

PERAN GAS ALAM SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGHUBUNG DALAM TRANSISI ENERGI

Denilson T. Da S. Barreto¹ Prasetyo Khinanta²

Fakultas Teknik, Teknik Kimia (Manajemen Gas), Universitas Indonesia

corresponding e-mail: denilsontilman5@gmail.com

Copyright © 2025 The Author



This is an open access article

Under the Creative Commons Attribution Share Alike 4.0 International License

DOI: [10.53866/jimi.v5i4.856](https://doi.org/10.53866/jimi.v5i4.856)

Abstract

Energy sources worldwide are transitioning towards zero net carbon emissions. Solar, wind, hydropower, geothermal, and other renewable energy sources are replacing conventional energy, or fossil fuels, in many countries. High investment prices, dependence on weather, and high energy storage costs are some of the drawbacks of renewable energy. Because it emits fewer carbon emissions than coal and is more reliable than renewable energy, natural gas is a promising alternative energy source. This research employs a qualitative methodology based on a descriptive-analytical analysis of the literature review. Publications from international organizations, annual reports of energy companies, and scientific journals served as data sources. To identify important themes, such as carbon emissions, energy efficiency, operational costs, and sustainability, the data were analysed using thematic content analysis. According to the research, natural gas is more cost-effective and less harmful to the environment than coal, but it still emits emissions. Natural gas is less clean than renewable energy sources, but it is more stable and reliable. Therefore, although it is not the ultimate solution for total decarbonization, natural gas is essential as a transitional fuel during the energy transition.

Keywords: Natural Gas, Coal, Renewable Energy, Energy Transition, Carbon Emissions.

Abstrak

Sumber-sumber energi di seluruh dunia bergerak ke arah nol emisi karbon bersih. Tenaga surya, angin, tenaga air, panas bumi, dan sumber energi terbarukan lainnya menggantikan energi konvensional, atau bahan bakar fosil, di banyak negara. Harga investasi yang tinggi, ketergantungan pada cuaca, dan biaya penyimpanan energi yang tinggi adalah beberapa kekurangan energi terbarukan. Karena mengeluarkan emisi karbon yang lebih sedikit dibandingkan batu bara dan lebih dapat diandalkan dibandingkan energi terbarukan, gas alam menjadi sumber energi alternatif yang menjanjikan. Penelitian ini menggunakan metodologi kualitatif berdasarkan analisis deskriptif-analitik dari tinjauan literatur. Publikasi lembaga-lembaga internasional, laporan tahunan perusahaan-perusahaan energi, dan jurnal-jurnal ilmiah menjadi sumber data. Untuk menemukan tema-tema penting seperti emisi karbon, efisiensi energi, biaya operasional, dan keberlanjutan, data yang ada kemudian dianalisis menggunakan analisis konten tematik.

Menurut penelitian, gas alam lebih hemat biaya dan tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan dibandingkan batu bara, namun tetap mengeluarkan emisi. Gas alam kurang bersih dibandingkan sumber energi terbarukan, tetapi lebih stabil dan dapat diandalkan. Oleh karena itu, meskipun bukan solusi utama untuk dekarbonisasi total, gas alam sangat penting sebagai bahan bakar yang menjembatani transisi energi.

Kata kunci: Gas Alam, Batu Bara, Energi Terbarukan, Transisi Energi, Emisi Karbon.

1. Pendahuluan

Kebijakan energi melihat berbagai strategi dan elemen yang digunakan pemerintah untuk

mengendalikan dan mengarahkan industri energi suatu negara. Kebijakan ini menyelidiki alasan di balik kebijakan dan kemungkinan konsekuensinya, lebih dari sekadar mengetahui kebijakan apa yang ada (Adiputro & Martini, 2022). Energi sangat penting untuk kehidupan sehari-hari dan digunakan untuk berbagai kebutuhan, seperti transportasi, industri, dan rumah tangga. Bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batu bara, masih menjadi sumber energi utama dunia. Namun, penggunaan energi fosil menimbulkan banyak masalah lingkungan, seperti emisi gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Oleh karena itu, semakin banyak orang di seluruh dunia yang menggunakan energi yang lebih bersih dan ramah lingkungan, seperti energi terbarukan. Namun, energi terbarukan memiliki beberapa kendala, seperti biaya penyimpanan yang tinggi dan fluktuasi.

