



Hydrological Shocks, Coal Logistics, and State Revenue Fluctuations: Regional Economic Comparative Analysis

Guncangan Hidrologis, Logistik Batubara, dan Fluktuasi Penerimaan Negara: Analisis Komparatif Ekonomi Regional

Achmaq Rifqy¹, Andyna Kurnia Wijayanti², Dominico Savio Noel Naftali³, Hadayna Rahma
Sadida⁴, Randa Sarjana Dabukke⁵, Viona Putri Dhamayanti⁶

¹⁻⁶Politeknik Keuangan Negara STAN (State Finance Polytechnic STAN), South Tangerang, Indonesia

Article Info

Corresponding Author:

Achmaq Rifqy

✉ rifqvagen7911@gmail.com

History:

Submitted: 03-05-2026

Revised: 20-08-2026

Accepted: 20-09-2026

Keyword:

Hydrological Shock, Institutional Economics, Supply Chain Resilience, Fiscal Volatility.

Kata Kunci:

Guncangan Hidrologis, Ekonomi Kelembagaan, Resiliensi Rantai Pasok, Volatilitas Fiskal.

Abstract

Extreme climate anomalies destabilize strategic commodity supply chains, creating institutional inefficiencies that threaten energy security and fiscal stability. This comparative research evaluated the transmission of hydrological shocks using spatial analysis and institutional economics. The findings prove that logistics infrastructure asymmetry strictly determines the severity of macroeconomic crises. Absolute dependence on monolithic river corridors triggers intermediary market failures, directly locking delivery volumes when water discharge shrinks. Conversely, the operational flexibility of multimodal rail networks acts as crucial redundancy, successfully buffering domestic energy deficits. This physical mobility instability triggers a widening deviation in state revenue, proving global commodity price spikes inevitably fail to compensate for fiscal losses. The novelty of this study shatters classical deterministic assumptions by positioning supply chain resilience as the primary parameter for fiscal protection. Its prescriptive policy implications urge authorities to overhaul revenue forecasting architectures by integrating logistical climate risk indices, thereby fortifying financial systems against ecological disasters.

Abstrak

Anomali iklim ekstrem mendestabilisasi rantai pasok komoditas strategis, menciptakan inefisiensi institusional yang mengancam ketahanan energi dan stabilitas fiskal. Penelitian komparatif ini telah membedah transmisi guncangan hidrologis menggunakan pisau analisis spasial dan ekonomi kelembagaan. Hasil telaah membuktikan bahwa asimetri infrastruktur logistik sangat menentukan derajat krisis makroekonomi. Ketergantungan absolut pada koridor perairan tunggal memicu kegagalan pasar logistik yang secara langsung mengunci volume pengiriman saat debit sungai menyusut. Sebaliknya, fleksibilitas operasional jaringan rel multimoda terbukti berfungsi sebagai redundansi yang mampu meredam defisit energi domestik. Instabilitas mobilitas fisik ini memicu pelebaran deviasi penerimaan negara, sehingga lonjakan harga pasar komoditas global dipastikan gagal mengompensasi kerugian. Kebaruan riset ini mematahkan asumsi deterministik klasik dengan memposisikan ketahanan rantai pasok sebagai parameter utama perlindungan fiskal. Implikasi kebijakan preskriptifnya mendesak otoritas terkait merombak arsitektur peramalan kas negara melalui integrasi indeks risiko iklim logistik guna membentengi sistem keuangan dari kelompok operasional akibat bencana ekologis yang tak terhindarkan di masa depan.



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA).

doi: <https://doi.org/10.65101/jser.v2i1.340>

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Krisis geopolitik global dan anomali iklim ekstrem El Niño 2026 secara nyata mengekspos kerentanan struktural sistem logistik komoditas strategis di Indonesia, yang memicu ketegangan langsung terhadap stabilitas target Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP).^{1,2} Di tingkat global, gangguan jalur energi internasional memicu lonjakan permintaan batubara dunia mendekati rekor 9 miliar ton.³ Namun, respons Indonesia sebagai eksportir utama terhambat oleh kelemahan internal, di mana infrastruktur angkutan hulu sangat rapuh karena bergantung penuh pada fluktuasi alam. Hambatan ini mengancam target PNBP sektor Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) yang dipatok sebesar Rp 136,18 triliun untuk tahun anggaran 2026.⁴

Dalam tata kelola ekonomi pertambangan batubara di Indonesia, kemarau panjang akibat El Niño menurunkan debit air secara drastis di koridor transportasi utama, seperti Sungai Barito, Sungai Mahakam, dan Sungai Kapuas di Kalimantan.^{5,6} Dampak hidrologis ini membuat kedalaman sungai menyusut ekstrem, sehingga memotong kapasitas muat kapal tongkang dari normalnya 7.000 ton menjadi hanya sekitar 5.500 ton agar tidak kandas. Hambatan distribusi ini menyebabkan 3,7 hingga 3,9 juta ton batubara per bulan tertahan di hulu, memicu disrupsi waktu kirim, serta melambungkan biaya operasi pengapalan.⁷ Akibatnya, pasokan untuk kewajiban pasar domestik (*Domestic Market Obligation*/DMO) mengalami kemacetan serius, terutama yang menyasar sektor industri

¹ Laura Pierssens, "Agriculture Sector: El Niño Returns at a Challenging Time for Global Agriculture," Credendo, 2026, <https://credendo.com/en/knowledge-hub/agriculture-sector-el-nino-returns-challenging-time-global-agriculture>.

² Chris Rogers et al., "Commodities at the Core: Outlook for Indonesia as a Reshoring Center," S&P Global, 2026, <https://www.spglobal.com/market-intelligence/en/news-insights/research/2026/08/indonesia-reshoring-center-commodities>.

³ Indonesian Mining Association, "Permintaan Batu Bara Dunia Diproyeksi Capai Rekor Tertinggi Pada 2026," Indonesian Mining Association, 2026, <https://ima-api.org/permintaan-batu-bara-dunia-diproyeksi-capai-rekor-tertinggi-pada-2026/>.

