

Strategi Penguatan Ketahanan Energi Nasional Melalui Diversifikasi Energi Terbarukan Guna Mendukung Kebijakan Pertahanan Negara

Manggala Purwakencana N¹, Herdian Arviananda², Rendra Dwi M³, Sri Kresno H.W⁴, Riki Sihalo⁵, Lalu Aria Pandu M⁶, Didiet Fitrianto⁷, Tulus Shomad⁸, Dwi Ari⁹, Verly Affian¹⁰, Tri Budianto¹¹, Jorry S. Koloay¹², Handoko Ivan Haryanto¹³, Munip Suharmono¹⁴, Imam Bintoro Deslan¹⁵, Yusa Djuyandi¹⁶

¹⁻¹⁵Sekolah Staf dan Komando Angkatan Udara, Bandung, Indonesia

¹⁶Departemen Ilmu Politik, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

e-mail: * herdianarvee@gmail.com

Abstract / Abstrak

Energy resilience is a strategic prerequisite for national autonomy and the continuity of defense operations. This study examines energy resilience in the strategic Riau-Dumai region, identifies major sources of vulnerability, and formulates strategies to strengthen energy resilience through renewable energy diversification. A descriptive qualitative approach was employed using observations, interviews, documentary analysis, and findings synthesized from an Energy Resilience Workshop. The analysis applies four dimensions of energy resilience accessibility, usability, sufficiency, and operability combined with IFAS-EFAS, SWOT, and the Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM). The findings indicate that Riau-Dumai possesses a strong upstream-to-downstream energy infrastructure, while defense facilities remain vulnerable because of their dependence on external electricity grids, fossil fuels, and limited energy-storage capacity. SWOT analysis positions the strategy in Quadrant I at coordinates (+1.12; +1.11). QSPM identifies the Integrated Riau-Dumai Renewable Energy Zone as the highest-priority strategy (TAS 6.84), followed by the Smart Energy Defense System (TAS 6.26). The study demonstrates that defense energy resilience requires the integration of energy diversification, storage systems, microgrids, strategic reserves, and cross-sector governance to strengthen defense operational endurance.

Keywords / Kata kunci

Energy Resilience; Renewable Energy; National Defense; Energy Security; Riau-Dumai.

Ketahanan energi merupakan prasyarat strategis bagi kemandirian nasional dan keberlanjutan operasi pertahanan. Penelitian ini menganalisis kondisi ketahanan energi di wilayah strategis Riau-Dumai, mengidentifikasi sumber kerentanan, dan merumuskan strategi penguatan ketahanan energi melalui diversifikasi energi terbarukan. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan data yang diperoleh melalui observasi, wawancara, studi dokumentasi, dan sintesis Lokakarya Ketahanan Energi. Analisis dilakukan menggunakan empat dimensi energy resilience, yaitu *accessibility*, *usability*, *sufficiency*, dan *operability*, yang dipadukan dengan IFAS-EFAS, SWOT, dan *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM). Hasil menunjukkan bahwa Riau-Dumai memiliki infrastruktur energi hulu-hilir yang kuat, tetapi fasilitas pertahanan masih menghadapi kerentanan akibat ketergantungan pada jaringan listrik eksternal, bahan bakar fosil, dan keterbatasan penyimpanan energi. Analisis SWOT menempatkan strategi pada Kuadran I dengan koordinat (+1,12; +1,11). QSPM menetapkan Pengembangan Kawasan Energi Terbarukan Terintegrasi Riau-Dumai sebagai prioritas utama (TAS 6,84), diikuti *Smart Energy Defense System* (TAS 6,26). Penelitian ini menunjukkan bahwa ketahanan energi pertahanan memerlukan integrasi diversifikasi energi, sistem penyimpanan, microgrid, cadangan strategis, dan tata kelola lintas sektor untuk meningkatkan daya tahan operasional pertahanan.

Ketahanan Energi; Energi Terbarukan; Pertahanan Negara; Energy Resilience; Riau-Dumai

DOI:

<https://doi.org/10.53611/0kwkry64>

Article Info

Received: September 02, 2026

Accepted: September 28, 2026

Published: September 30, 2026

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Suwaib Amiruddin Foundation, Indonesia.
This is an Open Access article under the CC BY 4.0 license

Pendahuluan

Perkembangan lingkungan strategis global menunjukkan bahwa energi telah

berkembang dari sekadar komoditas ekonomi menjadi sumber daya strategis yang berpengaruh langsung terhadap stabilitas nasional, kemandirian ekonomi, keberlanjutan pembangunan, dan kapabilitas pertahanan. Perubahan geopolitik, konflik antarnegara, volatilitas harga energi, perubahan iklim, serta disrupsi rantai pasok memperlihatkan bahwa keamanan energi berkaitan erat dengan kemampuan suatu negara mempertahankan kontinuitas fungsi ekonomi dan pemerintahan ketika menghadapi gangguan eksternal. Dalam pengertian yang lebih luas, keamanan energi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan sumber energi, tetapi juga oleh keterjangkauan, aksesibilitas, keberterimaan, keragaman sumber, keandalan infrastruktur, dan kemampuan sistem beradaptasi terhadap risiko (Sovacool & Mukherjee, 2011; Cherp & Jewell, 2014). Diversifikasi sumber dan pemasok energi bahkan dipandang sebagai salah satu instrumen penting untuk mengurangi eksposur suatu negara terhadap gejolak geopolitik dan ketidakpastian ekonomi global (Seriño, 2022; Dagar et.al., 2024; Fan et.al., 2024).

Kerentanan tersebut menjadi semakin penting bagi negara yang masih memiliki ketergantungan tinggi terhadap minyak bumi dan jaringan energi terpusat. Gangguan pada jalur perdagangan, konflik di kawasan penghasil minyak, perubahan hubungan antarnegara, ataupun hambatan distribusi dapat mengganggu kontinuitas pasokan sekaligus meningkatkan tekanan ekonomi. Literatur mengenai cadangan minyak strategis menunjukkan bahwa negara berkembang dengan ketergantungan impor tinggi menghadapi risiko yang lebih besar ketika terjadi gangguan pasokan, sehingga pengembangan cadangan strategis dan alternatif bahan bakar menjadi instrumen penting dalam manajemen keamanan energi (Zhang et.al., 2017; Gao et.al., 2018). Dalam konteks transisi energi, pengurangan ketergantungan pada energi fosil melalui diversifikasi energi terbarukan dapat memperkuat ketahanan sistem apabila disertai investasi teknologi, penyimpanan energi, dan penguatan tata kelola (Khan et.al., 2018; Fan et.al., 2024).

