

## PERAN PENTING SATELIT BAGI BUMI DALAM MEMANTAU PERUBAHAN IKLIM

Luszia Asanti<sup>1</sup>, Tania Oktatinari<sup>2</sup>, Nur Lailatul Mukaromah<sup>3</sup>, Dyah Permata Sari<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

\* *Corresponding author:* [luszia.22083@mhs.unesa.ac.id](mailto:luszia.22083@mhs.unesa.ac.id)

**Abstrak:** Perubahan iklim merupakan salah satu masalah yang memberikan dampak yang signifikan terhadap lingkungan dan kehidupan di Bumi. Satelit memiliki peran penting dalam pemantauan perubahan iklim. Di zaman sekarang ini, teknologi satelit terus berkembang, sehingga pemantauan perubahan iklim menjadi lebih efektif. Tujuan penulisan artikel ini adalah menjelaskan peran satelit dalam memantau perubahan iklim, menggambarkan teknologi dan metodologi yang digunakan, serta menyajikan data dan temuan terkini dari pengamatan satelit. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan metode literatur untuk menganalisis peran satelit dalam pemantauan iklim di bumi. Dari peninjauan literatur yang telah dilakukan meunjukkan bahwa data pemantauan satelit mempunyai implikasi penting terhadap kebijakan iklim, termasuk deteksi dini bencana, pemantauan kondisi cuaca ekstrem, dan pemberdayaan masyarakat lokal. Selain itu, satelit juga memfasilitasi komunikasi, pemantauan lingkungan, navigasi, dan pemetaan sumber daya alam.

**Kata Kunci:** perubahan iklim, pemantauan, teknologi, satelit.

**Abstract:** Climate change is one of the issues that has a significant impact on the environment and life on Earth. Satellites play an important role in monitoring climate change. In this day and age, satellite technology continues to evolve, making climate change monitoring more effective. The purpose of writing this article is to explain the role of satellites in monitoring climate change, describe the technology and methodology used, and present the latest data and findings from satellite observations. The research method used is a literature method approach to analyze the role of satellites in climate monitoring on earth. The literature review shows that satellite monitoring data has important implications for climate policy, including early detection of disasters, monitoring extreme weather conditions, and empowering local communities. In addition, satellites also facilitate communication, environmental monitoring, navigation, and natural resource mapping.

**Keywords:** climate change, monitoring, technology, satellite.

### PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan masalah yang dapat mengancam keamanan dan keberlangsungan hidup manusia di dunia. iklim dapat digambarkan sebagai perubahan kondisi suhu atau perubahan suhu dan cuaca dalam jangka waktu yang lama (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Mengatasi dampak fenomena ini memerlukan perhatian serius dari pengambil kebijakan dan seluruh lapisan masyarakat. Dampak perubahan iklim sangat bervariasi dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Di Indonesia, misalnya, dampaknya sangat berbeda dibandingkan di Laos, yang tidak memiliki laut. Selain itu, dampak perubahan iklim di negara subtropis sangat berbeda dengan dampak perubahan iklim di negaranya yang tropis. Selain itu, Indonesia secara geografis dibatasi oleh dua benua dan dua samudera. Oleh karena itu, dampak perubahan iklim mungkin berbeda di negara-negara yang tidak mempunyai daratan (Junarto, 2023). Perubahan iklim dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu aktivitas alam dan manusia. Aktivitas dikarenakan alam yang mempengaruhi dampak perubahan iklim, contohnya letusan gunung berapi, peristiwa El Niño dan La Niña, pergerakan

lempeng, dan bintik matahari. Sementara itu, aktivitas manusia mempengaruhi terhadap perubahan iklim yaitu peningkatan urbanisasi, penggundulan hutan, perluasan lahan gambut ilegal, reklamasi pantai, industrialisasi, dan pembuangan limbah sembarangan. Kegiatan ini mempunyai dampak yang sangat kompleks terhadap seluruh aspek kehidupan, termasuk sektor pertanian, perekonomian, dan psikologi manusia (Kusumawardhani & rahmat, 2015).