⁴ Kementerian ESDM RI, "PNBP Lampau Target, Kementerian ESDM Kembali Peroleh Opini WTP," Kementerian ESDM RI, 2026, <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pnbp-lampau-target-kementerian-esdm-kembali-peroleh-opini-wtp>.

⁵ The Jakarta Post, "Rivers Dry up, Water Crisis Worsens as El Niño Intensifies," The Jakarta Post, 2026, <https://www.thejakartapost.com/indonesia/2026/09/11/rivers-dry-up-water-crisis-worsens-as-el-nio-intensifies>.

⁶ Timothy Lam et al., "Major Fires in Indonesian Borneo Are Possible under All ENSO Phases," *Npj Natural Hazards* 3, no. 1 (April 23, 2026): 46, <https://doi.org/10.1038/s44304-026-00209-4>.

⁷ Pandawa Borniat and Aloysius Gonsaga AE, "Imbas Kemarau, Kapal Di Sungai Mahakam Terpaksa Pangkas Muatan," Kompas Regional, 2026, <https://regional.kompas.com/read/2026/09/02/104723178/imbaskemarau-kapal-di-sungai-mahakam-terpaksa-pangkas-muatan?page=all>.

semen nasional, yang memaksa Kementerian ESDM mencari pasokan alternatif untuk mencegah kelangkaan energi.

Kesenjangan antara target fiskal pemerintah dan keterbatasan infrastruktur mitigasi sungai menuntut evaluasi struktural, termasuk mengoptimalkan keunggulan integrasi antarmoda darat seperti yang diterapkan di Sumatera Selatan. Berbeda dengan Kalimantan yang lumpuh akibat ketergantungan sungai, distribusi batubara di Sumatera Selatan memiliki ketahanan iklim yang jauh lebih baik karena mengandalkan jalur kereta api logistik terintegrasi (seperti rute Tanjung Enim ke Kramasan). Keandalan moda rel terbukti mampu memindahkan komoditas dalam volume besar tanpa gangguan cuaca, bahkan mencetak rekor angkutan tertinggi hingga 5,13 juta ton pada Juli 2026. Pemanfaatan jalur kereta api massal ini menjadi *trade-off* kebijakan strategis yang berhasil meminimalkan risiko hidrologis sekaligus menjaga ritme setoran royalti ke kas negara.⁸

Kajian mengenai logistik pertambangan telah banyak dieksplorasi, namun sintesis literatur mutakhir menunjukkan fragmentasi fokus yang mengabaikan transmisi guncangan iklim terhadap instabilitas fiskal. Kelompok studi pertama berpusat pada optimasi efisiensi armada, manajemen risiko keselamatan operasi kapal, serta adopsi digitalisasi logistik tanpa memodelkan dampak makroekonomi.^{9,10,11} Kelompok studi kedua berfokus mengukur kontribusi ekonomi agregat, membuktikan bahwa kinerja ekspor batubara berpengaruh signifikan terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) serta capaian PNBPN, namun abai mengevaluasi peran kerentanan infrastruktur perantara.^{12,13} Sementara itu, kelompok studi ketiga memetakan arsitektur transportasi

⁸ Antara News, "Angkutan Batu Bara KAI Cetak Rekor Bulanan Tertinggi 2026, Capai 5,13 Juta Ton Pada Juli," Antara News, 2026, <https://www.antaranews.com/berita/5687797/angkutan-batu-bara-kai-cetak-rekor-bulanan-tertinggi-2026-capai-513-juta-ton-pada-juli>.

⁹ Fausta Ari Barata et al., "Safety Risk and Operational Efficiency on Logistic Service Providers' Sustainable Coal Supply Chain Management," *Uncertain Supply Chain Management* 12, no. 1 (2024): 461–70, <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2023.9.006>.

¹⁰ Fangli Zeng et al., "Digitalization in the Maritime Logistics Industry: A Systematic Literature Review of Enablers and Barriers," *Journal of Marine Science and Engineering* 13, no. 4 (April 16, 2025): 797, <https://doi.org/10.3390/jmse13040797>.

¹¹ Yimeng Zhang et al., "Data-Driven Optimization for Maritime Logistics: Integrating Transport Network Mining with Ship Fleet Routing," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 183 (February 2026): 105451, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2025.105451>.

¹² Pudji Astuty and Ahmad Raymond Trilaksana, "Contribution of Coal Export Performance to Gross Regional Domestic Product and Non-Tax State Revenue in the Kalimantan and Sumatera Regions," *International Journal of Engineering Business and Social Science* 2, no. 03 (January 20, 2024): 1060–66, <https://doi.org/10.58451/ijebss.v2i03.129>.

¹³ Sinarta Putra P. Surbakti and Nurhidayati, "Economic Impact of Coal Mining Investment in East Kalimantan: An Input Output Approach," *Indonesian Treasury Review: Jurnal Perbendaharaan, Keuangan*

melalui pemodelan spasial dan pohon keputusan (*decision tree*) untuk mereduksi ketidakpastian di jalur multimoda, serta membandingkan beban ekologis distribusi energi di tingkat global.^{14,15,16} Dari konfrontasi literatur tersebut, muncul *blind spot* empiris yang substansial: kajian terdahulu memandang fluktuasi muka air sungai murni sebagai kendala mekanis-operasional tunggal, dan gagal mengevaluasi secara komparatif bagaimana desain kelembagaan rantai pasok (koridor sungai tunggal vs. jaringan multimoda) dapat memoderasi atau justru mengakselerasi krisis hidrologis menjadi instabilitas capaian fiskal negara.

