga 30° Lintang Utara. Luas hutan mangrove di seluruh dunia pada tahun 2000 diperkirakan mencapai 13,7 juta Ha, sedangkan pada tahun 2011 luas hutan mangrove berdasarkan pengamatan citra satelit secara global bervariasi antara 11 juta – 24 juta Ha.

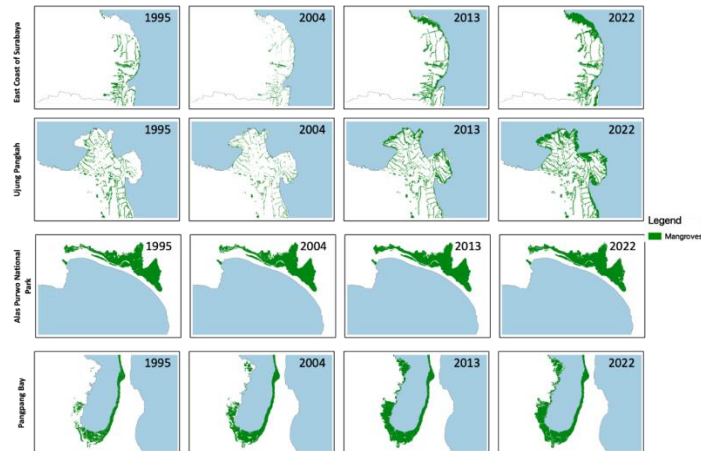
Namun luas pasti hutan mangrove di dunia sampai dengan tahun 2021 belum tersedia (Giri et al., 2011; Giri, 2021). Sementara itu, luas hutan mangrove di Indonesia menurut Badan Informasi Geospasial (BIG) pada tahun 2017 mencapai 3,36 juta Ha (Rahadian et al., 2019; KKP 2021). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021) menyebutkan bahwa menurut hasil pemutakhiran Peta Mangrove Nasional (PMN) terdapat perubahan luasan yang cukup signifikan di Indonesia. Luas eksisting mangrove nasional dari PMN 2013-2019 sebesar 3.311.245 Ha, sementara hasil pemutakhiran PMN pada tahun 2021 menjelaskan bahwa luas hutan mangrove menjadi 3.364.080 Ha. Data tersebut menunjukkan terjadinya penambahan luas hutan mangrove di Indonesia sebesar 52.835 Ha. Selanjutnya, berdasarkan data PMN luas hutan mangrove di wilayah pesisir Provinsi Jawa Timur mencapai 27.221 Ha atau $\pm 48\%$ dari total eksisting hutan mangrove di Pulau Jawa. Namun, kerusakan hutan mangrove dilaporkan terjadi di beberapa lokasi antara lain di Ujung Pangkah Gresik, pantai timur Surabaya dan muara sungai porong Sidoarjo (Prasetyo et al., 2017; Roseana & Putra, 2019; Syamsu et al., 2018). Penyebab dari kerusakan hutan mangrove di lokasi-lokasi tersebut terdiri dari beberapa faktor antara lain penebangan liar, konversi lahan menjadi tambak, tekanan lingkungan dan abrasi pantai. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2023-2024 dengan mengambil lokasi di 4 kawasan utama mangrove di Jawa Timur yaitu : (1) Ujung Pangkah Kabupaten Gresik; (2) Pesisir Timur Kota Surabaya; (3) Teluk Ujung Pangkah Banyuwangi dan (4) Taman Nasional Alas Purwo (Gambar 5).



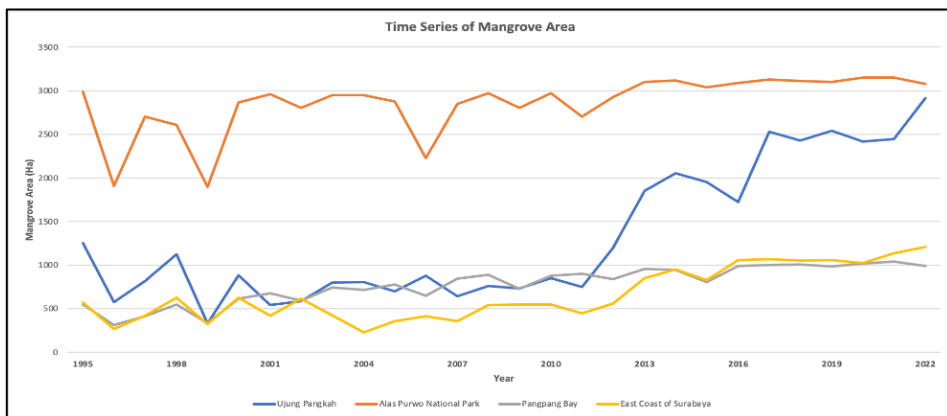
Gambar 5. Lokasi Penelitian di 4 Kawasan Hutan Mangrove Jawa Timur

Data utama yang digunakan dalam analisis spasial pada penelitian ini berasal dari citra Landsat 5 (tahun 1995-2000), Landsat 7 ETM+ (tahun 2000-2013) dan Landsat 8 (tahun 2012-2022). Hasil umum yang dapat dijelaskan adalah bahwa terdapat indikasi bahwa hutan mangrove di Jawa Timur mengalami perbaikan. Hal tersebut berbeda dengan klaim yang menyebutkan

terjadi kerusakan terus-menerus terhadap hutan mangrove di Jawa Timur. Indikasi perbaikan dapat ditinjau dari pertambahan luas mangrove dan peningkatan kerapatan vegetasi. Kawasan yang terlindung dan tingginya sedimentasi di 4 lokasi penelitian diduga sebagai penyebab terjadinya peningkatan kondisi ekosistem hutan mangrove.



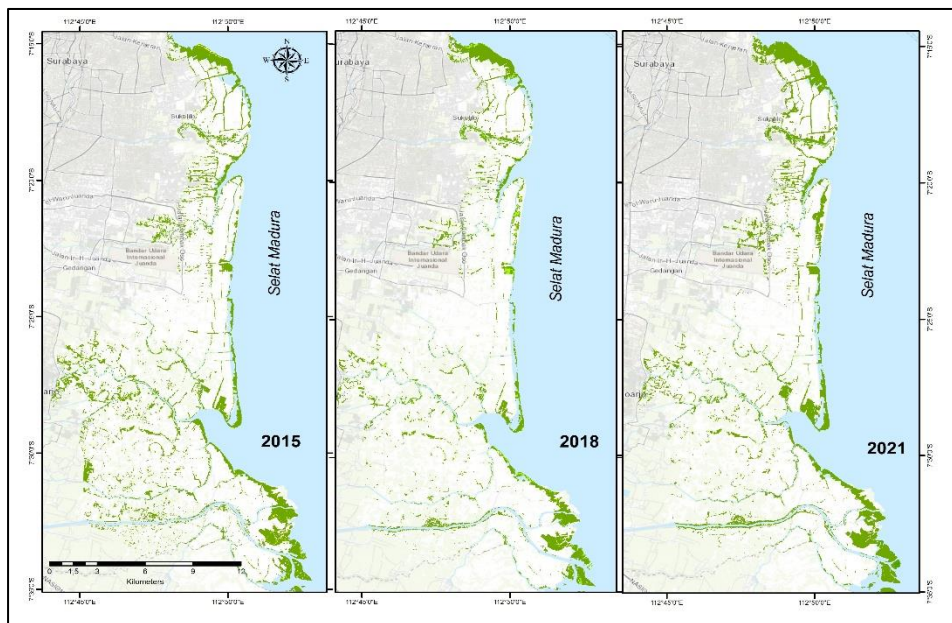
Gambar 6. Perubahan Luas Hutan Mangrove di 4 Lokasi Utama Jawa Timur Tahun 1995-2022



Gambar 7. Analisis Time Series Luas Hutan Mangrove di 4 Lokasi Utama Jawa Timur Tahun 1995-2022.

