

KERJA SAMA INDONESIA DAN SPACEX DALAM MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN KEANTARIKSAAN

Author: M. Annas Nofriandy

Pembimbing: Dr. Mohammad Saeri, M.Hum

Jurusan Hubungan Internasional

Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik

Universitas Riau

Kampus Bina Widya, Jl. H.R. Soebrantas Km 12,5 Simp. Baru, Pekanbaru 28293

Telp/Fax. 0761-63277

ABSTRAK

Kerja sama antariksa menjadi salah satu kerja sama strategis yang banyak dilakukan oleh berbagai negara di dunia. Indonesia sebagai negara berkembang telah terlibat dalam kerja sama antariksa sejak 1967. Hingga kini Indonesia telah memiliki banyak mitra yang pernah melakukan kerja sama berupa peluncuran satelit milik Indonesia ke orbit bumi. Saat ini terjadi kecondongan kerja sama ke salah satu aktor internasional yakni SpaceX dalam meluncurkan satelit. Penelitian ini mengkaji alasan dan tujuan kerja sama Indonesia dengan SpaceX serta alasan mengapa tidak memilih melakukan kerja sama dengan pihak penyedia jasa peluncuran satelit lainnya.

Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian kualitatif dengan analisis dokumen sebagai teknik pengumpulan data utama. Penelitian ini menganalisis berbagai dokumen, baik dokumen laporan pemerintah, jurnal akademik, laporan atau publikasi organisasi internasional, serta artikel berita dan dokumen-dokumen kebijakan terkait kerja sama antariksa. Analisis berfokus pada kerja sama internasional, kerja sama penerbangan satelit, kerja sama pengembangan teknologi dan pengelolaan satelit serta jaringan komunikasi.

Dari berbagai peluncuran satelit yang sukses dan masuknya teknologi internet satelit yang dapat menjangkau banyak wilayah, maka dapat disimpulkan bahwa Indonesia melakukan kerja sama dengan SpaceX adalah karena keandalan teknologi yang dimiliki SpaceX, serta dapat membantu Indonesia selangkah lebih dekat mencapai kemandirian antariksanya. Kerja sama dengan SpaceX memberikan keuntungan berupa biaya yang lebih rendah dibandingkan kompetitor dan dengan jumlah muatan yang jauh lebih banyak. Selain peluncuran roket kerja sama penggunaan teknologi internet satelit juga mendorong kemajuan ekosistem digital di Indonesia dengan mengurangi *blind spot* secara signifikan. Penelitian ini menjadi bukti bahwa kerja sama bidang antariksa dapat menjadi hal penting dalam mendorong kemajuan dan inovasi nasional.

Kata Kunci: SpaceX, Kerja Sama Antariksa, Starlink, Indonesia, Satelit, Roket.

ABSTRACT

Space cooperation has become one of the strategic forms of collaboration widely undertaken by countries around the world. As a developing nation, Indonesia has been involved in space cooperation since 1967. To date, Indonesia has partnered with various actors to launch its satellites into Earth's orbit. In recent years, there has been a growing tendency to cooperate with one particular international actor—SpaceX—for satellite launches. This study examines the reasons and objectives behind Indonesia's cooperation with SpaceX and explores why Indonesia has opted not to collaborate with other satellite launch service providers.

This research employs a qualitative methodology with document analysis as the primary data collection technique. The study analyses various documents, including government reports, academic journals, publications from international organizations, news articles, and policy documents related to space cooperation. The analysis focuses on international cooperation, satellite launch collaboration, technology development, satellite management, and communication network enhancement.

Based on the success of multiple satellite launches and the introduction of satellite internet capable of reaching remote areas, it can be concluded that Indonesia's collaboration with SpaceX is primarily driven by the technological reliability offered by the company. This partnership not only provides effective and timely access to space but also represents a strategic move that brings Indonesia closer to achieving its national space autonomy. By leveraging SpaceX's advanced capabilities, Indonesia gains both operational benefits and long-term momentum in developing its independent space infrastructure. Collaboration with SpaceX offers lower costs compared to competitors while enabling the deployment of larger payloads. Beyond rocket launches, the partnership in satellite internet technology has also supported the advancement of Indonesia's digital ecosystem by significantly reducing connectivity blind spots. This research highlights that international cooperation in the space sector can play a crucial role in driving national progress and innovation.

Keywords: *SpaceX, Space Cooperation, Starlink, Indonesia, Satellite, Rocket*

PENDAHULUAN

Antariksa adalah ruang luas yang tidak dimiliki oleh siapapun namun dapat dieksplorasi oleh siapa saja yang berada diluar atmosfer bumi.¹ Hal ini

memberikan peluang ke negara merdeka yang memiliki kemampuan dan tertarik untuk melakukan eksplorasi dan penjelajahan diluar angkasa.

Dalam melihat fenomena ini tentunya kerja sama keantariksaan menjadi penting untuk dilakukan. Dikarenakan antariksa akan menjadi medan interaksi dan ajang untuk

¹ United Nations. Office for Outer Space Affairs. and United Nations. General Assembly., *United Nations Treaties and Principles on Outer Space : Text of Treaties and Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space*,

Adopted by the United Nations General Assembly. (United Nations, 2002).

memperlihatkan *power* dari tiap negara. Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang keantariksaan, keantariksaan sendiri diartikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan antariksa, baik itu kegiatan eksplorasi antariksa, pendayagunaan antariksa dan hal-hal lainnya yang memiliki kaitan dengan antariksa.² Kegiatan berupa penggunaan teknologi satelit dan roket termasuk kedalam keantariksaan itu sendiri.

Tercatat bahwa Indonesia merupakan negara pertama di kawasan Asia Tenggara yang mampu mengoperasikan satelit antariksa sendiri. Hal yang sama juga membuat Indonesia sebagai negara ketiga di dunia yang mampu mengoperasikan satelit secara mandiri bersandingan dengan negara Amerika Serikat dan juga Rusia.³ Selain itu Indonesia juga menjadi negara Asia Tenggara yang memiliki lembaga pengembangan antariksa pertama yaitu Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).

Di kawasan Asia Tenggara Indonesia terlibat aktif di dalam *Sub-Committee on Space Technology and Applications* (SCOSA). SCOSA sendiri merupakan sub komite di dalam *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN) yang menjadi wadah bertukar informasi terkait teknologi antariksa serta menjadi fasilitator dalam memberikan dukungan pendanaan

dalam proyek pengembangan berbasis keantariksaan.⁴

Kemandirian keantariksaan sendiri dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah negara untuk memanfaatkan dan mengeksplorasi ruang angkasa sendiri. Termasuk menciptakan dan mengoperasikan satelit, peluncuran roket, fasilitas bandar antariksa, penjelajahan luar angkasa hingga tahap pembentukan koloni. Sebuah negara yang telah mandiri secara antariksa serta memiliki ekosistem antariksa yang mumpuni dapat dipastikan menjadi sebuah negara yang maju.