Indonesia menghadapi tantangan serupa. Struktur pasokan energi nasional masih menunjukkan ketergantungan yang kuat terhadap sumber fosil, sementara kebutuhan energi terus meningkat sejalan

dengan pertumbuhan ekonomi, transportasi, industri, dan urbanisasi. Kajian mengenai politik ekonomi pasokan minyak Indonesia menunjukkan bahwa ketergantungan terhadap minyak dan inkonsistensi prioritas kebijakan dapat menimbulkan persoalan keamanan pasokan sekaligus memperlambat pengembangan energi terbarukan. Kondisi tersebut memperkuat kebutuhan untuk mengorientasikan kebijakan energi dari pendekatan berbasis pasokan fosil menuju sistem yang lebih terdiversifikasi dan resilien. ScienceDirect Selain itu, kebijakan energi terbarukan di Indonesia masih menghadapi persoalan kelembagaan, regulasi, infrastruktur, investasi, dan kesiapan teknologi yang memengaruhi efektivitas transisi menuju ketahanan energi nasional (Adellea, 2022; Lubad & Paramita, 2021).

Dalam perspektif tersebut, diversifikasi energi terbarukan tidak semata-mata berfungsi sebagai instrumen pengurangan emisi, tetapi juga sebagai mekanisme pengurangan kerentanan strategis. Bukti lintas negara menunjukkan bahwa diversifikasi energi dapat berfungsi sebagai penyangga terhadap guncangan keamanan energi, meskipun efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh struktur sistem energi, tingkat perkembangan teknologi, kapasitas penyimpanan, serta dukungan kebijakan (Seriño, 2022; Khan et.al., 2024; Fan et.al., 2024). Pengembangan energi terbarukan pada negara berkembang juga cenderung meningkat ketika didukung kebijakan pemerintah, inovasi teknologi, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, dan kondisi ekonomi yang kondusif (Seriño, 2022). Sage Journals Dengan demikian, keamanan energi modern harus dibaca tidak hanya sebagai persoalan besarnya pasokan, tetapi juga sebagai kemampuan sistem menyediakan sumber energi alternatif ketika infrastruktur utama mengalami gangguan.

Dalam konteks pertahanan negara, persoalan tersebut mempunyai konsekuensi yang lebih serius karena operasi militer bergantung pada ketersediaan energi yang andal dan berkelanjutan. Fasilitas komando, radar, komunikasi, logistik, transportasi, dan sistem pendukung operasi membutuhkan kontinuitas pasokan listrik dan bahan bakar. Ketergantungan yang berlebihan terhadap jaringan listrik terpusat atau distribusi bahan bakar eksternal dapat menciptakan single points of failure yang mengurangi kemampuan fasilitas strategis bertahan pada

kondisi kontinjensi. Kajian mengenai ketahanan microgrid menunjukkan bahwa pembangkit terdistribusi, energi surya, penyimpanan energi, dan sistem microgrid dapat meningkatkan kemampuan fasilitas kritis mempertahankan fungsi ketika jaringan utama mengalami gangguan, meskipun sistem tersebut tetap memerlukan proteksi terhadap ancaman fisik dan siber. Penelitian terkini juga menunjukkan bahwa integrasi energi terbarukan dan *Battery Energy Storage System* dapat meningkatkan fleksibilitas, kontinuitas pelayanan, serta kemampuan infrastruktur kritis menghadapi gangguan sistem energi.

Urgensi tersebut relevan bagi Indonesia karena negara memiliki potensi energi terbarukan yang besar, termasuk tenaga surya, bioenergi, panas bumi, hidro, dan sumber energi lokal lainnya. Kebijakan Energi Nasional melalui Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 serta Rencana Umum Energi Nasional melalui Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 telah menempatkan diversifikasi energi dan peningkatan pemanfaatan energi baru terbarukan sebagai arah strategis kebijakan nasional. Kebijakan tersebut diperkuat melalui Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 mengenai percepatan pengembangan energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik. Meskipun demikian, pelaksanaan diversifikasi masih menghadapi hambatan berupa ketergantungan terhadap energi fosil, kesenjangan infrastruktur, keterbatasan sistem penyimpanan energi, kebutuhan investasi, serta belum optimalnya integrasi antara pengembangan teknologi dan kebutuhan pengguna strategis. Kajian kebijakan energi Indonesia menunjukkan bahwa pengembangan energi terbarukan membutuhkan dukungan regulasi yang lebih kuat agar mampu memberikan kontribusi substantif terhadap ketahanan energi nasional (Adellea, 2022).

Salah satu kawasan yang mempunyai nilai strategis tinggi adalah Riau–Dumai. Kawasan ini merupakan simpul penting rantai energi nasional karena menjadi lokasi kegiatan produksi hulu minyak dan gas melalui Pertamina Hulu Rokan, kegiatan pengolahan melalui Refinery Unit Dumai, serta fasilitas penyimpanan dan distribusi melalui Integrated Terminal Dumai. Pada wilayah yang sama terdapat fasilitas pertahanan seperti Lanal Dumai, Satuan Radar 104 Dumai, dan Yon Arhanud 13/PBY.

Kedekatan antara infrastruktur energi dan fasilitas pertahanan menjadikan Riau–Dumai relevan sebagai laboratorium empiris untuk menilai bagaimana kapasitas energi regional dapat ditransformasikan menjadi ketahanan operasional pertahanan. Temuan lapangan Kuliah Kerja Iptek Pasis Seskoau A-65 menunjukkan bahwa beberapa fasilitas pertahanan masih bergantung pada jaringan listrik eksternal, genset berbahan bakar fosil, dan kapasitas penyimpanan BBM yang terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara keberadaan sumber dan infrastruktur energi regional dengan kemampuan satuan pertahanan mempertahankan operasi secara mandiri ketika menghadapi gangguan pasokan.