Apabila dianalisis lebih jauh, ternyata pertambahan luas hutan mangrove diiringi oleh meningkatnya kesehatan lingkungan ekosistem mangrove. Hal ini dapat diamati dari hasil penelitian lain di kawasan mangrove yang terletak di muara Sungai Porong Kabupaten Sidoarjo. Hasil analisis citra satelit Sentinel menunjukkan terjadinya dinamika luas hutan mangrove di kawasan pesisir Surabaya dan Sidoarjo. Kecenderungan yang ditunjukkan oleh hasil analisis mengarah pada kondisi yang positif yaitu bertambahnya luasan hutan mangrove. Pada tahun 2015 luas hutan mangrove di lokasi tersebut adalah 3546,91 Ha, kemudian pada tahun 2018 luas bertambah menjadi 3717,52 Ha. Selanjutnya

hasil analisis pada tahun 2021 menunjukkan pertambahan lebih dari 200 Ha, sehingga luas hutan mangrove menjadi 3956,77 Ha. Perubahan luas hutan mangrove di kawasan pesisir Surabaya dan Sidoarjo ditampilkan pada Gambar 8.

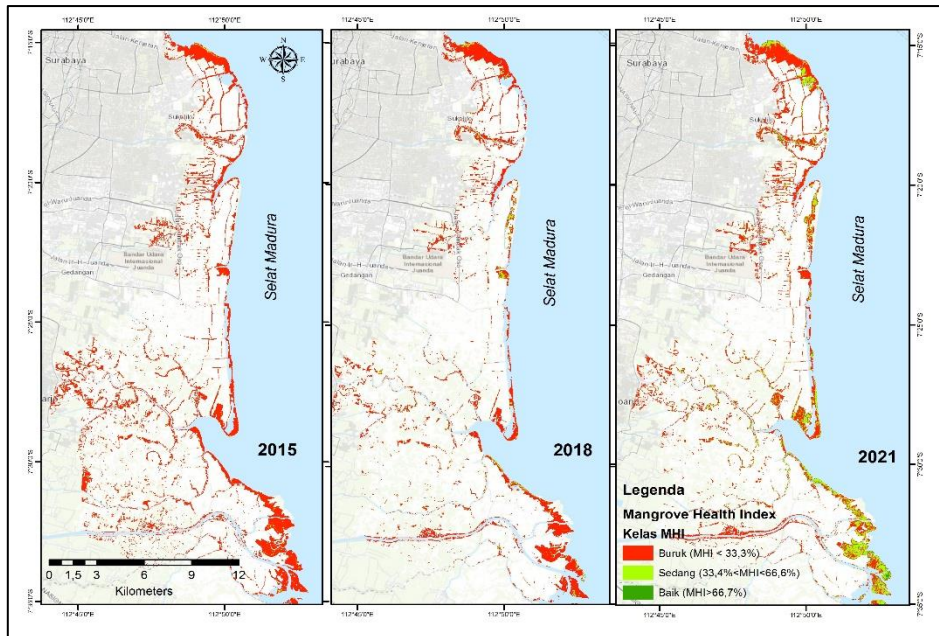


Gambar 8. Perubahan Luas Hutan Mangrove di Muara Sungai Porong 2015-2021

Analisis spasial MHI (*Mangrove Health Index*) dilakukan dengan menggunakan kombinasi 4 index vegetasi berdasarkan persamaan yang dikembangkan oleh Nurdiansah & Dharmawan (2021). Formula perhitungan yang sama juga digunakan pada penelitian lainnya antara lain Sugiana et al (2022) dan Dharmawan (2021). Secara umum terjadi perbaikan kondisi hutan mangrove berdasarkan nilai MHI di kawasan pesisir Surabaya dan Sidoarjo. Distribusi MHI berdasarkan hasil analisis disajikan pada Gambar 9. Hasil analisis pada tahun 2015 menunjukkan bahwa sebagian besar hutan mangrove di pesisir Surabaya dan Sidoarjo berada pada kondisi MHI yang buruk (Gambar 4). Kurang lebih 98% atau sekitar 3505 Ha dari total luas hutan mangrove pada tahun tersebut termasuk dalam kondisi MHI yang buruk. Sementara sisanya yaitu kurang lebih 41,51 Ha berada pada kondisi MHI sedang hingga baik. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis pada tahun 2018, luas hutan mangrove yang berada pada kondisi MHI sedang hingga baik meningkat secara signifikan menjadi 147,93 Ha dan 123,59 Ha (Hidayah & Rachman, 2023).

Perbaikan kondisi hutan mangrove kembali meningkat tajam berdasarkan hasil analisis pada tahun 2021. Luas hutan mangrove yang termasuk dalam kategori MHI sedang pada periode tersebut adalah sebesar 789 Ha sedangkan kategori MHI baik mencapai 240,75 Ha. Sementara itu, luas hutan

mangrove yang berada dalam kategori buruk turun hingga sekitar 15,05% atau lebih dari 500 Ha jika dibandingkan dengan kondisi periode sebelumnya. Lebih lanjut pada tahun 2021, prosentase luas hutan mangrove yang berada dalam kondisi MHI sedang hingga baik adalah sekitar 26,02% dari total luas hutan mangrove yang mencapai 3956,77 Ha (Gambar 9).

