

Implikasi Ketersediaan dan Kualitas Batubara terhadap Kinerja Operasional dan Keberlanjutan Pasokan PLTU PLN Jamali (Jawa, Madura, Bali)

Supriandi
Universitas Telkom

Article Info

Article history:

Received Februari 2024

Revised Februari 2024

Accepted Februari 2024

Kata Kunci:

Ketersediaan Batubara, Kinerja Operasional, Keberlanjutan Pasokan, PLTU PLN Jamali, Analisis Kualitatif

Keywords:

Coal Availability, Operational Performance, Sustainability of Supply, PLN Jamali, Qualitative Analysis

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari implikasi ketersediaan dan kualitas batubara terhadap kinerja operasional dan keberlanjutan pasokan PLTU PLN Jamali, yang merupakan pemain kunci dalam pembangkit listrik yang melayani Jawa, Madura, dan Bali di Indonesia. Dengan menggunakan desain penelitian kualitatif, studi ini melibatkan sepuluh pemangku kepentingan yang beragam, termasuk manajer pembangkit listrik, operator, pemasok batu bara, pihak berwenang, dan pakar lingkungan, untuk mendapatkan perspektif yang beragam. Melalui wawancara semi-terstruktur dan analisis dokumen, penelitian ini mengeksplorasi tantangan dalam dinamika rantai pasokan batu bara, hambatan infrastruktur, pertimbangan ekonomi, karakteristik pembakaran, dan konsekuensi lingkungan. Temuan-temuan tersebut menyoroti implikasi yang lebih luas terhadap keberlanjutan pasokan, dengan menekankan perlunya ketahanan energi, adaptasi teknologi, dan diversifikasi sumber energi. Rekomendasi untuk perbaikan operasional, mitigasi lingkungan, dan strategi diversifikasi disajikan. Studi ini memberikan kontribusi wawasan praktis untuk PLTU PLN Jamali dan pembangkit listrik serupa, menginformasikan penelitian di masa depan dan inisiatif kebijakan untuk masa depan energi yang berkelanjutan di wilayah tersebut.

ABSTRACT

This research studies the implications of coal availability and quality on the operational performance and supply sustainability of PLN Jamali, which is a key player in power plants serving Java, Madura and Bali in Indonesia. Using qualitative research design, the study engaged ten diverse stakeholders, including power plant managers, operators, coal suppliers, authorities, and environmental experts, to gain diverse perspectives. Through semi-structured interviews and document analysis, the study explores challenges in coal supply chain dynamics, infrastructure bottlenecks, economic considerations, combustion characteristics, and environmental consequences. The findings highlight broader implications for supply sustainability, emphasizing the need for energy security, technological adaptation, and diversification of energy sources. Recommendations for operational improvement, environmental mitigation, and diversification strategies are presented. The study contributes practical insights to the Jamali coal-fired power plant and similar power plants, informing future research and policy initiatives for a sustainable energy future in the region.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Name: Supriandi

Institution: Universitas Telkom

Email: supriandi@student.telkomuniversity.ac.id

1. PENDAHULUAN

Dalam lanskap pembangkit listrik kontemporer, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi di wilayah-wilayah padat penduduk seperti Jawa, Madura, dan Bali di Indonesia. Sebagai pembangkit listrik tenaga uap yang berbahan bakar batu bara, PLTU PLN Jamali berada di garis terdepan dalam menyediakan sebagian besar listrik yang dibutuhkan untuk pembangunan ekonomi dan sosial di wilayah-wilayah tersebut. Keberlangsungan dan keandalan operasi pembangkit listrik tersebut sangat terkait dengan ketersediaan dan kualitas batu bara, sehingga sangat penting untuk mengkaji secara menyeluruh implikasi dari faktor-faktor tersebut terhadap efisiensi operasional dan keberlanjutan pasokan yang lebih luas (Andriyani & Iskandar, 2014; A. Batubara & Hidayat, 2016; S. Batubara & Nasution, 2021).

