

**ANALYSIS OF ENERGY INTENSITY AS A MEANS OF IMPLEMENTING
OPERATIONAL AND COST EFFICIENCY TO IMPROVE THE
OPERATIONAL AND FINANCIAL PERFORMANCE OF PT TIMAH TBK**

**Sri Suryaningsum^{1*}, Septi Anggraini Putri², Bambang Mahendra Andhika³, Agus
Harjanto⁴, Dwiyanjana Santyo Nugroho⁵**

^{1*}Program Pascasarjana Magister Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, UPN
Veteran Yogyakarta, Indonesia

^{2,5}Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, UPN Veteran Yogyakarta, Indonesia

³Manajemen, Universitas Terbuka, Indonesia

⁴Geologi, UPN Veteran Yogyakarta, Indonesia

srisuryaningsum@upnyk.ac.id^{1}, 142240008@student.upnyk.ac.id²,
bambangmahendraandhika@gmail.com³, aharjanto69@upnyk.ac.id⁴,
dwiyanjanasantyo.nugroho@upnyk.ac.id⁵*

**Corresponding author*

Received December 10, 2025; Revised August 28, 2026; Accepted August 29, 2026; Published August 31, 2026

ABSTRACT

This study analyzes the implementation of energy intensity as a measure of operational and cost efficiency at PT Timah Tbk during the 2020–2024 period. Using a quantitative descriptive approach with secondary data from the company's annual and sustainability reports, this study calculates energy intensity trends and analyzes their relationship with operational cost efficiency and financial performance, proxied by Return on Assets (ROA) and Gross Profit Margin. The results reveal extreme fluctuations in the company's energy intensity, peaking at 120.27 GJ/ton in 2023—the highest level during the observation period—followed by a significant improvement to 75.40 GJ/ton in 2024. The 134.89% increase in energy intensity in 2021 and the 32.48% increase in 2023 were driven by a decline in production that was not accompanied by a proportional decrease in energy consumption, indicating structural inefficiencies in energy management. Conversely, the 37.32% improvement in energy intensity in 2024 demonstrates the successful implementation of efficiency measures that contributed to the achievement of a profit of Rp 1.19 trillion. These findings highlight the critical relationship between energy intensity management and corporate financial performance, with managerial implications emphasizing the need for sustained investment in energy-saving technologies and the integration of ESG principles into corporate strategy to achieve sustainable competitive advantage.

Keywords: Energy intensity, operational efficiency, financial performance, PT Timah Tbk, mining governance.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis implementasi intensitas energi sebagai wujud efisiensi operasional dan biaya pada PT Timah Tbk selama periode 2020-2024. Menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data sekunder dari laporan tahunan dan keberlanjutan perusahaan, penelitian ini menghitung tren intensitas energi serta menganalisis hubungannya dengan efisiensi biaya operasional dan kinerja keuangan yang diproksikan melalui Return on Asset (ROA) dan Gross Profit Margin. Hasil penelitian mengungkap fluktuasi ekstrem dalam intensitas energi perusahaan yang mencapai puncaknya sebesar 120,27 GJ/ton pada tahun 2023 level tertinggi selama periode observasi diikuti perbaikan signifikan menjadi 75,40 GJ/ton pada tahun 2024.



Kenaikan intensitas energi sebesar 134,89% pada 2021 dan 32,48% pada 2023 dipicu oleh penurunan produksi yang tidak diiringi penurunan konsumsi energi yang proporsional, mengindikasikan inefisiensi struktural dalam tata kelola energi. Sebaliknya, perbaikan intensitas energi sebesar 37,32% pada tahun 2024 menunjukkan keberhasilan implementasi langkah-langkah efisiensi yang berkontribusi terhadap pencapaian laba sebesar Rp 1,19 triliun. Temuan ini menyoroti hubungan kritis antara pengelolaan intensitas energi dengan kinerja keuangan perusahaan, dengan implikasi manajerial yang menekankan kebutuhan investasi berkelanjutan dalam teknologi hemat energi dan integrasi prinsip ESG dalam strategi korporasi untuk mencapai keunggulan kompetitif berkelanjutan

Kata kunci: *Intensitas energi, efisiensi operasional, kinerja keuangan, PT Timah Tbk, tata kelola pertambangan.*

PENDAHULUAN

Energi memainkan peran yang sangat krusial dalam kehidupan Masyarakat sebab energi merupakan salah satu indikator Pembangunan dan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Meningkatnya suatu kebutuhan akan energi disebabkan dengan meningkatnya Pembangunan. Energi sangat berperan penting dalam sebuah negara, karena kelangsungan berbagai sektor suatu negara tidak dapat dipisahkan dari penggunaan energi dalam jurnal (Radityatama et al., 2021).

Salah satu permasalahan terkait energi di Indonesia Adalah tentang pemanfaatan energi yang cenderung boros dan tidak efisien. Intensitas energi merupakan salah satu indikator yang bisa digunakan untuk memperkirakan efisiensi energi. Intensitas energi merupakan indikator ekonomi besar dalam efisiensi energi, yaitu mengukur seberapa banyak energi yang digunakan atau diperlukan per unit *output* (Kartiasih et al., 2012).

Pada tahun 2009, intensitas energi primer Indonesia mencapai 565 TOE untuk setiap peningkatan PDB sebesar 1 juta US\$, menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan nilai ekonomi tersebut. Dibandingkan dengan negara tetangga yaitu Malaysia yang memiliki intensitas energi 493 TOE per 1 juta US\$, serta negara-negara maju OECD yang hanya sekitar 164 TOE per 1 juta US\$, hal ini mencerminkan bahwa efisiensi pemanfaatan energi di Indonesia masih belum optimal. Hal ini mencerminkan bahwa efisiensi pemanfaatan energi di Indonesia masih belum optimal (Yanagisawa, 2011), sebagaimana dikutip dalam (Kartiasih et al., 2012).

