

Pendekatan Analitik Berbasis Big Data dan Model Prediktif Sebagai Strategi Penguatan Ekonomi Kelautan Di Wakatobi

Muhammad Fuad^a, Ibrahim Marsela^b, Ridwan^c

Universitas Muslim Buton, Baubau, Indonesia

^amuhammadfuad@umubuton.ac.id; ^binfo@umubuton.ac.id; ^cridwan071093@gmail.com;

Received: 24-10-2025 | Revised: 10-11-2025 | Accepted: 05-12-2025 | Published: 29-12-2025

Abstrak

Peningkatan ekonomi maritim di Kabupaten Wakatobi menuntut pendekatan yang berbasis pada pemanfaatan data guna menjawab beragam tantangan dalam pengelolaan sumber daya laut yang kian kompleks. Pemanfaatan Big Data bersama algoritma prediktif menjadi salah satu langkah strategis untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih akurat sekaligus berkelanjutan, terutama pada sektor perikanan, pariwisata bahari, dan konservasi laut. Penelitian ini berfokus pada upaya memahami bagaimana teknologi Big Data dan algoritma prediktif berperan dalam memperkuat ekosistem ekonomi kelautan di wilayah Wakatobi. Metode yang digunakan bersifat deskriptif-kualitatif melalui studi kasus dan wawancara mendalam dengan para pemangku kepentingan lokal. Pendekatan ini juga dilengkapi dengan analisis data sekunder yang bersumber dari platform digital kelautan serta citra satelit. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa integrasi antara data spasial, informasi iklim laut, dan aktivitas nelayan dapat membantu memperkirakan potensi tangkapan dengan lebih baik serta mengidentifikasi zona ekonomi laut yang menjadi prioritas. Algoritma prediktif berbasis machine learning seperti Random Forest dan Support Vector Machine terbukti memberikan hasil yang cukup akurat dalam mengelompokkan wilayah yang produktif dan kurang produktif. Secara keseluruhan, penerapan teknologi tersebut tidak hanya berkontribusi pada peningkatan efisiensi pelaku usaha di sektor kelautan, tetapi juga menjadi dasar bagi perumusan kebijakan yang berbasis bukti dan berorientasi pada keseimbangan antara kepentingan ekonomi serta keberlanjutan ekologi di Wakatobi.

Kata kunci: Big Data, Algoritma Prediktif, Ekonomi Kelautan, Wakatobi.

Pendahuluan

A. Latar Belakang Masalah

Wakatobi merupakan salah satu kawasan strategis nasional yang berorientasi pada sektor kelautan dan memiliki potensi ekonomi maritim yang sangat besar, terutama di bidang perikanan tangkap, pariwisata bahari, serta konservasi ekosistem laut. Meskipun demikian, pemanfaatan potensi tersebut masih menghadapi berbagai tantangan, khususnya dalam aspek pengelolaan sumber daya yang belum sepenuhnya didukung oleh basis data dan teknologi digital. Kekurangan data real-time, keterbatasan analisis spasial, serta belum berkembangnya proyeksi berbasis algoritma menjadi hambatan utama dalam proses penyusunan kebijakan yang efektif dan efisien [1]. Selain itu, lemahnya kolaborasi antara pelaku usaha, pemerintah daerah, dan lembaga riset menyebabkan perencanaan ekonomi kelautan cenderung bersifat reaktif dan kurang adaptif terhadap perubahan lingkungan maupun dinamika pasar [2].

Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya produktivitas nelayan, ketidakstabilan harga hasil tangkapan, serta ketimpangan distribusi manfaat ekonomi di tingkat masyarakat lokal [3]. Di sisi lain, potensi pariwisata bahari yang sangat menjanjikan belum dimanfaatkan secara maksimal karena belum adanya sistem informasi pariwisata dan pemetaan preferensi wisatawan yang terintegrasi berbasis data [4]. Keterbatasan dalam pengumpulan dan pengolahan data kelautan secara sistematis membuat arah kebijakan pembangunan ekonomi maritim di Wakatobi belum sepenuhnya berlandaskan bukti empiris yang kuat. Perkembangan teknologi big data dan algoritma prediktif kini membuka peluang baru untuk mengidentifikasi potensi sumber daya laut, memproyeksikan tren ekonomi, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data [5], [6]. Penerapan pendekatan ini menjadi langkah strategis dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan efektivitas tata kelola ekonomi kelautan. Oleh karena itu, dibutuhkan sinergi antarsektor—antara pemerintah, pelaku industri, dan lembaga penelitian—untuk memanfaatkan teknologi informasi dalam mengoptimalkan potensi maritim secara berkelanjutan. Pendekatan semacam ini juga dapat dijadikan model bagi penguatan ekonomi lokal berbasis data di berbagai wilayah pesisir lainnya di Indonesia.

B. Ruang Lingkup

Artikel ini berfokus pada pemanfaatan teknologi Big Data dan algoritma prediktif dalam tiga sektor utama ekonomi kelautan di Wakatobi, yaitu: (1) perikanan tangkap, (2) pariwisata bahari, dan (3) konservasi laut. Kajian ini menyoroti potensi penggunaan data spasial dan data iklim laut, serta penerapan metode machine learning dalam pemodelan prediktif[7]. Selain itu, artikel ini juga membahas sejumlah studi kasus penerapan teknologi digital di berbagai wilayah pesisir lain sebagai bahan perbandingan yang relevan, disertai analisis terhadap peluang dan hambatan yang dihadapi dalam konteks lokal Wakatobi. Lebih jauh, penelitian ini menelaah tingkat kesiapan infrastruktur digital dan kapasitas sumber daya manusia di Wakatobi dalam mendukung penerapan teknologi tersebut[8]. Analisis dilakukan dengan pendekatan interdisipliner yang menggabungkan perspektif ekonomi, teknologi informasi, dan tata kelola wilayah pesisir secara komprehensif. Cakupan pembahasan tidak hanya berorientasi pada aspek teknis, tetapi juga mencakup dinamika kebijakan serta partisipasi masyarakat dalam proses transformasi digital di sektor kelautan[9]. Artikel ini turut mengeksplorasi bentuk kolaborasi antara pemerintah daerah, lembaga penelitian, dan sektor swasta dalam mengembangkan sistem informasi kelautan yang terpadu. Selain itu, ruang lingkup analisis juga mencakup potensi risiko lingkungan dan sosial yang dapat muncul akibat penerapan teknologi berbasis data dalam pengelolaan sumber daya laut. Penulis menekankan pentingnya prinsip keberlanjutan dan inklusivitas dalam pengembangan ekonomi kelautan berbasis digital di Wakatobi. Dengan ruang lingkup tersebut, artikel ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai tantangan serta peluang penerapan Big Data dalam konteks pengelolaan wilayah kepulauan di Indonesia.