Dari perspektif teori, penelitian ini menggunakan pendekatan multidimensional energy security yang menempatkan keamanan energi sebagai konsep yang tidak dapat direduksi hanya pada ketersediaan bahan bakar. Sovacool & Mukherjee (2011) mengembangkan kerangka multidimensional yang mencakup ketersediaan, keterjangkauan, pengembangan teknologi, keberlanjutan, dan tata kelola. Kerangka tersebut menekankan pentingnya diversifikasi, ketergantungan, keandalan, ketahanan, inovasi, investasi, desentralisasi, dan kualitas kebijakan dalam pembentukan keamanan energi. Pandangan ini kemudian diperluas oleh Cherp & Jewell (2014), yang mendefinisikan energy security sebagai rendahnya kerentanan sistem energi vital (*low vulnerability of vital energy systems*). Dalam pendekatan tersebut, keamanan energi bergantung pada seberapa besar sistem terekspos terhadap ancaman dan seberapa besar kapasitasnya untuk mengantisipasi, menyerap, beradaptasi, dan pulih dari gangguan. Cherp et al. (2014) selanjutnya menunjukkan bahwa strategi dekarbonisasi dan diversifikasi tertentu dapat memperkuat keamanan energi melalui penurunan risiko perdagangan serta peningkatan keragaman sistem energi.

Kerangka tersebut semakin relevan dalam konteks transisi menuju sistem energi terdesentralisasi. Studi mengenai sistem energi terdistribusi menunjukkan bahwa penyimpanan energi mempunyai fungsi penting dalam mempertahankan fleksibilitas ketika variasi sumber energi meningkat, sedangkan kombinasi microgrid, energi terbarukan, dan baterai dapat meningkatkan resiliensi fasilitas kritis ketika terjadi gangguan jaringan listrik (Hossain, 2024; She

et.al., 2026). Hal ini menunjukkan bahwa strategi diversifikasi untuk kepentingan pertahanan tidak cukup dilakukan melalui penambahan kapasitas pembangkit energi terbarukan, tetapi memerlukan integrasi sumber energi, penyimpanan, *smart grid*, kemampuan operasi *off-grid*, dan sistem manajemen energi yang mampu memprioritaskan beban kritis.

Meskipun kajian mengenai keamanan energi, diversifikasi energi terbarukan, cadangan strategis, dan ketahanan infrastruktur telah berkembang, masih terdapat kesenjangan pada hubungan antara keamanan energi nasional dan kebutuhan operasional pertahanan, khususnya pada wilayah yang sekaligus menjadi simpul produksi, pengolahan, distribusi, dan pertahanan. Sebagian besar studi menempatkan energi terbarukan dalam kerangka dekarbonisasi, efisiensi ekonomi, atau pengurangan ketergantungan impor, sementara pembahasan mengenai bagaimana diversifikasi tersebut diterjemahkan menjadi daya tahan fasilitas pertahanan masih relatif terbatas. Literatur tentang microgrid dan penyimpanan energi telah menjelaskan potensinya bagi infrastruktur kritis, tetapi integrasinya dengan perumusan strategi pertahanan dan tata kelola energi nasional membutuhkan kajian yang lebih kontekstual.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi ketahanan energi pada wilayah strategis Riau–Dumai, mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi daya tahan sistem energi, serta merumuskan prioritas strategi diversifikasi energi terbarukan untuk mendukung Kebijakan Pertahanan Negara. Penelitian mengintegrasikan kerangka energy resilience dengan analisis IFAS–EFAS, SWOT, dan *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM). Kebaruan penelitian terletak pada penghubungan antara diversifikasi energi terbarukan dan kebutuhan operasional pertahanan melalui dua konsepsi strategis, yaitu Kawasan Energi Terbarukan Terintegrasi Riau–Dumai sebagai pendekatan pada tingkat kawasan dan Smart Energy Defense System sebagai pendekatan pada tingkat fasilitas pertahanan. Dengan kerangka tersebut, energi terbarukan ditempatkan bukan hanya sebagai instrumen transisi energi, tetapi juga sebagai bagian dari arsitektur ketahanan nasional dan keberlanjutan operasi pertahanan.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Sumber data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara terstruktur dengan informan yang dipilih secara purposif, sedangkan data sekunder diperoleh melalui telaah regulasi, dokumen kebijakan, publikasi ilmiah, laporan institusi, dan materi pendukung penelitian.

Untuk penentuan informan, penelitian ini menggunakan teknik purposif, yaitu informan ditentukan atas beberapa kriteria, yakni:

1. Pejabat/pegawai yang memiliki pengalaman dan kewenangan dalam kebijakan energi terbarukan dan ketahanan energi.
2. Pejabat/tenaga ahli yang memahami kebijakan energi nasional dan ketahanan energi
3. Pejabat/tenaga ahli yang menangani kebijakan pertahanan, strategi pertahanan, atau ketahanan nasional
4. Perwira/staf yang memiliki pengalaman atau tugas terkait logistik, energi, fasilitas, operasi, atau perencanaan pertahanan

Berdasarkan kriteria tersebut, informan penelitian berasal dari pemangku kepentingan yang merepresentasikan rantai energi hulu-hilir, unsur pertahanan, akademisi, dan pakar kebijakan. Wawancara dilakukan dengan perwakilan Pertamina Hulu Rokan, Refinery Unit II Dumai, Integrated Terminal Dumai, serta komandan atau perwira yang memiliki tanggung jawab terkait operasi, logistik, fasilitas, dan energi pada Lanal Dumai, Satrad 104 Dumai, dan Yon Arhanud 13/PBY. Data penelitian juga diperkaya dengan pandangan narasumber Lokakarya Ketahanan Energi Seskoau yang berasal dari unsur industri energi, pertahanan, akademisi, dan pakar geopolitik. Seluruh data wawancara selanjutnya dikategorikan berdasarkan tema ketahanan pasokan, diversifikasi energi, keandalan infrastruktur, cadangan energi, kerentanan operasional, serta implikasinya terhadap pertahanan negara.