Pemantauan perubahan iklim merupakan proses berkelanjutan dalam mengamati, mendokumentasikan, dan mengevaluasi perubahan iklim global. Hal ini mencakup pengumpulan dan analisis data tentang pola cuaca, emisi gas rumah kaca, perubahan permukaan laut, dan banyak lagi. Pemantauan perubahan iklim berperan penting dalam memitigasi dampak negatifnya (Haryanto & Prahara, 2019). Pemantauan perubahan iklim dan dampaknya tentu merupakan tantangan yang kompleks dan sulit. Namun hal ini penting bagi upaya kita untuk mengurangi dampak negatif dan menjamin masa depan untuk planet kita. Dan sebagai penghuni bumi yang bertanggung jawab, penting bagi kita untuk memahami pentingnya memantau perubahan iklim dan konsekuensi jika kita mengabaikannya (Malihah, 2022). Memantau perubahan iklim sangat penting untuk memahami ekosistem bumi yang rapuh dan bagaimana tindakan kita berdampak terhadap ekosistem tersebut. Proses ini lebih dari sekadar memantau kenaikan suhu. Untuk memahami perubahan secara akurat, penting untuk menyelidiki sejumlah besar informasi lingkungan dalam jangka waktu yang lama. Banyak teknik yang digunakan untuk memantau perubahan iklim. Teknik ini bisa dilakukan secara sederhana seperti mengamati perubahan ukuran gletser. Kasus lain melibatkan model komputer atau sistem satelit yang kompleks. Tujuan akhirnya tetap sama. Ini tentang mengukur perubahan iklim untuk lebih memahami dunia kita. Teknologi utama mencakup pengawasan terestrial, pengamatan laut, pengawasan satelit, dan pemodelan komputer (Arwan *et al.*, 2022)

Teknologi satelit merupakan keajaiban masa kini yang berperan penting dalam berbagai aspek kehidupan. Dari telekomunikasi hingga observasi bumi hingga eksplorasi ruang angkasa, satelit memungkinkan kita terhubung, memahami, dan menjelajahi dunia kita yang luas. Satelit adalah suatu benda yang mengorbit suatu planet atau benda langit lainnya. Peran utama satelit adalah dalam bidang telekomunikasi. Satelit membentuk jaringan yang memungkinkan komunikasi tanpa batas seperti telepon, internet, dan televisi. Satelit komunikasi memiliki antena yang dapat mengirim dan menerima sinyal sehingga memudahkan untuk terhubung dengan orang-orang di seluruh dunia. Teknologi satelit digunakan dalam bidang observasi bumi dan juga komunikasi (Syamsuddin, 2017). Satelit observasi bumi, seperti satelit cuaca dan satelit pemantau lingkungan, mengumpulkan data penting tentang atmosfer, iklim, dan kondisi lingkungan lainnya. Data ini sangat berharga untuk memahami perubahan iklim dan bencana alam serta mendukung upaya mitigasi dan respons. Selain Bumi, teknologi satelit juga memungkinkan eksplorasi ruang angkasa lebih jauh. Satelit penjelajahan luar angkasa, seperti yang dikirim oleh Badan Antariksa Amerika Serikat (NASA) dan fasilitas eksplorasi luar angkasa lainnya, membantu kita mempelajari planet, bintang, dan fenomena luar angkasa lainnya (Indah, 2023)

Tujuan penulisan artikel ini yaitu menjelaskan peran satelit dalam memantau perubahan iklim, Menggambarkan teknologi dan metodologi yang digunakan, serta Menyajikan data dan temuan terkini dari pengamatan satelit. Manfaat penulisan artikel ini sangat penting dalam upaya memantau dan memahami perubahan iklim global. Pemantauan satelit memberikan wawasan berharga mengenai dampak perubahan iklim terhadap lingkungan dan kehidupan di Bumi dan dapat menjadi dasar bagi langkah-langkah perlindungan lingkungan yang lebih efektif. Oleh karena itu, artikel ini berperan penting dalam meningkatkan kesadaran akan pentingnya perlindungan lingkungan dan mendorong tindakan untuk mengatasi tantangan perubahan iklim.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi pendekatan metode literatur untuk peran penting satelit bagi bumi dalam memantau perubahan iklim. Tinjauan literatur yang komprehensif tentang teori perubahan iklim berdasarkan peran penting pada satelit bumi, termasuk konsep-konsep meteorologi, satelit ilmiah, dan satelit cuaca. Tinjauan literatur ini melibatkan

