



Teknologi Mikro Satelit Berbasis AI Hasil Anak Bangsa Untuk Penanganan Illegal Fishing di Indonesia

Ema Wulaningsih¹; Dwiki Herdyan²; Desi Anggraeni³; dan Taswanda Taryo⁴

^{1,2,3,4}Program Pascasarjana Universitas Pamulang

¹emawulan2021@gmail.com; ²dherdyanr@gmail.com; ³nonksyahsyah@gmail.com;

⁴otantaryo@gmail.com

Abstract

Indonesia has unique maritime characteristics that are used as international transportation routes supported by its geostrategic position. Security and safety issues in Indonesian waters, such as illegal fishing, can be seen from the fact that the fish production in Indonesia only reaches 24 million tons, while the theft can reach 26 million tons. This research aims to determine the role of locally-based AI Micro Satellite Technology for handling illegal fishing in Indonesia. AI can be used in combination with micro satellites for automatic detection and classification, and it can also be used to develop algorithms for detecting and classifying ships in image data or AIS data obtained from micro satellites. Using machine learning or deep learning techniques, AI can train models to automatically recognize the characteristics of foreign ships in images or AIS data. Through the Automatic Identification System (AIS), the LAPAN-A2 satellite can monitor the movement of ships around the equator, and up to now, 354 million ship movement monitoring data have been collected. Indonesian Micro Satellite Technology is not inferior to the micro satellite technologies possessed by other countries in the world, as proven by the successful detection of various ships entering Indonesian waters illegally. Therefore, in the future, the use of LAPAN-A2 and A3 satellites is expected to be further maximized.

Keyword: Micro Satelite, LAPAN-A2 And A3, Illegal Fishing, AIS

Abstrak

Indonesia memiliki karakteristik laut yang cukup unik yang digunakan sebagai alur transportasi Internasional yang didukung oleh posisi geostrategis. Masalah keamanan dan keselamatan di wilayah perairan Indonesia seperti penangkapan ikan secara ilegal atau Illegal Fishing dapat dilihat dari jumlah produksi ikan di Indonesia yang baru mencapai 24 juta ton sedangkan pencuriannya bisa mencapai 26 juta ton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran Teknologi Mikro Satelit Berbasis AI Lokal Untuk Penanganan Illegal Fishing di Indonesia. AI dapat digunakan dalam kombinasi dengan micro satelit untuk pendeteksian dan klasifikasi otomatis dan juga dapat digunakan untuk mengembangkan algoritma deteksi dan klasifikasi kapal-kapal dalam data citra atau data AIS yang diperoleh dari micro satelit. Dengan menggunakan teknik pembelajaran mesin atau deep learning, AI dapat melatih model untuk secara otomatis mengenali karakteristik kapal-kapal asing dalam citra atau data AIS. Melalui Automatic Identification System (AIS) satelit LAPAN-A2 dapat memantau pergerakan kapal laut di sekitar garis khatulistiwa, hingga saat ini telah terkumpul 354 juta data pemantauan pergerakan kapal laut. Teknologi Mikro Satelit Indonesia tidak kalah dengan teknologi mikro satelit yang dimiliki negara lain di dunia terbukti

dengan keberhasilan pendeteksian berbagai kapal yang masuk perairan Indonesia secara illegal sehingga kedepannya diharapkan penggunaan Satelit Lapan-A2 dan A3 dapat terus dimaksimalkan

Kata kunci: Mikro Satelit, LAPAN-A2 dan A3, Illegal Fishing, AIS

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan (Archipelagic State) terbesar di dunia yang memiliki wilayah perairan yang sangat luas. Menurut Deputy Kedaulatan Maritim Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman, Indonesia memiliki pulau sebanyak 17.504 (Tujuh belas ribu lima ratus empat) pulau yang termasuk ke dalam wilayah kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia, di mana 16.056 pulau telah dibakukan namanya di PBB hingga Juli 2017, yang mana dari keseluruhan pulau tersebut, hanya 6.000 pulau yang berpenduduk (Eko Prasetya; 2017).

Sebagai negara kepulauan, wilayah Indonesia memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km atau 14% dari keseluruhan garis pantai dunia. Atau dengan kata lain, 2/3 wilayah Indonesia merupakan perairan laut. Laut ZEE seluas 2.7 Juta km. Luas laut kedaulatan yang dimiliki oleh Indonesia yaitu 3.1 juta km (Sulistyono; 2013). Indonesia berada di wilayah tropis serta memiliki letak yang strategis, yakni antara dua benua (Benua Asia dan Benua Australia) dan terletak diantara dua samudra (Samudra Hindia dan Samudra Pasifik) tentunya memberikan keuntungan tersendiri bagi keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia.