Baru-baru ini menurut Sekretaris Jenderal Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) (*Satu Dekade Terakhir, Rerata Perbaikan Intensitas Energi Indonesia*, 2024) menyatakan bahwa rerata perbaikan intensitas energi Indonesia mencapai 3% dan dianggap cukup baik jika dibandingkan dengan negara-negara G20 lainnya (Kementerian ESDM, 2024). Indonesia terus berusaha meningkatkan kebijakan efisiensi energi melalui revisi Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2023 tentang Konservasi Energi yang menjadi pedoman implementasi langkah-langkah efisiensi energi di sektor industri, infrastruktur, dan transportasi (PP No. 33 Tahun 2023). Selain itu, pemerintah juga memperlebar implementasi sistem pengelolaan energi di sektor industri dengan cakupan 450 pelaku industri intensif energi menurut Direktorat Jenderal EBTKE, 2023. Tidak hanya itu, pemerintah juga memperkuat regulasi bangunan gedung dan penerapan bangunan hijau serta cerdas, di mana sebanyak 700 bangunan diproyeksikan menggunakan sistem

pengelolaan energi pada tahun 2025 dengan target penghematan energi mencapai 66 ribu TOE pada tahun 2030 (Kementerian ESDM, 2024).

PT Timah Tbk sebagai Perusahaan pertambangan besar di Indonesia menghadapi tantangan dalam menjaga efisiensi energi seiring dengan perubahan produksi dan fluktuasi harga komoditas seperti yang dinyatakan dalam Laporan Tahunan PT Timah Tbk. Berdasarkan laporan keberlanjutan PT Timah Tbk tahun 2023 (PT Timah Tbk, 2023) konsumsi energi perusahaan meningkat sebesar 2,8% dibandingkan tahun sebelumnya. Selain itu studi (IESR, 2023) menunjukkan bahwa intensitas energi sektor industri Indonesia, termasuk sektor pertambangan, masih relatif lebih tinggi dibandingkan negara negara tetangga seperti Malaysia dan Vietnam. Data konsumsi energi PT Timah Tbk selama tahun 2021 – 2023 disajikan pada gambar 1, yang menunjukkan tren penggunaan energi berdasarkan jenis sumber energi.

Sumber Energi Energy Resource	Satuan Unit	2023		2022		2021	
		Dalam satuan asli In original unit	Dalam GJ In GJ	Dalam satuan asli In original unit	Dalam GJ In GJ	Dalam satuan asli In original unit	Dalam GJ In GJ
Listrik Electricity	kWh	37.310.118	134.316	22.358.572	80.491	17.698.696	63.715
B30/B35	Liter	38.207.459	1.448.063	38.084.278	1.443.394	38.233.437	1.449.047
MFO	Liter	4.393.058	166.497	7.281.174	275.956	6.738.150	255.376
Batu Bara (anthracite) Coal (anthracite)	Ton	3.913.398	95.996	-	-	9.206	255.822
Jumlah Total			1.844.872		1.799.841		2.023.960

PT Timah Tbk, 2013

Gambar 1. Konsumsi Energi PT Timah Tbk

Salah satu penelitian yang membahas factor factor yang mempengaruhi intensitas energi di Indonesia dilakukan oleh Kartiasih et al. (2012). Analisis dalam penelitian ini memakai metode vector autoregressive (VAR) dan vector error correction model (VECM) untuk mengevaluasi dampak variabel ekonomi terhadap intensitas energi. Hasil studi menunjukkan bahwa intensitas energi di Indonesia terus meningkat dari tahun 1977 hingga 2010. Factor utama yang memengaruhi intensitas energi pada level nasional Adalah perubahan aktivitas ekonomi, sedangkan di level sectoral dipengaruhi oleh efektivitas efisiensi. Namun, kajian mendalam mengenai bagaimana intensitas energi berperan sebagai indicator efisiensi operasional dan biaya, serta dampaknya terhadap kinerja keuangan Perusahaan tambang spesifik seperti PT Timah Tbk, masih terbatas.

Penelitian terdahulu oleh Radityatama et al. (2021) menunjukkan pentingnya analisis konsumsi energi melalui perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk mengevaluasi efisiensi disektor pendidikan, dengan hasil yang dapat dikategorikan dari “sangat efisien” hingga “sangat boros”. Sementara itu, penelitian Jaladri & Mulyani (2020) mengungkapkan bahwa meskipun PT Timah Tbk telah melakukan upaya

konservasi lingkungan dan pelaporan keberlanjutan (*sustainability report*), implementasi akuntansi lingkungannya belum sepenuhnya terintegrasi. Masih terdapat celah, terutama dalam sistem informasi yang menggabungkan data lingkungan (seperti efisiensi energi) dengan data ekonomi, serta belum adanya konversi efisiensi yang diperoleh dari pengelolaan limbah dan energi alternatif ke dalam satuan moneter.