Dasar pemikiran di balik penelitian ini berasal dari semakin pentingnya memastikan infrastruktur energi yang berkelanjutan dan tangguh. Seiring dengan meningkatnya keprihatinan global terhadap dampak lingkungan, sektor energi menghadapi tantangan ganda untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat dan pada saat yang sama memitigasi konsekuensi ekologis. Memahami bagaimana ketersediaan dan kualitas batu bara mempengaruhi dinamika operasional PLTU PLN Jamali tidak hanya membahas masalah langsung dari pembangkit listrik tertentu tetapi juga berkontribusi pada wacana yang lebih luas tentang praktik energi berkelanjutan. Dengan menggali aspek kualitatif dari hubungan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengungkap nuansa yang mungkin terlewatkan oleh analisis kuantitatif, dan menawarkan perspektif holistik mengenai tantangan dan peluang yang dihadapi oleh industri pembangkit listrik.

Penelitian ini dipandu oleh beberapa tujuan utama. Pertama, adalah menganalisis pengaruh ketersediaan batubara terhadap kinerja operasional PLTU PLN Jamali. Memahami dampak gangguan atau variasi pasokan batubara terhadap fungsi pembangkit listrik sehari-hari menjadi esensial untuk mengidentifikasi kerentanan dan area yang memerlukan perbaikan. Kedua, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak kualitas batubara terhadap efisiensi dan keberlanjutan lingkungan pembangkit listrik. Karakteristik intrinsik batubara signifikan memengaruhi proses pembakaran, emisi, dan jejak lingkungan secara keseluruhan, sehingga pemahaman terhadap dampak ini memberikan wawasan terkait efisiensi dan keberlanjutan. Selanjutnya, penelitian ini berusaha menilai implikasi yang lebih luas dari tantangan terkait batubara terhadap keberlanjutan pasokan PLTU PLN Jamali. Di luar aspek operasional, fokus penelitian juga mencakup efek riak dari isu-isu batubara terhadap keseluruhan rantai pasokan dan ketahanan energi di wilayah Jawa, Madura, dan Bali. Terakhir, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi untuk mengoptimalkan penggunaan batubara dan memastikan rantai pasokan energi yang berkelanjutan. Berdasarkan temuan, rekomendasi praktis dan dapat ditindaklanjuti akan disajikan bagi para pemangku kepentingan yang terlibat dalam operasi dan regulasi PLTU PLN Jamali, serta bagi pembangkit listrik serupa di seluruh dunia.

2. TINJAUAN PUSTAKA**2.1 Batubara dalam Pembangkit Listrik**

Batu bara secara historis telah menjadi landasan dalam pembangkit listrik global, menyediakan sebagian besar listrik dunia. Dominasi batubara disebabkan oleh ketersediaannya yang melimpah, keterjangkauan harga, dan infrastruktur yang mapan untuk ekstraksi dan pemanfaatan. Namun, seiring dengan meningkatnya kekhawatiran akan perubahan iklim dan degradasi lingkungan, peran batubara dalam pembangkit listrik semakin mendapat sorotan. Pembakaran batu bara melepaskan gas rumah kaca dan polutan, yang berkontribusi terhadap polusi udara dan pemanasan global. Hal ini telah menyebabkan meningkatnya penekanan pada transisi ke sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan (Attfield et al., 2023; Guo et al., 2016; Jian & Afshan, 2023).

Terlepas dari masalah lingkungan ini, batubara tetap menjadi sumber energi utama di banyak wilayah, termasuk Indonesia, tempat PLTU PLN Jamali beroperasi. Literatur mengenai batubara dalam pembangkit listrik membahas trade-off antara keuntungannya dalam hal keamanan energi dan kelayakan ekonomi dan kebutuhan mendesak untuk beralih ke alternatif yang lebih ramah lingkungan. Memahami dikotomi ini sangat penting untuk mengkontekstualisasikan implikasi ketersediaan dan kualitas batubara terhadap kinerja operasional dan keberlanjutan pasokan pembangkit listrik.

2.2 Kinerja Operasional Pembangkit Listrik

Kinerja operasional di pembangkit listrik mencakup berbagai aspek yang sangat penting untuk menghasilkan listrik yang efisien dan andal. Parameter utama meliputi efisiensi, keandalan, ketersediaan, dan fleksibilitas. Literatur menyoroti pentingnya faktor-faktor ini dalam mengoptimalkan kinerja keseluruhan fasilitas pembangkit listrik. Pembangkit listrik tenaga batu bara, seperti PLTU PLN Jamali, menghadapi tantangan yang berkaitan dengan infrastruktur yang sudah tua, persyaratan pemeliharaan, dan kebutuhan akan peningkatan teknologi yang berkelanjutan untuk memenuhi standar lingkungan yang terus berkembang.