Sebagai negara dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia setelah Canada, Indonesia dikenal sebagai pusat segitiga karang dunia atau jantung dari "The Coral Triangle", yakni merupakan kawasan dengan tingkat keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi. Terdiri lebih dari 70 genera dan 500 spesies karang, 18% terumbu karang dunia berada di perairan Indonesia (C.L. Huffard dkk. (ed.); 2012).

Keanekaragaman hayati laut lainnya antara lain 2.500 jenis ikan, 2.500 jenis moluska, 1.500 jenis udang-udangan dan berbagai biota laut lainnya. Potensi lestari sumber daya ikan laut Indonesia sebesar 6,5 juta ton per tahun tersebar di perairan wilayah Indonesia dan perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) yang terbagi dalam sembilan wilayah perairan utama Indonesia. Dari seluruh potensi sumber daya tersebut, guna menjaga keberlanjutan stok ikan, jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) sebesar 5,12 juta ton per tahun (David Setia Maradong; 2016). Zona pesisir dapat menopang kehidupan 60% penduduk Indonesia (Uun Rusdiyono; 2017).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberi sumbangan besar bagi dunia kelautan di Indonesia. Bagaimana tidak, negara kepulauan dengan potensi sumber daya kelautan beraneka ragam ini telah memanfaatkan kemajuan iptek. Pemanfaatan tersebut sudah barang tentu bertujuan untuk mengoptimalkan penghasilan negara dari sumber daya kelautan dan juga untuk menjaga tiap titik wilayah negara dari bahaya atau pun kejahatan yang kerap terjadi di laut wilayah Indonesia. pemerintah mengeluarkan kebijakan pengawasan dan pengendalian sumberdaya kelautan dan perikanan. Arah kebijakan ini tentunya diupayakan untuk mewujudkan pengelolaan sumberdaya kelautan dan perikanan secara bertanggung jawab, agar setiap potensi kelautan yang dimiliki bisa dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Potensi sumber daya laut di wilayah perairan Indonesia sangat tinggi sehingga berpotensi adanya pencurian sumber daya. Batas wilayah perairan Indonesia yang luas membutuhkan pemantauan lalu lintas kapal yang intensif. Kondisi teknologi saat ini sensor pemantau kapal baik di pantai dan kapal patroli hanya dapat menjangkau sekitar 30 nm (56 km) karena terbatas jarak horizon bumi. Alat sensor yang digunakan bernama Automatic Identification System (AIS) yang berfungsi untuk memantau kapal laut yang berbasis komunikasi digital VHF dan GPS. Teknologi dan penerbangan ruang angkasa sudah hal lumrah di zaman modern, seperti halnya listrik dari jaringan. Kita memerlukan satelit, dan itu jadi kunci bagi teknologi masa depan. Di Uni Eropa 10% aktivitas ekonomi sudah tergantung pada navigasi satelit. Uni Eropa meluncurkan program Copernicus tahun 2014. Satelit-satelitnya memantau bumi dari orbit. Ini adalah proyek yang dibiayai banyak orang. Data yang dikirimkan semua satelit ke bumi akan memungkinkan pengembangan aplikasi baru, misalnya piranti lunak untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar pada kapal laut (Conny Borrmann; 2021).

KAJIAN LITERATUR

Satelit miniatur atau satelit kecil adalah satelit dengan massa dan ukuran rendah, biasanya di bawah 500 kg (£ 1100). Sementara semua satelit tersebut dapat disebut satelit kecil, klasifikasi yang berbeda digunakan untuk mengkategorikan mereka berdasarkan massa. Salah satu alasan untuk miniaturisasi satelit adalah untuk mengurangi biaya: satelit yang lebih berat membutuhkan roket yang lebih besar dengan daya dorong yang lebih besar yang juga memiliki biaya yang lebih besar. Sebaliknya, satelit yang lebih kecil dan lebih ringan membutuhkan kendaraan peluncuran yang lebih kecil dan lebih murah dan kadang-kadang dapat diluncurkan dalam kelipatan. Klasifikasi Satelit miniature terdiri dari Satelit kecil/Small satelit, Microsatelit, Nanosatelit, Picosatelit dan Femtosatelit (Wikipedia; 2023). Mikro satelit, juga dikenal sebagai nanosatelit atau cubesat, merupakan satelit kecil yang memiliki dimensi yang relatif kecil, biasanya dalam rentang beberapa sentimeter hingga beberapa puluh sentimeter. Para ahli telah mengamati dan menganalisis beberapa aspek penting tentang mikro satelit, termasuk kelebihan dan kelemahan, aplikasi potensial, dan tantangan yang terkait dengan penggunaan mereka