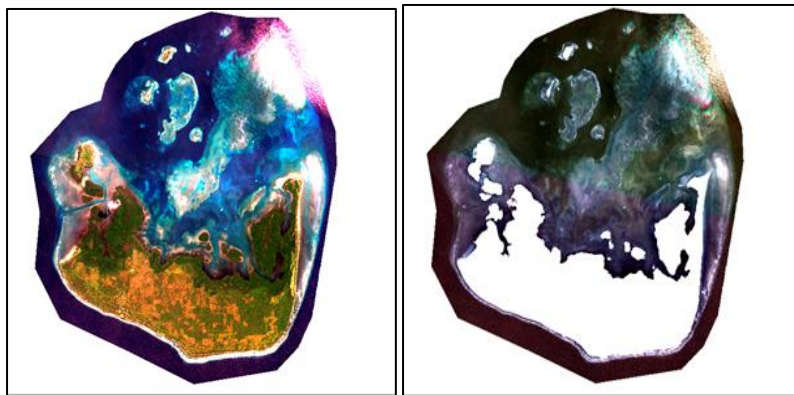


Gambar 9. Perubahan Index MHI di Muara Sungai Porong 2015-2021

PEMETAAN HABITAT BENTIK (EKOSISTEM TERUMBU KARANG DAN LAMUN)

Aplikasi analisis SIG dan penginderaan jauh pada bidang kelautan adalah untuk memetakan sebaran dan kondisi habitat bentik, khususnya terumbu karang dan lamun. Pemetaan terumbu karang memanfaatkan kedua metode tersebut pada umumnya dilakukan di perairan dangkal pesisir dan pulau-pulau kecil. Salah satu penelitian yang dilakukan pada tahun 2023 adalah pemetaan habitat bentik di Pulau Sepanjang Kabupaten Sumenep. Pemetaan sebaran terumbu karang di gugus Pulau Sepanjang menggunakan citra satelit resolusi tinggi (CSRT) PlanetScope. Citra ini memiliki resolusi spasial 3 meter dan terdiri dari 4 saluran (band) yaitu Red, Green, Blue dan NIR (Near Infra Red). Ketersediaan saluran sinar tampak (RGB) memungkinkan citra ini digunakan untuk mengidentifikasi obyek dan karakteristik substrat dasar perairan seperti terumbu karang dan lamun. Waktu akuisisi citra yang

digunakan pada penelitian ini adalah citra tahun 2018-2023 dengan tujuan agar dapat mendeteksi perubahan luas sebaran terumbu karang secara temporal pada periode tersebut.

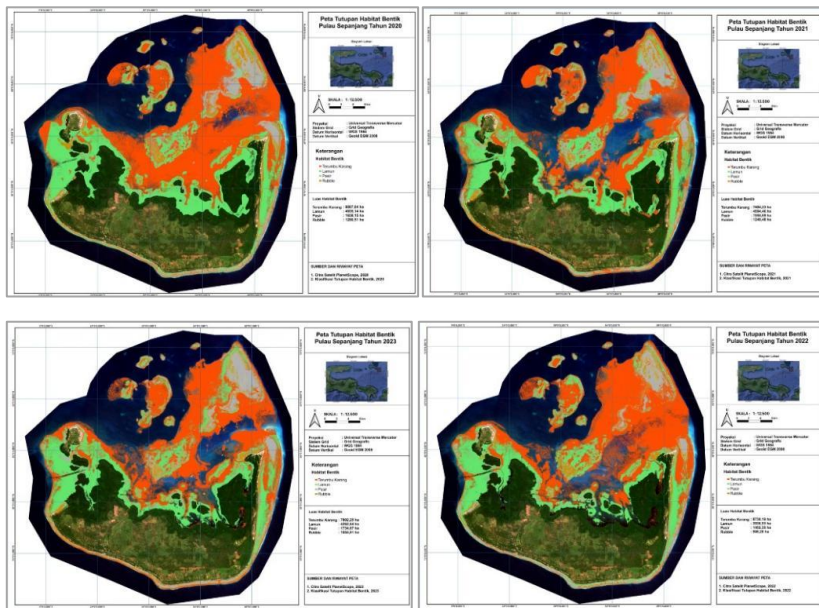


(a) (b)

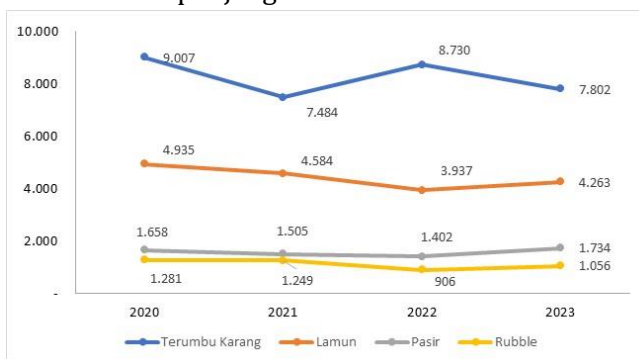
Gambar 10. Citra Planet Scope sebelum transformasi (a) dan setelah transformasi (b) kemudian dilakukan masking daratan.

Setelah dilakukan pengolahan citra awal dan uji akurasi, maka selanjutnya dilakukan klasifikasi citra satelit resolusi tinggi (CSRT) Planet Scope untuk menghasilkan peta kondisi habitat bentik di perairan Gugus Pulau Sepanjang. Klasifikasi citra dilakukan secara multitemporal untuk mendeteksi perubahan luasan. Citra yang digunakan berasal dari tahun 2020, 2021, 2022 dan 2023. Hasil klasifikasi dikelompokkan menjadi 4 kelas utama yaitu terumbu karang, lamun, pasir dan pecahan karang (*rubble*).

Hasil klasifikasi habitat bentik pada penelitian ini disajikan pada Gambar 11. Berdasarkan peta-peta tersebut terlihat bahwa perairan sekitar sebelah utara Pulau Sepanjang didominasi oleh substrat/ habitat bentik terumbu karang. Tutupan terumbu karang sebagian besar tersebar di area teluk Pulau Sepanjang dan mengelilingi pulau-pulau kecil di sekitarnya yaitu Pulau Saseeel, Tobotobo dan beberapa pulau lainnya. Tingginya tutupan terumbu karang dan juga lamun di kawasan tersebut sesuai dengan kondisi perairan yang membentuk teluk, dangkal dan relatif terlindung, dibandingkan dengan perairan di bagian selatan, barat dan timur yang berbatasan dengan laut dalam. Perubahan luas tutupan habitat bentik berdasarkan hasil pemetaan disajikan pada grafik Gambar 12.



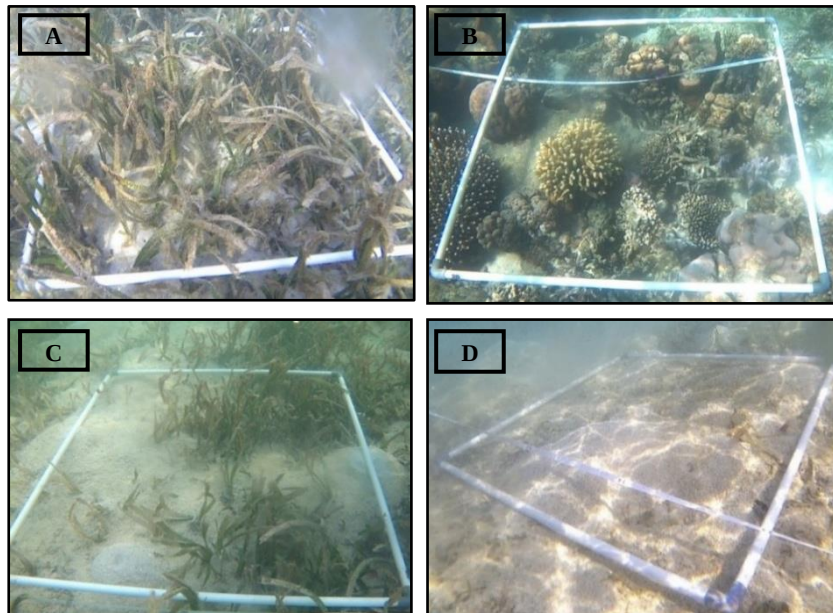
Gambar 11. Peta Perubahan Luas Habitat Benthik Pulau Sepanjang Tahun 2020-2023