pengumpulan dan analisis berbagai sumber referensi, termasuk jurnal ilmiah, dan artikel penelitian yang relevan dengan topik. Kemudian, informasi yang diperoleh dari tinjauan literatur ini digunakan untuk mengidentifikasi prinsip-prinsip utama yang dapat diterapkan dalam pemantauan perubahan iklim bagi satelit bumi yang efektif. Hal ini melibatkan pemahaman mendalam tentang faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perubahan iklim pada bumi. Setelah itu, berbagai data yang diperoleh dari tinjauan literatur tersebut digunakan sebagai dasar untuk menjelaskan peran penting satelit bumi pada perubahan iklim serta menghasilkan penjelasan dan penelitian yang mampu mencapai tujuan yang dengan efektif dan efisien.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Satelit adalah suatu benda di luar angkasa yang berputar mengikuti perputaran bumi. Satelit dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan tujuannya. Contoh: satelit meteorologi, satelit komunikasi, satelit ilmiah dan teknis, satelit militer. Untuk mengoperasikan satelit, digunakan roket yang menempatkan satelit pada orbit. Negara maju seperti Amerika Serikat, Rusia, Perancis dan baru-baru ini China sudah memiliki stasiun untuk menempatkan satelit ke orbit. Ada tiga jenis posisi untuk satelit di orbit. Orbit Bumi Rendah (LEO): 500 hingga 2.000 km di atas permukaan bumi, Orbit Bumi Sedang (MEO): 8.000 hingga 20.000 km di atas permukaan bumi, dan Orbit Geostasioner (GSO): 35.786 km di atas permukaan bumi (Bahar, 2015). Struktur satelit memainkan peran yang sangat penting dalam melindungi dan melestarikan muatan satelit. Struktur satelit harus memenuhi berbagai persyaratan. Misalnya, harus kuat namun ringan dan memiliki frekuensi alami yang melebihi persyaratan kendaraan peluncuran (Slamet, 2011). Struktur satelit dapat dibuat dari berbagai bahan, termasuk logam dan komposit. Material komposit memiliki keunggulan kekakuan dan kekuatan yang lebih tinggi serta elongasi yang lebih rendah dibandingkan logam (Choanji, 2016).

Sejarah dan perkembangan satelit pemantau iklim dimulai pada awal tahun 1970-an. NASA telah mengembangkan sistem observasi Bumi selama beberapa dekade terakhir dan meluncurkan banyak satelit LANDSAT. Satelit LANDSAT pertama, TIROS-1, diluncurkan pada tahun 1960an dan digunakan untuk mengeksplorasi pengamatan televisi inframerah sebagai metode pemantauan dan penelitian. Program ini memungkinkan ahli meteorologi dan ilmuwan untuk mengamati fenomena cuaca dan lingkungan luar angkasa. Selanjutnya, program Experimental Applied Technology Satellite (ATS) dikembangkan untuk tujuan prediksi cuaca dan penelitian lingkungan luar angkasa. Misalnya, satelit ATS-3 memiliki masa pakai lebih dari 20 tahun dan menangkap gambar berwarna dari luar angkasa. Program ini juga mencakup kolaborasi dengan lembaga pemerintah lainnya seperti Survei Geologi A.S., Departemen Energi A.S., dan Administrasi Kelautan dan Atmosfer Nasional (NOAA) (Ratnawati & Fauziah, 2023). Satelit digunakan untuk pemantauan iklim dengan berbagai cara. Di Antara lain yaitu yang pertama pengamatan cuaca. Satelit cuaca seperti TIROS-1 dan GOES mengamati awan, sistem awan, dan kondisi cuaca lainnya untuk memprediksi cuaca dan iklim. Kebakaran, polusi, dan aktivitas gunung berapi juga dapat dideteksi. Yang kedua yaitu pengamatan suhu muka laut, satelit seperti GK2A EH memantau suhu puncak awan agar dapat memprediksi curah hujan dan kekeringan. Yang ketiga yaitu pengamatan iklim, satelit seperti MetOp serta NOAA memantau suhu, kelembaban, dan lain sebagainya untuk memantau iklim global. Yang keempat yaitu pengamatan kondisi lingkungan, satelit seperti Landsat dan SPOT memantau kondisi lingkungan seperti vegetasi, air, serta tanah guna memantau perubahan iklim. Dan yang kelima yaitu pengamatan aktivitas vulkanik, satelit seperti Himawari dan Meteosat memantau aktivitas vulkanik guna memprediksi letusan dan dampaknya terhadap cuaca (Bakara, 2011).