Data satelit juga bisa digunakan untuk membuat produk-produk yang bisa dipasarkan. Remote Sensing Solutions (RSS) adalah perusahaan yang berpusat di München dan menspesialisasikan diri dalam pengawasan lingkungan. Ini bukan termasuk industri yang sangat menguntungkan. Tapi Copernicus meningkatkan pendapatan mereka, karena data dari satelit bisa diperoleh gratis, dan bisa diakses siapa saja. Perusahaan itu menggunakan data untuk menghasilkan informasi bernilai tinggi. Pendiri RSS, Florian Siegert mengatakan, jika data bisa diakses dan murah, seluruh proses pemberian informasi jadi murah juga, dan orang akan lebih bersedia membeli. Iden mereka antara lain organisasi konservasi lingkungan, seperti WWF, juga pemerintah dari sejumlah negara. Salah satu fokus perusahaan itu adalah, pengawasan dampak penggunaan lahan dan perubahan iklim pada vegetasi (Conny Borrmann; 2021).

Monitoring Control and Surveillance (MCS) adalah sebuah konsep atau praktik yang melibatkan pemantauan dan pengendalian terhadap suatu sistem, proses, atau aktivitas dengan tujuan untuk memastikan kepatuhan terhadap aturan, kebijakan, atau standar yang berlaku. Dalam konteks yang lebih spesifik, MCS seringkali digunakan dalam industri atau sektor yang memiliki risiko tinggi, seperti industri perikanan, kehutanan, atau kelautan. Tujuan utamanya adalah untuk melindungi sumber daya alam dan lingkungan, serta memastikan keberlanjutan ekonomi dan keadilan sosial dalam pengelolaan sumber daya tersebut. MCS melibatkan penggunaan teknologi dan sistem informasi untuk mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan mengambil tindakan yang sesuai berdasarkan temuan pengawasan. Hal ini dapat melibatkan penggunaan teknologi seperti sensor jaringan, pemantauan satelit, penginderaan jauh, dan sistem pelaporan yang terintegrasi. MCS (Monitoring, Control, and Surveillance) berupa Vessel Monitoring Systems (VMS) dapat dipadukan dengan mikro satelit radar untuk meningkatkan kemampuan pemantauan kapal di perairan. Dalam kombinasi ini, VMS digunakan untuk melacak kapal-kapal yang telah dilengkapi dengan transponder VMS, sementara mikro satelit radar digunakan untuk mendeteksi dan memantau kapal-kapal yang tidak mengaktifkan transponder atau tidak terpantau oleh sistem VMS.

Mikro satelit radar memungkinkan pendeteksian kapal secara independen dengan menggunakan gelombang radar untuk menghasilkan gambar atau data tentang keberadaan kapal. Satelit radar dapat melihat melalui kondisi cuaca buruk, seperti kabut atau awan, dan memungkinkan pendeteksian kapal pada malam hari atau di daerah yang terpencil. Dengan mengintegrasikan VMS dan mikro satelit radar, sistem dapat memberikan pemantauan yang lebih komprehensif dan akurat terhadap kapal-kapal di perairan. Kapal-kapal yang tidak mengaktifkan transponder VMS mereka tetap dapat terdeteksi dan dilacak menggunakan data radar satelit.

Keunggulan dari penggunaan kombinasi VMS dan mikro satelit radar adalah meningkatkan kemampuan pemantauan kapal yang tidak dapat diakses oleh sistem VMS saja. Informasi yang diperoleh dari mikro satelit radar dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menindaklanjuti kapal-kapal yang terlibat dalam kegiatan ilegal, seperti Illegal, Unreported, and Unregulated (IUU) Fishing. Integrasi VMS dan mikro satelit radar memberikan pendekatan yang lebih holistik dalam pemantauan dan pengawasan kapal di perairan, memungkinkan tindakan yang lebih

efektif dalam penanggulangan kegiatan ilegal dan menjaga keamanan serta keberlanjutan sumber daya perikanan.