Dalam upaya untuk mencapai kemandirian keantariksaan, Indonesia lebih memilih untuk menjalin kerja sama dengan SpaceX. SpaceX sendiri merupakan perusahaan swasta asal Amerika Serikat yang bergerak di bidang keantariksaan. Tentunya terdapat alasan mengapa Indonesia lebih memilih melakukan kerja sama dengan SpaceX dibandingkan pihak lain terutama yang berada di Asia seperti Tiongkok, India dan Jepang.

Kerja sama Indonesia dengan Tiongkok sendiri kandas setelah kegagalan perusahaan asal Tiongkok untuk menerbangkan salah satu satelit milik Indonesia. Sementara alasan Indonesia tidak melakukan kerja sama dengan India adalah India sendiri masih memiliki keterbatasan teknologi. India sendiri akan menggunakan roket Falcon-9 milik SpaceX untuk menerbangkan satelitnya.⁵ Sedangkan Jepang sendiri

² PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA, *UU Nomor 21 Tahun 2013* (Jakarta, 2013).

³ Deden Habibi and Ali Alfathimy, "Teknologi Antariksa Sebagai Pemampu Kunci Agenda Pembangunan Indonesia Pasca-2015," *Jurnal Mahasiswa Hubungan Internasional Esensi 2*, no. November 2015 (2015): 37-44, <https://www.researchgate.net/publication/323906539>.

⁴ "Sub-Committee on Space Technology and Applications (SCOSA) – ASTNET" (n.d.).

⁵ Pranav Dixit, "India's ISRO to Use Elon Musk's SpaceX Falcon-9 Rocket to Launch GSAT-20 Satellite," *BusinessToday.In*, last modified 2024,

masih dalam tahap pengembangan dan pada 7 Maret 2023 gagal mengorbit karena kendala mesin.⁶ Tentunya kerja sama dengan SpaceX menjadi pilihan terbaik jika dibandingkan dengan Tiongkok, India dan Jepang.

Kerja sama Indonesia-SpaceX diawali oleh kegagalan China Great Wall Industry Corporation (CGWIC) dalam mengorbitkan satelit yang dimiliki Indonesia. CGWIC dijadwalkan untuk mengorbitkan satelit Nusantara 2 atau satelit Palapa N-1 yang senilai 200 juta dollar AS (Rp 3,12 Triliun)⁷. Satelit Palapa N-1 ini sendiri di proyeksikan sebagai pengganti satelit Palapa D yang masa operasinya akan segera habis.

Namun pada kenyataannya peluncuran satelit ini mengalami kegagalan. Terdapat kegagalan pada tahap ketiga peluncuran yang menyebabkan salah satu mesin roket Pendorong mati sehingga membuat Roket Long March-3B tidak dapat mencapai kecepatan yang dibutuhkan untuk memasuki orbit yang direncanakan⁸. Dilaporkan oleh kantor

keamanan dalam negeri dan perlindungan sipil Guam terdapat objek berapi-api yang diperkirakan sebagai puing-puing dari roket tersebut.⁹

Meskipun demikian satelit ini telah dilindungi oleh asuransi yang senilai dengan 35 juta dollar AS¹⁰. Dari peluncuran satelit Palapa N-1 kerja sama Indonesia dan China terutama dengan pihak CGWIC menjadi putus. Sehingga Indonesia memerlukan mitra Kerja Sama yang baru dalam peluncuran satelit-satelit milik Indonesia. Tempat ini kemudian diambil oleh perusahaan asal Amerika Serikat yaitu SpaceX.

KERANGKA DASAR TEORI

Teori *Embedded Autonomy*

Kerja sama tidak hanya terjadi di antara individu tetapi juga di antara entitas kolektif, termasuk perusahaan, partai politik, organisasi etnis, kelompok teroris, dan negara-bangsa.¹¹ Terlepas dari itu kerja sama sendiri dibagi menjadi beberapa tahap dan level.

Menurut Thomson dan Perry Kerja sama adalah rangkaian kegiatan

<https://www.businesstoday.in/technology/news/story/indias-isro-to-use-elon-musk-spacex-falcon-9-rocket-to-launch-gsat-20-satellite-411792-2024-01-04>.

⁶ Agustin Setyo Wardani, "Roket Baru Jepang Gagal Mengorbit Gara-Gara Masalah Mesin," *Liputan6.Com*, last modified 2023, <https://www.liputan6.com/tekno/read/5226239/roket-baru-jepang-gagal-mengorbit-gara-gara-masalah-mesin>.

⁷ Aditya Jaya Iswara, "Roket China Gagal Terbang, SpaceX Raup Untung Di Indonesia," *Kompas.Com*, last modified 2024, <https://www.kompas.com/global/read/2024/02/21/212835670/roket-china-gagal-terbang-spacex-raup-untung-di-indonesia?page=all>.

⁸ Ferry Sandi, "Roket China Gagal Bawa Satelit Palapa-N1, Hancur Berkeping," *CNBC Indonesia*, last modified 2020,

<https://www.cnbcindonesia.com/tech/20200410190334-37-151135/roket-china-gagal-bawa-satelit-palapa-n1-hancur-berkeping>; "Satelit Nusantara Dua Meluncur Pada 9 April," *Indotelko.Com*, last modified 2020, <https://www.indotelko.com/read/1586152436/satelit-nusantara-9>.

⁹ Sandi, "Roket China Gagal Bawa Satelit Palapa-N1, Hancur Berkeping."

¹⁰ Achmad Dwi Afriyadi, "Satelit Palapa N1 Gagal Mengorbit, Asuransi Bayar Rp 493 M," *DetikFinance*, last modified 2020, <https://finance.detik.com/moneter/d-5287178/satelit-palapa-n1-gagal-mengorbit-asuransi-bayar-rp-493-m>.

¹¹ Xinyuan Dai, Duncan Snidal, and Michael Sampson, "International Cooperation Theory and International Institutions," in *Oxford Research Encyclopedia of International Studies* (Oxford University Press, 2010).

yang dimulai dari tahap koordinasi dan juga kooperasi hingga sampai ke tahap kolaborasi. Kerja sama itu sendiri bisa dibagi lagi menjadi tiga level yaitu interpersonal, intraorganisasi dan interorganisasi¹². Koordinasi merupakan tahap pembentukan Kerangka kerja ingin melakukan apa, siapa melakukan apa, Dimana dan kapan. Kooperasi sendiri adalah tahap dimana masing-masing pihak yang terlibat mengerjakan dan menyiapkan bagiannya masing-masing sesuai dengan yang telah direncanakan. Hingga masuk ke tahap kolaborasi dimana semua elemen pada dua tahap sebelumnya dipadukan dan dilaksanakan secara bersama-sama.