Berdasarkan celah literatur tersebut, penelitian ini secara eksplisit mendeklarasikan kebaruan (*novelty*) melalui pendekatan komparatif tata kelola ekonomi kelembagaan. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang mayoritas membatasi analisis pada optimasi logistik rute tunggal atau peramalan volume secara statis, studi ini mengonfrontasikan dua model arsitektur distribusi yang kontradiktif: koridor Sungai Barito di Kalimantan Tengah yang dikendalikan penuh oleh fluktuasi hidrologis (arus tunggal), dengan fleksibilitas operasional jaringan rel terintegrasi di Sumatera Selatan. Lokus Sumatera Selatan menawarkan kasus dinamis lewat adaptasi skema operasional interkoneksi darat (seperti rute *switching* menuju Stasiun Kertapati sebagai katup penyelamat logistik darurat selama penyelesaian terminal utama Kramasan). Komparasi struktural ini secara langsung membedah mekanisme transmisi anomali cuaca terhadap pergeseran realisasi volume penjualan batubara dan fluktuasi PNBPN Minerba, sehingga menjembatani kesenjangan teoretis antara ketahanan rantai pasok (*supply chain resilience*) dan stabilitas arsitektur fiskal.

Artikel ini mempertahankan argumen utama bahwa tingkat ketergantungan spasial pada koridor logistik monolitik berbasis air secara tajam melipatgandakan kerentanan negara terhadap volatilitas PNBPN akibat anomali hidrologis, sedangkan keberadaan

Negara Dan Kebijakan Publik 10, no. 3 (September 30, 2025): 272–84, <https://doi.org/10.33105/itrev.v10i3.1229>.

¹⁴ Mario Ávila et al., “Economic and Environmental Analysis of Coking Coal and Solid Recovered Fuels Supply to European Steelmaking Plants,” *Journal of Environmental Management* 393 (October 2025): 127158, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127158>.

¹⁵ Zijia Wang et al., “Quantifying Carbon Emissions in Multimodal Passenger Transport: Evidence from Urban Subcenter Development,” *Journal of Cleaner Production* 571 (July 2026): 148818, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2026.148818>.

¹⁶ Imelda Kurniawan Santoso and Utomo Sarjono Putro, “Optimizing Sustainable Coal Hauling Under Uncertainty: A Multi-Stage Decision Tree Approach for a Palembang-Based Subcontractor,” *Dinasti International Journal of Economics, Finance & Accounting* 7, no. 3 (August 5, 2026): 2028–37, <https://doi.org/10.38035/dijefa.v7i3.7094>.

diversifikasi jalur rel massal terbukti efektif bertindak sebagai bantalan penyerap kejut fiskal (*fiscal shock absorber*). Signifikansi temuan ini krusial bagi pembuat kebijakan makroekonomi, mengingat penetapan target penerimaan negara akan mengalami bias dan kegagalan realisasi apabila dikalkulasi secara rigid tanpa menginkorporasikan indeks risiko iklim logistik. Sebagai resolusi, studi ini merekomendasikan rekalisasi model peramalan fiskal pemerintah melalui integrasi indikator peringatan dini hidrologis serta penguatan tata kelola kapasitas substitusi lintas moda guna menjamin keberlanjutan penerimaan ekonomi negara.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi kesenjangan literatur dan urgensi ketahanan fiskal-logistik yang telah dipaparkan pada latar belakang, penelitian ini merumuskan inti permasalahan ke dalam tiga pertanyaan penentu arah analisis sebagai berikut:

- a. Sejauh mana asimetri struktural antara koridor logistik arus tunggal Sungai Barito (Kalimantan Tengah) dan jaringan rel kereta api terintegrasi menuju gerbang *transshipment* Kertapati-Kramasan (Sumatera Selatan) memodifikasi transmisi guncangan hidrologis terhadap realisasi volume penjualan batubara?
- b. Bagaimana perbedaan desain arsitektur jaringan distribusi tersebut memengaruhi pemenuhan kewajiban *Domestic Market Obligation* (DMO) demi menjamin kontinuitas energi pada pembangkit listrik dan sektor industri domestik strategis?
- c. Apa dampak transmisi dari inefisiensi logistik spasial komoditas batubara tersebut terhadap tingkat deviasi target fiskal negara melalui stabilitas Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) serta ketahanan perekonomian daerah?

3. Metode Penelitian

Bagian ini menguraikan desain penelitian secara analitis dan operasional untuk mengevaluasi dampak ketidakpastian hidrologis terhadap arsitektur penerimaan negara.¹⁷ Memenuhi pilar pertama terkait desain dan pendekatan, penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif dengan kerangka epistemologis Ekonomi

¹⁷ Habtamu Fuje et al., "Fiscal Impacts of Climate Disasters in Emerging Markets and Developing Economies," *IMF Working Papers* 2023, no. 261 (December 2023): 1, <https://doi.org/10.5089/9798400262913.001>.

Kelembagaan (*Institutional Economics*).¹⁸ Desain yang digunakan adalah studi kasus komparatif spasial (*spatial comparative case study*) yang bersandar pada logika replikasi teoretis, bukan pengujian sampel statistik.¹⁹ Pendekatan analitis ini difungsikan untuk membedah ketegangan tata kelola logistik dengan mengonfrontasikan dua konfigurasi struktural secara mendalam: kerentanan operasional koridor tunggal Sungai Barito di Kalimantan Tengah berhadapan dengan fleksibilitas skema *switching* jaringan rel terintegrasi menuju gerbang *transshipment* Kertapati di Sumatera Selatan.

Terkait pilar kedua mengenai sumber data dan spesifikasi operasional, data ditarik secara sekunder dari institusi otoritatif, meliputi laporan realisasi fiskal Kementerian ESDM (Minerba One Data Indonesia), data makroekonomi BPS, serta statistik operasional angkutan barang PT Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional III Palembang dengan rentang waktu observasi operasional Januari hingga September 2026. Untuk menjamin asas replikasi ilmiah (*replicability*), elemen-elemen dalam mekanisme kausal didefinisikan secara tegas: (1) Kondisi anteseden berupa guncangan hidrologis, ditandai oleh fluktuasi penyusutan tinggi muka air dan debit sungai; (2) Mekanisme perantara berupa kapasitas adaptasi kelembagaan logistik, diukur melalui fleksibilitas substitusi moda dan *throughput* tonase muatan bulanan; dan (3) Kondisi hasil (*outcome*) berupa kinerja ekonomi makro-fiskal, yang dinilai dari stabilitas volume agregat realisasi ekspor batubara serta deviasi pencapaian PNB Minerba.