Efisiensi merupakan aspek penting dari kinerja operasional, karena secara langsung mempengaruhi efektivitas biaya produksi listrik. Literatur mengeksplorasi strategi untuk meningkatkan efisiensi pembakaran batu bara, seperti teknologi pembakaran canggih, pembakaran bersama dengan biomassa, dan sistem siklus gabungan gasifikasi terpadu (IGCC). Selain itu, penelitian-penelitian mempelajari dampak kualitas batu bara terhadap efisiensi pembakaran, yang menekankan perlunya pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik batu bara yang dapat mengoptimalkan kinerja pembangkit listrik.

2.3 Keberlanjutan Rantai Pasokan

Keberlanjutan rantai pasokan energi melibatkan kepastian aliran sumber daya yang berkelanjutan dan dapat diandalkan untuk pembangkit listrik. Batubara, sebagai input energi utama untuk PLTU PLN Jamali, memerlukan eksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan rantai pasokannya. Literatur membahas tantangan yang terkait dengan transportasi, penyimpanan, dan penanganan batu bara, yang menekankan perlunya infrastruktur yang kuat untuk mencegah kemacetan dalam rantai pasokan (Chitra et al., 2023; Haseeb et al., 2019; Kayhan, 2023).

Selain itu, pertimbangan geopolitik, kerangka kerja peraturan, dan dinamika pasar memainkan peran penting dalam membentuk keberlanjutan rantai pasokan batubara. Studi-studi menyoroti pentingnya diversifikasi sumber batu bara untuk meningkatkan ketahanan rantai pasokan, dengan mempertimbangkan ketidakpastian geopolitik yang terkait dengan daerah penghasil batu bara. Literatur juga membahas potensi untuk mengintegrasikan teknologi batubara yang lebih bersih, seperti penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS), untuk mengurangi dampak lingkungan dari pembangkit listrik berbasis batubara.

2.4 Ketersediaan dan Kualitas Batubara

Ketersediaan dan kualitas batubara merupakan pertimbangan utama dalam pengoperasian PLTU Batubara yang efisien. Literatur-literatur yang ada meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan batubara, termasuk cadangan geologi, praktik pertambangan, dan infrastruktur transportasi. Studi menggarisbawahi pentingnya perencanaan strategis dan manajemen risiko dalam memastikan pasokan batu bara yang stabil dan aman untuk pembangkit listrik.

Kualitas batubara, yang ditandai dengan parameter seperti nilai kalori, kadar abu, dan kadar air, secara signifikan berdampak pada efisiensi pembakaran dan emisi lingkungan. Literatur secara ekstensif mengeksplorasi hubungan antara kualitas batubara dan kinerja operasional, menyoroti perlunya pemantauan berkelanjutan dan langkah-langkah pengendalian kualitas. Selain itu, kemajuan dalam teknologi pemanfaatan batubara juga dibahas sebagai cara untuk meningkatkan kualitas batubara yang digunakan dalam pembangkit listrik.

2.5 Dampak Lingkungan dari Pembakaran Batubara

Konsekuensi lingkungan dari pembakaran batubara telah didokumentasikan dengan baik dalam literatur. Emisi polutan seperti sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO_x), materi partikulat, dan gas rumah kaca berkontribusi terhadap polusi udara, hujan asam, dan perubahan iklim. Kerangka kerja peraturan di seluruh dunia bertujuan untuk mengurangi emisi ini melalui standar yang ketat, mendorong adopsi teknologi yang lebih bersih dalam pembangkit listrik.

Berbagai studi menekankan perlunya pembangkit listrik, termasuk yang bergantung pada batu bara seperti PLTU PLN Jamali, untuk mengadopsi teknologi pengendalian emisi untuk mengurangi jejak lingkungan mereka. Scrubber, sistem reduksi katalitik selektif (SCR), dan presipitator elektrostatik merupakan beberapa teknologi yang dieksplorasi dalam literatur untuk mengurangi emisi yang terkait dengan pembakaran batubara. Memahami teknologi-teknologi ini sangat penting untuk menilai keberlanjutan lingkungan dari pembangkit listrik berbasis batubara dan menginformasikan potensi perbaikan untuk PLTU PLN Jamali.