Berdasarkan tinjauan literatur, terdapat celah penelitian yang signifikan. Pertama, penelitian tentang intensitas energi di Indonesia masih didominasi analisis di tingkat makro (nasional) atau sektoral secara umum. Kedua, penelitian di tingkat mikro perusahaan, khususnya di sektor pertambangan seperti PT Timah Tbk, belum banyak mengkaji intensitas energi sebagai indikator kunci efisiensi operasional. Ketiga, studi yang ada di PT Timah Tbk (Jaladri & Mulyani, 2020) lebih berfokus pada aspek akuntansi lingkungan dan CSR secara luas, namun belum secara spesifik menganalisis tren intensitas energi, hubungannya dengan biaya operasional, dan dampak kuantitatifnya terhadap kinerja keuangan. Padahal, sebagaimana ditunjukkan dalam jurnal (Radityatama et al., 2021), perhitungan IKE yang detail dapat mengungkap potensi pemborosan dan peluang penghematan yang signifikan. Dengan kata lain, belum ada penelitian yang secara komprehensif mengkuantifikasi dan menghubungkan variabel teknis (intensitas energi) dengan variabel finansial (biaya dan kinerja keuangan) di PT Timah Tbk. Berdasarkan tinjauan literatur yang telah diuraikan, terdapat beberapa kesenjangan penelitian (*research gap*) yang masih belum terjawab secara komprehensif.

Pertama, sebagian besar penelitian mengenai intensitas energi di Indonesia masih berfokus pada level makro dan sektoral, dengan pendekatan agregatif yang menitikberatkan pada hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi. Pendekatan ini, sebagaimana ditunjukkan oleh Kartiasih et al. (2012), belum mampu menangkap dinamika efisiensi energi pada tingkat operasional perusahaan secara spesifik, khususnya dalam konteks industri ekstraktif seperti pertambangan.

Kedua, penelitian pada tingkat mikro perusahaan masih terbatas dan parsial, terutama dalam mengkaji intensitas energi sebagai indikator efisiensi operasional yang terukur. Studi seperti Radityatama et al. (2021) memang telah menunjukkan bahwa pengukuran Intensitas Konsumsi Energi (IKE) mampu mengidentifikasi tingkat efisiensi, namun penerapannya masih terbatas pada sektor non-industri seperti bangunan atau institusi pendidikan, sehingga belum sepenuhnya relevan dengan karakteristik kompleksitas operasional di sektor pertambangan.

Ketiga, dalam konteks spesifik PT Timah Tbk, penelitian yang ada masih berfokus pada aspek akuntansi lingkungan dan pelaporan keberlanjutan, tanpa mengintegrasikan indikator teknis seperti intensitas energi ke dalam analisis kinerja ekonomi perusahaan. Studi Jaladri & Mulyani (2020) mengungkapkan adanya keterbatasan dalam sistem informasi perusahaan, khususnya dalam menghubungkan data lingkungan dengan data finansial. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kesenjangan integrasi antara aspek teknis (energi) dan aspek finansial (biaya dan kinerja) yang belum terkuantifikasi secara empiris.

Atas ketiga hal tersebut diatas, perlu dilakukan penelitian yang secara mendalam menganalisis tren intensitas energi pada perusahaan pertambangan, dengan

mengaitkannya secara kuantitatif dengan efisiensi biaya operasional, serta mengevaluasi dampaknya terhadap kinerja keuangan perusahaan.

Padahal, hubungan kausal antara efisiensi energi dan kinerja finansial merupakan aspek krusial dalam mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis data. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat kesenjangan penelitian yang bersifat konseptual dan empiris, yaitu belum adanya model analisis yang mampu mengintegrasikan intensitas energi sebagai indikator efisiensi operasional sekaligus menghubungkannya secara langsung dengan kinerja keuangan pada level perusahaan, khususnya di sektor pertambangan.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengintegrasikan pendekatan analisis teknis dan keuangan untuk mengisi celah tersebut. Paper ini akan menjawab pertanyaan terkait:

1. Menganalisis tren intensitas energi PT Timah Tbk selama periode 2020 – 2024 dengan menggunakan pendekatan yang lebih terperinci, mirip dengan perhitungan IKE pada gedung, namun disesuaikan dengan konteks operasional pertambangan
2. Mengevaluasi hubungan kuantitatif antara perubahan intensitas energi dengan fluktuasi biaya operasional perusahaan. Ini akan menjawab pertanyaan : seberapa besar dampak penurunan 1% intensitas energi terhadap penghematan biaya?
3. Menganalisis dampak perubahan intensitas energi terhadap kinerja keuangan, yang diproksikan dengan indikator seperti profitabilitas (ROA, ROE) atau margin operasional. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berhenti pada identifikasi efisiensi teknis, tetapi juga menerjemahkannya ke dalam manfaat finansial yang nyata bagi perusahaan

Penelitian ini menjadi penting karena hasilnya diharapkan dapat memberikan bukti empiris tentang manfaat ekonomis dari efisiensi energi disektor pertambangan. Bagi PT timah Tbk, penelitian ini dapat menjadi dasar untuk merumuskan strategi manajemen energi yang lebih efektif dan terintegrasi dengan target keuangan perusahaan. Secara lebih luas, penelitian ini berkontribusi pada upaya nasional dalam konservasi energi, sebagaimana diamanatkan dalam peraturan Pemerintah No.70/2009, dengan menunjukkan bahwa efisiensi energi bukan hanya kewajiban regulasi, tetapi juga merupakan peluang strategis untuk meningkatkan profitabilitas dan daya saing perusahaan ditingkat global.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis tren intensitas energi dan hubungannya dengan efisiensi operasional, biaya, serta kinerja keuangan PT Timah Tbk selama periode 2020 – 2024. Pendekatan ini dipilih untuk mendeskripsikan fenomena secara sistematis dan akurat berdasarkan data numerik.

Sumber data mencakup data sekunder diperoleh dari laporan tahunan, laporan keberlanjutan PT Timah Tbk (2020 – 2024), publikasi kementerian ESDM, dan sumber terpercaya lainnya. Fokus pengukuran mencakup tiga hal yaitu Intensitas energi (EI): dihitung dengan rumus $EI = \text{Total konsumsi energi (GJ)} / \text{Output produksi (US\$ atau$

Rupiah), Efisiensi biaya operasional yang diukur melalui rasio biaya operasional terhadap pendapatan, dan keiga adalah Kinerja keuangan yang diukur menggunakan Return on Assets (ROA) dan Gross Profit Margin.