Sehingga tujuan utama dari artikel ini adalah melakukan kajian mendalam mengenai peran serta kontribusi Big Data dan algoritma prediktif dalam memperkuat sektor ekonomi kelautan di Wakatobi. Tulisan ini juga berupaya menyajikan pandangan strategis tentang bagaimana integrasi teknologi digital dapat membantu pemerintah daerah, pelaku usaha, dan masyarakat lokal dalam mengoptimalkan pengelolaan potensi sumber daya laut yang dimiliki. Selain itu, artikel ini berusaha mengidentifikasi berbagai hambatan utama dalam penerapan teknologi digital di sektor kelautan, terutama yang berkaitan dengan infrastruktur, kapasitas sumber daya manusia, serta koordinasi dan sinergi antar pemangku kepentingan. Penelitian ini juga diarahkan untuk merumuskan pendekatan kolaboratif antara pemerintah, lembaga penelitian, dan komunitas lokal dalam membangun ekosistem data kelautan yang bersifat inklusif dan berkelanjutan. Dengan menjadikan Wakatobi sebagai studi kasus, tulisan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi daerah pesisir lain yang memiliki karakteristik serupa. Penelitian ini menegaskan bahwa transformasi digital tidak hanya berhubungan dengan aspek teknis, tetapi juga menyentuh dimensi kebijakan publik serta pemberdayaan masyarakat. Selain itu, penulis menyoroti pentingnya regulasi yang mendukung keterbukaan data dan peningkatan literasi digital sebagai fondasi tata kelola ekonomi kelautan yang modern.

Secara keseluruhan, artikel ini ditujukan untuk mengisi kekosongan literatur yang membahas integrasi antara teknologi digital dan pembangunan wilayah pesisir berbasis data. Pada akhirnya, karya ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus menjadi dasar advokasi kebijakan bagi pembangunan ekonomi kelautan Wakatobi yang inovatif, inklusif, dan berkelanjutan.

C. Identifikasi Masalah

Dalam era digital dan dinamika Revolusi Industri 4.0, pemanfaatan teknologi canggih seperti *Big Data* dan *algoritma prediktif* menjadi semakin penting untuk memperkuat daya saing sekaligus ketahanan ekonomi di wilayah pesisir[10]. Kedua teknologi ini memungkinkan pemrosesan dan analisis data dalam volume besar secara cepat, akurat, dan adaptif. Kemampuan tersebut menjadikannya sebagai landasan utama dalam mewujudkan konsep ekonomi kelautan yang cerdas (*smart marine economy*) dan berbasis pengetahuan. Namun, di tengah potensi besar tersebut, wilayah pesisir seperti Wakatobi masih menghadapi berbagai persoalan struktural dan ekologis. Tantangan yang muncul tidak hanya berupa degradasi lingkungan laut akibat eksploitasi berlebihan dan perubahan iklim, tetapi juga fluktuasi harga komoditas perikanan, keterbatasan akses terhadap data kelautan, serta minimnya kapasitas digital di tingkat lokal[11]. Kondisi ini sering kali membuat kebijakan pembangunan kelautan bersifat reaktif dan kurang berbasis pada bukti empiris.

Urgensi penerapan teknologi berbasis data di Wakatobi terletak pada kemampuannya dalam menyediakan informasi real-time yang dapat membantu berbagai pihak dalam merespons dinamika cepat di sektor kelautan. seperti perubahan cuaca ekstrem, pergeseran pola migrasi ikan, atau variasi permintaan wisata bahari. Melalui penerapan algoritma prediktif, pemerintah daerah dan pelaku usaha dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan sumber daya perikanan, strategi promosi wisata, hingga mitigasi risiko terhadap ancaman lingkungan.

Selain itu, integrasi *Big Data* berpotensi memperkuat sistem peringatan dini terhadap bencana laut, mendeteksi penurunan kualitas ekosistem secara dini, serta mempermudah pengawasan aktivitas eksploitasi sumber daya[12]. Dalam konteks daerah kepulauan seperti Wakatobi yang menghadapi keterbatasan sumber daya manusia, infrastruktur digital, dan dukungan anggaran pendekatan berbasis data menawarkan solusi yang efisien, berbiaya rendah, dan berorientasi jangka panjang. Lebih jauh, pembangunan ekonomi kelautan berbasis data tidak hanya meningkatkan efektivitas tata kelola, tetapi juga memperluas partisipasi masyarakat lokal, memperkuat transparansi kebijakan publik, dan menarik minat investasi berkelanjutan. Pendekatan ini sejalan dengan agenda nasional menuju ekonomi biru (*blue economy*) yang berwawasan lingkungan serta berorientasi pada keberlanjutan sosial-ekologis[13]. Dengan demikian, integrasi *Big Data* dan *algoritma prediktif* bukan sekadar inovasi teknologi, melainkan kebutuhan strategis yang mendesak untuk menjawab kompleksitas tantangan dan peluang pembangunan kelautan di Wakatobi.