Ada beberapa jenis dari satelit dan instrumen pemantau iklim diantara yaitu yang pertama adalah satelit cuaca, satelit ini digunakan guna mengamati cuaca dan iklim di Bumi. Satelit ini bekerja dengan melacak perubahan kondisi atmosfer sambil berevolusi mengitari bumi dengan membawa sejumlah instrumen. Instrumen ini bisa mengumpulkan berbagai informasi tentang cuaca di bumi, seperti suhu dan tekanan. Yang kedua yaitu satelit meteorologi, satelit ini diciptakan dengan fungsi memprediksi dan memperkirakan cuaca, iklim, serta menyelidiki terhadap atmosfer

bumi. Yang ketiga yaitu satelit observasi, satelit ini dirancang khusus guna memantau bumi dari orbit, serupa dengan satelit mata-mata namun ditujukan guna penggunaan non-militer seperti pengawasan lingkungan, meteorologi, dan lain sebagainya. Yang keempat yaitu satelit navigasi, satelit ini digunakan guna kebutuhan navigasi, baik di laut, darat, dan udara. Satelit ini memanfaatkan sinyal radio diteruskan pada penerima guna menemukan lokasi titik yang terdapat di permukaan Bumi. Dan yang kelima yaitu satelit survei sumber daya alam, satelit ini berfungsi guna melakukan survei pada SDA di bumi dengan memetakan serta menyelidiki sumber daya alam yang terdapat di bumi. Tujuan satelit ini yaitu guna memenuhi kepentingan keberadaan SDA (Sitanggang, 2011). Instrumen pemantau iklim yang digunakan untuk mengukur parameter iklim mikro dan makro antara lain yaitu Anemometer Digital, Beta Attenuation Monitor (BAM)-1020, Automatic Weather Station (AWS), Penakar Hujan Observatorium, Evaporimeter, Higrometer, Thermo Scientific Model 5014i, dan AMTAST AMT-123. Semua alat ini berfungsi untuk mengukur dan memantau parameter iklim yang penting dalam menganalisa dan memprediksi perubahan iklim (Alfiandy *et al.*, 2020).

Metodologi dan teknik pengolahan data satelit meliputi beberapa tahapan yang berbeda-beda tergantung pada tujuan serta kualitas data yang digunakan. Beberapa contoh metodologi dan teknik yang umum digunakan antara lain yang pertama yaitu import data satelit, data satelit diimport ke dalam format ER-Mapper menggunakan media penyimpanan seperti magnetic tape, CD-ROM, atau media lainnya. Data raster serta vektor merupakan dua bentuk utama yang diimport. Yang kedua yaitu menampilkan citra, data satelit ditampilkan guna mengetahui kualitasnya. Saat data tidak sesuai, maka tidak perlu melanjutkan proses pengolahan serta mencari data baru yang lebih baik. Yang ketiga yaitu rektifikasi data / geocoding, data raster diperlihatkan dalam bentuk "raw" serta memiliki kesalahan geometric. Koreksi geometric dibutuhkan guna mendapatkan data yang lebih akurat. Yang keempat yaitu mosaic citra, mosaic citra menggabungkan dua atau lebih citra yang tumpang tindih guna menghasilkan citra yang representative dan kontinyu. Yang kelima yaitu penajaman citra / Pan-Sharpening, penajaman citra meningkatkan kontras warna serta cahaya pada suatu citra guna mempermudah interpretasi dan analisis. Yang keenam yaitu komposisi peta, data citra satelit digunakan agar membuat peta yang memperlihatkan informasi geografi. Dan yang ketujuh yaitu Orthorektifikasi, data acuan lain seperti titik kontrol hasil pengukuran langsung di lapangan, data ground control point, atau data raster lain digunakan guna mengoreksi kesalahan geometric serta mendapatkan nilai ketinggian yang lebih tepat (Latue *et al.*, 2023).