Pada pilar ketiga, prosedur pra-estimasi dan pembersihan data (*data cleaning*) diimplementasikan secara sistematis sebelum korpus data teks dan angka dianalisis. Proses penapisan (*filtering*) dilakukan secara ketat untuk mengeliminasi pelaporan bulanan yang tidak memiliki runtut waktu operasional yang utuh. Permasalahan kelengkapan data (*missing data*) pada metrik volume diatasi menggunakan teknik triangulasi silang antara laporan otoritas fiskal dan rekam jejak operasi industri logistik. Selanjutnya, pengujian *outlier* dilakukan secara kualitatif untuk memisahkan anomali penurunan volume pengiriman murni akibat *bottleneck* cuaca ekstrem (El Niño) dari guncangan akibat fluktuasi siklus Harga Batubara Acuan (HBA) global. Seluruh data

¹⁸ Laura Porak and Rouven Reinke, "The Contribution of Qualitative Methods to Economic Research in an Era of Polycrisis," *Review of Evolutionary Political Economy* 5, no. 1 (June 23, 2024): 31–49, <https://doi.org/10.1007/s43253-024-00116-2>.

¹⁹ Robert K. Yin, *Case Study Research and Applications: Design and Methods*, 6th ed. (Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018). Hal, 45-47.

mentah yang lolos uji asumsi kualitatif kemudian direduksi ke dalam matriks kategorisasi yang terstandarisasi.

Sebagai pemenuhan pilar keempat terkait validasi dan teknik analisis, proses bedah data dioperasikan melalui penelusuran proses kualitatif (*qualitative process tracing*) memanfaatkan perangkat lunak ATLAS.ti untuk mendialogkan presisi empiris menjadi argumen makroekonomi yang solid. Spesifikasi pemodelan menggunakan metode *pattern matching* (pencocokan pola) deduktif guna menguji hipotesis bahwa instrumen diversifikasi moda mampu menyerap kejut guncangan volume fiskal.²⁰ Kerangka interpretasi ekonomi dibangun berlandaskan pada teori hambatan biaya transaksi (*transaction cost economics*), di mana selisih efisiensi operasional dibaca untuk mengidentifikasi kegagalan pasar perantara (*market failure*) terhadap kesinambungan setoran royalti.²¹ Validitas dan reliabilitas analisis dikalibrasi melalui protokol studi kasus dan audit matriks pelacakan sumber yang kaku guna mencegah terjadinya bias penalaran *post-hoc*.

B. PEMBAHASAN

1. Asimetri Struktural dan Transmisi Guncangan Hidrologis pada Koridor Logistik Batubara

Konfigurasi spasial koridor Sungai Barito mendemonstrasikan kerentanan arsitektur logistik monolitik ketika dihadapkan pada anomali hidrologis ekstrem. Menggunakan pisau analisis Ekonomi Kelembagaan, khususnya kerangka hambatan biaya transaksi (*transaction cost economics*), penyusutan debit air sungai bertindak sebagai *bottleneck* absolut yang mendisrupsi mekanisme pasar perantara.²² Ketiadaan infrastruktur substitusi di Kalimantan Tengah memicu kegagalan pasar perantara (*market failure*), di mana utilitas armada tongkang tereduksi secara paksa dari kapasitas normal 7.000 ton menjadi kisaran 5.500 ton guna memitigasi risiko kandas di alur dangkal. Kondisi ini melambungkan biaya transaksi pengapalan secara eksponensial akibat antrean sandar yang memanjang dan penambahan frekuensi pelayaran yang tidak terhindarkan untuk mencapai target tonase serupa.

²⁰ Lizardo Vargas-Bianchi, "Pattern Matching Analysis: Overview of Its Rationale and Application in Qualitative Research," *Methodological Innovations* 18, no. 1 (March 14, 2025): 66–75, <https://doi.org/10.1177/20597991251325451>.

²¹ Cosmin Marinescu, "Transaction Costs and Institutions' Efficiency: A Critical Approach," *The American Journal of Economics and Sociology* 71, no. 2 (April 4, 2012): 254–76, <https://doi.org/10.1111/j.1536-7150.2012.00829.x>.

²² Marinescu.

Sebagai kontras struktural, jaringan distribusi di Sumatera Selatan menghadirkan model redundansi logistik yang efektif meredam guncangan iklim. Fleksibilitas operasional skema *switching* antarmoda melalui jaringan rel kereta api terintegrasi menuju gerbang *transshipment* Kertapati-Kramasan beroperasi sebagai katup penyelamat (*shock absorber*). Ketika jalur perairan mengalami kontraksi debit hidrologis, aliran komoditas secara masif berhasil dialihkan ke gerbong rel massal, menjaga stabilitas *throughput* volume pengiriman tanpa interupsi cuaca yang berarti. Asimetri utilitas dan ketahanan antara kedua koridor tersebut terekam secara konkret pada capaian volume agregat bulanan.