Metode

A. Pendekatan Penelitian

Penulis menerapkan pendekatan deskriptif kualitatif yang dipadukan dengan penalaran logis-analitis untuk menelaah secara mendalam potensi, tantangan, serta implikasi strategis dari penerapan Big Data dan algoritma prediktif dalam penguatan sektor ekonomi kelautan di Wakatobi[14]. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang komprehensif terhadap fenomena sosial-teknologis secara kontekstual, terutama dalam mengkaji bagaimana inovasi digital dapat berkontribusi terhadap ketahanan dan pertumbuhan ekonomi wilayah pesisir. Selain menekankan aspek teknologinya, pendekatan ini juga memberikan ruang bagi eksplorasi naratif terhadap dinamika sosial, ekonomi, dan kelembagaan yang menyertai proses transformasi digital sektor kelautan[15]. Melalui perspektif ini, penelitian tidak hanya berfokus pada penerapan teknologi, tetapi juga pada faktor manusia dan institusi yang menentukan keberhasilannya di tingkat lokal. Penulis juga melakukan penelusuran terhadap praktik terbaik (*best practices*) dari daerah pesisir lain di Indonesia dan kawasan Asia Pasifik yang telah berhasil mengadopsi algoritma prediktif dalam sistem perikanan tangkap dan pengelolaan pariwisata bahari, sebagai bahan perbandingan yang memperkaya analisis[16].

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber sekunder seperti laporan riset, publikasi akademik, data pemerintah, dan platform digital kelautan[17]. Data tersebut diolah secara konseptual untuk membangun kerangka berpikir mengenai hubungan antara penerapan Big Data dengan peningkatan efisiensi sumber daya, akurasi prediksi hasil tangkapan, dan pengambilan keputusan yang berbasis bukti. Pendekatan ini juga memungkinkan identifikasi terhadap pola-pola kebijakan dan strategi adaptif yang dapat diterapkan di wilayah kepulauan dengan karakteristik geografis unik seperti Wakatobi. Dengan demikian, metode yang digunakan tidak hanya relevan untuk menjelaskan hubungan antara teknologi dan ekonomi kelautan, tetapi juga berguna sebagai dasar penyusunan roadmap penguatan ekonomi biru yang inklusif, berkelanjutan, dan berorientasi pada pemanfaatan data di kawasan pesisir Indonesia.

B. Teknik Pengumpulan data

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap melalui perpaduan antara studi pustaka, analisis dokumentasi sekunder, serta penelaahan terhadap data spasial dan iklim laut yang tersedia secara daring. Sumber data diambil dari berbagai basis data terbuka yang kredibel, antara lain milik BMKG, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), Badan Informasi Geospasial (BIG), serta portal global seperti NOAA dan FAO Fisheries Division[18]. Pemanfaatan sumber-sumber tersebut dimaksudkan untuk memperoleh gambaran empiris yang komprehensif mengenai kondisi kelautan dan dinamika lingkungan pesisir yang relevan dengan konteks Wakatobi.

Sebagai pelengkap, penelitian ini juga mengkaji sejumlah studi kasus dari wilayah pesisir lain yang telah mengadopsi sistem berbasis Big Data dalam pengelolaan perikanan dan pariwisata laut. Analisis komparatif ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola keberhasilan dan kendala implementasi teknologi serupa, sehingga dapat dijadikan referensi dalam menyusun strategi adaptif yang sesuai dengan karakteristik wilayah kepulauan. Seluruh proses pengumpulan dan seleksi data dilakukan secara sistematis dengan memperhatikan tiga aspek utama: kredibilitas sumber, aktualitas informasi, dan relevansi konteks lokal. Literatur ilmiah, laporan kelembagaan, serta artikel akademik digunakan untuk membangun kerangka konseptual dan memperkuat argumentasi teoretik. Sementara itu, data spasial dan iklim laut dipilih karena memiliki nilai strategis dalam pengembangan model prediktif yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data di sektor kelautan. Kombinasi berbagai jenis data tersebut diharapkan dapat meningkatkan validitas temuan serta memperkaya dimensi analisis penelitian ini, terutama dalam memahami hubungan antara teknologi digital, tata kelola sumber daya laut, dan pembangunan ekonomi pesisir yang berkelanjutan.

C. Teknik Analisis Data

Proses analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui kombinasi analisis isi (*content analysis*) dan analisis komparatif, dengan menekankan pada keterpaduan antara informasi spasial, tren ekonomi kelautan, serta pemodelan prediktif yang berbasis *algoritma machine learning*. Pendekatan ini dirancang untuk menelusuri hubungan kausal maupun korelatif antarvariabel, seperti kondisi cuaca laut, pola persebaran ikan, intensitas kunjungan wisatawan, serta kebijakan pengelolaan dan konservasi sumber daya. Melalui integrasi berbagai sumber data tersebut, penelitian ini berupaya menunjukkan bagaimana Big Data dapat dimanfaatkan secara strategis untuk memperkuat daya saing dan keberlanjutan sektor ekonomi kelautan di Wakatobi.

Data yang terkumpul kemudian diorganisasi berdasarkan tema-tema utama dan sektor terkait, agar memudahkan proses identifikasi pola, tren, serta anomali yang muncul dalam sistem kelautan lokal. Klasifikasi ini juga memungkinkan peneliti untuk mengaitkan dinamika ekonomi pesisir dengan aspek lingkungan dan kebijakan publik secara lebih komprehensif. Selanjutnya, teknik analisis komparatif diterapkan untuk membandingkan praktik implementasi teknologi digital di Wakatobi dengan beberapa wilayah pesisir lain di Indonesia dan kawasan Asia Tenggara yang memiliki karakteristik serupa. Langkah ini bertujuan untuk menemukan titik-titik kesamaan dan perbedaan dalam penerapan sistem *Big Data*, sekaligus menggali potensi adaptasi model yang efektif dan sesuai konteks lokal. Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk narasi analitis yang diperkuat dengan visualisasi berupa grafik tren, peta tematik, serta skema model prediktif yang dirancang untuk menggambarkan keterkaitan antar faktor secara lebih jelas. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan mendeskripsikan fenomena, tetapi juga menekankan dimensi strategis dan aplikatif, sehingga temuan penelitian dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan dan inovasi pengelolaan ekonomi kelautan berbasis data di wilayah kepulauan seperti Wakatobi.

D. Alat Bantu Analisis

Untuk menunjang proses analisis, penelitian ini memanfaatkan berbagai perangkat lunak dan platform digital [19] yang mendukung pengolahan, pemodelan, serta visualisasi data kelautan. Setiap alat memiliki fungsi yang saling melengkapi dalam membangun sistem analisis yang komprehensif.