Gas alam merupakan sumber energi yang memiliki banyak keunggulan dibandingkan batu bara dan energi terbarukan. Gas alam lebih bersih daripada batu bara dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah (Gürsan & de Gooyert, 2021). Selain itu, gas alam lebih stabil daripada energi terbarukan karena dapat diproduksi dan didistribusikan secara konsisten. Perbandingan gas alam dan batu bara, dua sumber energi fosil yang paling banyak digunakan di dunia, adalah gas alam dan batu bara. Namun, ada beberapa perbedaan antara kedua sumber energi ini, terutama dalam hal biaya produksi dan emisi gas rumah kaca. Dari segi emisi gas rumah kaca, gas alam dapat digunakan sebagai sumber energi karena emisi karbondioksidanya jauh lebih rendah dibandingkan dengan batu bara. Hal ini membuat gas alam menjadi sumber energi yang lebih ramah lingkungan. Biaya produksi, karena kandungan energi yang lebih tinggi per satuan volume, biaya produksi gas alam juga lebih rendah dibandingkan batu bara. Perbandingan antara gas alam dan energi terbarukan, gas alam memiliki ketersediaan infrastruktur yang lebih mapan, kapasitas untuk menghasilkan listrik yang konsisten terlepas dari kondisi cuaca, dan biaya investasi awal yang relatif lebih murah dibandingkan dengan sebagian besar sumber energi terbarukan adalah beberapa keunggulan gas alam dibandingkan dengan energi terbarukan. Oleh karena itu, dengan mengkaji faktor efisiensi, emisi, biaya, dan keberlanjutan berdasarkan studi literatur, penelitian ini bertujuan untuk menilai signifikansi strategis gas alam sebagai bahan bakar penghubung dalam transisi energi global menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

2.1 Teknik Analisis Data

Untuk memahami peran strategis gas alam dalam transisi energi, studi ini menggunakan metodologi penelitian berbasis literatur kualitatif yang mengkaji sejumlah sumber sekunder terkait. Bersifat deskriptif-analitis, studi semacam ini mengutamakan pemahaman menyeluruh terhadap fenomena daripada pengujian hipotesis. Sumber data diperoleh dari laporan tahunan perusahaan energi dan lembaga internasional seperti British Petroleum, 2022 & 2023 dan International Energy Agency, 2022, jurnal ilmiah yang relevan misalnya Gürsan & de Gooyert, 2021, Prasetyo & Windarta, 2022, dan sumber kebijakan nasional dan internasional mengenai energi.

Untuk menemukan tema-tema penting seperti emisi karbon, efisiensi energi, biaya operasional, dan keberlanjutan energi, bahan-bahan literatur yang dievaluasi dianalisis menggunakan metodologi analisis konten tematik. Strategi ini didasarkan pada penyusunan tinjauan literatur oleh (Abdullah A. Alzahrani, 2020) sebagai bentuk penelitian yang berbeda dan pedoman (Mackiewicz, 2018) tentang analisis dokumen sebagai metode dalam penelitian kualitatif. Penggunaan pendekatan ini sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mengumpulkan gambaran konseptual dan analitis dari berbagai sudut pandang dalam literatur tanpa menggunakan observasi langsung atau wawancara untuk mengumpulkan data primer.

3. Hasil dan Pembahasan

Kerangka kerja untuk memahami bagaimana masyarakat berubah dari satu sistem energi dominan ke sistem energi lainnya adalah teori transisi energi. Kerangka kerja menyoroti bahwa perubahan ini lebih dari sekadar perubahan teknologi, perubahan ini merupakan proses rumit yang melibatkan banyak faktor lain (Muhammad Ferro Berlianto & Setya Wijaya, 2022).

Tiga sumber energi utama di dunia saat ini adalah gas alam, batu bara, dan energi terbarukan. Semua sumber energi tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Gas alam merupakan sumber energi yang paling bersih, namun harganya lebih mahal daripada batu bara. Energi terbarukan adalah sumber energi yang paling

bersih, tetapi ketersediaannya terbatas dan penyimpanannya mahal. Kami akan membahas dan membandingkan ketiga sumber energi ini berdasarkan ketersediaan, emisi, dan keandalan. Kami juga akan membahas masalah dan peluang yang dihadapi oleh masing-masing sumber.