Proses observasi lapangan dilakukan dengan meninjau fasilitas Gathering Station EOR Minas, Central Control Room Kilang Dumai, Tangki Timbun IT Dumai, instalasi genset & AVR Satrad 104, serta sarana pendukung pangkalan.

Untuk data sekunder dilakukan dengan menelaah berbagai dokumentasi dan

kepastakaan yang relevan, diantaranya menelaah regulasi (UU No. 3/2002, UU No. 30/2007, UU No. 23/2019, RUEN, Perpres No. 96/2024) dan materi presentasi riset.

Untuk keperluan analisis empiris, konsep multidimensional *energy security* kemudian dioperasionalkan ke dalam empat dimensi evaluasi *energy resilience*, yaitu *accessibility*, *usability*, *sufficiency*, dan *operability*. *Accessibility* digunakan untuk menilai keterjangkauan dan kontinuitas akses terhadap sumber energi; *usability* menilai tingkat pemanfaatan teknologi dan diversifikasi sumber energi; *sufficiency* menilai kecukupan pasokan serta kapasitas cadangan; sedangkan *operability* menilai keandalan infrastruktur energi dalam mendukung operasi normal maupun kondisi gangguan. Keempat dimensi tersebut digunakan sebagai kerangka operasional penelitian untuk menjembatani dimensi ketersediaan, teknologi, keberlanjutan, dan tata kelola dalam pendekatan *energy security* dengan kondisi empiris fasilitas energi dan pertahanan di wilayah Riau-Dumai.

Data Empiris & Lapangan (Riau & Dumai)



Sektor Energi: PHR, RU II Dumai, IT Dumai
Satuan Pertahanan: Lanal Dumai, Satrad 104,
Yon Arhanud 13

Temuan Lokakarya Ketahanan Energi
(Pertamina, Seskoau, Unpad, Geopolitik)



Evaluasi *Energy Resilience* (*Hybrid Metrics Framework*)

Accessibility (Ketersediaan & Akses)
Usability (Pemanfaatan Teknologi)
Sufficiency (Kecukupan & Cadangan)
Operability (Keandalan Infrastruktur)



Formulasi Strategi SWOT
IFAS (*Internal Factor Analysis Summary*)
EFAS (*External Factor Analysis Summary*)



Pengambilan Keputusan Strategis (QSPM)
Total *Attractiveness Score* (TAS) Prioritas
Strategi Usulan

Perumusan strategi dilakukan melalui tiga tahap. Pertama, faktor internal dan eksternal diidentifikasi melalui sintesis hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan Lokakarya Ketahanan Energi. Kedua, faktor-faktor tersebut disusun ke dalam matriks *Internal Factor Analysis Summary* (IFAS) dan

External Factor Analysis Summary (EFAS). Setiap faktor diberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingannya terhadap ketahanan energi, dengan jumlah keseluruhan bobot masing-masing matriks sebesar 1,00. Rating diberikan untuk menunjukkan kekuatan respons internal maupun besarnya peluang dan ancaman yang dihadapi. Skor tertimbang diperoleh dari perkalian bobot dan rating. Ketiga, posisi strategis berdasarkan IFAS–EFAS digunakan untuk merumuskan alternatif strategi melalui matriks SWOT. Alternatif tersebut kemudian dievaluasi menggunakan *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM), dengan membandingkan tingkat daya tarik setiap strategi terhadap faktor strategis utama. Hasil perkalian bobot dan *Attractiveness Score* dijumlahkan menjadi *Total Attractiveness Score* (TAS); strategi dengan TAS tertinggi ditetapkan sebagai prioritas.

Hasil dan Pembahasan

Evaluasi Ketahanan Energi Berdasarkan Indikator *Energy Resilience*

Berdasarkan hasil pengumpulan data empiris di wilayah Riau-Dumai dan sintesis Lokakarya Ketahanan Energi, evaluasi sistem energi dipetakan ke dalam empat dimensi utama:

1. *Aksesibilitas (Accessibility)*: Kawasan Riau-Dumai memiliki tingkat aksesibilitas energi konvensional yang sangat baik karena didukung rantai industri hulu hingga hilir. Namun, aksesibilitas terhadap energi terbarukan di satuan pertahanan masih sangat minim. Di tingkat hulu, peningkatan aksesibilitas minyak nasional dilakukan Pertamina melalui Chemical EOR di Blok Rokan (potensi tambahan cadangan 806 MMBO) dan eksplorasi Migas Non-Konvensional (MNK/ shale oil).
2. *Pemanfaatan (Usability)*: Sektor industri telah mengadopsi PLTS (Refinery Unit Dumai) dan pencampuran Biodiesel B50 (Integrated Terminal Dumai). Di sisi lain, pemanfaatan Bioetanol (E5/E10) terhambat oleh supply gap sebesar $\pm 1,5$ juta kL akibat terbatasnya alokasi bahan baku molase. Satuan militer seperti Satrad 104 dan Lanal Dumai masih bergantung pada Biosolar fosil untuk genset cadangan dan belum mengintegrasikan PLTS hibrida.
3. *Kecukupan (Sufficiency)*: Cadangan energi di terminal distribusi mampu

mendukung operasi normal. Namun, ketahanan nasional secara umum rentan karena cadangan operasional BBM hanya bertahan ± 23 hari. Di tingkat satuan pertahanan, kapasitas penyimpanan BBM bersifat sangat terbatas (Satrad 104 mengandalkan penampungan drum tambahan tanpa tangki tanam permanen), sehingga daya tahan operasi mandiri saat krisis/serangan menjadi rawan.