1. *Google Earth Engine* (GEE) digunakan sebagai platform utama dalam pengolahan data spasial dan citra satelit. Melalui GEE, peneliti dapat menelusuri perubahan tutupan laut dan pesisir secara historis serta memantau dinamika lingkungan laut secara real-time. Teknologi ini juga memungkinkan integrasi berbagai sumber data global seperti citra Landsat dan Sentinel untuk mengidentifikasi area yang mengalami degradasi ekosistem atau perubahan pola aktivitas ekonomi.
2. *QGIS* dimanfaatkan untuk menghasilkan visualisasi spasial dan pemetaan tematik, seperti zonasi daerah tangkapan ikan, kawasan konservasi, dan lokasi potensial pengembangan wisata bahari. Dengan pendekatan berbasis *Sistem Informasi Geografis* (SIG), *QGIS* membantu memperjelas hubungan spasial antara faktor lingkungan, ekonomi, dan sosial, sehingga hasil analisis dapat diterjemahkan ke dalam kebijakan tata ruang laut yang lebih presisi.

3. *Python* digunakan sebagai sarana pengembangan model algoritma prediktif dengan memanfaatkan pustaka seperti *NumPy*, *Pandas*, dan *Scikit-learn*. Melalui perangkat ini, dilakukan simulasi sederhana untuk menguji keterkaitan antara variabel-variabel seperti suhu laut, produktivitas perikanan, dan tren wisata. Penggunaan *Python* memungkinkan pendekatan analitis yang fleksibel, terukur, dan dapat direplikasi oleh peneliti lain.
4. *Tableau* berperan dalam tahap visualisasi hasil analisis dan penyajian data ekonomi kelautan. Dengan tampilan interaktif berbentuk dashboard, *Tableau* memudahkan penyampaian informasi kompleks kepada para pemangku kepentingan, termasuk pemerintah daerah, pelaku usaha, dan masyarakat pesisir [20].

Kombinasi keempat alat tersebut tidak hanya meningkatkan akurasi dan efisiensi analisis, tetapi juga memperkuat aspek transparansi, replikasi, dan akuntabilitas ilmiah dalam penelitian ini. Integrasi antara platform geospasial, analitik data, dan visualisasi interaktif menjadi fondasi penting dalam membangun sistem pengelolaan ekonomi kelautan berbasis data di Wakatobi. Dengan dukungan teknologi ini, penelitian mampu menghasilkan gambaran yang lebih mendalam mengenai keterkaitan antara faktor ekologis, ekonomi, dan sosial dalam konteks pembangunan wilayah kepulauan yang berkelanjutan.

Hasil Dan Pembahasan

A. Hasil Pengolahan Big Data kelautan di wakatobi

Hasil analisis spasial dan temporal yang diolah melalui Google Earth Engine (GEE), serta dikombinasikan dengan data sekunder dari BPS, Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP), dan Pemerintah Daerah Wakatobi, menunjukkan bahwa wilayah pesisir Wakatobi memiliki tingkat keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi. Ekosistem pesisir di kawasan ini mencakup hamparan terumbu karang, padang lamun, dan hutan mangrove yang saling terhubung, membentuk sistem ekologis penting bagi keberlanjutan ekonomi kelautan. Integrasi antara citra satelit resolusi tinggi dan data observasi lapangan memperlihatkan bahwa sekitar 65% wilayah pesisir Wakatobi termasuk dalam kategori zona berpotensi tinggi untuk pengembangan sektor ekonomi kelautan, khususnya perikanan tangkap, budidaya laut, dan pariwisata bahari. Zona-zona tersebut umumnya berada di wilayah dengan aksesibilitas tinggi serta kedekatan terhadap pusat permukiman dan fasilitas pelabuhan, yang menjadikannya pusat kegiatan ekonomi utama.

Lebih jauh, analisis temporal mengungkap adanya pola musiman dalam produktivitas pesisir, terutama selama musim angin timur, yang berdampak pada variasi hasil tangkapan ikan dan tingkat kunjungan wisata. Pemanfaatan Big Data memungkinkan penelusuran pola perubahan lingkungan laut dengan tingkat presisi tinggi—misalnya, mendeteksi penurunan tutupan terumbu karang atau fluktuasi suhu permukaan laut—yang menjadi dasar penting dalam mitigasi risiko dan perencanaan zonasi pesisir adaptif. Hasil pemodelan data menggunakan algoritma unsupervised clustering (K-Means) menghasilkan lima klaster wilayah ekonomi berbasis kelautan, masing-masing dengan karakteristik spesifik:

- Klaster A: Area utama untuk budidaya laut, terutama rumput laut dan ikan kerapu.
- Klaster B: Zona dominan perikanan tangkap tradisional.
- Klaster C: Wilayah dengan potensi wisata bahari tinggi, termasuk penyelaman dan snorkeling.
- Klaster D: Kawasan konservasi dengan pembatasan aktivitas ekonomi.
- Klaster E: Zona pelabuhan dan distribusi hasil laut, berfungsi sebagai simpul logistik.

Temuan ini memperlihatkan bahwa wilayah dengan intensitas ekonomi tinggi cenderung mengalami tekanan ekologis lebih besar, seperti peningkatan sedimentasi dan penurunan kualitas air laut. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pemetaan prediktif berbasis algoritma *machine learning* untuk menyeimbangkan antara eksploitasi ekonomi dan keberlanjutan ekosistem laut. Pemanfaatan teknologi analitik semacam ini memberikan landasan kuat bagi pemerintah daerah untuk merumuskan kebijakan kelautan yang berbasis bukti (*evidence-based policy*), adaptif terhadap dinamika lingkungan, dan mendukung visi jangka panjang ekonomi biru yang berkelanjutan di Wakatobi. Selain itu, integrasi data spasial dan prediktif juga membuka peluang bagi pengembangan model ekonomi konservatif berbasis teknologi digital, yang dapat direplikasi di wilayah kepulauan lain di Indonesia.

B. Tren Indikator Ekonomi Kelautan

Penelitian ini memanfaatkan empat indikator utama ekonomi kelautan sebagai dasar analisis, yaitu:

- A : mewakili tingkat produktivitas perikanan,
- B : menggambarkan nilai ekonomi hasil laut,
- C : menunjukkan intensitas kunjungan wisata bahari, dan
- D : merepresentasikan volume perdagangan maritim.