Tabel 1. Komparasi *Throughput* Tonase Muatan Logistik Sungai Barito vs. Kereta Api Sumatera Selatan (Januari–September 2026)

Bulan (2026)	Throughput Koridor Barito (Juta Metrik Ton)	Throughput Moda Rel KAI Sumsel (Juta Metrik Ton)	Keterangan Kondisi Hidrologis & Operasional
Januari	3,85	4,20	Debit normal, pelayaran tongkang optimal
Februari	3,90	4,15	Debit normal, cuaca terkendali
Maret	4,05	4,50	Puncak utilisasi pasca-hujan
April	3,75	4,60	Awal transisi musim kemarau
Mei	3,50	4,85	Penurunan muka air mulai terdeteksi
Juni	2,80	5,00	<i>Bottleneck</i> Barito melebar, substitusi rel menguat
Juli	2,10	5,13	Krisis El Niño puncak, rekor volume KAI Sumsel
Agustus	2,05	5,10	Tongkang memangkas utilitas muatan ekstrem
September	2,20	5,05	Intervensi logistik darurat, awal pemulihan

Sumber: Data Diolah dari Laporan Realisasi Angkutan PT KAI (Persero) Divre III dan Intelijen Pasar Argus Media (2026).²³

Realitas empiris ini secara langsung membantah postulat dari kelompok studi optimasi armada laut terdahulu. Kajian akademik sebelumnya secara konsisten berargumen bahwa inefisiensi logistik perairan murni merupakan kendala mekanis-operasional sesaat yang dapat diselesaikan melalui instrumen adopsi digitalisasi rute dan

²³ Argus Media, “Barito River Bottleneck Hits Indonesian Coal Flows,” Argus Media, 2026, <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2869712-barito-river-bottleneck-hits-indonesian-coal-flows>.

otomasi manajemen keselamatan kapal.^{24,25,26} Namun, konfrontasi data membuktikan bahwa instrumen digital menjadi tidak relevan ketika utilitas infrastruktur fisik perantara tereduksi oleh fluktuasi alam. Melengkapi perspektif ketidakpastian multimoda, temuan ini menegaskan kebaruan bahwa anomali hidrologis bukan sekadar variabel penunda waktu kirim, melainkan sebuah "disrupsi struktural" absolut yang mutlak menuntut adaptasi kelembagaan berbasis redundansi logistik antarmoda.²⁷

Pada diskursus makroekonomi global, kerentanan logistik monolitik ini merepresentasikan fenomena krisis rantai pasok energi internasional yang jauh lebih luas. Kegagalan operasional pada koridor Barito memiliki ekuivalensi struktural dengan kelumpuhan logistik distribusi energi di jalur sungai benua Eropa akibat gelombang panas ekstrem, yang secara paksa mendesak reformasi arsitektur transportasi komoditas pada negara-negara industri.²⁸ Elevasi temuan ini mendesak negara berkembang untuk merekonstruksi tata kelola logistik komoditas strategisnya, beralih dari sekadar mitigasi digital yang reaktif menuju pembangunan ketahanan infrastruktur fisik yang adaptif dan resisten terhadap krisis iklim.

2. Resiliensi Pemenuhan Kewajiban DMO dan Kontinuitas Pasokan Energi Strategis

Dalam tata kelola makroekonomi, ancaman terhadap ketahanan energi nasional sering kali bersumber dari kegagalan infrastruktur logistik perantara, bukan akibat defisit kapasitas produksi di hulu. Berdasarkan kerangka Keseimbangan Penawaran-Permintaan (*Supply-Demand Shock*), krisis hidrologis di koridor Barito memicu guncangan pasokan (*supply shock*) spasial yang secara sistemik mendestabilisasi sektor energi hilir. Tertahannya jutaan ton batubara di perairan pedalaman Kalimantan akibat penyusutan kedalaman sungai menyebabkan kegagalan pemenuhan *Domestic Market Obligation* (DMO). Guncangan rantai pasok ini secara langsung memicu defisit stok kritis pada jaringan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) serta mendisrupsi kontinuitas

²⁴ Barata et al., "Safety Risk and Operational Efficiency on Logistic Service Providers' Sustainable Coal Supply Chain Management."

²⁵ Zeng et al., "Digitalization in the Maritime Logistics Industry: A Systematic Literature Review of Enablers and Barriers."

²⁶ Zhang et al., "Data-Driven Optimization for Maritime Logistics: Integrating Transport Network Mining with Ship Fleet Routing."

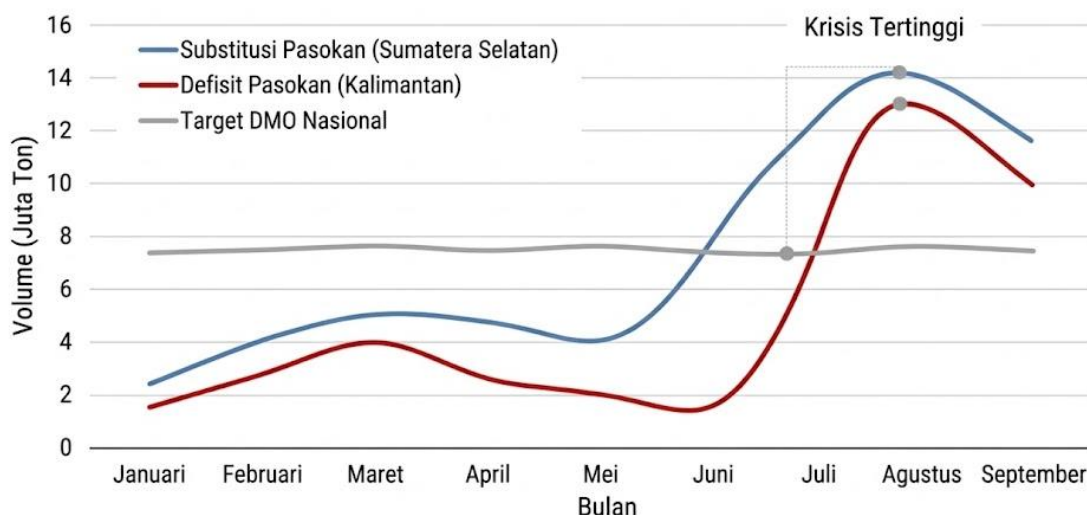
²⁷ Santoso and Putro, "Optimizing Sustainable Coal Hauling Under Uncertainty: A Multi-Stage Decision Tree Approach for a Palembang-Based Subcontractor."