3.1 Gas Alam

Gas alam adalah sumber energi fosil, yang terdiri dari campuran hidrokarbon, terutama metana. Karena menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah daripada batu bara, gas alam juga lebih stabil daripada energi terbarukan, karena dapat diproduksi secara terus menerus.

Cadangan gas alam dunia diperkirakan mencapai 189.000 triliun kaki kubik (TCF), cukup untuk memenuhi kebutuhan energi global selama lebih dari lima puluh tahun, menurut data dari (British Petroleum, 2023). Sektor pembangkit listrik menghasilkan sekitar 47% emisi karbon dioksida global, namun teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS) dapat mengurangi emisi ini.

3.2 Batubara

Batubara adalah sumber energi fosil yang terdiri dari campuran karbon, hidrogen, dan oksigen, dan merupakan sumber energi yang paling murah dan paling tidak bersih. Selain itu, batu bara menghasilkan emisi karbon yang sangat tinggi, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim.

Cadangan batu bara di seluruh dunia diperkirakan mencapai 1,1 triliun ton, cukup untuk memenuhi kebutuhan energi global selama sekitar 200 tahun, menurut data dari (British Petroleum, 2023). Karena pembangkit listrik membutuhkan batu bara untuk menghasilkan listrik, batu bara bertanggung jawab atas sekitar 40% emisi karbon dioksida dunia. Oleh karena itu, sangat sulit untuk mengurangi emisi ini.

3.3 Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah sumber energi yang tidak akan habis, seperti angin, matahari, air, dan panas bumi. Energi ini merupakan sumber energi yang paling bersih, tetapi juga paling tidak stabil. Cuaca dan iklim mempengaruhi ketersediaan energi terbarukan. Kapasitas pembangkit listrik terbarukan di seluruh dunia mencapai 3,2 triliun watt (TW), meningkat 16% hingga 2022, menurut data dari Energy 2023 (British Petroleum, 2023). Sekitar 29% emisi karbon dioksida global berasal dari pembangkit listrik, yang dihasilkan oleh energi terbarukan. Dengan menggunakan teknologi penyimpanan energi, emisi ini dapat dikurangi.

3.4 Data Statistik

Berikut ini adalah beberapa data statistik yang terkait dengan gas alam, batu bara, dan energi terbarukan:

- i. Persediaan gas alam dunia: 282 triliun meter kubik (BP, 2022)
- ii. Produksi gas alam dunia: 4,2 triliun meter kubik (BP, 2022)
- iii. Konsumsi gas alam dunia: 4,2 triliun meter kubik (BP, 2022)
- iv. Persediaan batu bara dunia: 1,14 triliun ton (BP, 2022)
- v. Produksi batu bara dunia: 8,1 miliar ton (BP, 2022)
- vi. Konsumsi batu bara dunia: 7,7 miliar ton (BP, 2022)
- vii. Kapasitas terpasang tenaga surya dunia: 1,3 terawatt (BP, 2022)
- viii. Kapasitas terpasang tenaga angin dunia: 860 gigawatt (BP, 2022)

Berikut adalah beberapa statistik yang berkaitan dengan diskusi:

- i. Pembangkit listrik yang menggunakan gas alam menghasilkan rata-rata 490 grams per kilowatt-jam (kWh) emisi gas rumah kaca, sementara pembangkit listrik yang menggunakan batu bara menghasilkan rata-rata 820 grams per kilowatt-jam (kWh) emisi CO₂.
- ii. Dalam banyak kasus, pembangkit listrik yang menggunakan gas alam memiliki tingkat efisiensi energi yang lebih tinggi dibandingkan pembangkit listrik yang menggunakan batu bara.
- iii. Harga batubara biasanya lebih rendah daripada gas alam.

3.5 Gas Alam dan Batu Bara

Menurut (International Energy Agency, 2022) emisi CO₂ dari pembangkit listrik tenaga gas alam rata-rata 490 gram per kilowatt-jam (kWh), sedangkan emisi CO₂ dari pembangkit listrik tenaga batu bara rata-rata 820 gram per kilowatt-jam (kWh). Selain itu, gas alam biasanya lebih efisien daripada batu bara. Di sisi lain, gas alam memiliki beberapa kekurangan. Salah satunya adalah harganya yang lebih tinggi dari batu bara. Selain itu, gas alam juga berpotensi menghasilkan lebih banyak energi daripada batu bara, dapat dilihat perbandingannya pada tabel dibawah.