Teknik analisis (analisis dilakukan dalam 2 tahap yaitu) yaitu Perhitungan dan analisis tren : menghitung intensitas energi tahunan dan mengidentifikasi pola perubahannya dan Analisis komparatif dan korelasional dengan cara membandingkan intensitas energi PT Timah Tbk dengan rata rata sektor serta menganalisis hubungan sederhana antara intensitas energi dengan rasio efesiensi biaya dan indicator kinerja keuangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tren Intensitas Energi PT Timah Tbk

Pada tahun 2020 hingga 2024, PT Timah Tbk menunjukkan komitmen kuat dalam pengelolaan energi yang berkelanjutan dengan focus pada penurunan intensitas energi dan peningkatan efisiensi operasional. Perusahaan memulai transformasi energi dengan investasi pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang menjadi bagian dari Upaya pemeliharaan menuju energi bersih dan efisiensi biaya operasional. Proyek PLTS yang dimulai sejak tahun 2023 ini telah mencapai tahap finalisasi dan mulai beroperasi sejak awal tahun 2025, dengan kapasitas total mencapai 303,1 kiloWatt peak (kWp) yang mampu menghasilkan energi bersih sekitar 400 megawatt-jam (mWh) per tahun. Inisiatif ini tidak hanya mengurangi emisi karbon hingga 260 ton CO₂e per tahun, tetapi juga membantu efisiensi operasional harian PT Timah Tbk. Transformasi ini merupakan Langkah strategis Perusahaan dalam mendukung target nasional menuju Net Zero Emission (NZE) serta memperkuat posisi PT Timah Tbk sebagai Perusahaan pertambangan yang berkomitmen pada keberlanjutan dan energi terbarukan (*PT Timah Industri Resmikan PLTS Rooftop 303,1 KWp Di Cilegon, Wujud Nyata Komitmen Menuju Energi Bersih*, 2025).

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat perkembangan intensitas energi PT Timah Tbk selama periode 2020 – 2024 mengalami fluktuasi yang signifikan. Pada tahun 2020, intensitas energi berada pada tingkat terendah dengan produksi yang relatif tinggi, meskipun perusahaan mengalami kerugian. Namun, pada tahun 2021 hingga 2023 terjadi peningkatan intensitas energi yang cukup tajam, terutama pada tahun 2023 yang mencapai puncak tertinggi, seiring dengan penurunan volume produksi. Hal ini menunjukkan adanya inefisiensi dalam penggunaan energi.

Selanjutnya, pada tahun 2024 terjadi penurunan intensitas energi yang cukup signifikan, yang diikuti dengan peningkatan produksi dan laba perusahaan. Kondisi ini mengindikasikan adanya perbaikan efisiensi operasional yang berdampak positif terhadap kinerja keuangan perusahaan. Temuan ini menunjukkan bahwa intensitas energi memiliki hubungan yang erat dengan efisiensi operasional dan profitabilitas perusahaan. Dalam tabel 1 akan dipaparkan hasil perkembangan intensitas energi dan kinerja PT Timah Tbk tahun 2020-2024.

Tabel 1 ini akan membahas intensitas energi yang digunakan oleh PT Timah Tbk selama kurun waktu 2020 sd 2024, Perubahan Intensitas Energi PT Timah Tbk selama kurun waktu 2020 sd 2024, kedua hal intensitas energi dan perubahan intensitas energi ini akan dikaitkan dengan volume produksi yang dihasilkan oleh PT Timah Tbk dan juga perolehan laba (rugi) PT Timah Tbk. Berikut ini tabel 1 perkembangan intensitas energi dan kinerja PT Timah Tbk tahun 2020-2024.

Tabel 1. Perkembangan Intensitas Energi dan Kinerja PT Timah Tbk, 2020 - 2024

Tahun	Intensitas Energi (GJ/ton produksi)	Perubahan Intensitas Energi (%)	Volume Produksi (ton timah)	Laba (Rugi) Bersih (Miliar/Triliun)	Keterangan
2020	32,56	-	39.757	(340,6) M	Baseline: produksi tinggi namun rugi, intensitas energi terbaik
2021	76,48	+ 134,89	24.760	1.302,8 M	Lonjakan drastic: produksi turun 38%, intensitas energi naik signifikan
2022	90,78	+ 18,70	20.079	1.042 M	Puncak inefisiensi: intensitas energi tertinggi, produksi terus menurun
2023	120,27	+ 32,48	14.855	(449,67) M	Krisis efisiensi: intensitas energi terburuk, produksi terendah, Kembali rugi
2024	75,40	- 37,32	19.437	1,19 T	Pemulihan signifikan: efisiensi membaik, produksi meningkat, profitabilitas tertinggi

Data yang di olah 2026

Tabel 1 menunjukkan hubungan yang cukup jelas antara intensitas energi, volume produksi, dan profitabilitas. Tabel 1 perkembangan intensitas energi dan kinerja PT Timah Tbk tahun 2020-2024 diperoleh dari Laporan Tahunan (PT Timah Tbk, 2021) (PT Timah Tbk, 2022) (PT Timah Tbk, 2023) (Laporan Keberlanjutan PT Timah Tbk 2024, 2024). Efisiensi energi memiliki korelasi kuat dengan kinerja perusahaan. Ketika intensitas energi meningkat (inefisien), produksi dan profitabilitas cenderung menurun. Sebaliknya, saat efisiensi membaik, kinerja keuangan ikut pulih. Pada 2020, perusahaan berada pada kondisi baseline dengan intensitas energi rendah (32,56 GJ/ton) dan produksi tinggi, namun masih mencatat rugi. Ini mengindikasikan bahwa efisiensi energi saja belum cukup tanpa dukungan harga komoditas atau faktor eksternal lainnya.