Kerja sama yang dilakukan pada tingkat negara-bangsa biasanya dilatar belakangi oleh faktor ekonomi. Hal ini sejalan dengan perspektif liberalisme yang memiliki ciri ekonomi yang bebas dan memiliki target untuk mencapai keuntungan yang tinggi. kerja sama tersebut dapat berupa kesepakatan dagang ekspor-impor ataupun pasar bebas. Sehingga membuka kemungkinan bagi negara untuk melakukan dan membuka kerja sama dengan pihak swasta.

Peter Evans dalam bukunya *Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation* mengemukakan sebuah konsep penting untuk memahami peran negara dalam pembangunan, yaitu *embedded autonomy*¹³. Konsep ini terdiri dari dua elemen utama: *embeddedness* dan

autonomy.

Pertama, *embeddedness* atau keterikatan merujuk pada kondisi di mana negara memiliki hubungan yang kuat dan konkret dengan aktor-aktor sosial, terutama pelaku ekonomi. Hubungan ini bukan sekadar keberadaan negara di tengah masyarakat, melainkan mencakup jaringan sosial yang memungkinkan adanya pertukaran informasi, kepercayaan, dan kerja sama jangka panjang antara negara dan kelompok strategis di masyarakat.

Kedua, *autonomy* atau otonomi tidak berarti negara terlepas sepenuhnya dari pengaruh masyarakat. Sebaliknya, otonomi yang dimaksud adalah kapasitas negara untuk mengambil keputusan secara kolektif dan independen, terutama melalui birokrasi yang profesional, kohesif, dan tahan terhadap tekanan kepentingan sempit.

Gabungan antara dua elemen tersebut melahirkan konsep *embedded autonomy*, yaitu kemampuan negara untuk menjalankan fungsi pembangunan secara efektif karena ia memiliki otonomi institusional, namun tetap terhubung erat dengan kelompok masyarakat tertentu melalui hubungan yang terlembaga. Dalam konteks pembangunan negara (*developmental state*), hal ini menjadi kunci keberhasilan negara-negara seperti Korea Selatan dan Taiwan dalam mendorong industrialisasi.

Konsep *embedded autonomy* dapat membantu menjelaskan bagaimana cara negara dapat melakukan kerja sama dengan sektor bisnis yang efektif tanpa membuat negara dicaplok atau dimakan oleh kepentingan bisnis.

Dalam penelitian kali ini akan berfokus pada kerja sama yang dilakukan oleh Indonesia dengan pihak

¹² Stephanie Colbry, Marc Hurwitz, and Rodger Adair, "Collaboration Theory," *Journal of Leadership Education* 13, no. 4 (2014): 63-75.

¹³ Peter Evans, *Embedded Autonomy, The Institutional Theory of the Firm* (New Jersey: Princeton University Press, 1995).

swasta SpaceX yang menjadi mitra Indonesia dalam upaya mewujudkan kemandirian keantariksaan. Pada saat sekarang ini Indonesia masih menjadi negara berkembang yang membutuhkan pihak lain untuk membantu kemandirian teknologi antariksanya.

Teknologi yang dimiliki oleh SpaceX tentunya menjadi salah satu alasan mengapa Indonesia melakukan kerja sama. Melalui kerja sama ini diharapkan Indonesia sedikit banyaknya dapat memperoleh informasi terkait teknologi antariksa yang dimiliki oleh SpaceX. Mengingat kerja sama dengan SpaceX bukan merupakan solusi yang nyata namun hanya solusi semu yang bersifat sementara. Segera Indonesia harus mampu untuk bergerak untuk mengembangkan teknologi baik itu pengembangan satelit, roket peluncur, stasiun penerbangan roket luar angkasa dan bandar antariksa setelah melakukan berbagai kerja sama dengan SpaceX. Hal tersebut baru dapat dikatakan sebuah solusi nyata jangka panjang yang melepaskan Indonesia dari belenggu ketergantungan teknologi tidak hanya dari SpaceX namun dari berbagai pihak lainnya.

Kerja sama seperti itu yang diharapkan dapat terjadi dan dilakukan oleh Indonesia. Tentunya bukan hal ini bukan perihal yang mudah dilakukan. Sehingga Indonesia membutuhkan diplomasi antariksa yang baik dan kuat serta tetap pada pendirian bahwa kerja sama dengan pihak manapun saat ini merupakan solusi jangka pendek yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan saat ini saja. Sehingga dapat mendorong untuk melakukan pertukaran teknologi maupun informasi yang lebih dapat dikembangkan dan digunakan untuk memenuhi kebutuhan jangka panjang

bangsa.

LEVEL ANALISA NEGARA BANGSA

Agar tidak keluar dari jalur dan tetap mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan yang diharapkan maka penelitian ini akan berfokus pada negara-bangsa. Peran dan Tindakan negara akan menjadi fokus utama dalam penelitian kali ini. Terkhusus Kerja sama yang dilakukan oleh negara Indonesia dalam mencapai tujuan menjadi negara yang mandiri dan berdaya saing dalam bidang teknologi antariksa.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian kali ini adalah metode kualitatif dengan mengumpulkan data secara kepustakaan (*Library research*). Hal ini didukung oleh banyaknya buku, jurnal dan sumber-sumber kredibel lainnya yang bisa digunakan sebagai sumber data. Metode penelitian kualitatif akan membantu untuk menjelaskan upaya diplomasi Antariksa apa saja yang dilakukan Indonesia untuk menjadi negara yang memiliki kemandirian dan daya saing tinggi di bidang Antariksa dikawasan Asia Tenggara. Dan tujuan dari pengambilan data melalui sudi kepustakaan adalah karena banyaknya referensi yang tersedia dan banyak judul yang akan membantu penelitian ini untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

Hasil dari penelitian akan disampaikan secara deskriptif sehingga dapat menjelaskan fenomena yang terjadi. Pemilihan penulisan deskriptif sendiri disebabkan metode ini dapat menjelaskan dengan rinci dari awal terbentuknya Kerja sama hingga hasil dan proyeksi Kerja sama yang dapat terjalin kedepannya secara jelas dan

gamblang.

HASIL PEMBAHASAN

Tata Kelola Antariksa Nasional

Sejarah Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) mencerminkan perjalanan panjang Indonesia dalam membangun kapasitas teknologi kedirgantaraan yang mandiri¹⁴. Didirikan pada 27 November 1963 melalui Keputusan Presiden Nomor 236 Tahun 1963, LAPAN merupakan wujud nyata dari visi strategis bangsa Indonesia untuk menguasai teknologi tinggi di bidang penerbangan dan antariksa. Inisiasi pembentukannya tidak terlepas dari peran penting Ir. Djuanda selaku Ketua Dewan Penerbangan RI dan R.J. Salatan sebagai Sekretaris Dewan Penerbangan, yang melihat urgensi penguasaan teknologi ini di era Perang Dingin dimana kemampuan antariksa menjadi indikator kemajuan suatu bangsa.