Pemantauan satelit memiliki dampak signifikan terhadap kebijakan iklim. Beberapa contoh dari dampak tersebut antara lain yang pertama yaitu Deteksi Dini Bencana, pengamatan satelit memungkinkan deteksi awal bencana seperti banjir, longsor, erupsi, gempa, dan tsunami, sehingga mitigasi bencana bisa dilakukan secara lebih efektif, yang kedua yaitu Monitoring Cuaca dan Iklim Ekstrem, satelit digunakan guna memantau cuaca serta iklim ekstrem, seperti hujan ekstrem, kekeringan, dan banjir, yang sangat penting dalam menghadapi perubahan iklim, yang ketiga yaitu Pengawasan Efek Perubahan Iklim, satelit digunakan guna memantau efek perubahan iklim terhadap vegetasi, memungkinkan pengambilan tindakan yang lebih tepat waktu dan efektif dalam perlindungan dari dampak perubahan iklim. Yang keempat Pemberdayaan Masyarakat, pemantauan satelit membantu meningkatkan pemberdayaan masyarakat dengan mengamati keadaan lingkungan serta memberikan informasi yang lebih akurat untuk pengambilan keputusan. Dan yang kelima yaitu Penggunaan Teknologi Terkini, pemantauan satelit memungkinkan penggunaan teknologi terkini dalam pengamatan cuaca dan iklim, seperti penggunaan sensor serta sistem layanan mengamati data cuaca secara real-time, yang sangat diperlukan dalam menghadapi perubahan iklim. Dengan demikian, pengamatan satelit sangat penting dalam perubahan iklim serta meningkatkan pemberdayaan masyarakat (Adiningsih *et al.*, 2016).

Terdapat temuan pemantauan perubahan iklim yang terdeteksi oleh satelit meliputi beberapa hal yaitu yang pertama Pemanasan Global. Pemantauan perubahan iklim menggunakan satelit dapat membantu dalam memahami perubahan iklim serta efeknya terhadap pertanian. Data satelit digunakan guna memantau perubahan kondisi laut seperti klorofil, sebaran terumbu karang, serta kenaikan permukaan laut. Yang kedua yaitu Pengawasan Penggunaan Lahan. Data satelit

dapat membantu pemerintah untuk memantau penggunaan lahan sesuai peraturan, mengurangi konflik lahan, serta memastikan penggunaan lahan yang berkelanjutan. Yang ketiga yaitu Pemantauan Hutan dan Deforestasi. Teknologi satelit digunakan guna memantau hutan dan mencegah penggundulan hutan ilegal, yang penting untuk perlindungan lingkungan serta konservasi keanekaragaman hayati. Yang keempat yaitu Penggunaan Satelit dalam Pemantauan Maritim. Penggunaan satelit LAPAN-A2/LAPAN-ORARI guna pemantauan lalu lintas kapal serta operasi maritim, menunjang program kemandirian bangsa serta keamanan nasional. Dan yang kelima yaitu Optimalisasi Pemantauan Data Satelit. Penggunaan satelit penginderaan jauh telah berkembang pesat, memungkinkan penginderaan jauh digital yang lebih luas dan efektif dalam pemantauan dan monitoring data (Supriyanti & Yudha, 2019).

Terdapat beberapa manfaat teknologi satelit bagi peneliti dan ilmuwan iklim yaitu yang pertama Penginderaan Jauh. Satelit digunakan guna penginderaan jauh, pengamatan lingkungan, pengamatan iklim, serta pemetaan permukaan bumi. Data satelit bermanfaat bagi penelitian ilmiah serta pemantauan perubahan iklim. Yang kedua yaitu Pemantauan Kondisi Laut. Satelit bisa membantu memantau kondisi laut seperti klorofil, sebaran terumbu karang, dan kenaikan permukaan laut, yang penting bagi perlindungan lingkungan serta konservasi keanekaragaman hayati. Yang ketiga yaitu data satelit membantu pemerintah dalam pengawasan penggunaan lahan yang sesuai dengan peraturan, mengurangi konflik tanah, dan memastikan penggunaan lahan yang berkelanjutan. Yang keempat yaitu teknologi satelit bermanfaat guna pengamatan hutan dan tindakan pencegahan terhadap deforestasi ilegal yang penting untuk pelestarian lingkungan serta menjaga keanekaragaman hayati. Dan manfaat teknologi satelit yang kelima yaitu memungkinkan penginderaan jauh digital yang lebih luas serta efektif terhadap pemantauan dan monitoring data (Mulyani, 2021).