Memasuki 2021–2023, terjadi lonjakan signifikan intensitas energi (puncaknya 120,27 di 2023) yang diiringi dengan penurunan produksi secara konsisten. Fenomena ini mencerminkan inefisiensi operasional, di mana energi yang digunakan per unit output

semakin besar, namun hasil produksi justru menurun. Dampaknya: pada tahun 2021 dan 2022 masih mencatat laba (kemungkinan didukung harga timah global).

Namun 2023 kembali merugi, menandakan efisiensi yang memburuk mulai menggerus kinerja keuangan. Sementara pada 2024, terjadi perbaikan drastis: Intensitas energi turun signifikan (-37,32%), produksi meningkat, laba mencapai titik tertinggi. Hal ini menunjukkan adanya pemulihan efisiensi operasional, yang berdampak langsung pada peningkatan profitabilitas.

Analisis Faktor Internal PT Timah Tbk

Dalam tabel 2 disajikan analisis faktor internal menjadi landasan penting dalam mengevaluasi kinerja operasional PT Timah Tbk, khususnya dalam konteks efisiensi energi dan produktivitas. Pengelolaan energi tidak hanya berdampak pada biaya operasional, tetapi juga mencerminkan kualitas manajemen, fleksibilitas produksi, serta kemampuan adaptasi terhadap dinamika eksternal. Oleh karena itu, pemahaman terhadap pola efisiensi, skala produksi, dan manajemen energi menjadi krusial dalam menilai keberlanjutan kinerja perusahaan. Berikut adalah tabel 2 terkait faktor internal dan kaitannya dengan intensitas energi.

Tabel 2. Analisis Faktor Internal PT Timah Tbk

Komponen	Temuan Utama	Data Pendukung	Interpretasi
Efisiensi Teknis & Operasional	Penurunan drastis intensitas energi sebesar 37,32% pada tahun 2024	Konsumsi energi turun 22,70% (dari 1.844.872 GJ menjadi 1.426.225 GJ)	Keberhasilan program efisiensi energi melalui optimasi proses dan kemungkinan peremajaan peralatan. Penurunan konsumsi energi yang signifikan disertai peningkatan produksi menunjukkan perbaikan efisiensi teknis yang substantial.
		Produksi meningkat 30,84% (dari 14.855 ton menjadi 19.437 ton)	
Skala Produksi & Kapasitas	Kenaikan ekstrem intensitas energi 134,89% (2021) dan 32,48% (2023)	Laba mencapai Rp 1,19 triliun	Ketidakmampuan menyesuaikan konsumsi energi dengan level produksi. Operasional tidak fleksibel dimana beban energi tetap tinggi meski produksi menurun, mengindikasikan inefisiensi struktural.
		Produksi turun 37,72% (2021) dan 26,02% (2023)	
		Konsumsi energi meningkat 36,02% (2021) dan hanya turun 2,50% (2023)	
		Intensitas energi tertinggi 120,27 GJ/ton (2023)	

Manajemen Energi	Fluktuasi ekstrem intensitas energi selama 5 tahun terakhir	Rentang intensitas energi 32,56-120,27 GJ/ton Variasi $\pm 269\%$ dari titik terendah Pola tidak konsisten dari tahun ke tahun	Lemahnya sistem monitoring dan kontrol energi. Ketidakkonsistenan menunjukkan tidak adanya pendekatan terstruktur dalam manajemen energi, mengarah pada operasional yang reaktif daripada proaktif.
------------------	---	--	--

Data diolah (2026)

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa kinerja internal perusahaan menunjukkan dinamika yang kontras antara periode inefisiensi dan fase pemulihan. Pada aspek efisiensi teknis dan operasional, tahun 2024 menjadi titik balik yang signifikan. Penurunan intensitas energi sebesar 37,32% yang diikuti oleh penurunan konsumsi energi sebesar 22,70% serta peningkatan produksi sebesar 30,84% menunjukkan adanya perbaikan efisiensi yang substansial. Kondisi ini mengindikasikan keberhasilan optimalisasi proses operasional dan kemungkinan adanya peremajaan atau peningkatan kualitas peralatan produksi. Dampaknya tercermin pada peningkatan laba yang mencapai Rp1,19 triliun, memperkuat hubungan positif antara efisiensi energi dan profitabilitas.

Sebaliknya, pada aspek skala produksi dan kapasitas, perusahaan sebelumnya mengalami tekanan signifikan. Kenaikan ekstrem intensitas energi pada 2021 dan 2023, masing-masing sebesar 134,89% dan 32,48%, terjadi bersamaan dengan penurunan produksi hingga 37,72% (2021) dan 26,02% (2023). Hal ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara konsumsi energi dan output produksi, di mana energi yang digunakan tidak sebanding dengan hasil yang diperoleh. Fenomena ini mengindikasikan rendahnya fleksibilitas operasional, di mana beban energi cenderung tetap tinggi meskipun produksi menurun.

Lebih lanjut, pada aspek manajemen energi, fluktuasi intensitas energi yang sangat lebar (32,56–120,27 GJ/ton) serta variasi hingga $\pm 269\%$ mencerminkan ketidakstabilan dalam pengelolaan energi. Pola yang tidak konsisten dari tahun ke tahun menunjukkan bahwa sistem monitoring dan kontrol energi belum berjalan optimal. Kondisi ini mengarah pada karakter operasional yang cenderung reaktif, bukan proaktif, sehingga perusahaan kurang mampu mengantisipasi perubahan kondisi produksi maupun eksternal.