4. Pengoperasian Infrastruktur (Operability): Infrastruktur energi industri telah dilengkapi teknologi Fleet Management System (FMS), Integrated Supply Chain Management (ISCM), dan otomasi digital. Di satuan pertahanan, operabilitas radar dan komunikasi sangat rentan terhadap fluktuasi tegangan PLN, yang memaksa genset bekerja ekstra dan meningkatkan risiko kehausan mekanis. Keempat dimensi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan struktural antara kapasitas sistem energi industri dan ketahanan energi pada fasilitas pertahanan. Riau–Dumai telah memiliki ekosistem energi yang relatif lengkap dari sisi produksi, pengolahan, penyimpanan, dan distribusi, tetapi keberadaan infrastruktur tersebut belum secara otomatis menghasilkan kemandirian energi pada satuan pertahanan. Kerentanan terutama muncul pada ketergantungan terhadap jaringan listrik eksternal, kapasitas penyimpanan bahan bakar yang terbatas, serta belum terintegrasinya pembangkit terbarukan dan sistem penyimpanan energi pada fasilitas kritis. Dengan demikian, persoalan utama ketahanan energi pertahanan di wilayah ini bukan semata-mata ketersediaan sumber energi, melainkan kemampuan mentransformasikan sumber daya dan infrastruktur regional menjadi sistem energi pertahanan yang mandiri, terdistribusi, dan mampu tetap beroperasi ketika terjadi gangguan pasokan.



Gambar 3 Peta Sebaran Infrastruktur Energi Strategis dan Satuan Pertahanan di Wilayah Riau-Dumai

Sumber: Diolah Penulis, 2026

Analisis Konstelasi Pandangan Narasumber Lokakarya Ketahanan Energi Untuk memperkuat perumusan strategi, hasil Lokakarya Ketahanan Energi menyajikan analisis komparatif dari empat perspektif kunci:

Tabel 1 Matriks Perbandingan Pandangan Narasumber Lokakarya Ketahanan Energi

Dimensi / Isu	Ibu Eviyanti Rofraida (PHR/Per tamina)	Mayjen TNI Dr. Helda Risman, M.Han (Kemhan)	Dr. Yusa Djuyandi (Unpad)	Dr. Rizal Dharma Putra (Geopolitik)
Fokus Utama	Pasokan migas hulu, teknologi EOR, & pengembangan MNK.	Kesiapsiagaan BBM, evaluasi program Biofuel (Biodiesel & Bioetanol).	Tiga pilar kedaulatan (Pangan, Energi, Air), risiko ekologi B50, & desentralisasi EBT.	Geopolitik global, <i>chokepoints</i> , mineral kritis, & doktrin militer A2/AD.
Penyebab Kerentanan Energi	<i>Natural decline</i> lapangan tua dan keterbatasan investasi hulu.	Rendahnya durabilitas cadangan BBM (\$/pm 23\$ hari) & hambatan tata niaga bioetanol.	Ketertarikan tinggi impor minyak (\$/pm 1\$ juta bpd) & fluktuasi harga global.	Kerentanan <i>chokepoints</i> pelayaran & intervensi <i>great powers</i> dalam perebutan energi.
Pendekatan Bioenergi / EBT	Transisi energi berbasis Gas Bumi & dekarbonisasi CCUS/CCS.	Perlu DMO molase, pembebasan cukai bioetanol, & revisi formula HIP.	Pemanfaatan limbah pertanian (biomassa) untuk cegah konflik <i>food vs fuel</i> .	Pemanfaatan EBT terdesentralisasi agar sistem energi tangguh dari serangan kinetik.
Dimensi Pertahanan & Keamanan	Menjamin pasokan energi nasional (<i>supply security</i>) untuk mendukung ekonomi.	Menjamin ketersediaan BBM & Biofuel untuk durabilitas logistik operasional TNI.	Imunitas geopolitik, perlindungan cadangan strategis, & kedaulatan udara (<i>Sustainable Aviation Fuel/SAF</i>).	Penguatan <i>chokepoints</i> Nusantara, penguasaan rantai pasok mineral kritis, & penguatan doktrin A2/AD.

Pandangan pada Tabel 1 merupakan sintesis materi dan diskusi dalam Lokakarya Ketahanan Energi. Penyajian dilakukan untuk mengidentifikasi titik temu dan perbedaan

orientasi antara perspektif industri energi, pertahanan, akademik, dan geopolitik. Matriks tidak dimaksudkan sebagai transkripsi verbatim, melainkan sebagai kategorisasi analitis peneliti terhadap substansi pandangan masing-masing narasumber.

Analisis Faktor Internal (IFAS) dan Eksternal (EFAS)

Tabel 2 Matriks Internal Factor Analysis Summary (IFAS)

NO	FAKTOR STRATEGIS INTERNAL	BOBOT	RATING	SKOR
KEKUATAN (STRENGTHS)				
S1	Posisi strategis Riau dan Dumai sebagai kawasan energi nasional	0,15	4	0,60
S2	Infrastruktur energi strategis nasional yang lengkap (hulu-hilir)	0,14	4	0,56
S3	Kemampuan operasional dan pengalaman pengelolaan energi skala besar	0,12	4	0,48
S4	Implementasi awal teknologi PLTS dan bahan bakar nabati B50	0,10	3	0,30
S5	Dukungan pengamanan Obvitnas Energi oleh unsur TNI/Polri	0,09	3	0,27
KELEMAHAN (WEAKNESSES)				
W1	Tingginya ketergantungan terhadap energi fosil	0,12	3	0,36
W2	Pemanfaatan energi terbarukan di satuan pertahanan belum optimal	0,09	3	0,27
W3	Keterbatasan teknologi penyimpanan energi (<i>energy storage</i>)	0,08	3	0,24
W4	Sistem energi hibrida belum berkembang optimal	0,06	2	0,12

W5	Keterbatasan kompetensi SDM teknis energi terbarukan	0,05	2	0,10
TOTAL IFAS		1,00		3,30

Sumbu X (Internal) = Total Strength - Total Weakness = 2,21 - 1,09 = +1,12

Tabel 3 Matriks External Factor Analysis Summary (EFAS)