Gambar 12. Perubahan Luas Habitat Benthik Pulau Sepanjang Tahun 2020-2023

Berdasarkan hasil survey terumbu karang dengan metode transek garis (LIT) dapat diketahui kondisi terumbu karang di perairan gugus Pulau Sepanjang. Gugusan karang dijumpai di sebagian pesisir Barat, Selatan, Timur dan Utara pulau Sepanjang. Kondisi terumbu karang di perairan pulau Sepanjang berada dalam kondisi buruk – sangat baik dengan kisaran tutupan 17% - 94%. Kondisi terumbu karang dengan persen penutupan < 20% dijumpai pada kedalaman sampai dengan 5 m, dimana banyak dijumpai bekas pengeboman dengan tujuan menangkap ikan (*blast fishing*) yang ditandai dengan tercatatnya karang hancur dalam bentuk butiran/pecahan (*rubble dan dead coral*). Sebagian karang terlihat ditumbuhi oleh mikroalga dan makroalga yang mengindikasikan bekas-bekas aktivitas pengeboman yang telah lampau, bahkan di beberapa

bagian telah ditumbuhi oleh karang baru. Dijumpai pula karang yang mati dengan ciri-ciri mengindikasikan kematian yang disebabkan oleh sebab alami berupa pemucatan (bleaching) dan penggunaan potas. Hal ini sesuai dengan pengamatan Suharsono (2008) yang menemukan bahwa dampak penggunaan potas pada karang menyebabkan karang cepat mati dan cepat pulih kembali. Untuk mengambil ikan yang pingsan karena potas, seringkali digunakan linggis untuk membongkar karang yang digunakan sebagai tempat perlindungan oleh ikan.

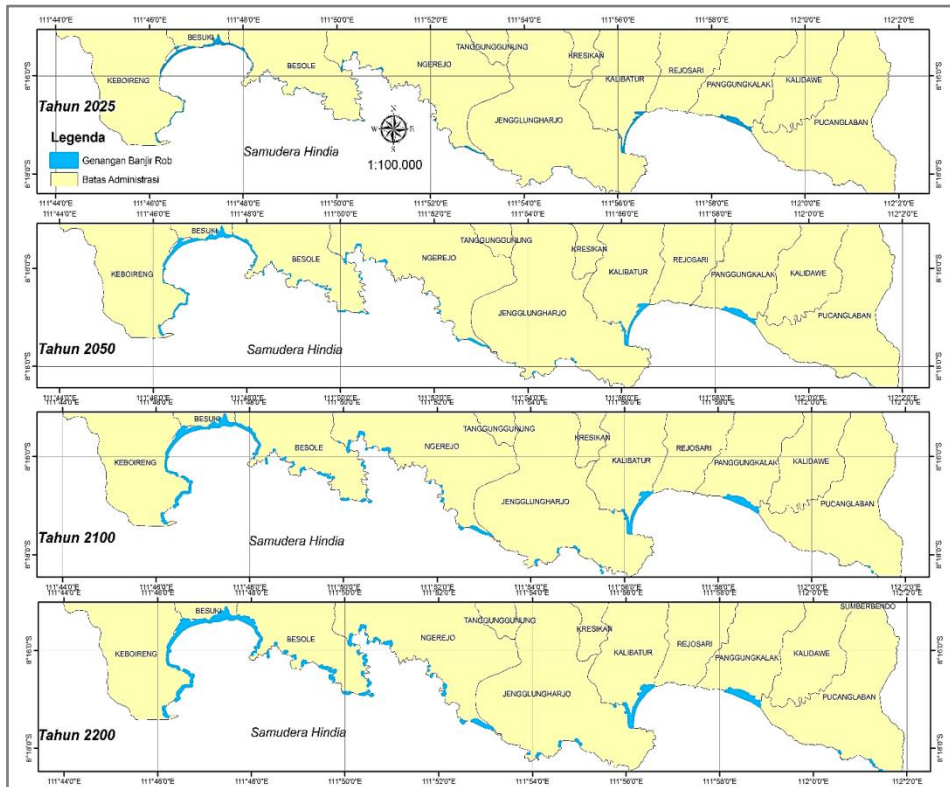


Gambar 13. Transek Kuadrat Uji Akurasi Klasifikasi
Komponen habitat bentik perairan dangkal; a. Dominan Lamun (L); b. Dominan Karang (K); c. Dominan Lamun campur pasir (LK); d. Dominan Pasir (P)

PEMODELAN SPASIAL GENANGAN AKIBAT KENAIKAN MUKA AIR LAUT

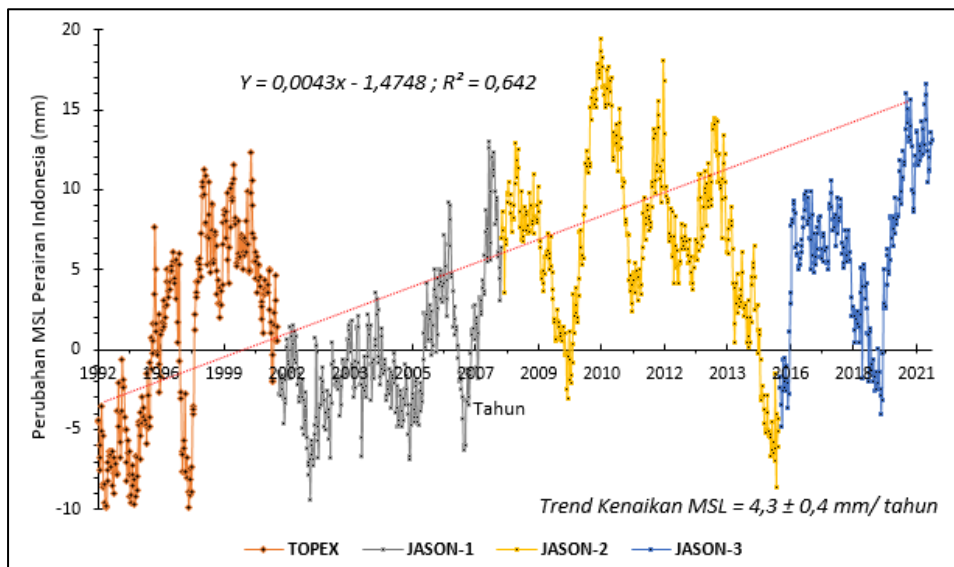
Fenomena pemanasan global mengakibatkan perubahan iklim di seluruh permukaan bumi. Selain berpengaruh terhadap kehidupan manusia dan ekosistem dunia baik secara langsung maupun tidak langsung, pemanasan global dipercaya sebagai pemicu terjadinya kenaikan muka air laut (*sea level rise*). Kenaikan muka air laut berpotensi menyebabkan terjadinya banjir pasang (rob), dimana air laut akan masuk ke daratan dan menimbulkan genangan di wilayah pesisir. Selain akibat kenaikan muka air laut, aktivitas manusia diantaranya pemompaan air tanah secara berlebihan yang mengakibatkan penurunan muka

tanah (*land subsidence*) dan reklamasi juga dapat menjadi faktor pemicu terjadinya banjir rob (Handoyo et al., 2016; Nugroho, 2013).