Analisis Faktor Eksternal Yang Mempengaruhi Intensitas Energi

Dalam tabel 3 disajikan analisis faktor eksternal yang menjadi landasan penting efisiensi energi dan produktivitas PT Timah Tbk. Berikut adalah tabel 3 terkait faktor eksternal dan kaitannya dengan intensitas energi.

Tabel 3. Analisis Faktor Eksternal PT Timah Tbk

Komponen	Temuan Utama	Data Pendukung	Interpretasi
Regulasi & Kebijakan	Tekanan regulasi mendorong perbaikan kinerja energi di tahun 2024	Target RUEN penurunan intensitas energi 1%/tahun	Peningkatan kepatuhan regulasi menjadi katalis untuk perbaikan tata kelola energi. Tekanan eksternal memaksa perusahaan untuk melakukan transformasi operasional menuju efisiensi.
		Penerapan standar pelaporan ESG/GRI Kepatuhan terhadap kebijakan energi nasional	
Kondisi Pasar & Harga Komoditas	Volatilitas harga timah dunia mempengaruhi strategi operasional	Harga timah tidak stabil periode 2020-2024	Ketergantungan pada siklus komoditas memperburuk inefisiensi.
		Fluktuasi permintaan global mempengaruhi level produksi Tekanan profitabilitas pada tahun rugi (2020 & 2023)	Penurunan harga/produksi tidak diiringi penyesuaian konsumsi energi, memperparah intensitas energi.
Infrastruktur Energi Nasional	Ketergantungan pada pasokan energi fosil dan jaringan terbatas	Ketergantungan tinggi pada diesel untuk operasional tambang Grid losses nasional ~8,2% (PLN, 2023) Infrastruktur energi terbatas di lokasi operasi pertambangan	Keterbatasan infrastruktur menghambat optimalisasi efisiensi. Ketergantungan pada energi fosil dengan biaya tinggi dan kehandalan terbatas mempengaruhi konsistensi kinerja energi.

Data diolah 2026.

Dalam tabel 3 secara mendalam terkait komponen faktor eksternal adalah regulasi, harga komoditas, dan infrastruktur energi nasional didapatkan analisis yang sangat berdampak pada intensitas energi PT Timah Tbk. Secara mendalam akan dibahas pada pembahasan berikut ini.

Pembahasan

Intensitas energi telah lama digunakan sebagai indikator utama untuk mengukur efisiensi energi, baik ditingkat makro ekonomi maupun mikro perusahaan. (Sudarmaji et al., 2021) mendefinisikan intensitas energi sebagai jumlah energi yang dikonsumsi per unit output (PDB), dimana nilai yang lebih rendah mengindikasikan penggunaan energi yang lebih efisien. Studi mereka di Indonesia menemukan bahwa intensitas energi agregat cenderung meningkat selama periode 1977 – 2010, yang mengindikasikan penurunan

efisiensi energi secara nasional. Faktor utama yang mendorong peningkatan ini adalah perubahan aktivitas ekonomi (pergeseran struktur ekonomi menuju sektor yang lebih intensif energi), sementara di tingkat sektoral efek efisiensi memegang peranan lebih penting.

Lebih lanjut, Kartiasih et al., (2012) dan Irawan & Hartono, (2022) dalam studi mereka tentang pengaruh urbanisasi terhadap intensitas energi di Indonesia menggunakan analisis spasial menemukan bahwa terdapat korelasi spasial yang positif dalam intensitas energi antar provinsi. Artinya, provinsi dengan intensitas energi tinggi cenderung dikelilingi oleh provinsi dengan intensitas energi tinggi pula. Studi ini juga mengungkapkan bahwa efek tidak langsung dari urbanisasi terhadap intensitas energi signifikan secara negatif di wilayah Indonesia dan kawasan barat Indonesia, yang mengindikasikan bahwa peningkatan populasi urban di suatu provinsi dapat menurunkan intensitas energi di provinsi sekitarnya melalui spillover effect teknologi dan interaksi sosial ekonomi. Dalam jurnal Irawan & Hartono, (2022) juga menegaskan bahwa PDB per kapita memiliki efek negatif signifikan terhadap intensitas energi diseluruh wilayah Indonesia, yang menunjukkan bahwa peningkatan pendapatan tidak selalu diiringi dengan peningkatan konsumsi energi, kemungkinan karena kesadaran konservasi energi dan adopsi teknologi ramah lingkungan.

Dalam konteks pencapaian efisiensi energi melalui teknologi, transformasi digital memainkan peran yang semakin krusial. Nazari & Musilek, (2023) dalam tinjauan komprehensif mereka menjelaskan bahwa transformasi digital disektor energi mencakup lebih dari sekedar digitalisasi. Transformasi digital adalah perubahan mendalam pada model bisnis, strategi, dan operasi perusahaan dengan memanfaatkan teknologi digital seperti Internet of Things (IoT), Big Data, AI, dan komputasi awan. Penerapan teknologi ini, memungkinkan berbagai manfaat seperti deteksi anomali dan prediksi, peningkatan efisiensi proses, pengurangan biaya, serta peningkatan kepuasan pelanggan. Nazari & Musilek, (2023) juga mengidentifikasi bahwa digitalisasi dapat menghemat industri listrik sekitar USD 80 miliar per tahun melalui pengurangan biaya operasi dan pemeliharaan, peningkatan efisiensi pembangkit listrik dan jaringan, serta perpanjangan umur aset. Dalam konteks perusahaan tambang seperti PT Timah Tbk, teknologi teknologi ini sangat relevan untuk mengoptimalkan konsumsi energi armada dan peralatan, serta memonitor kinerja secara real time.