Micro satelit dapat dipadukan dengan kecerdasan buatan atau artificial intelligence (AI). Integrasi AI dengan data yang diperoleh dari micro satelit dapat meningkatkan kemampuan pendeteksian, pemrosesan, dan analisis informasi yang diperoleh. AI dapat digunakan dalam kombinasi dengan micro satelit untuk pendeteksian dan klasifikasi otomatis. AI dapat digunakan untuk mengembangkan algoritma deteksi dan klasifikasi kapal-kapal dalam data citra atau data AIS yang diperoleh dari micro satelit. Dengan menggunakan teknik pembelajaran mesin atau deep learning, AI dapat melatih model untuk secara otomatis mengenali karakteristik kapal-kapal asing dalam citra atau data AIS. AIS merupakan sistem pengatur lalu lintas kapal dimana sistem ini mengenali dan menentukan lokasi kapal melalui pertukaran data dengan kapal atau stasiun VTS terdekat. Informasi yang berupa identitas kapal, posisi, arah kapal, dan kecepatan dapat ditampilkan dalam layar atau melalui sebuah Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). AIS dimaksudkan untuk membantu awak kapal untuk memantau dan memungkinkan otoritas maritim melacak dan memantau pergerakan kapal. Tren aplikasi penggunaan data AIS saat ini semakin berkembang dengan dipasangnya receiver AIS di satelit. Keuntungan pemasangan receiver di satelit adalah mempunyai cakupan wilayah yang luas juga bisa memantau kapal dimana satelit mengorbit. Kombinasi komplemen data AIS dan data SAR dari satelit saat ini semakin menjadi pilihan untuk memantau kejahatan kelautan secara kontinue dan dalam wilayah yang luas seperti Indonesia (Dwiyanto, et.al; 2019).

Fungsi alat AIS untuk mengidentifikasi lalu-lintas atau pergerakan kapal-kapal di perairan Indonesia dengan radius deteksi mencapai lebih dari 100 km dan dapat menerima sinyal maximum 2000 kapal dalam satu daerah cakupan. Pemantauan kapal dari data AIS digunakan untuk menjaga keamanan laut seperti maritime surveillance, transshipment, ataupun illegal fishing.

Micro satelit dapat menghasilkan jumlah data yang besar dalam waktu singkat. AI digunakan untuk memproses dan menganalisis data tersebut dengan cepat dan efisien. Algoritma AI membantu dalam mengidentifikasi pola, mengurangi kebisingan, dan mengekstraksi informasi yang berguna dari data yang besar dan kompleks. AI dapat digunakan untuk memonitor data dari micro satelit dan mengidentifikasi anomali atau perilaku yang mencurigakan dalam aktivitas kapal-kapal. Dengan membandingkan data saat ini dengan pola dan tren historis, AI dapat memberikan peringatan dini tentang kegiatan yang tidak biasa, seperti kapal yang bergerak di wilayah terlarang atau mengubah jalur dengan cepat. AI digunakan untuk memproses data dari micro satelit secara real-time dan memberikan respons cepat terhadap perubahan atau kejadian yang penting. Hal ini memungkinkan sistem pendeteksian kapal asing untuk melakukan pemantauan secara berkelanjutan dan mengambil tindakan segera jika terdeteksi adanya ancaman atau pelanggaran. Integrasi AI dengan micro satelit memungkinkan pemrosesan dan analisis data yang lebih cerdas dan adaptif, serta meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam pendeteksian kapal asing. Namun, perlu diperhatikan bahwa penggunaan AI dalam aplikasi satelit juga memerlukan infrastruktur komputasi dan kecerdasan yang memadai untuk melakukan pemrosesan dan analisis data yang kompleks

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Menurut Denzin & Lincoln (1994) dalam (Anggito & Setiawan 2018 : 7) penelitian kualitatif (Qualitative research) adalah penelitian yang menggunakan latar alamiah dengan maksud menafsirkan fenomena yang terjadi dan dilakukan dengan jalan melibatkan berbagai metode yang ada. Metode ini melibatkan pengumpulan dan analisis data yang lebih bersifat deskriptif dan naratif. Dalam konteks memberikan saran kepada pemerintah. Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur atau penelitian kepustakaan yang berisi teori-teori yang relevan dengan masalah penelitian. Pendekatan ini memungkinkan untuk memahami pandangan dan pengalaman terdahulu terkait dengan masalah yang akan diusulkan.