Pada fase awal (1963-1970) alokasi dana sangat minim sehingga pengembangan teknologi roket menjadi terhambat. Pada era 1970-1990 ditandai dengan pembangunan Pusat Teknologi Dirgantara (Pustekgan), di masa ini proyek roket XT-400 yang merupakan pesawat angkut eksperimental harus berhenti karena perubahan kebijakan padahal proyek ini sudah rampung 50%, begitu juga pada tahun 80an, proyek roket RX yang dimulai dari RX-150 juga gagal karna masalah serupa.

Memasuki era reformasi (1998-2020), LAPAN terus berjuang

mengatasi keterbatasan anggaran yang kronis. Anggaran tahunan LAPAN yang hanya berkisar 0.03% dari APBN (rata-rata 2000-2020) sangat tidak memadai untuk pengembangan teknologi antariksa yang membutuhkan investasi besar. Kendala struktural yang dihadapi LAPAN semakin kompleks dengan adanya masalah *brain drain*, dimana banyak peneliti dan insinyur berbakat berpindah ke sektor swasta atau luar negeri karena minimnya insentif dan fasilitas penelitian. Catatan arsip LAPAN menunjukkan bahwa lebih dari 40% lulusan terbaik program beasiswa LAPAN untuk studi kedirgantaraan di luar negeri tidak kembali ke Indonesia setelah menyelesaikan pendidikannya.

Integrasi LAPAN ke dalam BRIN tahun 2021 membawa harapan baru sekaligus tantangan tersendiri. Di satu sisi, penggabungan sumber daya dengan lembaga riset lain diharapkan dapat mengatasi masalah underfunding yang kronis. Namun di sisi lain, ada kekhawatiran bahwa spesialisasi LAPAN dalam teknologi kedirgantaraan akan tergerus dalam struktur BRIN yang lebih besar. Data awal menunjukkan bahwa pasca-integrasi, alokasi anggaran untuk penelitian kedirgantaraan justru mengalami penurunan sebesar 15% dibandingkan periode sebelumnya, sebuah indikasi bahwa masalah pendanaan yang telah lama menghantui LAPAN belum sepenuhnya teratasi.

Tentunya hal tersebut menjadi awal bagi bidang antariksa Indonesia. Sebelum melakukan kerja sama dengan SpaceX total satelit Indonesia yang telah diluncurkan sebanyak 21 satelit. Tentunya dalam mengorbitkan dan mengembangkan 21 satelit tersebut Indonesia telah memiliki mitra. SpaceX sendiri baru menerbangkan satelit

¹⁴ Handoko F Zainsam and Erina Reni, *Sang Perintis: Dari Bumi Rumpin Menggapai Teknologi Penerbangan Dan Antariksa*, ed. Sunar, 1st ed. (Jakarta: Indonesia Book Project, 2015).

Indonesia pada agustus 2018 yang mana masih tergolong baru. Sebelum SpaceX Indonesia telah bekerja sama dengan beberapa pihak lain yaitu NASA, Arianespace, McDonnell Douglas, ISRO, Roscomos dan CGWIC. Total terdapat 6 mitra kerja sama antariksa Indonesia sebelum SpaceX.

Kerja Sama Antariksa Indonesia Sebelum SpaceX

1. National Aeronautics and Space Administration (NASA)

NASA terus berkembang menjadi salah satu lembaga antariksa terbaik di dunia¹⁵. Tentunya NASA akan menjadi mitra yang bagus dalam perkembangan antariksa Indonesia. Kerja sama Indonesia dan NASA dalam peluncuran satelit terjadi pada 8 Juli 1976 satelit Palapa A1 milik Indonesia berhasil diterbangkan NASA menggunakan roket Delta-2914 di Kennedy Space Center, Tanjung Canaveral, Amerika Serikat.

Kerja sama dengan NASA berhasil meluncurkan beberapa satelit milik Indonesia. Berikut adalah daftar satelit Indonesia yang diterbangkan oleh NASA:

- Palapa A1, 8 Juli 1976, status berhasil
- Palapa A2, 11 Maret 1977, status berhasil
- Palapa B1, 16 Juni 1983, Status Berhasil
- Palapa B2, 26 Februari 1984, status gagal
- Palapa C1, 31 Januari 1996, status berhasil.

¹⁵ Harry Prasetyo, "Dari NASA Hingga ISRO, Daftar 8 Badan Antariksa Terbaik Di Seluruh Dunia," *Planetberita.Com*, last modified 2024, <https://www.planetberita.com/berita/100403825/dari-nasa-hingga-isro-daftar-8-badan-antariksa-terbaik-di-seluruh-dunia>.

2. McDonnell Douglas

McDonnell Douglas adalah perusahaan swasta Amerika Serikat yang bergerak di bidang penerbangan. Perusahaan ini terbentuk pada April 1967. McDonnell Douglas sendiri merupakan perusahaan hasil merger dari perusahaan McDonnell Aircraft Corporation dan Douglas Aircraft Company.

McDonnell Douglas juga memberikan kontribusi pada peluncuran satelit Indonesia sebelumnya. Termasuk kegagalan peluncuran Satelit Palapa B2 juga dikarenakan kegagalan sistem *Payload Assist Module – D* (PAM-D) yang berfungsi untuk menjadi pendorong STS-11 melewati orbit bumi mengalami kegagalan yang menyebabkan satelit Palapa B1 mengalami gagal mencapai orbit. Berikut adalah daftar satelit Indonesia yang diluncurkan McDonnell Douglas:

- Palapa B2P, 21 Maret 1987, status berhasil
- Palapa B2R, 14 April 1990, status berhasil
- Palapa B4, 14 Mei 1992, status berhasil

3. Arianespace

Arianespace adalah perusahaan swasta yang terbentuk pada tahun 1980 serta menjadi perusahaan swasta pertama yang bergerak di bidang transportasi antariksa¹⁶. Arianespace sendiri terbentuk akibat kebijakan Amerika Serikat yang memberikan persyaratan untuk negara-negara Eropa. Kebijakan tersebut berupa satelit Eropa yang diluncurkan oleh Amerika dibatasi hanya dapat memberikan layanan dan dapat beroperasi di wilayah Eropa saja.