Gambar 14. Prediksi Area Tergenang Akibat Banjir Rob Tahun 2025-2200 Pesisir Selatan Kabupaten Tulungagung

Kenaikan muka air laut merupakan fenomena alam akibat pertambahan volume air laut. Fenomena tersebut diakibatkan oleh pemanasan global yang mempengaruhi iklim global, sehingga menyebabkan es kutub mencair dan menambah volume perairan laut. Apabila kenaikan suhu terus berlangsung, maka laju pencairan gletser juga akan semakin cepat. Berdasarkan laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2021, kenaikan muka air laut global terus mengalami peningkatan dari 3,2 mm/tahun pada periode 1993-2015 menjadi 3,6 mm/tahun pada periode 2006-2015.



Gambar 15. Hasil Analisis Trend Kenaikan Muka Air Laut

Melalui perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang Sistem Informasi Geografis (SIG), luas genangan dan potensi dampak yang terjadi akibat banjir rob dapat dimodelkan. Data utama yang digunakan untuk memprediksi tinggi genangan akibat banjir rob atau model inundasi adalah muka air laut dan topografi (Marfai, 2014, Rachman et al, 2015). Input model lainnya berupa data-data spasial yang kemudian digunakan untuk memprediksi arah dan luas genangan serta dampaknya terhadap penggunaan lahan eksisting. Melalui pemodelan-pemodelan tersebut, tindakan dan kebijakan dapat dirumuskan untuk mencegah atau meminimalisir dampak yang berpotensi timbul.

Hasil analisis data satelit altimeter TOPEX dan JASON 1-3 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan MSL dengan laju sebesar $4,3 \pm 0,4$ mm/ tahun (Gambar 15). Laju kenaikan MSL di perairan Indonesia relatif lebih tinggi apabila dibandingkan dengan laju yang terjadi di perairan Samudera Pasifik ($2,8 \pm 0,4$ mm/ tahun) dan Samudera Atlantik ($3,2 \pm 0,4$ mm/ tahun). Kecenderungan tersebut diperkirakan akibat letak geografis Indonesia yang berada tepat di ekuator bumi, sehingga pergerakan arus global membawa massa air yang berasal dari pencairan es di kutub dengan volume yang tinggi (Ariani, 2018). Hal itu tentu saja menyebabkan daratan dan kepulauan Indonesia lebih rentan terhadap dampak SLR. Kenaikan muka air laut dapat menimbulkan terjadinya banjir rob dengan frekuensi yang lebih sering yang melanda kota-kota besar di pesisir utara Jawa seperti Semarang, Jakarta dan Surabaya (Erlani & Nugrahandika, 2019; Ramdhan et al., 2019; Triana & Hidayah, 2020). Banjir rob merupakan pemicu terjadinya perubahan garis pantai akibat erosi, kerusakan

struktur bangunan pantai dan dapat menyebabkan intrusi air laut ke sumber-sumber air tawar yang terdapat di daratan (Hidayah & Apriyanti, 2020; Naufalita et al., 2019; Widiarso et al., 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmawan, I. W. . (2021). Mangrove health index distribution on the restored post-tsunami mangrove area in Biak Island, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 860(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/860/1/012007>
- Erlani, R., & Nugrahandika, W. H. (2019). Ketangguhan Kota Semarang dalam Menghadapi Bencana Banjir Pasang Air Laut (Rob). *Journal of Regional and Rural Development Planning*, 3(1), 47. <https://doi.org/10.29244/jp2wd.2019.3.1.47-63>
- Erkamim, et al. 2023. Sistem Informasi Geografis (SIG) : Teori Komprehensif. Green Pustaka Indonesia. Yogyakarta.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Remote Sensing*, 13(4), 1–6. <https://doi.org/10.3390/rs13040563>.
- Giri, Chandra. (2021). Recent advancement in mangrove forests mapping and monitoring of the world using earth observation satellite data. *Remote Sensing*, 13(4), 1–6. <https://doi.org/10.3390/rs13040563>
- Handoyo, G., Suryoputro, A. A. D., & Subardjo, P. (2016). Genangan Banjir Rob Di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 55. <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i1.601>
- Hidayah, Z., & Nuzula, N. I. (2019). Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Studi Kasus Selat Madura, Jawa Timur. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2), 127-134.
- Hidayah, Z., & Apriyanti, A. (2020). Deteksi Perubahan Garis Pantai Teluk Jakarta Bagian Timur Tahun 2003-2018. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 13(2), 143–150. <https://doi.org/10.21107/jk.v13i2.7980>
- Hidayah, Z., & Wiyanto, D. B. (2021). Pemodelan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kesesuaian Wilayah Perairan Dan Pesisir Selat Madura. *Rekayasa*, 14 (1), 17–25
- Hidayah, Z., & Rachman, H. A. (2023). Pemetaan kondisi hutan mangrove di kawasan pesisir Selat Madura dengan pendekatan Mangrove Health Index memanfaatkan citra satelit Sentinel-2. *Majalah Geografi Indonesia*, 37(1), 84-91.

- Hidayah, Z., Ilhami, S. A. A., As-Syakur, A., Wiyanto, D. B., & Wirayuhanto, H. (2023). Pemodelan Spasial Genangan Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Selatan Kabupaten Tulungagung Jawa Timur. *Jurnal Kelautan Nasional*, 18(1), 1-12.
- Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi. 2021. Menata Ruang Laut Indonesia. Deputi Sumber Daya Maritim Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman Dan Investasi Republik Indonesia. Jakarta.
- Marfai, M. A. (2014). Impact of sea level rise to coastal ecology: A case study on the northern part of java island, indonesia. *Quaestiones Geographicae*, 33(1), 107–114. <https://doi.org/10.2478/quageo-2014-0008>
- Naufalita, A., Subiyanto, S., & Hani'ah. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Perubahan Zona Nilai Tanah Pada Daerah Genangan Banjir Rob Di Kecamatan Pekalongan Utara Tahun 2014-2018. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 38–47.
- Nugroho, A. R., Tamagawa, I., & Harada, M. (2021). The relationship between river flow regimes and climate indices of ENSO and IOD on code river, southern Indonesia. *Water (Switzerland)*, 13(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/w13101375>
- Nurdiansah, D., & Dharmawan, I. W. E. (2021). Spatial and Temporal Analysis for Mangrove Community Healthiness in Liki Island, Papua-Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 944(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/944/1/012017>
- Prasetyo, A., Santoso, N., & Prasetyo, L. B. (2017). Kerusakan Ekosistem Mangrove di Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 8(2), 130–133. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.2.130-133>
- Rachman, R. K., Ismunarti, D. H., & Handoyo, G. (2015). Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Genangan Banjir Rob di Kecamatan Semarang Utara. *Journal of Oceanography*, 4(1), 1-9
- Ramdhan, M., Nur Amri, S., & Gunawan Priyambodo, D. (2019b). Survey Identifikasi Pulau-Pulau Tenggelam Di Teluk Jakarta Identification Survey of Sinking Island in Jakarta Bay. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(1), 1–6. www.ioc-sealevelmonitoring.org.
- Rahadian, A., Prasetyo, B., Setiawan, Y., Dan, J., & Wikantika, K. (2019). Tinjauan Historis Data dan Informasi Luas Mangrove Indonesia. *Media Konservasi*, 24(2), 163–178.
- Roseana, B., & Putra, M. (2019). Analisis Kerapatan dan Perubahan Luas Lahan Mangrove Kabupaten Sidoarjo 2013-2017. *Jurnal Geomaritim Indonesia*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.37707/1037-0033-2909.I26.1.78>