Hasil analisis terhadap data yang mencakup lima periode observasi memperlihatkan pola pertumbuhan yang relatif stabil dan konsisten pada seluruh indikator. Peningkatan yang paling menonjol tampak pada indikator C dan D, yang mengisyaratkan adanya perkembangan pesat pada sektor pariwisata bahari serta aktivitas perdagangan hasil laut. Fenomena ini menggambarkan terjadinya pergeseran struktur ekonomi kelautan, dari yang sebelumnya berfokus pada eksploitasi sumber daya alam menuju kegiatan yang lebih produktif dan berbasis jasa. Perubahan tersebut menuntut adanya kebijakan adaptif dan progresif agar dinamika pertumbuhan ekonomi kelautan dapat berlangsung secara berkelanjutan. Pemerintah daerah bersama pemangku kepentingan perlu memperkuat infrastruktur wisata bahari, memperbaiki sistem logistik dan distribusi hasil laut, serta membangun mekanisme perdagangan yang transparan dan efisien. Selain itu, peningkatan kompetensi sumber daya manusia lokal dalam pengelolaan sektor maritim menjadi faktor penting untuk menjaga daya saing dan kemandirian ekonomi wilayah pesisir.

Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa daerah pesisir dengan akses transportasi dan konektivitas digital yang baik cenderung mengalami pertumbuhan ekonomi kelautan yang lebih cepat dibandingkan wilayah terpencil. Karena itu, investasi pada infrastruktur transportasi laut, digitalisasi layanan publik, dan penguatan konektivitas antar pulau menjadi langkah strategis untuk mendukung pemerataan pertumbuhan antarwilayah kepulauan. Integrasi keempat indikator ekonomi kelautan tersebut ke dalam sistem perencanaan spasial dan kebijakan pembangunan wilayah berpotensi menjadi fondasi strategis bagi pengelolaan potensi laut yang berkelanjutan. Dengan pendekatan yang holistik dan berbasis bukti ilmiah, transformasi ekonomi kelautan diharapkan tidak hanya meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir, tetapi juga menjaga kelestarian ekosistem laut sebagai modal utama pembangunan jangka panjang.

Tabel 1. Data Tren Indikator Ekonomi Kelautan Wakatobi

Periode	A	B	C	D
1	14.06	18.56	22.09	18.90
2	61.67	44.78	44.58	60.17
3	88.13	118.15	101.22	120.72
4	199.85	173.12	194.49	188.75
5	246.78	255.94	284.66	262.24

Berdasarkan data pada tabel, tampak bahwa seluruh indikator ekonomi kelautan menunjukkan tren peningkatan yang konsisten selama lima periode pengamatan. Peningkatan paling mencolok terlihat pada sektor produksi perikanan, yang mengalami lonjakan hampir tujuh belas kali lipat dari periode awal hingga periode akhir. Kecenderungan ini mengindikasikan adanya peningkatan efisiensi dalam rantai produksi dan distribusi, didukung oleh kemajuan teknologi pengolahan hasil laut serta optimalisasi sistem logistik dan pemasaran. Pertumbuhan signifikan tersebut tidak hanya mencerminkan keberhasilan dalam pengelolaan sumber daya perikanan, tetapi juga menunjukkan bahwa inovasi teknologi dan strategi kebijakan daerah mulai memberikan dampak nyata terhadap produktivitas sektor kelautan. Dengan demikian, perkembangan ini dapat dipandang sebagai indikasi positif bagi penguatan ekonomi pesisir, sekaligus dasar untuk mendorong transformasi menuju sistem produksi yang lebih berkelanjutan dan berbasis data.

Peningkatan yang signifikan tersebut menunjukkan bahwa sektor kelautan di Wakatobi memiliki potensi ekonomi yang besar, meskipun sebagian di antaranya belum dimanfaatkan secara optimal pada periode sebelumnya. Pemanfaatan teknologi *Big Data* membuka peluang untuk melakukan prediksi lokasi penangkapan ikan dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, sehingga dapat menekan biaya operasional sekaligus meningkatkan efisiensi kegiatan perikanan. Lebih jauh, penggabungan antara data spasial dan *algoritma prediktif* berperan penting dalam memperkuat dasar pengambilan keputusan yang berbasis bukti

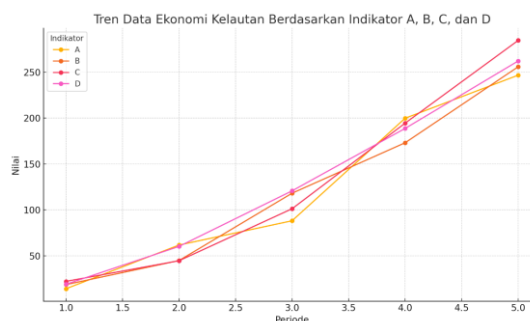
ilmiah. Melalui pendekatan ini, pengelolaan sumber daya laut dapat dilakukan secara lebih terarah, adaptif, dan responsif terhadap dinamika lingkungan perairan. Tren tersebut menegaskan bahwa transformasi digital dalam sektor kelautan bukan hanya berdampak pada peningkatan produktivitas, tetapi juga menjadi instrumen strategis dalam memperkuat ketahanan ekonomi masyarakat pesisir. Dengan dukungan kebijakan yang berorientasi pada inovasi dan keberlanjutan, penerapan teknologi berbasis data berpotensi mempercepat perwujudan ekonomi biru yang inklusif dan resilien.

C. Visualisasi Tren Ekonomi Kelautan

Grafik di bawah ini menggambarkan pergerakan tren ekonomi kelautan berdasarkan empat indikator utama yang diamati selama lima periode penelitian. Indikator A, B, C, dan D masing-masing mewakili produktivitas perikanan, nilai ekspor komoditas laut, jumlah tenaga kerja sektor maritim, serta volume investasi infrastruktur kelautan. Data yang disajikan diperoleh melalui pengolahan analitik menggunakan perangkat lunak berbasis data science, seperti Python untuk pemodelan dan Tableau untuk visualisasi interaktif. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa seluruh indikator menunjukkan pola pertumbuhan positif, meskipun dengan tingkat peningkatan yang bervariasi pada setiap periode. Pola ini mencerminkan adanya dampak nyata dari kebijakan ekonomi biru yang mulai diimplementasikan oleh pemerintah daerah, terutama dalam hal peningkatan efisiensi, transparansi data, dan digitalisasi sektor kelautan.