²⁸ Ávila et al., "Economic and Environmental Analysis of Coking Coal and Solid Recovered Fuels Supply to European Steelmaking Plants."

operasi industri strategis, khususnya manufaktur semen nasional yang sangat rentan terhadap penjadwalan kedatangan komoditas primer.

Dalam tata kelola makroekonomi, ancaman terhadap ketahanan energi nasional sering kali bersumber dari kegagalan infrastruktur logistik perantara, bukan akibat defisit kapasitas produksi di hulu. Berdasarkan kerangka Keseimbangan Penawaran-Permintaan (*Supply-Demand Shock*), krisis hidrologis di koridor Barito memicu guncangan pasokan spasial yang secara sistemik mendestabilisasi pemenuhan *Domestic Market Obligation* (DMO) untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan industri semen nasional. Di tengah kelompok jalur perairan tersebut, resiliensi arsitektur logistik Sumatera Selatan membuktikan kapasitasnya dalam meredam eskalasi krisis energi. Stabilitas *throughput* tonase dari jaringan rel kereta api antarmoda memfasilitasi mekanisme substitusi pasokan antarpulau secara terukur. Ketegangan struktural antara penawaran dan permintaan ini terekam secara nyata pada fluktuasi defisit pasokan bulanan yang direspons secara simultan oleh lonjakan volume substitusi logistik darat, sebagaimana diilustrasikan pada Grafik 1.

Grafik 1. Tren Defisit dan Substitusi Pemenuhan Pasokan DMO pada Pembangkit Listrik dan Industri Semen (Kuartal I - III 2026)



Berdasarkan Grafik 1, resiliensi arsitektur logistik di Sumatera Selatan menunjukkan fleksibilitas operasional yang baik. Skema switching antarmoda melalui jaringan rel kereta api terintegrasi terbukti efektif meredam eskalasi krisis energi. Ketika aliran komoditas dari Kalimantan terhambat oleh faktor cuaca ekstrem seperti kekeringan parah di Sungai Barito yang mengganggu operasional tongkang pengangkut

batu bara manuver pengalihan rute distribusi dari Sumatera Selatan berhasil menambal sebagian besar defisit DMO pada jaringan PLTU.

Temuan empiris mengenai kerentanan distribusi ini memberikan konfrontasi teoretis yang tegas terhadap literatur manajemen energi terdahulu. Diskursus akademik kontemporer, seperti evaluasi emisi transportasi multimoda oleh Wang et al. (2026) dan analisis keberlanjutan rantai pasok pasok industri di Eropa oleh Ávila et al. (2025), mengindikasikan bahwa fleksibilitas arsitektur pengiriman adalah penentu utama stabilitas hilir.^{29,30} Melengkapi dialog tersebut, studi ini membuktikan secara definitif bahwa tingginya angka kapasitas produksi di mulut tambang menjadi tidak bermakna bagi ketahanan energi (*energy security*) apabila tidak ditopang oleh resiliensi rantai pasok (*supply chain resilience*) yang adaptif terhadap anomali iklim. Ketersediaan komoditas hulu tidak akan pernah terkonversi menjadi keandalan pasokan energi selama infrastruktur perantaranya terbelenggu oleh kerentanan absolut hidrologis.

Lebih jauh, temuan ini mengelevasi urgensi ketahanan logistik DMO domestik ke dalam diskursus arsitektur energi global. Dalam menghadapi era krisis multidimensi (*polycrisis*), negara-negara berkembang memikul beban ganda antara menjaga kontinuitas energi konvensional untuk ketahanan ekonomi dan merumuskan peta jalan menuju konstitusi hijau (*green constitution*). Keberhasilan transisi tata kelola energi global di masa depan sangat bergantung pada kapasitas negara dalam meminimalisasi hambatan distribusi fisik. Kegagalan memitigasi kerentanan iklim pada rantai pasok fosil yang tersisa saat ini justru akan memperparah disrupsi pasokan dan mengancam daya tahan fiskal negara jauh sebelum agenda transisi hijau dapat dieksekusi secara paripurna.

3. Transmisi Inefisiensi Logistik terhadap Deviasi Target Fiskal (PNBP) dan Perekonomian Daerah

Fluktuasi anomali cuaca yang mendisrupsi infrastruktur logistik batubara tidak hanya menciptakan hambatan operasional, tetapi juga bertransmisi secara sistemik menjadi guncangan makroekonomi terhadap arsitektur penerimaan negara. Berdasarkan operasionalisasi kerangka Risiko Fiskal (*Fiscal Risk Framework*), kelemahan tata kelola logistik memicu tingkat deviasi yang lebar antara proyeksi penerimaan negara bulanan pemerintah dengan realisasi kas aktual. Realitas lapangan di koridor logistik Kalimantan

²⁹ Wang et al., "Quantifying Carbon Emissions in Multimodal Passenger Transport: Evidence from Urban Subcenter Development."

³⁰ Ávila et al., "Economic and Environmental Analysis of Coking Coal and Solid Recovered Fuels Supply to European Steelmaking Plants."

memperlihatkan hubungan non-linear yang tajam antara distorsi volume penjualan akibat *bottleneck* perairan, fluktuasi Harga Batubara Acuan (HBA) global, dan setoran Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Minerba. Ketika kapasitas navigasi tongkang tereduksi ekstrem oleh kemarau, kontraksi volume pengiriman mendikte dikotomi pencatatan kas. Kegagalan mitigasi ini menuntut pemisahan klasifikasi pembukuan antara "kehilangan penerimaan permanen (*permanent shortfall*)" yang menggerus agregat kas tahunan, dengan "penerimaan yang tertunda (*temporary shortfall*)" akibat transaksi ekspor yang terpaksa bergeser melewati ekuilibrium target kuartalan.

Interaksi fluktuatif antara harga global, volume tertahan, dan stabilitas setoran fiskal tersebut dievaluasi secara kuantitatif melalui matriks realisasi penerimaan negara di bawah ini.