- Schaduw, J. N. W. (2019). Struktur Komunitas dan Persentase Penutupan Kanopi Mangrove Pulau Salawati Kabupaten Kepulauan Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Majalah Geografi Indonesia*, 33(1), 26–34. <https://doi.org/10.22146/mgi.34745>
- Sugiana, I. P., Agung, A., Andiani, E. K. A., Ayu, I. G., Pradnyandari, I., Gede, I. W., Karang, A., As-syakur, A. B. D. R., & Dharmawan, I. W. E. K. A. (2022). Spatial Distribution of Mangrove Health Index on Three Genera Dominated Zones In Benoa Bay , Bali , Indonesia. *Biodiversitas*, 23(7), 3407–3418. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230713>
- Syamsu, I. F., Nugraha, A. Z., Nugraheni, C. T., & Wahwakhi, S. (2018). Kajian Perubahan Tutupan Lahan di Ekosistem Mangrove Pantai Timur Surabaya. *Jurnal Media Konservasi*, 23(2), 122–131.
- Triana, Y. T., & Hidayah, Z. (2020). Kajian Potensi Daerah Rawan Banjir Rob dan Adaptasi Masyarakat Di Wilayah Pesisir Utara Surabaya. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(1), 141–150. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i1.6961>
- Widiarso, D. A., Winarno, T., & Haryanto, W. (2020). Pengaruh Intrusi Airlaut dan Banjir Pasang (Rob) terhadap Sifat Specific Gravity dan Unit Weight Tanah Lempung Aluvial di Kota Semarang. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 3(3), 129–134. <https://doi.org/10.14710/jgt.3.3.2020.129-134>

PERANAN DATA SCIENCE DALAM PERKEMBANGAN DUNIA MEDIS DAN AGRICULTURE MELALUI DATA CITRA

Prof. Dr. Aeri Rachmad, S.T., M.T.

KONSEP DATA SCIENCE

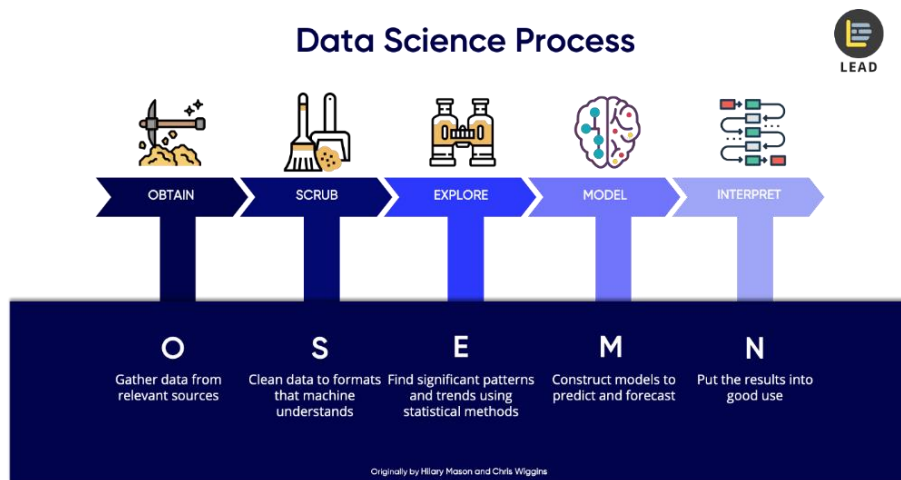
Perkembangan teknologi informasi yang pesat di era digital saat ini telah membawa perubahan besar dalam pengolahan dan analisis data. Seiring dengan meningkatnya jumlah data yang dihasilkan oleh berbagai sektor seperti bisnis, kesehatan, pendidikan, dan pemerintahan, kebutuhan untuk memanfaatkan data sebagai aset yang berharga juga semakin penting [1]. Dalam beberapa tahun terakhir, muncul bidang baru yang berkembang pesat dalam analisis data dalam konsep big data, yaitu *Data science*.

Data science berfokus pada pengumpulan, pengolahan, analisis, dan interpretasi data untuk menemukan pola, membuat prediksi, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data [1]. Bidang ini mencakup penggunaan metode statistik, pemrograman, dan teknologi machine learning untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang bermanfaat. Oleh karena itu, *Data science* menjadi topik yang populer dan menarik perhatian banyak orang dari berbagai bidang, seperti matematika, statistik, teknologi informasi, dan ilmu komputer [1].

Data science adalah bidang yang menggabungkan ilmu statistik, matematika, dan teknologi komputer untuk mendapatkan pengetahuan dan wawasan berharga dari data [2]. Dengan memanfaatkan teknik dan algoritma canggih, *Data science* membantu perusahaan dan organisasi membuat keputusan yang lebih baik, menemukan peluang bisnis, dan memprediksi tren masa depan [3]. Kemajuan teknologi komputasi, banyaknya data yang tersedia, serta peningkatan kapasitas penyimpanan telah menjadikan *Data science* sebagai elemen kunci dalam pengambilan keputusan berbasis data.

Data science tidak hanya penting di dunia bisnis, tetapi juga di berbagai sektor lainnya. Dalam bidang kesehatan, *Data science* digunakan untuk menganalisis catatan medis dan memprediksi risiko penyakit. Di dunia pendidikan, *Data science* membantu mengidentifikasi kebutuhan siswa dan meningkatkan efektivitas pengajaran. Dalam pemasaran, perusahaan menggunakan analisis data untuk memahami perilaku konsumen dan merancang strategi yang lebih tepat sasaran. Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak perusahaan seperti Google, Amazon, dan Facebook yang mengandalkan *Data science* untuk mengembangkan produk dan layanan baru,

serta meningkatkan produk dan layanan yang sudah ada [1]. *Data Scientist* di perusahaan-perusahaan ini umumnya bekerja berdasarkan framework OSEMN dan mengikuti tahapan dalam *Data science life cycle* [4][1].