Metode ini dilakukan melalui studi literatur tentang teknologi mikro satelit berbasis Artificial Intelegen. Pada tahap ini, dilakukan pencarian jurnal, artikel, atau buku tentang mikro satelit

untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang teknologi ini. Hal ini dapat memberikan dasar yang kuat untuk memberikan saran yang lebih baik dan berdasar pada konteks kebijakan yang ada. Studi Pustaka Menurut Sugiyono (2017) merupakan kaitan dengan kajian teoritis dan referensi lain yang berkaitan dengan nilai, budaya, dan norma yang berkembang pada situasi sosial yang diteliti. Studi literatur merupakan teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi penelaahan terhadap buku-buku, catatan-catatan, literatur-literatur, dan laporan-laporan yang berhubungan dengan masalah yang diteliti (Nadzir, 1988). Menurut Rosyidhana (2014 : 3) dalam (Rusmawan 2019:104) studi literatur merupakan metode pengumpulan data dengan cara mencari dan membaca sumber-sumber tertulis yang ada seperti buku atau literatur yang menjelaskan tentang landasan teori. Sama halnya dengan pengumpulan data dan informasi dengan cara menggali pengetahuan atau ilmu dari sumber-sumber seperti buku, karya tulis, serta beberapa sumber lainnya yang ada hubungannya dengan objek penelitian (Dewi dalam Rusmawan, 2019:104). Data dan informasi yang diperoleh dari studi literatur kemudian diolah dengan menggunakan metode analisis deskriptif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikrosatelit ESAIL diluncurkan pada tanggal 3 September 2020 dari landasan antariksa Eropa di Guyana Prancis. ESAIL adalah satelit pertama dalam program SAT-AIS ESA untuk memantau lalu lintas pengiriman global. Perusahaan-perusahaan Jerman berukuran kecil dan menengah menyediakan komponen inti untuk platform satelit baru 'Triton'. The ESAIL mikrosatelit komersial, yang menggunakan platform satelit yang baru dikembangkan, diluncurkan ke orbit dari landasan antariksa Eropa di Kourou pada tanggal 3 September pukul 03:51 CEST menggunakan roket peluncur Vega. Pengembangan satelit pertama dalam program SAT-AIS European Space Agency (ESA) didanai oleh German Aerospace Center (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt; DLR) dengan dana dari German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; BMWi). Tugas ESAIL akan menentukan lokasi kapal dan memantau lalu lintas maritim global (Herbert J. Kramer; 2019).

Komponen inti untuk platform baru berasal dari Jerman. ESAIL akan mengorbit Bumi selama sekitar lima tahun pada ketinggian sekitar 515 kilometer. Dengan panjang tepi hanya 60 sentimeter dan berat sekitar 110 kilogram, satelit berbentuk kubus ini diklasifikasikan sebagai mikrosatelit. Pasar internasional untuk satelit-satelit kecil ini terus berkembang karena mereka dapat digunakan untuk berbagai tugas di orbit Bumi rendah. Rentang tugas mereka termasuk pengamatan Bumi, layanan relay data untuk Internet of Things, dan pengujian teknologi.

Yang istimewa dari ESAIL adalah platform satelit yang baru dan fleksibel yang disebut Triton, jelas Marc Hofmann, yang bertanggung jawab atas ESAIL di DLR Space Administration. Perusahaan-perusahaan Jerman berukuran kecil dan menengah mengembangkan komponen inti untuk platform tersebut. Di masa lalu, satelit dibuat khusus untuk setiap aplikasi, yang membutuhkan banyak waktu dan uang. Platform yang fleksibel semakin dikembangkan dan digunakan untuk menghemat waktu dan biaya selama proses manufaktur. Platform ini sekarang dapat dibeli hampir 'siap pakai', hanya memerlukan penyesuaian minor

Dari luar angkasa, ESAIL akan mengamati kapal-kapal yang dilengkapi dengan peralatan pelacakan Sistem Identifikasi Otomatis (Automatic Identification System/AIS). Dengan bantuan sistem berbasis satelit ini (SAT-AIS), kapal-kapal dapat diidentifikasi di seluruh dunia dan posisi mereka yang tepat dapat ditentukan. Data AIS penting untuk menghindari tabrakan antara kapal-kapal, memantau rute, dan melawan kejahatan lingkungan. ESAIL akan melengkapi armada satelit perusahaan Kanada, exactEarth, yang menyediakan layanan penentuan posisi dan informasi kepada sektor maritim