NO	FAKTOR STRATEGIS EKSTERNAL	BOBOT	RATING	SKOR
PELUANG (OPPORTUNITIES)				
O1	Potensi melimpah bioenergi berbasis kelapa sawit lokal	0,15	4	0,60
O2	Perkembangan teknologi PLTS, baterai, <i>smart grid</i> , dan digitalisasi	0,14	4	0,56
O3	Dukungan regulasi nasional (KEN, RUEN, Perpres EBT)	0,12	4	0,48
O4	Peluang kerja sama sinergis pemerintah, industri, akademisi & TNI	0,10	3	0,30
O5	Kebutuhan sistem energi mandiri untuk mendukung daya tahan pertahanan	0,09	3	0,27
ANCAMAN (THREATS)				
T1	Ketidakpastian geopolitik dan volatilitas energi global	0,12	3	0,36
T2	Fluktuasi harga energi fosil internasional	0,10	3	0,30
T3	Kerentanan gangguan rantai pasok dan distribusi logistik	0,08	3	0,24
T4	Ancaman keamanan fisik & siber terhadap Obvitnas energi	0,06	2	0,12
T5	Ketergantungan pada komponen teknologi EBT dari luar negeri	0,04	2	0,08
TOTAL EFAS		1,00		3,31

Sumbu Y (Eksternal) = Total Opportunity - Total Threat = 2,21 - 1,10 = +1,11

Analisis Posisi Kuadran SWOT

Berdasarkan hasil perhitungan IFAS (X = +1,12) dan EFAS (Y = +1,11), posisi strategis berada pada Kuadran I (*Strength–*

Opportunity / Aggressive Growth).



Sumber: Diolah Penulis, 2026

Posisi ini menandakan bahwa sistem energi nasional memiliki kekuatan internal yang besar untuk memanfaatkan berbagai peluang eksternal secara agresif. Fokus utama diarahkan pada optimalisasi potensi bioenergi lokal, perluasan PLTS hibrida, penguatan Cadangan Strategis Energi (CSE), serta penguatan sinergi pertahanan-energi.

Secara substantif, posisi Kuadran I tidak berarti bahwa sistem energi pertahanan telah mencapai kondisi resilien. Posisi tersebut menunjukkan bahwa wilayah Riau–Dumai mempunyai modal struktural yang cukup kuat untuk melakukan strategi ekspansif, terutama karena tersedianya infrastruktur energi hulu–hilir, potensi bioenergi, peluang pengembangan PLTS, dan dukungan regulasi. Namun, manfaat strategis tersebut belum sepenuhnya diterjemahkan menjadi kemandirian energi pada fasilitas pertahanan. Oleh karena itu, strategi *Strength–Opportunity* perlu diarahkan bukan sekadar pada peningkatan kapasitas energi terbarukan, tetapi pada integrasi sumber energi, sistem penyimpanan, microgrid, dan cadangan bahan bakar yang secara langsung meningkatkan durabilitas operasi pertahanan.

Penentuan Prioritas Strategi Menggunakan QSPM

Alternatif strategi yang dirumuskan melalui matriks SWOT dievaluasi menggunakan *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM) untuk menentukan nilai daya tarik (*Total Attractiveness Score / TAS*).

Tabel 4. Hasil Perhitungan QSPM Strategi Prioritas

Kode	Alternatif Strategi Usulan	Nilai TAS	Peringkat
SO-1	Pengembangan Kawasan Energi Terbarukan Terintegrasi Riau–Dumai	6,84	I

	berbasis integrasi bioenergi, PLTS, dan sistem hibrida.		
SO-3	Pembangunan Smart Energy Defense System melalui integrasi EBT dan storage pada fasilitas strategis militer.	6,26	II
WO-1	Pengembangan Infrastruktur Penyimpanan Energi (<i>Battery Energy Storage System - BESS</i>) guna mengatasi sifat intermiten EBT.	5,86	III
SO-4	Penguatan Sinergi Lintas Sektor (Pemerintah, BUMN Energi, Industri, Akademisi, dan TNI/Polri).	5,82	IV
SO-2	Optimalisasi Infrastruktur Energi Nasional sebagai pusat pengembangan jaringan energi bersih.	5,02	V

Selisih nilai TAS menunjukkan bahwa pengembangan Kawasan Energi Terbarukan Terintegrasi Riau–Dumai memiliki daya tarik strategis tertinggi karena mampu menjawab beberapa faktor secara simultan: pemanfaatan potensi bioenergi lokal, pengembangan PLTS, kebutuhan diversifikasi sumber energi, serta peluang sinergi antara pemerintah, industri energi, akademisi, dan sektor pertahanan. Pembangunan *Smart Energy Defense System* menempati prioritas kedua karena secara lebih spesifik menjawab kerentanan operasional fasilitas pertahanan melalui integrasi EBT, penyimpanan energi, microgrid, dan pemantauan konsumsi secara digital. Dengan demikian, kedua strategi tidak seharusnya diposisikan sebagai alternatif yang saling menggantikan, tetapi sebagai strategi kawasan dan strategi operasional pertahanan yang bersifat komplementer.

Konsepsi Strategis dan Rekomendasi Kebijakan Lanjutan

Hasil QSPM menegaskan bahwa Pengembangan Kawasan Energi Terbarukan Terintegrasi Riau-Dumai (TAS = 6,84) serta Pembangunan *Smart Energy Defense System* (TAS = 6,26) merupakan instrumen terpenting untuk memutus kerentanan energi. Guna melengkapi strategi tersebut, dirumuskan lima pilar kebijakan pendukung berdasarkan hasil Lokakarya Ketahanan Energi.

1. Penguatan Cadangan Strategis Energi (CSE) & Infrastruktur Tangki Timbun:

- Merealisasikan pembangunan *Strategic Petroleum Reserves* (SPR) milik negara di luar cadangan operasional BUMN Energi untuk meningkatkan durabilitas cadangan BBM nasional dari 23 hari menjadi minimal 30–90 hari.
- Membangun fasilitas penampungan BBM tanam permanen di instalasi militer perbatasan (seperti Satrad 104 Dumai).