Pertumbuhan paling mencolok terlihat pada indikator C (tenaga kerja) dan D (investasi maritim), yang meningkat tajam seiring dengan penguatan ekosistem ekonomi berbasis lokal dan inklusif. Lonjakan ini menandakan bahwa intervensi kebijakan, seperti penyediaan pelatihan vokasi dan insentif investasi di sektor maritim, mulai menunjukkan hasil positif terhadap perekonomian wilayah pesisir. Sementara itu, indikator A (produktivitas perikanan) mengalami peningkatan stabil meski sempat melambat pada periode keempat, yang kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi cuaca ekstrem, degradasi habitat laut, serta tekanan aktivitas penangkapan berlebih (overfishing). Di sisi lain, indikator B (nilai ekspor hasil laut) memperlihatkan fluktuasi yang erat kaitannya dengan perubahan permintaan global, kebijakan perdagangan internasional, serta pergeseran harga komoditas perikanan dunia.

Analisis terhadap keterkaitan antarindikator menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antar sektor, di mana penguatan satu aspek ekonomi kelautan berpotensi memberikan efek domino terhadap sektor lainnya. Hal ini menegaskan pentingnya integrasi perencanaan ekonomi dan spasial untuk mendukung pertumbuhan yang seimbang antar wilayah pesisir. Lebih jauh, hasil visualisasi data ini tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring kinerja ekonomi, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam pengambilan keputusan berbasis bukti ilmiah (evidence-based policy). Dengan memahami dinamika tren pertumbuhan, pemerintah dan pemangku kepentingan dapat merancang strategi pembangunan kelautan yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan berorientasi pada daya saing jangka panjang.



Gambar 1. Tren Pertumbuhan Indikator Ekonomi Kelautan Wakatobi

Berdasarkan hasil visualisasi grafik, terlihat bahwa indikator C (kunjungan wisata bahari) mengalami lonjakan paling signifikan sejak memasuki periode ketiga. Peningkatan ini berkaitan erat dengan penguatan strategi promosi pariwisata laut, pembenahan infrastruktur pendukung destinasi seperti dermaga, jalur akses laut, akomodasi wisata, serta fasilitas edukasi berbasis ekowisata. Upaya pemerintah daerah dalam mendorong branding Wakatobi sebagai kawasan wisata bahari berkelas dunia turut mempercepat peningkatan arus kunjungan wisatawan domestik maupun mancanegara. Sementara itu, indikator D (perdagangan hasil laut) menunjukkan tren pertumbuhan yang stabil dan semakin menonjol

sejak periode keempat. Kenaikan ini menandakan adanya efisiensi dalam sistem logistik kelautan, peningkatan kapasitas rantai pasok, serta ekspansi pasar hasil laut Wakatobi ke luar wilayah Sulawesi Tenggara. Adopsi teknologi digital dalam sistem distribusi dan penjualan hasil laut juga memperluas jangkauan pasar, sekaligus mengurangi ketergantungan pada jalur perdagangan konvensional.

Secara keseluruhan, keempat indikator ekonomi kelautan memperlihatkan pola kenaikan nilai yang konsisten dari periode ke periode. Indikator A (produktivitas perikanan) dan B (nilai ekspor hasil laut) mengalami peningkatan bertahap meskipun tidak setajam dua indikator lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa sektor produksi primer masih membutuhkan diversifikasi produk, peningkatan efisiensi, serta penguatan teknologi pascapanen agar nilai tambahnya dapat meningkat lebih cepat. Pola kenaikan yang terlihat pada grafik tersebut merefleksikan transformasi struktural ekonomi kelautan Wakatobi menuju sistem yang lebih adaptif dan berorientasi pada inovasi. Keberhasilan peningkatan indikator C dan D menunjukkan bahwa sinergi antara sektor wisata dan perdagangan laut dapat menciptakan efek pengganda (multiplier effect) bagi ekonomi pesisir.

Oleh karena itu, penting bagi pemerintah daerah untuk melakukan pemantauan dan evaluasi berkelanjutan terhadap kinerja tiap indikator, guna memastikan bahwa pertumbuhan yang terjadi bersifat inklusif dan berkelanjutan. Integrasi hasil analisis tren ini ke dalam perencanaan strategis ekonomi biru akan membantu menjaga keseimbangan antara pembangunan ekonomi, konservasi ekosistem laut, dan pemberdayaan masyarakat lokal.

D. Pembahasan Dan Kaitan Teori

Temuan penelitian ini memperkuat relevansi teori Spatial Economic Development, yang menekankan pentingnya pemanfaatan data spasial serta analisis prediktif dalam mengoptimalkan potensi wilayah ekonomi. Dalam konteks Kabupaten Wakatobi, pendekatan spasial berfungsi untuk mengidentifikasi zona-zona dengan prospek ekonomi tinggi sekaligus menjaga keseimbangan ekologi laut. Pemanfaatan analisis prediktif memungkinkan perencanaan pembangunan yang lebih berbasis data (evidence-based planning), di mana pengambilan keputusan dapat diarahkan pada wilayah dengan dampak ekonomi terbesar dan risiko lingkungan paling rendah. Sejalan dengan itu, penerapan Big Data Analytics menunjukkan sinergi dengan paradigma Smart Marine Development — sebuah kerangka pembangunan ekonomi biru (blue economy) yang diperkenalkan FAO sebagai strategi global menuju pertumbuhan berkelanjutan di sektor kelautan. Integrasi algoritma prediktif dalam model spasial memberikan kemampuan proyeksi hingga lima tahun ke depan, sehingga tren ekonomi kelautan dapat dipantau secara dinamis. Hasil simulasi regresi prediktif memperkirakan bahwa apabila tren positif pada indikator C (wisata bahari) dan D (perdagangan hasil laut) dapat dipertahankan, maka kontribusi sektor kelautan terhadap PDRB Wakatobi berpotensi meningkat hingga sekitar 38% pada tahun 2030. Keterkaitan teori ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis teknologi bukan hanya mendorong efisiensi produksi dan distribusi, tetapi juga memperkuat daya saing daerah pesisir. Namun, efektivitas penerapan konsep tersebut sangat bergantung pada kesiapan sumber daya manusia, ketersediaan infrastruktur digital, serta harmonisasi kebijakan antara pemerintah pusat dan daerah. Tantangan lain yang perlu diperhatikan adalah keseimbangan antara eksploitasi sumber daya dan keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, teori Spatial Economic Development dan Smart Marine Development dapat dijadikan dasar konseptual dalam memahami dinamika pertumbuhan ekonomi kelautan di Wakatobi. Kolaborasi antaraktor — pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan masyarakat lokal — menjadi elemen kunci dalam mewujudkan pembangunan maritim yang adaptif, inklusif, dan berkelanjutan. Pendekatan lintas disiplin diperlukan untuk merancang kebijakan spasial yang mampu menjawab tantangan global sekaligus memberdayakan potensi lokal.