Tabel 1: Perbandingan Gas Alam dan Batu Bara

Aspek	Gas Alam	Batu Bara
Efisiensi Energi	Lebih tinggi; efisiensi termal mencapai 45–60% dalam pembangkit listrik	Lebih rendah; efisiensi termal sekitar 33–40%
Emisi Karbon	Lebih rendah; emisi CO ₂ sekitar 50–60% lebih sedikit dibanding batu bara	Lebih tinggi; penyumbang utama emisi CO ₂ di sektor energi
Biaya Operasional	Lebih rendah; biaya pengolahan dan transportasi lebih efisien	Lebih tinggi; biaya lingkungan dan kesehatan lebih besar
Keberlanjutan	Lebih bersih; dapat digunakan sebagai energi transisi menuju EBT	Kurang berkelanjutan; dampak lingkungan signifikan

Sumber: (Prasetyo & Windarta, 2022) & (Edinov et al., 2023)

3.6 Gas Alam dan Energi Terbarukan

Energi terbarukan, seperti energi matahari, angin, dan air, memiliki emisi gas rumah kaca yang sangat rendah atau bahkan nol. Selain itu, dalam jangka panjang, energi terbarukan juga dapat menurunkan biaya energi. Namun, energi terbarukan juga memiliki beberapa kekurangan. Salah satunya adalah ketersediaannya yang tidak dapat diprediksi. Energi angin dan matahari hanya dapat diakses pada waktu-waktu tertentu, sedangkan energi air hanya dapat diakses di daerah tertentu. Gas CO₂ yang dihasilkan dari gas alam, jika dibandingkan dengan energi terbarukan seperti tenaga angin dan energi matahari, jauh lebih besar, tetapi jika dibandingkan dengan batu bara, gas CO₂ yang dihasilkan lebih rendah. Sebagaimana dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2: Perbandingan Gas Alam dan Energi Terbarukan

Aspek	Gas Alam	Energi Terbarukan
Efisiensi Energi	Tinggi; efisiensi termal mencapai 45–60%	Variatif; efisiensi tergantung pada jenis teknologi (misal, surya, angin)
Emisi Karbon	Lebih rendah dibanding batu bara, namun tetap menghasilkan emisi CO ₂	Sangat rendah hingga nol; tidak menghasilkan emisi CO ₂ selama operasional
Biaya Operasional	Relatif rendah; infrastruktur sudah tersedia	Semakin kompetitif; biaya terus menurun dengan perkembangan teknologi
Keberlanjutan	Terbatas; sumber daya fosil yang akan habis	Sangat berkelanjutan; sumber daya alam yang dapat diperbarui

Sumber : (Solikah & Bramastia, 2024) & (Asep Kholidul Mufida, 2023)

4. Kesimpulan

Hasil studi ini menegaskan bahwa gas alam memiliki peran penting sebagai bahan bakar jembatan dalam transisi energi karena menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan batu bara, lebih andal, dan relatif lebih mudah diakses dibandingkan sumber energi terbarukan. Meskipun demikian, harga gas alam saat ini masih lebih mahal daripada batu bara dan emisi karbonnya belum mencapai nol seperti energi terbarukan. Selain itu, keterbatasan pasokan, biaya penyimpanan yang tinggi, serta ketergantungan pada kondisi alam menjadikan energi terbarukan tetap menjadi pilihan akhir yang paling berkelanjutan di masa depan. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan pada pendekatan analisis yang digunakan. Studi ini hanya mengandalkan literatur publik dan data sekunder, tanpa melibatkan metode pengumpulan data primer seperti wawancara langsung dengan pelaku industri atau pembuat kebijakan. Faktor-faktor lokal dan geopolitik yang berpotensi memengaruhi keberlanjutan penggunaan gas alam juga belum dikaji secara mendalam, karena fokus penelitian tidak mencakup dinamika kebijakan energi di tingkat negara.