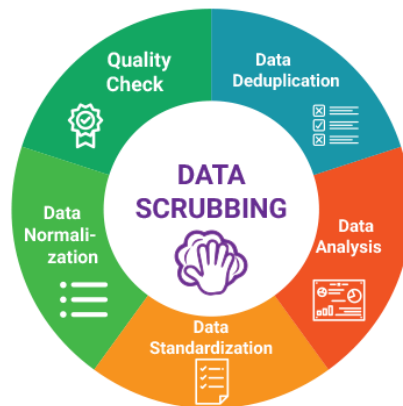


Gambar 1. Proses *Data Science*



Gambar 2. *Obtain*

Pada langkah pertama ini, *Data Scientist* menjalankan tugas yang disebut Obtain. Tahap Obtain berarti *Data Scientist* mulai mengumpulkan semua data yang relevan dengan tujuan atau target yang ingin dicapai. Dalam proses ini, *Data Scientist* perlu memiliki kepekaan yang baik dalam memilih data dan juga harus mampu menanyakan pertanyaan yang tepat berdasarkan pemahaman bisnis (*business understanding*) untuk memastikan tujuan pengumpulan data dan hasil analisis bisa tercapai.



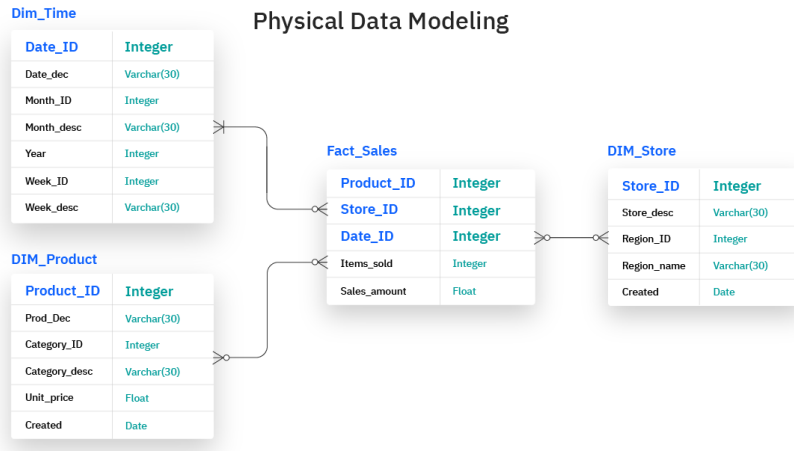
Gambar 3. *Data Scrubbing*

Pada tahap kedua, data yang telah dikumpulkan akan melalui proses pembersihan atau *data cleaning*. *Data Scientist* akan memeriksa seluruh data secara menyeluruh, mulai dari format, konsistensi, jenis, atribut, hingga mendeteksi anomali dalam dataset. Tahapan pembersihan data ini melibatkan penanganan data yang hilang (*handling missing data*), memperbaiki nilai yang tidak valid, menghapus duplikasi, menyusun struktur data, dan melakukan *feature engineering*.



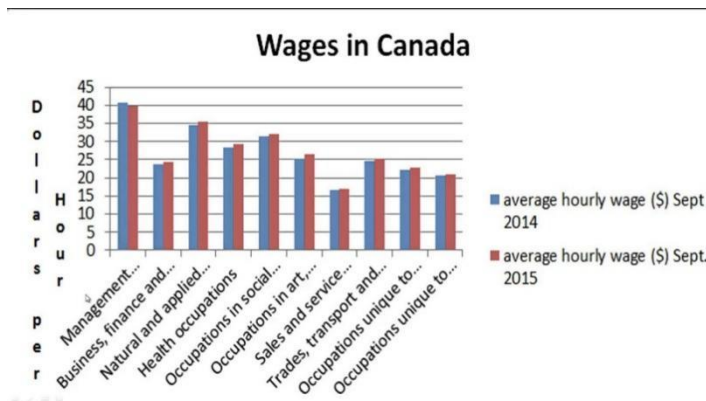
Gambar 4. *Tahapan Explore*

Lanjut pada tahap eksplorasi atau explore. Disini *Data Scientist* bertugas untuk mengeksplorasi pola dari data yang sudah diberikan pada tahap kedua yaitu scrubbing data. *Data Scientist* perlu memandang hasil eksplorasi pola dari sudut pandang domain knowledge ataupun ilmu bisnis. Hal ini dilakukan agar *Data Scientist* bisa merumuskan saran atau solusi yang akurat dan relevan berdasarkan pola yang telah dieksplorasi.



Gambar 5. *Modelling*

Tahap selanjutnya adalah Pemodelan (*Modelling*). Di sini, *Data Scientist* melakukan pemodelan data berdasarkan hasil eksplorasi pola dari tahap sebelumnya, yaitu *Explore*. Dalam proses ini, hanya data yang relevan dengan prediksi hasil akhir yang akan digunakan. Tahap pemodelan juga merupakan tahap yang menarik, di mana banyak keajaiban bisa terjadi dan hasil yang menakjubkan dapat dihasilkan.



Gambar 6. *Interpretasi*

Tahap terakhir, yang juga paling penting, adalah Interpretasi. Di tahap ini, *Data Scientist* harus menjelaskan model yang telah dibuat. Mereka akan mempresentasikan temuan kepada para pemangku kepentingan agar model data dan wawasan yang ditemukan dapat dipertanggungjawabkan

PERKEMBANGAN DATA SCIENCE

Pada mulanya, *Data science* diproses secara manual dengan metode statistika yang sederhana, menggunakan teknik-teknik seperti pengukuran rerata, distribusi, dan regresi yang sudah diperkenalkan sejak abad ke-18 [5]. Para ahli statistika pada era tersebut hanya dapat memanfaatkan alat-alat dasar untuk menganalisis data dalam jumlah yang terbatas.

Pada abad ke-21 ini, perkembangan teknologi informasi telah menghasilkan berbagai macam data dalam jumlah yang sangat besar. Sesuai dengan namanya, ilmu data atau *Data science* adalah bidang yang memanfaatkan data serta sains atau ilmu pengetahuan yang diperlukan untuk mengolah, menganalisis, dan mengambil kesimpulan dari data tersebut [6]. Meskipun konsep ilmu data sudah mulai didengungkan sejak tahun 1980-an dan 1990-an, bidang ini baru benar-benar mendapatkan perhatian dan diakui sebagai disiplin ilmu yang terpisah pada sekitar tahun 2009 atau 2011 [6]. Pada tahun 1962, John Tukey dalam karyanya yang berjudul *The Future of Data Analysis*, menggambarkan perubahan besar dalam bidang statistik [7]. Tukey merujuk pada sinergi antara statistik dan komputer, yang muncul saat komputer pertama kali mulai digunakan untuk menyelesaikan masalah matematika [8]. Pada tahun 1974, seorang ahli statistik bernama Peter Naur memperkenalkan istilah *Data science* untuk pertama kalinya dalam konteks pengolahan data ilmiah. Meskipun pada saat itu, istilah ini belum sepenuhnya dipahami sebagai disiplin yang terpisah, gagasan dasar dari *Data science* adalah untuk menggabungkan analisis statistik dan pemrosesan data dengan komputer [9].