Satelit memiliki beberapa manfaat bagi kehidupan masyarakat, diantaranya yang pertama yaitu satelit membantu memfasilitasi komunikasi dan penyiaran di Indonesia, memungkinkan masyarakat berkomunikasi secara bebas melalui telepon, internet, radio, dan televisi. Yang kedua yaitu satelit akan digunakan untuk memantau laut Indonesia, mendeteksi kapal yang memasuki perairan Indonesia, dan mencegah pencurian ikan. Yang ketiga yaitu satelit akan membantu menghubungkan seluruh layanan perbankan ke seluruh wilayah Indonesia, termasuk daerah terpencil. Yang keempat yaitu satelit digunakan untuk memantau kondisi global seperti kebakaran hutan, tanah longsor, dan kecelakaan serta memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat. Yang kelima yaitu satelit dapat membantu manusia melakukan navigasi karena dapat memberikan lokasi dan arah yang tepat. Yang keenam yaitu menggunakan satelit untuk memantau polusi udara dan memberikan informasi kepada masyarakat tentang kualitas udara setempat. Dan yang ketujuh yaitu satelit dapat membantu masyarakat memetakan sumber daya alam, memungkinkan mereka menentukan lokasi dan kualitas sumber daya alam di suatu wilayah. Semua keunggulan satelit ini sangat penting bagi masyarakat karena memungkinkan kita berkomunikasi, memantau kondisi lingkungan, dan memahami dinamika bumi (Mose, 2019).

## KESIMPULAN

Pemantauan perubahan iklim adalah proses berkelanjutan dalam mengamati, mendokumentasikan, dan mengevaluasi perubahan iklim global dengan menggunakan data tentang cuaca, emisi gas rumah kaca, dan perubahan lingkungan lainnya. Teknologi satelit akan memainkan peran penting dalam pemantauan ini, memungkinkan pengumpulan data yang akurat dari berbagai belahan dunia. Tujuan artikel ini adalah untuk membahas peran satelit dalam memantau perubahan iklim, teknologi yang digunakan, dan temuan terbaru. Data pemantauan satelit mempunyai implikasi penting terhadap kebijakan iklim, termasuk deteksi dini bencana, pemantauan kondisi cuaca ekstrem, dan pemberdayaan masyarakat lokal. Selain itu, satelit juga memfasilitasi komunikasi, pemantauan lingkungan, navigasi, dan pemetaan sumber daya alam.

Kelemahan pada artikel ini adalah Kurangnya fokus dan kejelasan Artikel ini memuat terlalu banyak informasi dalam satu paragraf dan memadukan topik pemantauan iklim dan deskripsi teknologi satelit tanpa transisi yang jelas. Lalu, ketidakseimbangan antara teknologi dan dampak