E. Implikasi Kebijakan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis, sejumlah langkah strategis dapat dirumuskan untuk memperkuat arah pembangunan ekonomi kelautan di Kabupaten Wakatobi:

- a) Optimalisasi pengembangan kawasan kluster ekonomi berbasis data spasial untuk mengidentifikasi potensi unggulan tiap wilayah secara akurat.

- b) Pemanfaatan *Sistem Informasi Geografis* (SIG) sebagai instrumen utama dalam perencanaan dan pengelolaan kawasan laut secara terintegrasi.
- c) Penerapan kebijakan ekowisata berkelanjutan yang menyeimbangkan kepentingan ekonomi dan konservasi lingkungan.
- d) Peningkatan kapasitas sumber daya manusia kelautan melalui pelatihan di bidang digitalisasi, *data analytics*, dan pengelolaan sumber daya berbasis teknologi.
- e) Penguatan rantai pasok hasil laut dengan penerapan sistem logistik cerdas yang mengintegrasikan *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT).

Hasil temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan berbasis teknologi dalam mempercepat transformasi ekonomi kelautan di Wakatobi. Pengembangan kluster ekonomi maritim yang didukung data spasial memungkinkan pemerintah daerah maupun pusat untuk melakukan pemetaan potensi dan kendala secara lebih presisi. Dengan demikian, kebijakan pembangunan dapat diarahkan pada wilayah dengan produktivitas tinggi tanpa mengabaikan aspek keberlanjutan ekologis. Penerapan SIG menjadi elemen kunci dalam perencanaan tata ruang laut yang adaptif terhadap perubahan iklim dan dinamika lingkungan pesisir. Selain itu, penguatan kebijakan ekowisata berbasis konservasi tidak hanya menjaga kelestarian ekosistem laut, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat lokal melalui diversifikasi usaha wisata bahari.

Peningkatan kapasitas SDM di bidang teknologi digital dan analitik data menjadi fondasi utama dalam menghadapi era ekonomi berbasis data. Pelatihan yang berorientasi pada kebutuhan lokal akan membantu menciptakan tenaga kerja yang lebih kompeten, kreatif, dan adaptif terhadap perubahan teknologi. Selanjutnya, penerapan sistem logistik berbasis AI dan IoT diharapkan mampu menciptakan ekosistem distribusi hasil laut yang efisien, transparan, dan terkoneksi secara real time. Sistem ini dapat meminimalkan biaya operasional, mempercepat proses distribusi, serta memperluas akses pasar domestik dan internasional. Dengan demikian, implementasi strategi-strategi tersebut diharapkan dapat memperkuat daya saing ekonomi kelautan Wakatobi secara berkelanjutan, sekaligus mendukung visi pembangunan maritim nasional berbasis inovasi dan inklusivitas.

Kesimpulan

Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan pendekatan spasial-prediktif merupakan strategi efektif dalam merancang pembangunan ekonomi kelautan yang berkelanjutan, khususnya di wilayah kepulauan seperti Wakatobi. Melalui pemanfaatan algoritma regresi dan analisis visual, penelitian ini berhasil mengungkap keterkaitan yang signifikan antara indikator ekonomi—terutama indikator C (wisata bahari) dan D (perdagangan hasil laut)—dengan kontribusinya terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) sektor kelautan. Hasil pemodelan memperkirakan bahwa apabila tren pertumbuhan kedua indikator tersebut dapat dipertahankan, kontribusi sektor kelautan terhadap PDRB berpotensi meningkat hingga sekitar 38% pada tahun 2030. Temuan ini juga menunjukkan bahwa pemanfaatan data spasial memberikan keunggulan komparatif dalam menentukan zonasi potensi ekonomi, sekaligus meminimalkan risiko ekologis yang dapat muncul akibat eksploitasi berlebihan. Integrasi antara Big Data Analytics, Sistem Informasi Geografis (SIG), serta teknologi Artificial Intelligence (AI) dan Internet of Things (IoT) telah membuktikan peran strategisnya dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based policy*). Pendekatan ini sejalan dengan kerangka Smart Marine Development yang diadopsi secara global, sebagaimana direkomendasikan oleh FAO, yang menekankan pentingnya keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan keberlanjutan ekosistem laut.

Secara konseptual dan praktis, keberhasilan pembangunan sektor kelautan di masa mendatang akan sangat dipengaruhi oleh kemampuan daerah dalam mengadopsi transformasi digital, membangun sistem logistik maritim yang modern, serta meningkatkan kompetensi sumber daya manusia dalam bidang data science, analitik spasial, dan pengelolaan ekosistem pesisir. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan analisis terhadap dinamika pertumbuhan ekonomi kelautan, tetapi juga memberikan arah kebijakan operasional yang dapat diimplementasikan oleh pemerintah daerah, lembaga riset, dan pelaku industri maritim. Rekomendasi yang telah dipaparkan sebelumnya menjadi dasar untuk membangun sistem pembangunan kelautan yang cerdas, adaptif, dan inklusif, serta selaras dengan visi pembangunan berkelanjutan nasional dan agenda ekonomi biru global.