Dampak dari kebijakan tersebut

¹⁶ "Arianespace," *Aiaa.Org*.

mendorong European Space Conference untuk menyatukan European Launcher Development Organization (ELDO) dan European Space Research Organization (ESRO) yang akhirnya membentuk European Space Agency (ESA) yang nantinya menjadi salah satu penyebab lahirnya Arianespace¹⁷.

Indonesia pernah beberapa kali melakukan kerja sama dengan Arianespace, berikut adalah daftar satelit Indonesia yang diluncurkan oleh Arianespace:

- Palapa C2, 15 Mei 1996, status berhasil
- Indostar 1, 12 Desember 1997, status berhasil
- Telkom-1, 13 Agustus 1999, status berhasil
- Telkom-2, 16 November 2005, status berhasil
- BRIsat, 18 Juni 2016, status berhasil
- Telkom-3s, 17 Februari 2017, status berhasil

4. Indian Space Research Organization (ISRO)

Indian Space Research Organization (ISRO) adalah lembaga penelitian dan pengembangan antariksa milik pemerintah India. ISRO sendiri terbentuk sebagai penerus dari The Indian National Committee for Space Research (INCOSPAR) yang terbentuk pada 15 Agustus 1969¹⁸. Tujuan utama dari ISRO dibentuk sendiri adalah untuk mengembangkan dan penerapan teknologi antariksa untuk kebutuhan

nasional negara¹⁹.

Tujuan ISRO membuatnya sedikit berbeda jika dibandingkan dengan penyedia jasa peluncuran satelit lainnya. Yang mana ISRO lebih berfokus pada pengembangan untuk penggunaan domestik namun tetap menerima peluncuran satelit milik pihak lain namun tetap mengutamakan keperluan negaranya²⁰. Sehingga kesan yang diberikan oleh ISRO tidak terlalu mengejar keuntungan. Berikut adalah daftar satelit Indonesia yang diluncurkan oleh ISRO:

- LAPAN-Tubsat, 10 Januari 2007, status berhasil
- LAPAN-ORARI, 28 September 2015, status berhasil
- LAPAN-IPB, 22 Juni 2016, status berhasil

5. Roscosmos

Rusia merupakan pelopor dari perlombaan antariksa yang terjadi pada masa perang dingin. Perlombaan antariksa ini dimulai ketika Rusia yang saat itu masih bernama Uni Soviet berhasil meluncurkan satelit orbit pertama yaitu sputnik pada 4 Oktober 1957, dilanjutkan dengan keberhasilan mereka dalam mengirim Yuri Gagarin sebagai manusia pertama keluar angkasa dan Valentina Tereshkova sebagai kosmonot wanita pertama²¹. Dari fakta-fakta tersebut, dapat dilihat bahwa Rusia adalah aktor yang berpengalaman dalam bidang antariksa.

¹⁷ "The Origins of Ariane," *Esa.Int*, last modified 2009, https://www.esa.int/About_Us/ESA_history/The_origins_of_Ariane.

¹⁸ "About ISRO," *Isro.Gov.In*, last modified 2023, <https://www.isro.gov.in/profile.html>.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Deden Habibi Ali Alfathimy, "Kemunculan Perlombaan Antariksa Bernuansa Ekonomi," *Intermestic: Journal of International Studies* 2, no. 1 (November 29, 2017): 86.

²¹ Vasil Teigens, *The Space Race: Volume 1 of The Conquest of Space*, 1st ed. (Cambridge: Cambridge Stanford Books, 2019).

Untuk mendukung program-program antariksa milik negara. Rusia membentuk Roscosmos sebagai badan antariksa negara. Roscosmos dibentuk pada tahun 1992 sebagai badan antariksa federal milik Rusia²². Kehadiran Roscosmos tentunya membantu pengembangan teknologi luar angkasa milik Rusia. Pada tahun 2015 Roscosmos berubah bentuk dari badan antariksa federal menjadi perusahaan negara berdasarkan dekrit Presiden²³. Perubahan ini memberikan efek yang signifikan pada Roscosmos. Saat ini sebagai perusahaan pemerintah Roscosmos menjadi lebih leluasa dalam melakukan pengembangan sekaligus dapat memperbanyak kuota peluncuran komersilnya dan tetap mempertahankan tujuan negaranya.

Berikut adalah daftar satelit Indonesia yang pernah diluncurkan oleh Roscosmos:

- Indostar-2, 16 Maret 2009, status berhasil
- Telkom-3, 6 Agustus 2012, status gagal

6. China Great Wall Industry Corporation

China Great Wall Industry Corporation (CGWIC) merupakan sebuah perusahaan swasta yang terbentuk pada tahun 1980 yang diakui dan diberikan wewenang oleh pemerintah China di bidang antariksa. Perusahaan ini menyediakan jasa peluncuran, sistem satelit, serta teknologi luar angkasa lainnya.

²² Dahli Anggara, "5 Fakta Roscosmos, Badan Antariksa Milik Rusia Pesaing NASA," *Idntimes.Com*.

²³ Marina Lystseva, "Russian Space Agency Gets Replaced by State Corporation — Kremlin," *Tass.Com*, last modified 2015, <https://tass.com/science/847295>.

Perusahaan ini merupakan anak perusahaan China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC)²⁴.

CGWIC menyediakan banyak pelayanan komersil seperti peluncuran satelit, penerapan teknologi antariksa, layanan global satelit TT&C komersil. Jika dibandingkan dengan perusahaan lain yang bergerak dibidang serupa, CGWIC memang ditujukan untuk tujuan bisnis komersil. Sehingga pada tahun 2016 CGWIC tercatat telah melakukan 20 kali peluncuran satelit²⁵. Selain itu bukti keseriusan China dalam bidang antariksa sendiri terlihat di Asia Pacific Space Cooperation Organization (APSCO) dan Regional Centre for Space Science Technology Application in Asia Pacific (RCSSTEAP) yang merupakan bentuk mekanisme kerja sama antariksa yang mereka bentuk.

Berikut adalah daftar satelit Indonesia yang diluncurkan oleh CGWIC:

- Palapa D, 31 Agustus 2009, status berhasil
- Palapa N-1, 9 April 2020, status gagal

Faktor Pendorong Kerja Sama Indonesia-SpaceX

1. Efisiensi dan Keandalan Teknologi

Salah satu alasan kerja sama Indonesia dan SpaceX terjadi adalah karena tingkat efisiensi dan teknologi yang ditawarkan. Peluncuran satelit dengan menggunakan jasa SpaceX jauh lebih efisien dan lebih terjamin dibandingkan dengan kompetitor lainnya. Hal ini dapat terjadi karena

²⁴ "Company Profile," *Cgwic.Com*, last modified 2015, <https://www.cgwic.com/About/>.

²⁵ Alfathimy, "Kemunculan Perlombaan Antariksa Bernuansa Ekonomi."

teknologi *reusable rocket* yang dimiliki oleh SpaceX.