2.6 Inovasi Teknologi dalam Pembangkit Listrik Berbasis Batubara

Literatur mengeksplorasi inovasi teknologi yang sedang berlangsung yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pembangkit listrik berbasis batubara. Teknologi pembakaran yang canggih, seperti fluidized bed combustion dan siklus uap superkritis, dibahas sebagai cara untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi emisi. Selain itu, integrasi sumber energi terbarukan, seperti pembakaran bersama biomassa dan integrasi panas matahari, dieksplorasi untuk mendiversifikasi bauran energi dan mengurangi dampak lingkungan dari pembangkit listrik tenaga batu bara.

Selain itu, penelitian tentang teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS) menyajikan jalan yang menjanjikan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang terkait dengan pembakaran batu bara. Memahami teknologi mutakhir dan penerapannya pada PLTU PLN Jamali sangat penting untuk membayangkan masa depan yang berkelanjutan untuk pembangkit listrik berbasis batubara di wilayah yang diteliti.

2.7 Kesenjangan Penelitian dan Tren yang Muncul

Terlepas dari banyaknya literatur mengenai pembangkit listrik berbasis batubara, terdapat kesenjangan penelitian dan tren yang sedang berkembang yang memerlukan eksplorasi lebih lanjut. Kesenjangan tersebut mencakup pemahaman yang lebih mendalam mengenai dampak sosial-ekonomi dari pertambangan batu bara, potensi pendekatan ekonomi sirkular dalam pemanfaatan batu bara, serta integrasi kecerdasan buatan dan analisis data dalam mengoptimalkan operasi pembangkit listrik.

Tren yang muncul adalah meningkatnya fokus pada pembiayaan hijau untuk proyek-proyek energi berkelanjutan, munculnya sistem energi yang terdesentralisasi dan terdistribusi, serta eksplorasi bahan bakar alternatif untuk pembakaran bersama dengan batu bara. Mengatasi kesenjangan ini dan tetap mengikuti tren yang muncul sangat penting untuk membentuk agenda penelitian di masa depan dan menginformasikan pengembangan pembangkit listrik berbasis batu bara yang berkelanjutan.

3. METODE PENELITIAN

Studi ini menggunakan desain penelitian kualitatif untuk mengeksplorasi implikasi ketersediaan dan kualitas batubara terhadap kinerja operasional dan keberlanjutan pasokan PLTU

PLN Jamali. Pendekatan kualitatif memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor kompleks yang berperan, dengan menangkap perspektif dan pengalaman para pemangku kepentingan utama yang terlibat dalam rantai pasok batu bara dan operasi pembangkit listrik. Peserta dalam penelitian ini mencakup berbagai kelompok pemangku kepentingan utama yang terkait langsung dengan PLTU PLN Jamali. Sebanyak 10 informan akan dipilih secara sengaja untuk memastikan representasi perspektif yang komprehensif. Informan ini akan mencakup:

4. Manajer dan Operator Pembangkit: Memberikan wawasan tentang tantangan dan pertimbangan operasional sehari-hari.
5. Pemasok Batubara: Menawarkan perspektif tentang sumber batu bara, kontrol kualitas, dan dinamika rantai pasokan.
6. Otoritas Regulator: Memberikan informasi tentang standar lingkungan, kepatuhan, dan tantangan peraturan.
7. Pakar Lingkungan: Menawarkan wawasan tentang dampak ekologis dari pembakaran batu bara dan strategi mitigasi potensial.
8. Pilihan yang beragam ini bertujuan untuk mendapatkan pandangan holistik mengenai tantangan terkait batubara yang dihadapi oleh PLTU PLN Jamali dan daerah-daerah yang terkait.

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data terutama akan mengandalkan wawancara semi-terstruktur dan analisis dokumen. Wawancara semi-terstruktur memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap pengalaman, pendapat, dan wawasan peserta, sehingga menghasilkan data kualitatif yang kaya. Selain itu, analisis dokumen akan melibatkan peninjauan laporan, kebijakan, dan analisis dampak lingkungan yang relevan untuk melengkapi dan melakukan triangulasi terhadap data wawancara.

Wawancara akan dilakukan dengan menggunakan serangkaian pertanyaan terbuka yang telah ditentukan sebelumnya, yang memungkinkan fleksibilitas bagi para peserta untuk mengekspresikan pemikiran mereka secara bebas. Pertanyaan-pertanyaan tersebut akan mencakup topik-topik seperti ketersediaan batu bara, pertimbangan kualitas, tantangan operasional, dampak lingkungan, dan strategi keberlanjutan. Wawancara akan direkam secara audio dengan persetujuan peserta untuk memastikan pengambilan data yang akurat.