ESAIL dikembangkan dalam program SAT-AIS sebagai bagian dari program Advanced Research in Telecommunications Systems (ARTES) European Space Agency (ESA). ESAIL dibangun oleh perusahaan LuxSpace yang berbasis di Luksemburg, yang merupakan anak perusahaan dari grup antariksa OHB SE yang berbasis di Bremen. Komponen inti platform 'Triton' dikembangkan oleh perusahaan kecil dan menengah (SME) Jerman. Sistem transmisi data untuk muatan satelit disediakan oleh STT-Systemtechnik GmbH di Munich. Bagian dari sistem kontrol sikap (attitude control) diproduksi oleh Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH di Berlin dan ZARM Technik AG di Bremen. Kontribusi Jerman pada program SAT-AIS

oleh karena itu memberikan manfaat bagi perusahaan-perusahaan menengah. Melalui kontribusinya pada program-program ESA, DLR Space Administration mendorong pengembangan platform satelit yang baru dan fleksibel untuk digunakan di orbit rendah Bumi (Fabian Walker and Marc Hofman; 2020).

Satelit LAPAN-A2 diorbitkan dekat ekuator dengan inklinasi enam derajat pada ketinggian 650 kilometer dari permukaan bumi. Satelit tersebut membawa misi pemantauan permukaan bumi, identifikasi kapal laut, komunikasi radio amatir. Untuk pemantauan wilayah RI, satelit LAPAN-A2 membawa kamera analog dengan resolusi lima meter dan kamera digital dengan resolusi empat meter. Dengan orbit ekuatorial, LAPAN-A2 akan melintasi wilayah Indonesia 14 kali setiap hari. Untuk melakukan pemantauan lalu lintas kapal, operasi keamanan laut, perikanan, dan eksplorasi sumber daya kelautan Indonesia, akan menggunakan Spaceborne Receiver Automatic Identification System. Cakupan area pengamatan dapat mencapai ribuan kilometer. Sementara itu, misi komunikasi amati pada LAPAN-A2 bertujuan untuk komunikasi pada kondisi darurat bencana dan kegiatan radio amatir dalam mendukung kepentingannya nasional.

LAPAN-A2 (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional-A2) termasuk dalam kategori micro satelit. LAPAN-A2 adalah satelit buatan Indonesia yang diluncurkan oleh Badan Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada tahun 2018. LAPAN-A2 memiliki dimensi dan berat yang lebih kecil dibandingkan dengan satelit konvensional. Satelit ini memiliki ukuran sekitar 65 cm x 65 cm x 85 cm dengan berat sekitar 120 kg. Dengan ukuran dan berat yang relatif kecil, LAPAN-A2 masuk dalam kategori micro satelit. LAPAN-A2 dilengkapi dengan berbagai instrumen penginderaan jarak jauh, termasuk kamera optik dengan resolusi menengah dan sensor penginderaan termal. Satelit ini digunakan untuk pengumpulan data dan pemantauan sumber daya alam, pengamatan lingkungan, pemetaan wilayah, dan keperluan penelitian lainnya. Dalam sehari, menurut Thomas Djamaluddin, kepala Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) dalam diskusi hasil operasi satelit Lapan-A2/Orari, satelit ini bisa mengirim hingga 2,4 juta data dari hasil pemantauan Bumi ungu. Satelit Lapan A2 memiliki komponen dari Jerman dan Norwegia tetapi penggarapan Lapan A2 sepenuhnya dilakukan di Pusat Teknologi Satelit Lapan di Rancabungur, Bogor, Jawa Barat. Satelit LAPAN-A2 adalah satelit pertama yang 100 persen diproduksi di Indonesia oleh anak bangsa. Rancang bangun satelit ini dilakukan di Pusat Riset Teknologi Satelit, Bogor. Berbeda dengan pendahulunya, satelit LAPAN-A1/LAPAN-Tubsat diproduksi di Berlin, Jerman