Reusable rocket merupakan teknologi yang diterapkan pada roket Falcon 9 milik SpaceX. Sesuai namanya *reusable rocket* adalah roket yang dapat digunakan kembali setelah melakukan peluncuran. Roket Falcon 9 menjadi roket pertama yang berhasil digunakan kembali setelah digunakan. Pada tahun 21 Desember 2015 roket ini berhasil kembali mendarat setelah berhasil melaksanakan misinya. Pada 30 Maret 2017 SpaceX berhasil menerbangkan kembali roket Falcon 9 yang telah digunakan sebelumnya dan berhasil mencatatkan sejarah sebagai roket pertama yang dapat digunakan kembali²⁶. Keberhasilan penerbangan ulang roket Falcon 9 menjadikannya sebagai sebuah terobosan teknologi yang sangat penting dalam bidang peroketan.

Kebanyakan roket tidak di desain untuk dapat digunakan kembali setelah memasuki orbit. Sehingga satu roket hanya dapat melaksanakan 1 misi peluncuran. Terobosan yang dilakukan SpaceX membuat roket tidak hancur saat kembali ke bumi dan dapat digunakan kembali merubah industri penerbangan roket²⁷. Hal ini berdampak pada biaya peluncuran yang menjadi lebih terjangkau. Penggunaan kembali roket yang telah digunakan tentunya lebih murah jika dibandingkan dengan membuat roket baru untuk misi baru.

2. Geopolitik

Penggunaan teknologi satelit memungkinkan untuk menghubungkan wilayah yang sangat luas dengan cepat.

²⁶ "MARCH 2017 FIRST REFLIGHT," *SpaceX*, <https://www.spacex.com/mission/>.

²⁷ "Reusability," *SpaceX*, <https://www.spacex.com/mission/>.

Dengan hal ini komunikasi antar pulau menjadi lebih mudah. Selain komunikasi perbankan juga menjadi salah satu sektor yang sangat terbantu dengan adanya teknologi satelit. Penggunaan teknologi satelit dapat memperlus jangkauan dan layanan perbankan. Indonesia memiliki 1 satelit yang dikelola oleh bank BRI yaitu satelit BRIsat. Dengan penggunaan BRIsat Bank BRI tetap dapat menyediakan layanan operasional ketika jaringan komunikasi terestrial terganggu²⁸. Hal ini menjadi tentunya sangat menguntungkan ketika layanan dapat tetap diberikan ketika terjadi gangguan jaringan komunikasi terestrial.

Penggunaan teknologi internet satelit juga dapat menghubungkan seluruh penjuru negeri. Dengan penggunaan internet satelit dapat memperkuat akses komunikasi dan mempercepat penyebaran informasi. Salah satu bentuk penggunaan internet satelit adalah Starlink. Penggunaan starlink sebagai penyedia internet berbasis satelit dapat mengurangi *blind spot* atau area yang tidak terjangkau oleh jaringan terestrial²⁹.

Pengawasan wilayah menjadi tantangan bagi Indonesia untuk menjaga kedaulatannya. Membangun sistem partoli berbasis satelit dapat menjadi kunci dalam pengawasan dan penjagaan

²⁸ Muhammad Rezky Agustyananto and Taufiq Nur Shidiq, "Berkat BRIsat, Layanan BRI Tetap Lancar Dalam Berbagai Kondisi," *Kumparan*.

²⁹ Muhammad Fuad, "Era Baru Konektivitas Internet: Apa Itu Starlink?," *Universitas Telkom*, last modified 2024, <https://bif.telkomuniversity.ac.id/era-baru-konektivitas-internet-apa-itu-starlink/>.

wilayah yang lebih efisien³⁰. Penggunaan satelit yang dilengkapi kamera seperti generasi satelit LAPAN yang digunakan dalam pemetaan dan pengawasan daerah pertanian serta lalu lintas laut dapat mempermudah proses pemantauan dan pengawasan wilayah. Didukung oleh adanya satelit komunikasi dapat menunjang percepatan pertukaran informasi sehingga dapat mempercepat aksi pencegahan apabila terjadi gangguan berupa serangan ataupun adanya bencana alam.

3. Potensi Pengembangan Ekosistem Antariksa Nasional

Kerja sama Indonesia dan SpaceX mendorong percepatan ekosistem antariksa nasional. Ekosistem antariksa merupakan sekumpulan pihak-pihak yang saling terhubung dalam sebuah sistem yang bertujuan menjaga keseimbangan demi keberlanjutan pengelolaan antariksa³¹. Dari pengertian tersebut dapat diartikan bahwa ekosistem antariksa nasional adalah sebuah sistem yang terdiri dari berbagai pemangku kepentingan yang memiliki wewenang dan peran dalam pengelolaan dan pengembangan antariksa secara terintegrasi dan berkelanjutan. Pihak-pihak yang terlibat dalam ekosistem antariksa nasional Indonesia sendiri terdiri dari pemerintah Indonesia sebagai pemangku kepentingan dan memiliki wewenang dalam merumuskan kebijakan terkait pengelolaan antariksa. Termasuk di dalamnya Kementerian-kementerian terkait. Lembaga riset

³⁰ "Membangun Sistem Patroli Berbasis Satelit Yang Efisien Di Indonesia," *Bakamla Pariaman*.

³¹ Angelia P. Buckley and Ronald J. Birk, *Leveraging Digital Engineering For Space Guardians And Space Explorers* (Aerospace, 2021).

seperti universitas-universitas serta BRIN turut berperan penting dalam pengembangan ekosistem antariksa nasional.

BRIN sendiri memiliki empat fokus utama didalam peta jalan risetnya yaitu Pengembangan teknologi satelit, teknologi penerbangan, teknologi roket, dan sains antariksa³². Empat fokus utama BRIN tersebut dapat dicapai melalui riset ataupun melalui kerja sama. Kerja sama dengan SpaceX membuka peluang bagi BRIN untuk mencapai hasil yang di inginkan dari empat fokus utama riset mereka. Pada bidang teknologi satelit sendiri SpaceX saat ini memiliki jaringan dan kemampuan dalam mengembangkan satelit yang dipergunakan untuk internet berbasis satelit. Sementara untuk teknologi penerbangan dan roket saat ini SpaceX sudah jauh unggul dibandingkan kompetitornya. Begitu juga pada perkembangan sains antariksa SpaceX yang memiliki ambisi untuk mengirim manusia ke Mars.