Analisis Hasil Penelitian

Berdasarkan data intensitas energi PT Timah Tbk. selama periode 2020-2024, penelitian ini mengungkap pola fluktuasi yang ekstrem dan mengkhawatirkan, diikuti oleh pemulihan yang signifikan. Intensitas energi perusahaan meningkat secara dramatis dari 32,56 GJ/ton pada tahun 2020 menjadi 120,27 GJ/ton pada tahun 2023 kenaikan hampir 4 kali lipat dalam kurun waktu empat tahun. Namun, pada tahun 2024, perusahaan berhasil menurunkan intensitas energinya secara signifikan menjadi 75,40 GJ/ton.

Lonjakan intensitas energi sebesar 134,89% pada tahun 2021 terjadi ketika volume produksi anjlok 37,72% (dari 39.757 ton menjadi 24.760 ton), sementara konsumsi energi

justro meningkat 36,02% (dari 1.487.957 GJ menjadi 2.023.960 GJ). Pola serupa terlihat pada tahun 2023, dimana produksi turun menjadi 14.855 ton namun konsumsi energi tetap tinggi di 1.844.872 GJ. Hal ini mengonfirmasi temuan Kartiasih et al., (2012) bahwa penurunan output produksi tanpa pengurangan konsumsi energi merupakan indikator inefisiensi akut, yang dalam konteks PT Timah disebabkan oleh ketidakmampuan menyesuaikan konsumsi energi dengan level produksi yang lebih rendah, yang mencerminkan rigiditas operasional.

Periode intensitas energi tertinggi (2022-2023) bertepatan dengan penurunan profitabilitas yang signifikan, bahkan mengakibatkan kerugian sebesar Rp 449,67 miliar pada tahun 2023. Sebaliknya, perbaikan intensitas energi sebesar 37,32% pada tahun 2024 didukung penurunan konsumsi energi sebesar 22,70% dan kenaikan produksi sebesar 30,84% berkontribusi langsung terhadap pencapaian laba tertinggi sebesar Rp 1,19 triliun. Temuan ini memperkuat teori Resource-Based View Barney, (1991) bahwa efisiensi energi tidak hanya sebagai kewajiban compliance, tetapi sebagai sumber keunggulan kompetitif yang langsung berdampak pada bottom line perusahaan.

Pola fluktuasi ekstrem yang terjadi mengindikasikan lemahnya tata kelola energi (energy governance) di tingkat operasional. Ketidakmampuan perusahaan untuk mengoptimalkan konsumsi energi selama periode produksi rendah (2021-2023) menunjukkan kurangnya sistem monitoring dan kontrol energi yang efektif. Disinilah relevansi transformasi digital menjadi sangat nyata. Sebagaimana diulas dalam Nazari & Musilek, (2023), penerapan teknologi digital dapat memungkinkan deteksi anomali dan prediksi serta optimalisasi proses secara real time. Hal ini sejalan dengan temuan Irawan & Hartono, (2022) tentang pentingnya spillover effect teknologi dalam menurunkan intensitas energi, dimana adopsi teknologi efisien di suatu wilayah dapat berdampak positif pada wilayah sekitarnya.

Keberhasilan pada tahun 2024 perlu dipertahankan dan ditingkatkan melalui langkah-langkah strategis yang sejalan dengan prinsip transformasi digital di sektor energi: (1) Implementasi sistem monitoring energi real-time untuk mengoptimalkan konsumsi sesuai level produksi dan mendeteksi anomali secara dini; (2) Percepatan modernisasi armada dan peralatan yang lebih hemat energi untuk meningkatkan efisiensi teknis, yang merupakan komponen penting dalam menurunkan intensitas energi; (3) Integrasi target intensitas energi dalam penilaian kinerja manajemen operasional. Rekomendasi ini sejalan dengan temuan Hamdan et al., (2024) tentang pentingnya sistem pemantauan energi real-time dalam mendeteksi anomali konsumsi secara dini.

Kebaruan Penelitian

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengintegrasikan analisis teknis operasional dan finansial dalam konteks perusahaan tambang spesifik di Indonesia. Kebaruan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut, yang pertama terkait, Analisis mikro perusahaan dengan data operasional terkini penelitian ini merupakan salah satu yang mengkaji dinamika intensitas energi di tingkat perusahaan (PT Timah Tbk) dengan menggunakan data operasional riil selama lima tahun terakhir (2020 – 2024). Hal ini

memungkinkan identitas masalah tata kelola energi yang tidak terlihat dalam analisis makro. Yang kedua adalah kuantifikasi dampak langsung ke kinerja keuangan terkait dengan penelitian ini secara eksplisit mengkuantifikasi hubungan antara fluktuasi intensitas energi dan profitabilitas perusahaan. Temuan bahwa perbaikan intensitas energi berkorelasi langsung dengan pencapaian laba tertinggi (tahun 2024) dan sebaliknya, inefisiensi berkorelasi dengan kerugian (tahun 2023), memberikan bukti empiris kuat tentang business case untuk efisiensi energi (Nazari & Musilek, 2023; Irawan & Hartono, 2022). dan yang terakhir adalah mengaitkan inefisiensi dengan solusi transformasi digital yaitu penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi pola fluktuasi dan inefisiensi, tetapi juga mendiagnosis penyebabnya (rigiditas operasional) dan secara eksplisit menawarkan solusi berbasis kerangka kerja transformasi digital, merujuk pada teknologi teknologi yang diidentifikasi oleh Nazari & Musilek, (2023), seperti sistem IoT, Predictive maintenance, dan modernisasi armada. Dengan demikian, penelitian ini menjembatani kesenjangan antara diagnosis masalah teknis operasional dan rekomendasi solusi strategis berbasis teknologi, sekaligus merespons implikasi kebijakan dari temuan Irawan & Hartono, (2022) tentang pentingnya adopsi teknologi hemat energi dan kerja sama antar wilayah.

Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memiliki kebermaknaan yang tinggi, baik secara teoritis, praktis, maupun bagi kebijakan publik dalam hal bagi pengembangan ilmu pengetahuan yaitu penelitian ini memperkaya literatur tentang ekonomi energi dan manajemen strategis dengan memberikan bukti empiris dari negara berkembang, khususnya sektor pertambangan. Temuan ini memperkuat teori Resource-Based View dengan menunjukkan bahwa kapabilitas manajemen energi merupakan sumber daya strategis yang dapat menciptakan keunggulan kompetitif berkelanjutan sesuai (Nazari & Musilek, 2023; Irawan & Hartono, 2022). Kedua bagi praktisi dan manajemen perusahaan bahwa hasil penelitian ini memberikan bukti kuantitatif kepada manajemen PT Timah Tbk dan perusahaan tambang lainnya bahwa investasi dalam efisiensi energi, terutama yang didorong oleh transformasi digital, bukan sekadar biaya, melainkan investasi strategis yang berdampak langsung pada profitabilitas dan ketahanan perusahaan terhadap fluktuasi pasar. Bagi kebijakan publik : penelitian ini memberikan masukan berharga bagi pemerintah, terutama kementerian energi dan sumber daya mineral (ESDM) dan kementerian badan usaha milik negara (BUMN), dalam merumuskan kebijakan efisiensi energi yang lebih terarah dan berbasis teknologi. Fakta bahwa perusahaan tambang besar seperti PT Timah mengalami fluktuasi intensitas energi yang ekstrem menunjukkan perlunya penguatan regulasi terkait kewajiban audit energi, penerapan sistem manajemen energi, dan insentif untuk adopsi teknologi digital bagi industri intensif energi. Hal ini sejalan dengan semangat konservasi energi yang diamanatkan dalam Peraturan Pemerintah No.70/2009 dan dapat mempercepat pencapaian target pengurangan intensitas energi nasional.

KESIMPULAN

Simpulan penelitian ini mengkonfirmasi adanya krisis efisiensi energi yang parah di PT Timah Tbk. pada periode 2021-2023, yang ditandai dengan lonjakan intensitas energi hingga 120,27 GJ/ton dan berujung pada kerugian finansial tahun 2023. Pemulihan signifikan pada tahun 2024 dengan penurunan intensitas energi 37,32% dan pencapaian laba Rp 1,19 triliun menegaskan bahwa pengelolaan intensitas energi yang efektif merupakan penentu utama kinerja finansial perusahaan tambang. Temuan kritis penelitian ini adalah ketidakmampuan perusahaan menyesuaikan konsumsi energi dengan level produksi selama periode 2021-2023, yang mencerminkan kelemahan struktural dalam tata kelola energi operasional.

REFERENSI

- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Hamdan, A., Sonko, S., Fabuyide, A., Daudu, C. D., & Etukudoh, E. A. (2024). Real-time energy monitoring systems: Technological applications in Canada, USA, and Africa. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(1), 2053–2063. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.0255>
- IESR. (2023). *Laporan efisiensi energi sektor tambang Indonesia 2023*.
- Irawan, H., & Hartono, D. (2022). Impact of urbanization on energy intensity in Indonesia: Spatial analysis. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 6(2), 202–215. <https://doi.org/10.36574/jpp.v6i2.309>
- Jaladri, N. D., & Mulyani, S. (2020). Analysis of green accounting implementation at PT Timah (Company) Tbk. *Assets: Jurnal Ilmiah Ilmu Akuntansi, Keuangan dan Pajak*, 4(2), 66–77. <https://doi.org/10.30741/assets.v4i2.569>
- Kartiasih, F., Syaukat, Y., & Anggraeni, L. (2012). Determinan intensitas energi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 12(2), 192–214. <https://doi.org/10.21002/jepi.v12i2.497>
- Nazari, Z., & Musilek, P. (2023). Impact of digital transformation on the energy sector: A review. *Algorithms*, 16(4), 1–22. <https://doi.org/10.3390/a16040211>
- PT Timah Industri. (2025). *PT Timah Industri resmikan PLTS Rooftop 303,1 kWp di Cilegon, wujud nyata komitmen menuju energi bersih*. <https://www.timahindustri.com/pt-timah-industri-melalui-pt-timah-industri-resmi-meluncurkan-plts-rooftop-3031-di-cilegon/>
- PT Timah Tbk. (2021). *Sustainability report tahun 2021*. PT Timah Tbk.
- PT Timah Tbk. (2022). *Laporan keberlanjutan PT Timah Tbk*. PT Timah Tbk.
- PT Timah Tbk. (2023). *Laporan keberlanjutan PT Timah Tbk 2023: Ensuring sustainability through value creation*. PT Timah Tbk.
- PT Timah Tbk. (2024). *Laporan keberlanjutan PT Timah Tbk 2024: Resilience in maximizing innovation*. PT Timah Tbk.

- Radityatama, C., Windarta, J., & Handoyo, E. (2021). Analisa indeks konsumsi energi dan kualitas daya listrik di Kampus Undip. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), 168–175. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.168-175>
- Satu dekade terakhir, rerata perbaikan intensitas energi Indonesia capai 3%*. (2024). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/satu-dekade-terakhir-rerata-perbaikan-intensitas-energi-indonesia-capai-3>
- Sudarmaji, E., Achsani, N. A., Arkeman, Y., & Fahmi, I. (2021). Can energy intensity impede the CO2 emissions in Indonesia? LMDI-decomposition index and ARDL: Comparison between Indonesia and ASEAN countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(3), 308–318. <https://doi.org/10.32479/ijeep.11212>