3.2 Analisis Data

Data kualitatif yang diperoleh dari wawancara dan analisis dokumen akan dianalisis menggunakan NVIVO, perangkat lunak analisis data kualitatif yang kuat. Analisis akan mengikuti pendekatan tematik, yang melibatkan langkah-langkah berikut:

Pengkodean Data: Mentranskrip dan mengkodekan data untuk mengidentifikasi pola, tema yang berulang, dan konsep-konsep utama yang terkait dengan ketersediaan, kualitas, dan dampaknya terhadap kinerja operasional dan keberlanjutan pasokan.

Kategorisasi Data: Mengelompokkan kode-kode ke dalam kategori-kategori untuk mengatur informasi secara sistematis dan mengidentifikasi hubungan di antara tema-tema yang berbeda.

Analisis Tematik: Mengidentifikasi tema-tema menyeluruh yang muncul dari data yang telah dikodekan, sehingga memungkinkan pemahaman yang komprehensif mengenai implikasi faktor-faktor terkait batubara pada PLTU PLN Jamali.

Triangulasi: Menguji silang temuan-temuan dari wawancara dengan wawasan yang diperoleh dari analisis dokumen untuk meningkatkan keandalan dan validitas hasil.

Perbandingan Konstan: Secara terus menerus membandingkan data baru dengan data yang telah dianalisis sebelumnya untuk menyempurnakan tema-tema yang muncul dan memastikan konsistensi dalam interpretasi.

Penggunaan NVIVO akan memfasilitasi pengelolaan dan analisis data kualitatif yang efisien, sehingga memungkinkan eksplorasi sistematis terhadap kompleksitas seputar ketersediaan dan kualitas batu bara.

3.3 *Pertimbangan Etis*

Penelitian ini akan mematuhi prinsip-prinsip etika, memastikan adanya persetujuan dari para partisipan, kerahasiaan informasi sensitif, dan transparansi dalam pelaporan temuan. Peserta akan diberikan informasi tentang penelitian ini, dan persetujuan mereka akan diperoleh sebelum melakukan wawancara. Kerahasiaan akan dijaga dengan menganonimkan identitas partisipan dan menyimpan data dengan aman. Penelitian ini juga akan mematuhi pedoman etika yang ditetapkan oleh dewan peninjau institusi yang relevan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sepuluh pemangku kepentingan utama diwawancarai untuk mendapatkan perspektif yang beragam mengenai implikasi ketersediaan dan kualitas batubara terhadap kinerja operasional dan keberlanjutan pasokan PLTU PLN Jamali. Para peserta termasuk manajer pembangkit, operator, pemasok batubara, pihak berwenang, dan pakar lingkungan.

4.1 *Tantangan dalam Dinamika Rantai Pasokan Batubara*

Para peserta menyoroti tantangan dalam dinamika rantai pasok batubara yang mempengaruhi kinerja operasional PLTU PLN Jamali. Salah satu manajer pembangkit menekankan, "*Selama musim hujan, penundaan transportasi adalah hal yang biasa terjadi, sehingga mempengaruhi pasokan reguler batu bara ke pembangkit. Ketegangan geopolitik di daerah penghasil batu bara juga mengganggu rantai pasokan secara tidak terduga.*"

Pentingnya infrastruktur muncul sebagai tema utama. Seorang perwakilan dari pemasok batu bara menyatakan, "*Fasilitas penyimpanan kami terbatas, yang menyebabkan kemacetan dalam rantai pasokan. Peningkatan infrastruktur, terutama dalam hal transportasi dan penyimpanan, sangat penting untuk menjaga aliran batu bara yang stabil.*"

Faktor ekonomi secara signifikan mempengaruhi efisiensi operasional. Seorang perwakilan dari otoritas pengatur menyatakan, "*Menyeimbangkan pertimbangan ekonomi dengan kepatuhan terhadap standar lingkungan hidup merupakan hal yang menantang. Batubara berkualitas tinggi mungkin lebih mahal, tetapi meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi dampak lingkungan.*"