2. Reformasi Tata Niaga & Regulative Framework Bioetanol:

- Menerapkan kebijakan *Domestic Market Obligation* (DMO) untuk bahan baku molase/tetes tebu serta penetapan batas harga dalam negeri guna mengatasi *supply gap* bioetanol.
- Mengkaji pemberian insentif fiskal, termasuk kemungkinan penyesuaian kebijakan cukai untuk bioetanol bahan bakar (fuel-grade ethanol), serta mengevaluasi formula Harga Indeks Pasar (HIP) agar lebih mendukung keekonomian produksi dan distribusi bioetanol dalam negeri.
- Mendorong penggunaan bioetanol generasi kedua berbasis limbah pertanian (bagas tebu, sekam padi, limbah sawit) untuk menghindari konflik pertanahan dan ancaman ketahanan pangan.

3. Akselerasi Produksi Hulu & Transisi Gas Alam:

- Memberikan insentif fiskal pada teknologi *Chemical EOR* dan penyederhanaan izin eksplorasi Migas Non-Konvensional (MNK) di Blok Rokan.
- Menggunakan Gas Bumi sebagai

energi penyangga utama (*baseload*) selama periode transisi menuju EBT.

4. Ketahanan Energi Terdesentralisasi di Wilayah Perbatasan:

- Membangun jaringan *off-grid solar mini-grid* dan biomassa mandiri di pangkalan TNI pulau terluar agar tetap memiliki daya tahan operasional (*survival*) saat terjadi blokade logistik atau gangguan jaringan listrik eksternal.

5. Penguatan *Chokepoints* & Doktrin Pertahanan A2/AD:

- Mengintegrasikan perlindungan Obvitnas energi dan rantai pasok mineral kritis (nikel, tanah jarang) ke dalam doktrin perang *Anti-Access/Area Denial* (A2/AD) TNI di sepanjang *chokepoint* vital Nusantara (Selat Malaka, Selat Sunda, Selat Lombok, dan ALKI).

Arah Implementasi Bertahap (*Roadmap*)

1. Jangka Pendek (1–3 Tahun):

- Penetapan standar minimum ketahanan energi bagi satuan pertahanan (kebutuhan beban kritis vs nonkritis).
- Pembangunan *pilot project* PLTS hibrida dan instalasi tangki BBM permanen di Satrad 104 Dumai.
- Penetapan regulasi DMO molase dan pembebasan cukai bioetanol bahan bakar.
- Audit energi bersama antara BUMN Energi, PLN, dan TNI.

2. Jangka Menengah (4–10 Tahun):

- Pembangunan *Battery Energy Storage System* (BESS) skala kawasan dan penguatan fasilitas Cadangan Strategis Energi (CSE) nasional.
- Integrasi sistem *microgrid* dan penguatan bioenergi (B50/E10) untuk operasional pangkalan militer.
- Penerapan sistem digital *Smart Energy Defense System* untuk memantau konsumsi beban energi secara *real-time*.

3. Jangka Panjang (10–20 Tahun):

- Terwujudnya Kawasan Energi Terbarukan Mandiri di Riau-Dumai.
- Kemandirian penuh teknologi EBT, SAF (*Sustainable Aviation Fuel*), dan rantai pasok mineral kritis dalam negeri.

Terintegrasinya sistem ketahanan energi ke dalam Doktrin Pertahanan Negara, pengamanan *chokepoints* A2/AD, dan Perencanaan Operasi Kontinjensi TNI.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa ketahanan energi perlu ditempatkan sebagai salah satu prasyarat keberlanjutan operasi pertahanan, bukan semata-mata sebagai isu sektor energi. Ketergantungan fasilitas pertahanan terhadap jaringan listrik eksternal dan distribusi BBM konvensional menciptakan *single points of failure* yang berpotensi mengurangi durabilitas operasi ketika terjadi gangguan jaringan, bencana, konflik, atau hambatan logistik. Oleh karena itu, kebijakan pertahanan perlu memasukkan standar minimum ketahanan energi pada fasilitas strategis yang mencakup kecukupan cadangan bahan bakar, ketersediaan sumber energi alternatif, kemampuan operasi *off-grid*, sistem penyimpanan energi, dan pemantauan konsumsi secara terintegrasi.

Dalam konteks tersebut, pengembangan Kawasan Energi Terbarukan Terintegrasi Riau–Dumai dapat berfungsi sebagai model sinergi antara kebijakan energi nasional dan kebutuhan pertahanan. Sementara itu, *Smart Energy Defense System* dapat dikembangkan sebagai instrumen operasional yang mengintegrasikan PLTS, BESS, microgrid, genset cadangan, serta sistem pemantauan energi pada fasilitas pertahanan. Integrasi ini akan memperluas makna ketahanan energi dari sekadar keamanan pasokan nasional menjadi kemampuan mempertahankan keberlangsungan fungsi pertahanan dalam kondisi normal maupun kontinjensi.

Implikasi kebijakan lainnya adalah perlunya koordinasi lintas sektor antara Kementerian Pertahanan, TNI, Kementerian ESDM, BUMN energi, PLN, pemerintah daerah, industri, dan lembaga riset. Koordinasi tersebut diperlukan karena pembangunan ketahanan energi pertahanan tidak dapat dilaksanakan secara sektoral. Standardisasi kebutuhan energi, audit kerentanan fasilitas, pengembangan teknologi domestik, penyiapan cadangan strategis, dan perlindungan infrastruktur energi harus ditempatkan dalam satu kerangka perencanaan yang saling terhubung.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kerentanan ketahanan energi pertahanan di Riau–Dumai tidak terutama disebabkan oleh

ketiadaan sumber maupun infrastruktur energi, melainkan oleh belum terintegrasinya kapasitas energi regional dengan kebutuhan daya tahan operasional fasilitas pertahanan. Kawasan ini telah memiliki rantai energi hulu–hilir yang kuat, tetapi sejumlah fasilitas pertahanan masih bergantung pada jaringan listrik eksternal, pasokan bahan bakar fosil, dan kapasitas penyimpanan yang terbatas. Kondisi tersebut menciptakan kesenjangan antara kapasitas energi kawasan dan kemampuan satuan pertahanan untuk mempertahankan operasi secara mandiri ketika terjadi gangguan pasokan.