Tabel 2. Matriks Interaksi Fluktuasi HBA, Volume Ekspor/Penjualan, dan Realisasi PNBP Minerba (Januari–September 2026)

Bulan (2026)	Harga Batubara Acuan/HBA (USD/Ton)	Volume Terdampak Bottleneck (Juta Metrik Ton)	Realisasi PNBP Minerba (Triliun Rupiah)	Status Deviasi Fiskal
Januari	125,40	0,25	11,20	Stabil
Februari	124,15	0,30	11,05	Stabil
Maret	126,80	0,15	11,50	Surplus marjinal
April	122,50	0,85	10,80	Deviasi negatif awal
Mei	120,75	1,20	10,15	<i>Temporary shortfall</i>
Juni	122,87	2,10	9,40	<i>Temporary shortfall</i>
Juli	129,21	3,85	8,25	<i>Permanent shortfall</i> risiko
Agustus	124,25	3,90	7,90	<i>Shortfall</i> puncak
September	125,20	3,10	8,65	Transisi pemulihan

Sumber: Data Diolah dari Laporan Realisasi Kementerian ESDM dan Intelijen Pasar Argus Media (2026).

Konstruksi empiris pada Tabel 2 secara fundamental menolak asumsi normatif dari kajian makroekonomi komoditas kontemporer. Literatur sebelumnya memegang postulat linier bahwa kinerja ekspor batubara secara absolut berkontribusi positif terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dan pencapaian PNBP, dengan mengabaikan kerentanan infrastruktur perantara pembentuk rantai nilai tersebut.^{31,32}

³¹ Astuty and Raymond Trilaksana, "Contribution of Coal Export Performance to Gross Regional Domestic Product and Non-Tax State Revenue in the Kalimantan and Sumatera Regions."

³² Surbakti and Nurhidayati, "Economic Impact of Coal Mining Investment in East Kalimantan: An Input Output Approach."

Analisis komparatif dalam studi ini membantah postulat tersebut secara definitif. Evaluasi data membuktikan bahwa tanpa jaminan kepastian distribusi fisik akibat anomali hidrologis, momentum lonjakan harga komoditas (HBA) tidak akan serta-merta mampu mengompensasi kerugian penerimaan negara. Instabilitas logistik yang mengunci volume pengiriman terbukti meniadakan potensi surplus dari tingginya harga pasar dunia, sehingga arsitektur target PNBP negara rentan terjebak pada bias perhitungan pro-siklis yang ilusif.

Konfrontasi deviasi fiskal berbasis iklim ini mengelevasi diskursus logistik domestik ke dalam tata kelola arsitektur keuangan negara berkembang (*emerging markets*) di tingkat global. Sebagaimana diperingatkan dalam evaluasi ekonomi institusional Dana Moneter Internasional (IMF), guncangan iklim yang tidak dimitigasi oleh infrastruktur perantara merupakan pemicu utama instabilitas basis penerimaan fiskal pada negara-negara yang mengandalkan komoditas primer.³³ Guna meredam *fiscal shock* berkelanjutan pada arsitektur moneter, studi ini merekomendasikan perombakan radikal pada instrumen peramalan fiskal pemerintah. Penetapan target PNBP tidak boleh lagi dikalkulasi dalam ruang hampa ekologis, melainkan wajib mengintegrasikan "Indeks Risiko Iklim Logistik" (*Logistics Climate Risk Index*) ke dalam sistem peringatan dini penerimaan negara guna menjamin akurasi dan ketahanan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN).

C. KESIMPULAN

Asimetri struktural antara koridor monolitik Sungai Barito yang rentan terhadap penyusutan debit air dan ketahanan jaringan rel multimoda di Sumatera Selatan membuktikan bahwa ketergantungan logistik pada rute perairan tunggal secara tajam melipatgandakan risiko kegagalan volume pengiriman batubara. Distorsi infrastruktur perantara ini secara langsung memicu guncangan pasokan spasial yang mendestabilisasi pemenuhan kewajiban pasar domestik (DMO), sehingga mengancam kontinuitas operasional pembangkit listrik dan ketahanan energi strategis nasional. Akibatnya, instabilitas logistik tersebut mentransmisikan defisit volume penjualan yang menciptakan deviasi signifikan pada realisasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Minerba, membuktikan bahwa momentum kenaikan harga pasar global tidak mampu mengompensasi kerugian fiskal negara tanpa adanya kepastian mobilitas fisik komoditas.

³³ Fuje et al., "Fiscal Impacts of Climate Disasters in Emerging Markets and Developing Economies."