sosial. Serta, meskipun teknologi satelit telah banyak dibahas, dampak sosial dari pemantauan perubahan iklim melalui satelit kurang ditangani dengan baik. Saran yang dapat diberikan pada artikel ini yaitu dengan lebih banyak mencari dan meningkatkan studi literatur pada artikel, buku maupun jurnal untuk mendapatkan argumen dan informasi yang valid.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terlaksananya penulisan Artikel ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Allah SWT, atas limpahan karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Artikel ini. Selain itu, tentu saja ucapan terima kasih peneliti haturkan kepada Dosen Pengampu Mata Kuliah Pengetahuan Bumi Antariksa yakni Ibu Dyah Permata Sari, S.Pd., M.Pd. yang telah membimbing penulis dalam penyusunan artikel ini. Serta ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penulisan dan penelitian artikel ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, E. S., Sofan, P. & Prasasti, I. (2016). Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk monitoring kejadian iklim ekstrem di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(2).
- Ainurrohman, S. & Sudarti, S. (2022). Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 8(1), 1-10.
- Alfiandy, S., Permana, D., Nurjaman, A. W. Kurnia, W. G. & Prastika, L. (2020). Analisis iklim Provinsi Sulawesi Tengah berdasarkan data pemantau cuaca otomatis BMKG. *Buletin GAW Bariri (BGB)*, 1(1), 1-11.
- Arwan, J. F., Dewi, L. & Wahyudin, D. (2022). Urgensi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Lingkungan Dan Pembangunan*, 22(02), 23-38.
- Bahar, D. R. A. (2015). Penempatan satelit di ruang angkasa menurut hukum internasional. *Lex et Societatis*, 3(7).
- Choanji, T. (2016). Indikasi struktur patahan berdasarkan data citra satelit dan digital elevation model (DEM) sungai Siak, Tualang dan sekitarnya sebagai pertimbangan pengembangan pembangunan wilayah. *Jurnal Saintis* 16(2), 22-31.
- Haryanto, H. C. & Prahara, S. A. (2019). Perubahan iklim, siapa yang bertanggung jawab?. *Insight: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 21(2), 50-61.
- Jakondar Bakara, J. (2011). Perkembangan sistem satelit navigasi global dan aplikasinya. *Berita Dirgantara*, 12(2).
- Junarto, R. (2023). Mitigasi perubahan iklim dan dampak pengelolaan sumber daya agraria: wawasan dari Indonesia. *Tunas Agraria*, 6(3), 237-254.
- Kusumawardhani, I. S. & Gernowo, R. (2015). Analisis perubahan iklim berbagai variabilitas curah hujan dan emisi gas metana (CH<sub>4</sub>) dengan metode grid analysis and display system (GRADS) di Kabupaten Semarang. *Youngster Physics Journal*, 4(1), 49-54.
- Latue, P. C., Rakuasa, H. & Sihasale, D. (2023). Analisis kerapatan vegetasi kota Ambon menggunakan data citra satelit Sentinel-2 dengan metode MSARVI berbasis machine learning pada Google Earth Engine. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(2), 68-77.
- Malihah, L. (2022). Tantangan dalam upaya mengatasi dampak perubahan iklim dan mendukung pembangunan ekonomi berkelanjutan: Sebuah tinjauan. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 17(2), 219-232.
- Mose, J. E. (2019). Pemanfaatan ruang angkasa untuk siaran langsung melalui satelit menurut kajian hukum internasional. *Lex et Societatis*, 7(2).
- Mulyani, A. S. (2021). Antisipasi terjadinya pemanasan global dengan deteksi dini suhu permukaan air menggunakan data satelit. *e-Journal CENTECH 2020*, 2(1), 22-29.
- Ratnawati, R. & Fauziah, R. N. (2023). Eyes on the earth: Situs interaktif untuk meningkatkan kesadaran perubahan iklim global. *Bincang Sains dan Teknologi*, 2(02), 82-89.
- Sitanggang, G. (2011). Kajian pemanfaatan satelit masa depan: Sistem penginderaan jauh

- satelit lingkungan NPOESS. *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*, 5(4).
- Slamet, W. (2011). Menakar Komposit sebagai Material Struktur Satelit berdasarkan Kekuatannya. *Prosiding SIPTEKGAN XV-2011 Seminar Nasional IPTEK Dirgantara XV Tahun 2011*, 609-617.
- Supriyani, I. K. & Yudha, G. D. (2019). Optimalisasi pemantauan data satelit di katalog data penginderaan jauh dalam mendukung pengambilan keputusan yang tepat guna. *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2019: Peningkatan Pemanfaatan IPTEK Penginderaan Jauh Untuk Mendukung Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)*, 128-133.
- Syamsuddin, M. L. (2017). Pemanfaatan teknologi satelit dalam mengoptimalkan penangkapan ikan pelagis di pangandaran. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 6(4).
- Wissha, I. T. (2023). Peran united nations committee on the peaceful uses of outer space dalam pemanfaatan teknologi satelit ppenginderaan jauh pada masa pandemi Covid- 19 di Indonesia ditinjau dari hukum ruang angkasa. *Universitas Riau-Fakultas Hukum-Hukum Internasional*.