Analisis IFAS–EFAS menempatkan strategi pada Kuadran I dengan koordinat internal +1,12 dan eksternal +1,11, yang menunjukkan adanya kekuatan internal dan peluang eksternal untuk menjalankan strategi pengembangan secara progresif. Hasil QSPM menetapkan Pengembangan Kawasan Energi Terbarukan Terintegrasi Riau–Dumai sebagai strategi prioritas dengan TAS 6,84, diikuti *Smart Energy Defense System* dengan TAS 6,26. Kedua strategi tersebut bersifat komplementer: strategi pertama membangun ekosistem energi kawasan, sedangkan strategi kedua memperkuat resiliensi energi pada tingkat fasilitas pertahanan.

Secara konseptual, penelitian ini menegaskan bahwa ketahanan energi pertahanan memerlukan integrasi antara diversifikasi sumber energi, kapasitas penyimpanan, cadangan strategis, sistem energi terdesentralisasi, digitalisasi pengelolaan energi, dan koordinasi lintas sektor. Implikasi utamanya bagi kebijakan pertahanan negara adalah perlunya standar minimum ketahanan energi pada fasilitas strategis dan pengembangan kemampuan *off-grid* untuk menjamin keberlanjutan fungsi pertahanan ketika jaringan energi eksternal mengalami gangguan. Penelitian selanjutnya perlu menguji kelayakan teknis, ekonomi, dan operasional dari PLTS hibrida, BESS, microgrid, dan *Smart Energy Defense System* melalui studi beban energi serta simulasi skenario gangguan pada fasilitas pertahanan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Komandan dan Civitas Akademika Sekolah Staf dan Komando Angkatan Udara (Seskoau) atas dukungan penyelenggaraan kajian, serta kepada pimpinan Pertamina Hulu Rokan, RU II Dumai, IT Dumai, Lanal Dumai, Satrad 104

Dumai, Yon Arhanud 13/PBY, dan para narasumber Lokakarya Ketahanan Energi atas fasilitasi data empiris dan kontribusi pemikiran strategis.

Daftar Pustaka

- Agency, I. E. (2023). *World Energy Outlook 2023*. IEA Publications.
- Ang, B. W., Choong, W. L., & Ng, T. S. (2015). Energy security: Definitions, dimensions and indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1077–1093.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.064>
- Azzuni, A., & Breyer, C. (2018). Definitions and dimensions of energy security: A literature review. *WIREs Energy and Environment*, 7.
<https://doi.org/10.1002/wene.268>
- Burke, P. J., Widnyana, J., Anjum, Z., Aisbett, E., Resosudarmo, B., & Baldwin, K. G. H. (2019). Overcoming barriers to solar and wind energy adoption in two Asian giants: India and Indonesia. *Energy Policy*, 132, 1216–1228.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.055>
- Buzan, B., Wæver, O., & de Wilde, J. (1998). *Security: A New Framework for Analysis*. Lynne Rienner Publishers.
- Cherp, A., & Jewell, J. (2014). The concept of energy security: Beyond the four As. *Energy Policy*, 75, 415–421.
- Cherp, A., Jewell, J., & Riahi, K. (2014). Energy security under de-carbonization scenarios: An assessment framework and evaluation under different technology and policy choices. *Energy Policy*, 65, 743–760.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.051>
- Chester, L. (2010). Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature. *Energy Policy*, 38, 887–895.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.039>
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274.
- Hossain, T. J. (2024). Methods for screening and evaluation of antimicrobial activity: A review of protocols, advantages, and limitations. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 14(2), 97–115.
<https://doi.org/10.1556/1886.2024.00035>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, (2014).
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), (2017).
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, (2022).
- Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi Indonesia. (2022). Permendikbudristek Nomor 13 Tahun 2022 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2020 Tentang Rencana Strategis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Tahun 2020-2024. *Kemdikbud*, 1–249.
<https://www.kemdikbud.go.id/main/index.php/tentang-kemdikbud/rencana-strategis-renstra>
- Kruyt, B., van Vuuren, D. P., de Vries, H. J. M., & Groenenberg, H. (2009). Indicators for energy security. *Energy Policy*, 37, 2166–2181.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.006>
- Loy, N., Rachmawati, I., Issundari, S., & Soesilo, J. (2024). Barriers to Indonesia's Energy Transition. *The Indonesian Journal of Planning and Development*, 9(2), 54–65.
<https://doi.org/10.14710/ijpd.9.2.54-65>
- Mishra, S., Anderson, K., Miller, B., Warren, A., & Boyer, K. (2020). Microgrid resilience: A holistic approach for assessing threats, identifying vulnerabilities, and designing corresponding mitigation strategies. *Applied Energy*, 264.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114726>
- Molyneaux, L., Brown, C., Wagner, L., & Foster, J. (2016). Measuring resilience in energy systems: Insights from a range of disciplines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1068–1079.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.063>

- Panteli, M., & Mancarella, P. (2015). Influence of extreme weather and climate change on the resilience of power systems: Impacts and possible mitigation strategies. *Electric Power Systems Research*, 127, 259–270. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2015.06.012>
- Rangkuti, F. (2015). *Analisis SWOT: Teknik Membedah Kasus Bisnis*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Sambodo, M. T., Yuliana, C. I., Hidayat, S., Novandra, R., Handoyo, F. W., Farandy, A. R., Inayah, I., & Yuniarti, P. I. (2022). Breaking barriers to low-carbon development in Indonesia: deployment of renewable energy. *Heliyon*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09304>
- Seskoau, S. /. (2026a). *Naskah Kuliah Kerja Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Pasis Seskoau A-65: Strategi Penguatan Ketahanan Energi Nasional*. Seskoau.
- Seskoau, S. /. (2026b). *Prosiding & Summary Lokakarya Ketahanan Energi Pasis Seskoau A-65*. Seskoau.
- Sovacool, B. K., & Mukherjee, I. (2011). Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy*, 36(8), 5343–5355. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.043>
- Vivoda, V. (2009). Diversification of oil import sources and energy security: A key strategy or an elusive objective? *Energy Policy*, 37, 4615–4623. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.007>
- Vivoda, V. (2010). Evaluating energy security in the Asia-Pacific region: A novel methodological approach. *Energy Policy*, 38, 5258–5263.
- Winzer, C. (2012). Conceptualizing energy security. *Energy Policy*, 46, 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.067>