4.2 *Kualitas Batubara dan Kelestarian Lingkungan Hidup*

Kualitas batubara memainkan peran penting dalam efisiensi pembakaran. Seorang operator PLTU menjelaskan, "*Kami mengamati variasi efisiensi pembakaran berdasarkan kualitas batubara. Batubara berkalori tinggi meningkatkan efisiensi, mengurangi emisi dan mengoptimalkan proses pembangkitan listrik.*"

Konsekuensi lingkungan dari pembakaran batubara menjadi titik fokus. Seorang pakar lingkungan menyoroti, "*Emisi, terutama SO₂ dan NO_x, merupakan tantangan. Memenuhi standar peraturan merupakan upaya yang terus menerus dilakukan, yang membutuhkan investasi dalam teknologi pengendalian emisi agar dapat memenuhi standar tersebut secara berkelanjutan.*"

4.3 *Implikasi yang Lebih Luas terhadap Keberlanjutan Pasokan*

Kekhawatiran akan ketahanan energi merupakan hal yang lazim di antara para peserta. Seorang pemasok batu bara menyarankan, "*Diversifikasi sumber energi dan investasi dalam adaptasi teknologi, seperti CCS, dapat meningkatkan ketahanan energi. Beradaptasi dengan teknologi yang lebih bersih sangat penting untuk keberlanjutan jangka panjang.*"

Eksplorasi sumber energi alternatif dan strategi diversifikasi menarik perhatian. Seorang pakar lingkungan berkomentar, "*Potensi sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya dan angin, harus dipertimbangkan. Diversifikasi bauran energi dapat mengurangi risiko yang terkait dengan ketergantungan terhadap batubara.*"

Rekomendasi

Berdasarkan wawasan yang diperoleh, rekomendasi perbaikan operasional diusulkan. Pertama, perlu dilakukan peningkatan infrastruktur dengan memperkuat transportasi dan

penyimpanan guna meminimalkan keterlambatan dalam operasional. Selanjutnya, dianjurkan menerapkan praktik pemeliharaan prediktif untuk meningkatkan keandalan operasional, serta mengembangkan rencana kontinjensi yang efektif untuk mengatasi gangguan rantai pasokan. Selain itu, untuk mengatasi konsekuensi lingkungan, disarankan untuk berinvestasi dalam teknologi pengendalian emisi, seperti sistem SCR, dan menjajaki kelayakan penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS) guna mengurangi emisi gas rumah kaca. Para peserta juga merekomendasikan kolaborasi dengan badan-badan pengatur untuk menetapkan target pengurangan emisi yang realistis dan dapat dicapai. Terkait dengan tantangan energi, disarankan untuk mengeksplorasi sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan biomassa, serta menyelidiki kelayakan sistem energi hibrida untuk meningkatkan ketahanan energi. Kolaborasi dengan lembaga-lembaga penelitian juga diusulkan untuk mendapatkan informasi terbaru tentang teknologi energi yang sedang berkembang.

Pembahasan

Hasil penelitian menggarisbawahi hubungan yang rumit antara ketersediaan, kualitas, dan dampaknya terhadap kinerja operasional dan keberlanjutan pasokan batubara. Tantangan dalam dinamika rantai pasokan batubara dan hambatan infrastruktur membutuhkan investasi strategis untuk kelancaran operasional. Pertimbangan ekonomi dan pengaruhnya terhadap efisiensi menyoroti perlunya pendekatan yang seimbang yang memastikan kepatuhan terhadap standar lingkungan hidup sekaligus menjaga kelangsungan ekonomi.

Dampak kualitas batubara terhadap efisiensi pembakaran dan kelestarian lingkungan sejalan dengan literatur yang ada. Kepatuhan terhadap peraturan masih menjadi tantangan, yang menekankan pentingnya investasi berkelanjutan dalam teknologi pengendalian emisi. Implikasi yang lebih luas terhadap keberlanjutan pasokan menggemakan seruan global untuk ketahanan energi melalui adaptasi teknologi dan diversifikasi sumber energi.

Rekomendasi untuk peningkatan operasional, mitigasi lingkungan, dan diversifikasi selaras dengan praktik-praktik terbaik yang dianjurkan dalam literatur. Studi ini memberikan kontribusi wawasan praktis untuk PLTU PLN Jamali, menawarkan peta jalan untuk praktik energi berkelanjutan. Temuan-temuan ini menjadi dasar bagi penelitian dan inisiatif kebijakan di masa depan yang bertujuan untuk mendorong sektor energi yang tangguh dan berkelanjutan di wilayah Jawa, Madura, dan Bali.