Sebagai resolusi tata kelola makroekonomi, pemerintah perlu merekalibrasi instrumen peramalan fiskal melalui integrasi indeks risiko iklim logistik sebagai sistem peringatan dini serta memperkuat redundansi infrastruktur substitusi antarmoda untuk menjamin stabilitas arsitektur penerimaan ekonomi negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Antara News. "Angkutan Batu Bara KAI Cetak Rekor Bulanan Tertinggi 2026, Capai 5,13 Juta Ton Pada Juli." Antara News, 2026. <https://www.antaraneews.com/berita/5687797/angkutan-batu-bara-kai-cetak-rekor-bulanan-tertinggi-2026-capai-513-juta-ton-pada-juli>.
- Argus Media. "Barito River Bottleneck Hits Indonesian Coal Flows." Argus Media, 2026. <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2869712-barito-river-bottleneck-hits-indonesian-coal-flows>.
- Astuty, Pudji, and Ahmad Raymond Trilaksana. "Contribution of Coal Export Performance to Gross Regional Domestic Product and Non-Tax State Revenue in the Kalimantan and Sumatera Regions." *International Journal of Engineering Business and Social Science* 2, no. 03 (January 20, 2024): 1060–66. <https://doi.org/10.58451/ijebss.v2i03.129>.
- Ávila, Mario, Sofie Verbrugge, Inge Bellemans, and Kim Verbeken. "Economic and Environmental Analysis of Coking Coal and Solid Recovered Fuels Supply to European Steelmaking Plants." *Journal of Environmental Management* 393 (October 2025): 127158. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127158>.
- Barata, Fausta Ari, Prasadja Ricardianto, Lutfi El Haq, Reni Dian Octaviani, Mohamad Wisanggeni Ariohadi, Purbanuara Parlindungan Sitorus, and Endri Endri. "Safety Risk and Operational Efficiency on Logistic Service Providers' Sustainable Coal Supply Chain Management." *Uncertain Supply Chain Management* 12, no. 1 (2024): 461–70. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2023.9.006>.
- Borniat, Pandawa, and Aloysius Gonsaga AE. "Imbas Kemarau, Kapal Di Sungai Mahakam Terpaksa Pangkas Muatan." Kompas Regional, 2026. <https://regional.kompas.com/read/2026/09/02/104723178/imbas-kemarau-kapal-di-sungai-mahakam-terpaksa-pangkas-muatan?page=all>.
- Fuje, Habtamu, Jiaxiong Yao, Seung Mo Choi, and Hamza Mighri. "Fiscal Impacts of Climate Disasters in Emerging Markets and Developing Economies." *IMF Working Papers* 2023, no. 261 (December 2023): 1. <https://doi.org/10.5089/9798400262913.001>.
- Indonesian Mining Association. "Permintaan Batu Bara Dunia Diproyeksi Capai Rekor Tertinggi Pada 2026." Indonesian Mining Association, 2026. <https://ima-api.org/permintaan-batu-bara-dunia-diproyeksi-capai-rekor-tertinggi-pada-2026/>.
- Kementerian ESDM RI. "PNBP Lampau Target, Kementerian ESDM Kembali Peroleh Opini WTP." Kementerian ESDM RI, 2026. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pnbp-lampau-target-kementerian-esdm-kembali-peroleh-opini-wtp>.

- Lam, Timothy, Jennifer L. Catto, Gillian Kay, Nick Dunstone, Rosa Barciela, and Anna B. Harper. "Major Fires in Indonesian Borneo Are Possible under All ENSO Phases." *Npj Natural Hazards* 3, no. 1 (April 23, 2026): 46. <https://doi.org/10.1038/s44304-026-00209-4>.
- Marinescu, Cosmin. "Transaction Costs and Institutions' Efficiency: A Critical Approach." *The American Journal of Economics and Sociology* 71, no. 2 (April 4, 2012): 254–76. <https://doi.org/10.1111/j.1536-7150.2012.00829.x>.
- Pierssens, Laura. "Agriculture Sector: El Niño Returns at a Challenging Time for Global Agriculture." Credendo, 2026. <https://credendo.com/en/knowledge-hub/agriculture-sector-el-nino-returns-challenging-time-global-agriculture>.
- Porak, Laura, and Rouven Reinke. "The Contribution of Qualitative Methods to Economic Research in an Era of Polycrisis." *Review of Evolutionary Political Economy* 5, no. 1 (June 23, 2024): 31–49. <https://doi.org/10.1007/s43253-024-00116-2>.
- Rogers, Chris, Anton Alifandi, Vania Alvarez Murakami, Ines Nastali, and Eric Oak. "Commodities at the Core: Outlook for Indonesia as a Reshoring Center." S&P Global, 2026. <https://www.spglobal.com/market-intelligence/en/news-insights/research/2026/08/indonesia-reshoring-center-commodities>.
- Santoso, Imelda Kurniawan, and Utomo Sarjono Putro. "Optimizing Sustainable Coal Hauling Under Uncertainty: A Multi-Stage Decision Tree Approach for a Palembang-Based Subcontractor." *Dinasti International Journal of Economics, Finance & Accounting* 7, no. 3 (August 5, 2026): 2028–37. <https://doi.org/10.38035/dijefa.v7i3.7094>.
- Surbakti, Sinarta Putra P., and Nurhidayati. "Economic Impact of Coal Mining Investment in East Kalimantan: An Input Output Approach." *Indonesian Treasury Review: Jurnal Perbendaharaan, Keuangan Negara Dan Kebijakan Publik* 10, no. 3 (September 30, 2025): 272–84. <https://doi.org/10.33105/itrev.v10i3.1229>.
- The Jakarta Post. "Rivers Dry up, Water Crisis Worsens as El Niño Intensifies." The Jakarta Post, 2026. <https://www.thejakartapost.com/indonesia/2026/09/11/rivers-dry-up-water-crisis-worsens-as-el-nio-intensifies>.
- Vargas-Bianchi, Lizardo. "Pattern Matching Analysis: Overview of Its Rationale and Application in Qualitative Research." *Methodological Innovations* 18, no. 1 (March 14, 2025): 66–75. <https://doi.org/10.1177/20597991251325451>.
- Wang, Zijia, Ming Li, Linmu Zou, Zongzhen Wu, and Liang Ma. "Quantifying Carbon Emissions in Multimodal Passenger Transport: Evidence from Urban Subcenter Development." *Journal of Cleaner Production* 571 (July 2026): 148818. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2026.148818>.
- Yin, Robert K. *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. 6th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.
- Zeng, Fangli, Anqi Chen, Shuojiang Xu, Hing Kai Chan, and Yusong Li. "Digitalization in the Maritime Logistics Industry: A Systematic Literature Review of Enablers and Barriers." *Journal of Marine Science and Engineering* 13, no. 4 (April 16, 2025): 797. <https://doi.org/10.3390/jmse13040797>.

Zhang, Yimeng, Liang Huang, Jiaci Wang, He Lin, Shuyang Zhu, Mi Gan, Xiaobo Liu, and Ruixue Ai. "Data-Driven Optimization for Maritime Logistics: Integrating Transport Network Mining with Ship Fleet Routing." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 183 (February 2026): 105451. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2025.105451>.