Pengembangan teknologi satelit SpaceX merupakan salah satu yang terbaik saat ini. SpaceX kini berhasil mengelola dan meluncurkan 3.395 satelit³³. Tentunya bukan hal yang mudah dalam mengembangkan, mengelola hingga meluncurkan satelit sebanyak itu. BRIN dapat mempelajari

³² Humas BRIN, "BRIN Perkuat Ekosistem Riset Inovasi Kedirgantaraan Nasional," *Badan Riset Dan Inovasi Nasional*, last modified 2024, <https://www.brin.go.id/news/121660/brin-perkuat-ekosistem-riset-inovasi-kedirgantaraan-nasional>.

³³ Faisal Javier, "SpaceX Dominasi Jumlah Satelit Aktif," *Tempo*, last modified 2023, <https://www.tempo.co/data/data/spacex-dominasi-jumlah-satelit-aktif-992655>.

dan mengembangkan satelit sendiri melalui observasi melalui kerja sama dengan SpaceX. Mulai dari proses perencanaan hingga pengoperasian dapat dilihat dan dicontoh langsung melalui kerja sama ini.

Dalam pengembangan teknologi penerbangan dan roket Indonesia dapat berkaca pada pengembangan *reusable rocket* milik SpaceX. Meskipun pengembangan kelanjutan roket tersebut merupakan rahasia perusahaan melalui kerja sama ini Indonesia sedikit banyaknya dapat memperoleh pengetahuan terkait pengembangan teknologi roket dan penerbangan. Informasi-informasi seperti tim-tim apa saja yang dibutuhkan dalam pengembangan sebuah roket hingga manajemen prioritas peluncuran berstandar internasional dapat ditiru oleh BRIN dalam pengembangan roketnya.

Dengan target utama untuk dapat membentuk koloni di Mars, tentu setiap misi yang dilakukan SpaceX membawa temuan-temuan yang dapat dipelajari. Setiap informasi yang dibawa kembali dari luar angkasa merupakan aset penting yang sangat berharga. Kerja sama ini dapat membantu Indonesia mendapatkan informasi lebih cepat dan lebih akurat. Sehingga peneliti-peneliti BRIN dapat memperoleh informasi yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan nasional.

Kerja sama antara Indonesia dan SpaceX ini menjadi peluang besar bagi bangsa Indonesia untuk mendapatkan transfer ilmu pengetahuan sesuai dengan 4 fokus riset BRIN. Peluang ini tentunya sangat penting mengingat saat ini SpaceX menjadi salah satu aktor terpenting dalam ranah antariksa global. Transfer pengetahuan dan kemampuan pengembangan teknologi ini menjadi

penting untuk perkembangan ekosistem antariksa nasional.

Bentuk Kerja Sama Indonesia dan SpaceX

Peluncuran satelit adalah salah satu keahlian dan jasa yang ditawarkan oleh SpaceX. Saat ini SpaceX telah menyelesaikan 470 misi peluncuran, 431 pendaratan kembali dan 400 penerbangan ulang roket³⁴. Jumlah ini terus berubah seiring dengan frekuensi peluncuran dari SpaceX itu sendiri.

Indonesia beberapa kali menggunakan jasa SpaceX dalam meluncurkan satelit. Saat ini Indonesia telah 6 kali meluncurkan satelit menggunakan roket SpaceX. Berikut adalah daftar satelit Indonesia yang diluncurkan SpaceX:

- Telkom-4, 7 Agustus 2018, status berhasil
- Nusantara 1, 22 Februari 2019, status berhasil
- Satelit Surya, 26 November 2022, status berhasil
- Nusantara H-1A, 1 Mei 2023, status berhasil
- Satria, 18 Juni 2023, status berhasil
- Merah Putih 2, 20 Februari 2024, status berhasil.

SIMPULAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang berada dalam tahap perkembangan. Seluruh aspek baik itu ekonomi, Pendidikan, Kesehatan, keamanan dan lain-lain masih membutuhkan kerja sama dengan pihak lain dalam pengembangannya. Termasuk didalamnya penggunaan satelit dalam aspek komunikasi dan

³⁴ "Launches," *SpaceX*, last modified 2025, <https://www.spacex.com/launches/>.

pertukaran informasi. Penggunaan dan pengembangan teknologi satelit menjadi penting bagi Indonesia.

Teknologi satelit dapat membantu dalam proses pengawasan dan pengamanan wilayah yang sangat luas. Serta dapat memperluas jangkauan komunikasi dan perpanjangan sinyal darurat. Sehingga penggunaan teknologi satelit dan antariksa menjadi penting. Dengan penggunaan teknologi antariksa yang mumpuni dapat menjaga dan memperkuat kedaulatan negara.

Dalam upaya meningkatkan kemandirian dalam bidang antariksa, Indonesia telah berusaha untuk melengkapi dan memperkuat ekosistem antariksa nasionalnya. Upaya yang dilakukan adalah dengan mengembangkan dan meluncurkan satelit dan pembangunan stasiun bumi. Dalam kegiatan peluncuran satelit dan pemanfaatan teknologi antariksa Indonesia telah melakukan kerja sama dengan banyak pihak.

Kerja sama Indonesia dalam upaya membangun ekosistem antariksa yang kuat dan mandiri telah dilakukan sejak lama. NASA, McDonnell Douglas, Arianespace, ISRO, Roscosmos, dan CGWIC merupakan pihak-pihak yang pernah menjalin kerja sama dengan Indonesia dalam upayanya meluncurkan satelit. Pergantian rekan kerja sama ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, mulai dari biaya, keandalan teknologi hingga pertimbangan politik.

Kerja sama Indonesia dengan SpaceX mencerminkan praktik *embedded autonomy*, di mana negara (melalui institusi seperti Kominfo dan BRIN) tetap memiliki kapasitas otonom untuk menetapkan regulasi dan kepentingan nasional, namun tertanam dalam jaringan relasi erat dengan aktor

swasta global seperti SpaceX. Negara tidak pasif, tetapi membentuk kebijakan strategis seperti regulasi Starlink dan arah transformasi digital nasional. Sementara itu, SpaceX diuntungkan dari dukungan dan akses pasar. Hubungan ini memperlihatkan keseimbangan antara keterlibatan (*embeddedness*) dan otonomi institusional.

Berdasarkan berbagai pertimbangan kini Indonesia melakukan kerja sama dengan SpaceX sebagai mitranya dalam peluncuran satelit. Pemilihan SpaceX sendiri didasari oleh teknologi yang jauh lebih unggul dan harga yang ditawarkan lebih murah dengan jumlah muatan yang bersaing. Selain peluncuran satelit, teknologi internet satelit milik SpaceX yakni Starlink secara resmi masuk ke Indonesia dan memberikan dorongan perkembangan infrastruktur digital nasional.