5. KESIMPULAN

Kesimpulannya, penelitian ini menyoroti hubungan yang rumit antara ketersediaan, kualitas, dan dampaknya terhadap kinerja operasional dan keberlanjutan pasokan PLTU PLN Jamali. Tantangan dalam dinamika rantai pasokan batu bara dan hambatan infrastruktur muncul sebagai faktor penting yang mempengaruhi efisiensi operasional. Pertimbangan ekonomi menimbulkan tindakan penyeimbangan yang rumit antara efektivitas biaya dan kepatuhan terhadap standar lingkungan, yang menekankan perlunya pendekatan strategis.

Studi ini menggarisbawahi peran penting kualitas batubara dalam efisiensi pembakaran dan kelestarian lingkungan, dengan kepatuhan terhadap peraturan yang menjadi tantangan yang berkelanjutan. Implikasi yang lebih luas terhadap keberlanjutan pasokan menggarisbawahi perlunya ketahanan energi melalui adaptasi teknologi dan diversifikasi sumber energi. Rekomendasi untuk perbaikan operasional, mitigasi lingkungan, dan strategi diversifikasi memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti untuk PLTU PLN Jamali dan berkontribusi pada wacana global tentang praktik energi berkelanjutan.

Seiring dengan perkembangan sektor energi, temuan penelitian ini menawarkan panduan berharga bagi para praktisi, pembuat kebijakan, dan akademisi untuk mengembangkan lanskap energi yang tangguh dan berkelanjutan di wilayah Jawa, Madura, dan Bali. Penelitian ini menjadi dasar bagi upaya penelitian di masa depan, mendorong eksplorasi lebih lanjut terhadap teknologi

dan praktik-praktik inovatif untuk industri pembangkit listrik yang lebih berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, W., & Iskandar, K. (2014). Pengaruh strategi pemasaran terhadap penjualan batubara pada PT. Cahaya Mantingan Nusantara Jakarta. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*. <https://www.neliti.com/publications/44307/pengaruh-strategi-pemasaran-terhadap-penjualan-batubara-pada-pt-cahaya-mantingan>
- Attfield, P. V., Bell, P. J. L., & Grobler, A. S. (2023). Reducing Carbon Intensity of Food and Fuel Production Whilst Lowering Land-Use Impacts of Biofuels. *Fermentation*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/fermentation9070633>
- Batubara, A., & Hidayat, R. (2016). Pengaruh Penetapan Harga dan Promosi terhadap Tingkat Penjualan Tiket pada PSA Mihin Lanka Airlines. *Ilman*, 4(1), 14.
- Batubara, S., & Nasution, A. (2021). Strategi Pemasaran dan Upaya Menarik Minat Nasabah Pada Produk Tabungan Emas di PT. Pegadaian Syariah Unit Sadabuan Padangsidempuan. *AGHNIYA: Jurnal Ekonomi Islam*. <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/AGHNIYA/article/view/7237>
- Chitra, R., Balasudarsun, N. L., Sathish, M., & Jagajeevan, R. (2023). Supply chain modelling in organic farming for sustainable profitability. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 69(6), 255–266. <https://doi.org/10.17221/44/2023-AGRICECON>
- Guo, P., Wang, T., Li, D., & Zhou, X. (2016). How energy technology innovation affects transition of coal resource-based economy in China. *Energy Policy*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151630026X>
- Haseeb, M., Zandi, G., Hartani, N. H., Pahi, M. H., & Nadeem, S. (2019). Environmental Analysis of the Effect of Population Growth Rate on Supply Chain Performance and Economic Growth of Indonesia. *Ekoloji Dergisi*, 107.
- Jian, X., & Afshan, S. (2023). Dynamic effect of green financing and green technology innovation on carbon neutrality in G10 countries: fresh insights from CS-ARDL approach. *Economic Research-Ekonomika Istraživanja*. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2130389>
- Kayhan, F. (2023). Internal Audit, Internal Control Systems in Finance Industry in the Changing Business Environment, Evidence From Turkey as an Emerging Economy: Banking Applications, Internal Systems. In *Managing Inflation and Supply Chain Disruptions in the Global Economy* (pp. 281–292). IGI Global.