Seiring waktu, *Data science* berkembang pesat dari sekadar analisis statistik tradisional menjadi disiplin yang lebih kompleks, dengan big data, machine learning (ML), dan kecerdasan buatan (AI) menjadi pilar utamanya. Peningkatan volume, kecepatan, dan variasi data digital yang dihasilkan oleh sistem informasi menuntut metode yang lebih canggih. Pada masa inilah, konsep data mining dan analisis data yang lebih kompleks mulai berkembang, dan teknologi cloud computing mulai digunakan untuk mendukung pemrosesan data skala besar tanpa memerlukan infrastruktur fisik yang mahal. Cloud computing memudahkan penyimpanan dan pengolahan data dalam jumlah besar, bahkan bagi perusahaan kecil sekalipun, dengan akses yang lebih fleksibel.

Peran *Data Scientist* juga mengalami pergeseran. Tidak hanya menganalisis data, mereka kini berperan dalam pengambilan keputusan berbasis data dalam bisnis. Hal ini didukung oleh kemajuan machine learning dan AI yang mampu mengolah dan memprediksi pola dari data besar. Algoritma ML seperti decision trees, clustering, dan neural networks banyak digunakan dalam aplikasi seperti pengenalan gambar, pengolahan bahasa alami (NLP), dan

analisis prediktif. Selain itu, peran baru seperti data engineer, data analyst, dan machine learning engineer muncul untuk mendukung seluruh siklus analisis data, mencerminkan bagaimana kompleksitas *Data science* terus berkembang.

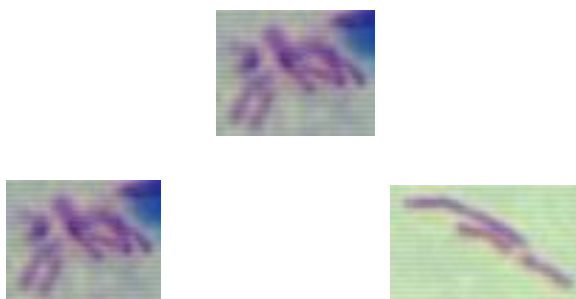
Para ahli mulai mengidentifikasi bahwa pendekatan tradisional terhadap analisis data tidak lagi memadai untuk menghadapi volume data yang besar dan beragam. Pada awalnya, teknologi big data sudah mulai diterapkan meskipun belum memiliki nama khusus. Pada tahun 2005, Roger Mougalas kemudian memberi nama teknologi ini sebagai big data, yang merujuk pada kumpulan data berukuran sangat besar. Pada masa itu, belum tersedia alat yang mampu mengolah dan memproses data dalam skala besar untuk tujuan tertentu [10]. Sejarah big data dimulai pada tahun 1663 ketika John Graunt mencatat dan menganalisis data kematian di London. Pada 1887, Herman Hollerith menciptakan mesin komputasi untuk membantu pengaturan sensus penduduk, dan pada 1937 Amerika Serikat meluncurkan proyek big data untuk melacak kontribusi tenaga kerja. Tahun 1943, Inggris mengembangkan Colossus, mesin untuk memecahkan kode Nazi, dan selama Perang Dingin, AS mengelola data besar dengan tim ahli kriptografi. Pada 1965, pusat data dengan penyimpanan magnetik mulai digunakan, menandai era penyimpanan elektronik. Pada 1989, Tim Berners-Lee menciptakan World Wide Web, mempercepat perkembangan big data dengan pertumbuhan perangkat terhubung. Tahun 2005, istilah big data muncul saat Google dan Yahoo memperkenalkan Hadoop untuk mengelola data besar. Di India, 2009, database biometrik terbesar mulai dibangun, sementara Facebook memperkenalkan Open Compute Project untuk pusat data pada 2011. Sejak 2013, Google, Microsoft, dan negara lain terus memperbesar kapasitas data center, dengan inovasi seperti jaringan 400G pada 2018, *edge computing* pada 2020, dan jaringan 1000G di tahun 2021 [10]. Di tahun 2022, *Data science* mulai memanfaatkan *federated learning*, metode yang memungkinkan pengembangan model AI tanpa menggabungkan data dari berbagai sumber, sehingga melindungi privasi pengguna. Kemajuan *low-code* dan *no-code platforms* juga memudahkan pengguna tanpa keahlian teknis untuk mengembangkan aplikasi berbasis data [11]. Pada 2023, *quantum computing* mulai berdampak pada data science, memungkinkan pemrosesan data dalam volume besar dengan kecepatan tinggi dan membuka peluang algoritma yang lebih canggih. *Explainable AI* (XAI) juga menjadi prioritas, menciptakan model AI yang lebih mudah dipahami dan transparan. Di 2024, perhatian mulai beralih pada *artificial general intelligence* (AGI) yang dapat melakukan berbagai tugas dengan lebih fleksibel. Selain itu, *decentralized data processing* berbasis blockchain diprediksi semakin populer untuk pengolahan data yang lebih aman dan terdesentralisasi [12].

Data science terus berkembang seiring dengan inovasi-inovasi teknologi. Teknologi seperti deep learning, edge computing, dan cloud hybrid memperluas cakupan aplikasi data science. *Data science* saat ini tidak lagi sekadar untuk analisis, tetapi juga untuk pengambilan keputusan strategis di berbagai bidang industri, seperti kesehatan, keuangan, dan ritel. Seiring dengan kemajuan ini, kebutuhan akan kemampuan *Data science* terus meningkat, menjadikannya salah satu bidang yang paling dinamis dan penting di era digital.

DATA CITRA / GAMBAR

Data science telah menjadi alat penting dalam berbagai sektor, termasuk kesehatan dan agrikultur, di mana analisis data yang mendalam dapat memberikan dampak langsung pada peningkatan kualitas hidup manusia. Dengan kemampuan untuk mengolah, menginterpretasi, dan mengekstraksi wawasan dari beragam jenis data, *Data science* membantu para profesional di bidang medis dan agrikultur dalam mendeteksi masalah sejak dini dan menentukan langkah perbaikan yang tepat.

Di sektor kesehatan, khususnya, *Data science* sangat berperan dalam pemrosesan dan analisis data medis untuk mempercepat proses diagnosis dan mengoptimalkan perawatan. Salah satu aplikasi penting adalah penggunaan data citra medis untuk mendeteksi penyakit seperti TBC (*tuberculosis*). Data citra ini berasal dari hasil pemindaian citra dahak yang, jika dianalisis dengan teknik *machine learning* dan *deep learning*, mampu mengidentifikasi tanda-tanda awal infeksi TBC secara otomatis. Dengan metode ini, para tenaga medis dapat mendiagnosis penyakit dengan lebih cepat dan akurat, terutama di wilayah yang mungkin terbatas aksesnya ke spesialis.



Gambar 7. Data Citra Dahak TB

Di sektor agrikultur, *Data science* juga mengandalkan analisis data citra untuk meningkatkan hasil produksi tanaman. Contohnya, gambar penyakit daun tanaman jagung yang bisa diolah menggunakan algoritma AI untuk mendeteksi tanda-tanda hama, penyakit, atau kondisi kekeringan yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Dengan analisis ini, petani dapat memantau kesehatan