Dari berbagai peluncuran satelit yang sukses dan masuknya teknologi internet satelit yang dapat menjangkau banyak wilayah, maka dapat disimpulkan bahwa Indonesia melakukan kerja sama dengan SpaceX adalah karena keandalan teknologi yang dimiliki SpaceX, serta dapat membantu Indonesia selangkah lebih dekat mencapai kemandirian antariksanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyadi, Achmad Dwi. "Satelit Palapa N1 Gagal Mengorbit, Asuransi Bayar Rp 493 M." *DetikFinance*. Last modified 2020. <https://finance.detik.com/moneter/d-5287178/satelit-palapa-n1-gagal-mengorbit-asuransi-bayar-rp-493-m>.
- Agustyananto, Muhammad Rezky, and Taufiq Nur Shidiq. "Berkat BRISat,

- Layanan BRI Tetap Lancar Dalam Berbagai Kondisi.” *Kumparan*.
 Alfathimy, Deden Habibi Ali.
 “Kemunculan Perlombaan Antariksa Bernuansa Ekonomi.” *Intermestic: Journal of International Studies* 2, no. 1 (November 29, 2017): 86.
- Anggara, Dahli. “5 Fakta Roscosmos, Badan Antariksa Milik Rusia Pesaing NASA.” *Idntimes.Com*.
- Bukley, Angelia P., and Ronald J. Birk. *Leveraging Digital Engineering For Space Guardians And Space Explorers*. Aerospace, 2021.
- Colbry, Stephanie, Marc Hurwitz, and Rodger Adair. “Collaboration Theory.” *Journal of Leadership Education* 13, no. 4 (2014): 63–75.
- Dai, Xinyuan, Duncan Snidal, and Michael Sampson. “International Cooperation Theory and International Institutions.” In *Oxford Research Encyclopedia of International Studies*. Oxford University Press, 2010.
- Dixit, Pranav. “India’s ISRO to Use Elon Musk’s SpaceX Falcon-9 Rocket to Launch GSAT-20 Satellite.” *BusinessToday.In*. Last modified 2024.
<https://www.businesstoday.in/technology/news/story/indias-isro-to-use-elon-musks-spacex-falcon-9-rocket-to-launch-gsat-20-satellite-411792-2024-01-04>.
- Evans, Peter. *Embedded Autonomy. The Institutional Theory of the Firm*. New Jersey: Princeton University Press, 1995.
- Fuad, Muhammad. “Era Baru Konektivitas Internet: Apa Itu Starlink?” *Universitas Telkom*. Last modified 2024.
<https://bif.telkomuniversity.ac.id/era-baru-konektivitas-internet-apa-itu-starlink/>.
- Habibi, Deden, and Ali Alfathimy. “Teknologi Antariksa Sebagai Pemampu Kunci Agenda Pembangunan Indonesia Pasca-2015.” *Jurnal Mahasiswa Hubungan Internasional Esensi* 2, no. November 2015 (2015): 37–44.
<https://www.researchgate.net/publication/323906539>.
- Humas BRIN. “BRIN Perkuat Ekosistem Riset Inovasi Kedirgantaraan Nasional.” *Badan Riset Dan Inovasi Nasional*. Last modified 2024.
<https://www.brin.go.id/news/121660/brin-perkuat-ekosistem-riset-inovasi-kedirgantaraan-nasional>.
- Iswara, Aditya Jaya. “Roket China Gagal Terbang, SpaceX Raup Untung Di Indonesia.” *Kompas.Com*. Last modified 2024.
<https://www.kompas.com/global/read/2024/02/21/212835670/roket-china-gagal-terbang-spacex-raup-untung-di-indonesia?page=all>.
- Javier, Faisal. “SpaceX Dominasi Jumlah Satelit Aktif.” *Tempo*. Last modified 2023.
<https://www.tempo.co/data/data/spacex-dominasi-jumlah-satelit-aktif-992655>.
- Lystseva, Marina. “Russian Space Agency Gets Replaced by State Corporation — Kremlin.” *Tass.Com*. Last modified 2015.
<https://tass.com/science/847295>.
- Prasetyo, Harry. “Dari NASA Hingga ISRO, Daftar 8 Badan Antariksa Terbaik Di Seluruh Dunia.” *Planetberita.Com*. Last modified 2024.
<https://www.planetberita.com/berita/100403825/dari-nasa-hingga-isro>

- daftar-8-badan-antariksa-terbaik-di-seluruh-dunia.
PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA.
UU Nomor 21 Tahun 2013. Jakarta, 2013.
- Sandi, Ferry. “Roket China Gagal Bawa Satelit Palapa-N1, Hancur Berkeping.” *CNBC Indonesia*. Last modified 2020.
<https://www.cnbcindonesia.com/tech/20200410190334-37-151135/roket-china-gagal-bawa-satelit-palapa-n1-hancur-berkeping>.
- Teigens, Vasil. *The Space Race: Volume 1 of The Conquest of Space*. 1st ed. Cambridge: Cambridge Stanford Books, 2019.
- United Nations. Office for Outer Space Affairs., and United Nations. General Assembly. *United Nations Treaties and Principles on Outer Space : Text of Treaties and Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Adopted by the United Nations General Assembly*. United Nations, 2002.
- Wardani, Agustin Setyo. “Roket Baru Jepang Gagal Mengorbit Gara-Gara Masalah Mesin.” *Liputan6.Com*. Last modified 2023.
<https://www.liputan6.com/tekno/read/5226239/roket-baru-jepang-gagal-mengorbit-gara-gara-masalah-mesin>.
- Zainsam, Handoko F, and Erina Reni. *Sang Perintis: Dari Bumi Rumpin Menggapai Teknologi Penerbangan Dan Antariksa*. Edited by Sunar. 1st ed. Jakarta: Indonesia Book Project, 2015.
- “About ISRO.” *Isro.Gov.In*. Last modified 2023.
<https://www.isro.gov.in/profile.html>.
- “Arianespace.” *Aiaa.Org*.
- “Company Profile.” *Cgwic.Com*. Last modified 2015.
<https://www.cgwic.com/About/>.
- “Launches.” *SpaceX*. Last modified 2025.
<https://www.spacex.com/launches/>.
- “MARCH 2017 FIRST REFLIGHT.” *SpaceX*.
<https://www.spacex.com/mission/>.
- “Membangun Sistem Patroli Berbasis Satelit Yang Efisien Di Indonesia.” *Bakamla Pariaman*.
- “Reusability.” *SpaceX*.
<https://www.spacex.com/mission/>.
- “Satelit Nusantara Dua Meluncur Pada 9 April.” *Indotelko.Com*. Last modified 2020.
<https://www.indotelko.com/read/1586152436/satelit-nusantara-9>.
- “Sub-Committee on Space Technology and Applications (SCOSA) – ASTNET” (n.d.).
- “The Origins of Ariane.” *Esa.Int*. Last modified 2009.
https://www.esa.int/About_Us/ESA_history/The_origins_of_Ariane.