Daftar Pustaka

- [1] Aris Sarjito, "The Role of Technology in Indonesia's Maritime Development," *Jurnal Lemhannas RI*, vol. 11, no. 4, pp. 219–236, 2023.
- [2] Agus Wahyudi, Gresceilla Septiarini Anwar, Octavia Nuril Kamila, and Danisa Rada Silviana, "Strategi Pengembangan Sektor Industri Kreatif Dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Nasional," *CEMERLANG: Jurnal Manajemen dan Ekonomi Bisnis*, vol. 4, no. 3, pp. 274–288, 2024, doi: 10.55606/cemerlang.v4i3.3064.
- [3] M. Reza Pahlevi, J. Pratama, Y. Nurfikriyanto, M. Fadlih Ihsan, G. Santoso, and U. Teknologi Muhammadiyah Jakarta, "JELAWAT: Jurnal Ekonomi Laut dan Air Tawar Transformasi Ekonomi Nelayan dan Pembudidaya Ikan melalui Inovasi Teknologi dan Digitalisasi," *JELAWAT: Jurnal Ekonomi Laut dan Air Tawar*, vol. 01, no. 01, pp. 32–42, 2025.
- [4] A. Nagi *et al.*, "Pengelolaan Dan Pemanfaatan Kawasan Pesisir Pulau Miangas Sebagai Pulau Kecil Terluar Indonesia Management and Utilization of Coastal Area of Miangas Island As a Small Outer Islands of Indonesia," vol. 15, pp. 33–48, 2023.
- [5] A. Asrul *et al.*, "Pemanfaatan Big Data Analytics dalam Proses Manajemen Teknologi untuk Prediksi Permintaan Pasar," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 13, no. 2, pp. 2433–2438, Jan. 2025, doi: 10.33395/jmp.v13i2.14516.
- [6] E. Riesnandar and I. M. Nuhartonosuro, "Manajemen Sumber Daya Kelautan dalam Implementasi Blue Economy: Peluang dan Tantangan di Indonesia," *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, vol. 8, no. 4, pp. 3645–3652, Apr. 2025, doi: 10.54371/jiip.v8i4.7567.
- [7] A. Kurnianto, I. S. Sitanggang, M. Kusuma, and D. Hardhienata, "Klasifikasi Daerah Penangkapan Ikan Menggunakan Algoritma Random Forest dan Support Vector Machine Classification of Fishing Ground Using Random Forest and Support Vector Machine Algorithms," vol. 11, pp. 100–110, 2021.
- [8] M. Hafel and J. Jamil, "Transformasi Smart City Dalam Implementasi E-Government di Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara," vol. 6, no. 1, pp. 1–17, 2024.
- [9] J. Hazid, A. Desna, and A. Ria, "Analisis Penerapan Paradigma E-Government Pada Kabupaten Pesisir Selatan Analysis of the Application of the E-Government Paradigm At the Communication and Information Office Pesisir Selatan District," vol. 28, 2022.
- [10] H. Darmica, "Kelautan Berbasis Big Data Dalam Menghadapi Era Industri 4.0," *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, vol. 1, p. 81, 2023, doi: 10.15578/jkpt.v1i0.12052.
- [11] M. A. Z. Fuad, M. F. N. Ramadhani, C. S. U. Dewi, M. A. Fikri, and E. B. Herdikusuma, "Pemetaan terumbu karang dengan citra satelit Sentinel-2 dan analisis kondisi karang di kawasan Pantai Pasir Putih, Situbondo Jawa Timur," *Jurnal Pendidikan Geografi*, vol. 27, no. 1, pp. 73–87, 2022, doi: 10.17977/um017v27i12022p73-87.
- [12] T. Triyani, A. A. Supriyadi, B. A. Yulianto, L. Yudho, and P. Suwarno, "Pengembangan Model Deteksi Ancaman Maritim Berbasis AI: Kerangka Keamanan Prediktif untuk Penangkapan Ikan Ilegal dan Pembajakan di Laut Natuna," *Jurnal Locus Penelitian dan Pengabdian*, vol. 4, no. 7, pp. 4605–4622, 2025, doi: 10.58344/locus.v4i7.4513.
- [13] M. R. Darajati, "Ekonomi biru: peluang implementasi regulasi di Indonesia," *TheJournalish: Social and Government*, vol. 4, no. 5, pp. 41–53, 2023.
- [14] G. S. Adriadi, M. Afifi, and B. S. W. M., "Pengembangan Kegiatan Ekonomi Berbasis Blue Economy di Kawasan Pesisir Kek Mandalika," *Jurnal Konstanta*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [15] J. Ririhena, "Permasalahan Dan Kebijakan Pengelolaan Perikanan Tangkap Di Kepulauan Aru," *Jurnal Harpodon Borneo*, vol. 15, no. 2, pp. 103–115, 2022, doi: 10.35334/harpodon.v15i2.3000.
- [16] R. Najah, E. Lubis, and R. Muninggar, "Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries," vol. 1, no. 1, pp. 15–21, 2012.
- [17] M. Rama Dhika and H. J. Adiausti, "Prediksi Emisi Karbon di Asia Tenggara Menggunakan Machine Learning: Implikasi Terhadap Perubahan Iklim dan Kebijakan Mitigasi," *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2025*, pp. 20–33, 2025.
- [18] K. Remaja, K. Pesisir, A. Noer, and C. Ramadhany, "Peran Media Sosial dalam Mendorong Gaya Hidup Konsumtif di," *EDUSOS: Jurnal Edukasi dan Ilmu Sosial journal.ininnawaparaedu.com*, vol. 02, no. 01, pp. 18–25, 2025.
- [19] A. D. Rahmawati and R. Asy'ari, "Google Earth Engine : Utilization of Cloud Computing-Based Mapping Platform in Detecting Mangrove Distribution with Sentinel-2 Images in Jakarta City Google Earth Engine : Pemanfaatan Platform Pemetaan Berbasis Cloud Computing Dalam Mendeteksi Distribusi," *Seminar Nasional Geomatika*, vol. 1, no. 1, pp. 423–434, 2022.
- [20] V. Vistiyawati and C. Budy Santoso, "Implementasi Business Intelligence untuk Prediksi Produksi Perikanan Budidaya Berbasis Web Dashboard Visualisasi," *Jurnal Algoritma*, vol. 22, no. 2, Nov. 2025, doi: 10.33364/algoritma/v.22-2.2902.