Berdasarkan temuan tersebut, beberapa arah penelitian lanjutan yang direkomendasikan adalah: pertama, memperoleh sudut pandang yang lebih realistik dan kontekstual melalui penggunaan data primer, misalnya survei atau wawancara dengan regulator, pelaku industri, dan pakar energi. Kedua, melakukan studi komparatif antarnegara untuk memahami perbedaan penggunaan gas alam dalam berbagai kondisi ekonomi dan kebijakan, khususnya di negara-negara yang sedang mengalami transisi energi. Ketiga, memasukkan variabel kebijakan nasional dan ekonomi politik dalam studi kasus negara berkembang guna memperkuat analisis dan mendukung proses pengambilan keputusan. Keempat, menyelidiki integrasi penggunaan gas alam dengan teknologi penyimpanan energi dan penangkapan karbon, serta menilai dampak lingkungan jangka panjangnya dibandingkan dengan teknologi energi terbarukan terbaru.

Bibliografi

- Abdullah A. Alzahrani, M. (2020). Book Review: The Literature Review: Six Steps to Success, (3rd edition), by Lawrence A. Machi and Brenda T. McEvoy (2016). *Academic Journal of Research and Scientific Publishing*, 1(10), 1–4.
- Adiputro, A., & Martini, R. (2022). Energy Transition Policy Analysis in Indonesia. *Forum Ilmu Sosial*, 49(1), 40–51. <https://doi.org/10.15294/fis.v49i1.35926>
- Asep Kholidul Mufida*, N. R. (2023). Journal of Financial Economics. *Journal of Financial Economics*, 60(3), 187–243. [https://pdf.sciencedirectassets.com/271671/1-s2.0-S0304405X00694/1-s2.0-S0304405X01000447/main.pdf?x-amz-security-token=AgoJb3JpZ2luX2VjELH%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIC710T1fDkzweFyxLEKEARnQD%2FHpGp38OdTo1Iz6kDMrAiBfnh%2B273vU](https://pdf.sciencedirectassets.com/271671/1-s2.0-S0304405X00694/1-s2.0-S0304405X01000447/main.pdf?x-amz-security-token=AgoJb3JpZ2luX2VjELH%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIC710T1fDkzweFyxLEKEARnQD%2FHpGp38OdTo1Iz6kDMrAiBfnh%2B273vU)
- BP. (2022). BP Statistical Review of World Energy 2022,(71st edition). [Https://Www.Bp.Com/Content/Dam/Bp/Business-Sites/En/Global/Corporate/Pdfs/Energy-Economics/Statistical-Review/Bp-Stats-Review-2022-Full-Report.Pdf](https://Www.Bp.Com/Content/Dam/Bp/Business-Sites/En/Global/Corporate/Pdfs/Energy-Economics/Statistical-Review/Bp-Stats-Review-2022-Full-Report.Pdf), 1–60. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>
- British Petroleum. (2023). bp Energy Outlook 2023 edition 2023 explores the key trends and uncertainties. *Statistical Review of World Energy*, July, 1–53.
- Edinov, S., Rancak, G. T., Wahyudi, R., Wiyani, L., & Prabasari, I. G. (2023). Carbon Capture and Storage dan Circular Economy: Tinjauan Sistematis dan Arah Penelitian di Masa Depan. *Nusantara Technology and Engineering Review*, 1(1), 19–30. <https://doi.org/10.55732/nter.v1i1.1109>
- Gürsan, C., & de Gooyert, V. (2021). The systemic impact of a transition fuel: Does natural gas help or hinder the energy transition? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138(September), 110552. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110552>

International Energy Agency. (2022). International Energy Agency (IEA) World Energy Outlook 2022. *International Information Administration*, 524. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>

Mackiewicz, J. (2018). A Mixed-Method Approach. In *Writing Center Talk over Time*. <https://doi.org/10.4324/9780429469237-3>

Muhammad Ferro Berlianto, D., & Setya Wijaya, R. (2022). Pengaruh transisi konsumsi energi fosil menuju energi baru terbarukan terhadap produk domestik bruto di Indonesia. *E-Jurnal Perspektif Ekonomi Dan Pembangunan Daerah*, 11(2), 105–112. <https://doi.org/10.22437/pdpd.v11i2.17944>

Prasetyo, A. W., & Windarta, J. (2022). Pemanfaatan Teknologi Carbon Capture Storage (CCS) dalam Upaya Mendukung Produksi Energi yang BerkelaJutan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(3), 231–238. <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.14509>

Solikah, A. A., & Bramastia, B. (2024). Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(1), 27–43. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21742>