Orbit Satelit LAPAN-3A/LAPAN-IPB melintasi kutub utara dan kutub selatan (orbit polar) sebanyak 4 kali dalam sehari sehingga dapat melengkapi data dari Satelit LAPAN-2A/LAPAN-ORARI. Satelit LAPAN-3A/LAPAN-IPB membawa teknologi penginderaan jauh berupa 4 bands multispectral imager beresolusi 18 meter dengan lebar swath 100 kilometer dan mempunyai kemampuan untuk menerima sinyal dari maksimum 2000 kapal dalam satu daerah cakupan. Teknologi penginderaan jauh digunakan untuk memantau sumber daya pangan dan identifikasi tutupan/penggunaan lahan serta pemantauan lingkungan. Satelit LAPAN-3A/LAPAN-IPB juga dilengkapi AIS untuk mendeteksi seluruh data AIS di area ekuator yang mampu memantau pergerakan kapal. Monitoring data AIS bermanfaat untuk mengidentifikasi keberadaan kapal besar, termasuk jenis kapal niaga, pencari ikan bahkan dapat dimanfaatkan untuk melacak kapal pencuri ikan. Teknologi satelit ini dapat menerima 2,4 juta pesan posisi kapal dan di wilayah perairan Indonesia terpantau hingga puluhan ribu kapal. Sistem ini mampu mendeteksi manuver dari kapal-kapal yang menimbulkan kecurigaan terkait illegal fishing atau hal-hal yang mencurigakan lainnya (Agustin; 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Indonesia merupakan negara maritim dan memiliki kekayaan sumber daya alam dan ekosistem laut yang melimpah, untuk itu penting bahwa dalam menjaga keamanan dan ekosistem laut dari praktek illegal fishing dengan memanfaatkan perkembangan teknologi dan transformasi digital pemerintah menggunakan mikro satelit dalam upaya pencegahan kegiatan illegal fishing. Mikro satelit ini dilengkapi dengan sistem radar dan penginderaan jarak jauh sehingga dapat memantau pergerakan kapal asing di wilayah laut Indonesia secara langsung dan dapat mengirimkan data secara real time kepada kapal penjaga. Dengan peningkatan terus-

menerus jumlah dan kemampuan satelit mikro-nano, pemrosesan data cerdas di atas kapal menjadi konfigurasi yang diperlukan. Konstelasi dengan ratusan satelit mikro-nano memiliki kemampuan untuk mendeteksi target kapal secara frekuensi tinggi dan menyadari kesadaran kontinu tentang samudra global, yang memiliki arti penting dalam penyelamatan maritim, pengelolaan jalur air, dan penanggulangan penangkapan ikan ilegal. Teknologi Mikro Satelit buatan lokal Indonesia tidak kalah dengan teknologi mikro satelit yang dimiliki negara lain di dunia. Terbukti dengan keberhasilan pendeteksian berbagai kapal yang masuk perairan Indonesia secara ilegal. Oleh karena itu, teknologi yang sudah dimiliki oleh Indonesia ini sudah sepatutnya dikembangkan dan terus didukung oleh Pemerintah sehingga dapat terus menjadi teknologi yang bisa diandalkan secara optimal kedepannya. Lapan juga terus memfokuskan penelitiannya pada pengembangan satelit di mana hal ini sejalan dengan UU terkait keantariksaan Indonesia yang digunakan untuk memenuhi fungsi teknologi sipil. Hal ini selaras dengan visi Presiden dan Waksil Presiden RI yaitu "Terwujudnya Indonesia Maju yang Berdaulat, Mandiri, dan Berkepribadian Berdasarkan Gotong Royong".

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, (2021, Juni 2). Teknik satelit Untuk Pemantauan Lalu Lintas Kapal. Diakses 3 Juni 2023 <https://pgsp.big.go.id/teknologi-satelit-untuk-pemantauan-lalu-lintas-kapal/>
- Ahmad Muhajir, (2022, Oktober 1). Mengenal Satelit LAPAN A2 yang sudah 7 Tahun Mengorbit. Diakses 3 Juni 2023 <https://techno.okezone.com/read/2022/10/01/56/2678675/mengenal-satelit-lapan-a2-yang-sudah-mengorbit-7-tahun>
- Atikah Ishmah Winahyu, (2020, April 15). LAPAN Identifikasi Kapal Misterius di Raja Ampat. Diakses 10 juni 2023 <https://mediaindonesia.com/politik-dan-hukum/304234/lapan-identifikasi-kapal-misterius-di-raja-ampat>
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir, (2015, September 3). Presiden RI Joko Widodo Lepas Satelit LAPAN-A2. Diakses tanggal 10 Juni 2023 <https://www.bapeten.go.id/berita/presiden-ri-joko-widodo-lepas-satelit-lapana2-134822>.
- C.L. Huffard dkk. (ed.), (2012). Prioritas Geografi – Keanekaragaman Hayati Laut untuk Pengembangan Kawasan Konservasi Perairan di Indonesia, Penerbit Kementerian Kelautan dan Perikanan dan Marine Protected Areas Governance Program, Jakarta, Hlm.vii.
- Conny Borrmann, (2021, Maret 20). Era Baru Satelit Mikro. Diakses 10 Juni 2023 dari <https://www.dw.com/id/era-baru-satelit-mikro/a-56853384>
- David Setia Maradong, (2016). Potensi Besar Perikanan Tangkap Indonesia, diakses dari <http://setkab.go.id/potensi-besar-perikanan-tangkap-indonesia/>, diakses 3 Juni 2023
- Dwiyanto, Ade Putri Septi Jayani, 2019. Analisis Posisi Antena Ais Untuk Misi Pemantauan Kapal Satelit SAR Mikro LAPAN, Pusat Teknologi Satelit, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
- Eko Prasetya (2017, 19 Agustus). Dari 17.504 Pulau di Indonesia, 16.056 telah diverifikasi PBB. Diakses 3 Juni 2023 dari https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_pulau_di_Indonesia_menurut_provinsi#cite_note-1
- Fabian Walker and Marc Hofman (2020, Sept 3) Esail Micro Satellite Launched With New Satalite. Diakses tanggal 3 Juni 2023 https://www.dlr.de/en/latest/news/2020/03/20200902_launch-esail-microsatellite
- Gade, R., & Moeslund, T. B. (2014). Automatic Detection of Ships in Satellite Images: A Survey.
- Gomes, J., Moctezuma, A. C., Sousa, J. M. C., & Rijo, R. (2020). Automatic Ship Detection and Classification in Satellite Images using Convolutional Neural Networks. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 58(9), 6664-6680.
- Herbert J. Kramer (2019, July 9). ESAIL Maritime Micro Satellite. Diakses 3 Juni 2023 dari <https://www.eoportal.org/satellite-missions/esail#mission-status>
- Hong, Z., Gong, M., Yu, L., & Liu, W. (2020). Automatic Vessel Detection in Satellite Images Based on Deep Learning. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 58(4), 2440- 2456.
- Huynh, T. T., Do, T. N., & Nguyen, H. (2019). Ship Detection and Classification in SAR Images Using Deep Learning and Radon Transform. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 12(9), 3306-3317.

- IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 36(5), 875-892.
- Johnson-Roberson, M., Bartoń, J., & Matthies, L. (2017). Detection and Tracking of Sea Vessels from Satellite and Airborne Sensors. *Journal of Field Robotics*, 34(6), 1171-1195.
- Karim, A., R. Permala, M. Mukhayadi, W. Hasbi, (2018). Koreksi Data Automatic Identification System (AIS) Satelit Lapan-A2 Dan Lapan-A3 Menggunakan Metode Interpolasi Dan Ekstrapolasi, *Jurnal Teknologi Dirgantara Vol.16 No.2*, 159 – 168.
- Peng, H., & Lu, J. (2019). Ship Detection in Remote Sensing Images Based on a Deep Neural Network with a Multiscale Feature Fusion Strategy. *Remote Sensing*, 11(7), 827.
- Saleh, B., & Shalaby, A. (2019). An Efficient Deep Learning Framework for Ship Detection and Classification from High-Resolution Satellite Imagery. *Remote Sensing*, 11(5), 566.
- Saputra, H., A. Budi, D. Istaridi, S. Wiratno, (2016). Penggunaan Data Automatic Identification System (AIS) Untuk Mengetahui Pergerakan Kapal (Studi Kasus Pada Lalu Lintas Kapal di Selat Singapura dan Perairan Batam), *Jurnal Integrasi Vol. 8 No. 2*, 139 – 143.
- Sulistiyono, (2013). Dampak Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Laut pada Kegiatan Industri Migas dan Metode Penanggulangannya, *Forum Teknologi Swara Patra Majalah Ilmiah PPSDM Migas, Vol.3, No.1 Hlm.49*.
- Triharjanto, R.H., P. A. Budiantoro, D. Yanto, J. T. S. Sumantyo, (2018). The Design Progress of LAPAN-Chiba University SAR Micro-Satellite, Paper presented at the IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES), 2018.
- Uun Rusdiyono, (2017). Pengembangan Materi Ajar Dampak Kenaikan Permukaan Air Laut terhadap Lingkungan Pesisir sebagai Akibat Perubahan Iklim Global pada Siswa Kelas X, *Prosiding Seminar Nasional (Pendidikan Geografi, FISH UNESA) dengan tema "Pengelolaan Potensi Maritim Indonesia"*, Surabaya, 23 Mei 2017, Hlm.156.
- Yu, L., Gong, M., Hong, Z., & Liu, W. (2021). Ship Detection in Remote Sensing Images Based on Improved Deep Learning. *Remote Sensing*, 13(4), 628.
- Zhou, Y., Gong, M., & Hong, Z. (2020). Ship Detection in Remote Sensing Images Based on Convolutional Neural Network. *Journal of Sensors*, 2020, 1-13.