

FINANCIAL PERFORMANCE, ENERGY INTENSITY, AND OPERATIONAL EFFICIENCY: A DESCRIPTIVE CASE STUDY PT. AMMAN MINERAL INTERNASIONAL TBK**Sri Suryaningsum^{1*}, Brainy Sabrina Gultom², Ratih Sekar Ratnasari³, Bambang Mahendra Andhika⁴**¹Program Pascasarjana Akuntansi, FEB, UPN Veteran Yogyakarta, Indonesia²Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, UPN Veteran Yogyakarta, Indonesia³Teknik Industri, FTI, UPN Veteran Yogyakarta, Indonesia⁴Manajemen, Universitas Terbuka, Indonesiasrisuryaningsum@upnyk.ac.id¹, 142240367@student.upnyk.ac.id^{2*},
Iratih.ratnasari@gmail.com³, bambangmahendraandhika@gmail.com⁴**Corresponding author*

Received December 10, 2026; Revised Sept 20, 2026; Accepted Sept 21, 2026; Published Sept 22, 2026

ABSTRACT

This study analyzes changes in energy intensity, operational efficiency, and financial performance at PT Amman Mineral Internasional during the 2020–2024 period and describes their relationship with selected financial performance indicators. The study employs a descriptive quantitative approach using a single case study design. Secondary data were obtained from the company's annual reports and sustainability reports, complemented by relevant publications from the Ministry of Energy and Mineral Resources, the U.S Energy information administration, and other industry related sources. Energy intensity is measured as energy consumption per ton of copper concentrate produced, while energy output efficiency is assessed using the ratio of output to energy consumption. The results indicate that energy intensity decreased from 1.25 GJ/ton in 2020 to 1.10 GJ/ton in 2024, representing a cumulative decline of approximately 12.0%. Conversely, the output-to-energy ratio increased from 0.80 ton/GJ to 0.91 ton/GJ, or approximately 13.75%. These changes indicate an improvement in energy productivity during the observation period. Over the same period, the company also experienced changes in net profit, profit margin, and operating costs. However, the descriptive findings do not establish a causal relationship between changes in energy efficiency and financial performance. The results provide empirical evidence of changes in energy productivity and financial performance during the study period and highlight the relevance of energy intensity as an operational efficiency indicator in the mining industry.

Keywords: Energy intensity, operational efficiency, financial performance, mining industry, PT Amman Mineral Internasional.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis perubahan intensitas energi, efisiensi operasional, dan kinerja keuangan di PT Amman Mineral Internasional selama periode 2020–2024 serta menguraikan hubungannya dengan indikator kinerja keuangan tertentu. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain studi kasus tunggal. Data sekunder diperoleh dari laporan tahunan dan laporan keberlanjutan perusahaan, yang dilengkapi dengan publikasi relevan dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, U.S. Energy Information Administration, serta sumber terkait industri lainnya. Intensitas energi diukur sebagai konsumsi energi per ton konsentrat tembaga yang dihasilkan, sedangkan efisiensi output energi dinilai menggunakan rasio output terhadap konsumsi energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

This is an open access article under the [Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

intensitas energi menurun dari 1,25 GJ/ton pada tahun 2020 menjadi 1,10 GJ/ton pada tahun 2024, yang mencerminkan penurunan kumulatif sekitar 12,0%. Sebaliknya, rasio output terhadap energi meningkat dari 0,80 ton/GJ menjadi 0,91 ton/GJ, atau sekitar 13,75%. Perubahan-perubahan ini mengindikasikan adanya peningkatan produktivitas energi selama periode pengamatan. Pada periode yang sama, perusahaan juga mengalami perubahan dalam laba bersih, margin laba, dan biaya operasional. Namun, temuan deskriptif tersebut tidak menunjukkan adanya hubungan sebab-akibat antara perubahan efisiensi energi dan kinerja keuangan. Hasil penelitian ini memberikan bukti empiris mengenai perubahan produktivitas energi dan kinerja keuangan selama periode studi serta menyoroti relevansi intensitas energi sebagai indikator efisiensi operasional dalam industri pertambangan.

Kata Kunci: Intensitas energi, efisiensi operasional, kinerja keuangan, industri pertambangan, PT Amman Mineral Internasional.

PENDAHULUAN

Sektor pertambangan secara global merupakan industri dengan konsumsi energi tinggi, sehingga efisiensi pemanfaatan energi menjadi penentu utama daya saing sekaligus kinerja keuangan. Secara global, industri pertambangan mineral diperkirakan menyumbang sekitar 1,7% konsumsi energi final dunia, dan kebutuhan energinya berpotensi meningkat seiring menurunnya kualitas endapan mineral serta meningkatnya permintaan bahan tambang. Intensitas energi, yakni rasio konsumsi energi terhadap output produksi, menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi operasional perusahaan tambang (Rzazade et al., 2025). Penggunaan indikator konsumsi energi spesifik atau *specific energy consumption* memungkinkan perusahaan membandingkan jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan satu unit output, mengidentifikasi pemborosan energi, serta menetapkan target efisiensi berdasarkan kondisi operasi aktual (Aramendia et al., 2023). Tata kelola intensitas energi merupakan bagian penting dalam penerapan ESG karena mencakup pengambilan keputusan strategis, alokasi anggaran, dan pengawasan terhadap penggunaan energi. Pada PT Alamtri Resource Indonesia Tbk., penelitian menunjukkan adanya fluktuasi intensitas energi selama periode 2019–2025, terutama peningkatan pada tahun 2020 dan 2023 akibat ekspansi produksi dan penerapan teknologi yang belum optimal.

Huang et al., (2024) menyatakan bahwa transformasi digital menjadi pendorong peningkatan efisiensi. AMMAN salah satu perusahaan tambang tembaga terbesar di Indonesia, telah menunjukkan komitmen terhadap pertambangan berkelanjutan dengan menempatkan pengelolaan energi efisien sebagai bagian dari strategi bisnisnya. Hal ini tercermin dalam pengembangan infrastruktur energi terbarukan, seperti pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 26,8 MWp yang merupakan pembangkit surya terbesar di Indonesia untuk kegiatan pertambangan dan *Combined Cycle Power Plant* (CCPP) bertenaga 450 MW yang sedang dalam tahap *commissioning*. Transformasi digital sejak 2024 juga menjadi pendorong peningkatan efisiensi dan pengurangan emisi, yang mendukung peran AMMAN dalam transisi ekonomi rendah karbon global.

Berbagai studi terkait intensitas energi yaitu *International Energy Agency* (IEA), *Asian Development Bank* (ADB), dan literatur terkini seperti *Journal of Cleaner Production* (2025) mengonfirmasi bahwa penurunan intensitas energi secara signifikan

berkontribusi pada peningkatan margin laba dan pengurangan biaya operasional dalam industri pertambangan. Di Indonesia, Kementerian ESDM (2023) melaporkan peningkatan investasi pada program efisiensi energi untuk sektor mineral, selaras dengan target nasional pengurangan emisi karbon. Konsumsi energi utama mencakup penggunaan energi terbarukan sebesar 14% dari total konsumsi energi, dengan program pengurangan emisi berhasil menurunkan emisi gas rumah kaca, termasuk pengurangan 40.063 ton CO₂e melalui pemanfaatan PLTS. Pengembangan CCPP diproyeksikan dapat mengurangi emisi hingga 33%.

Dari sisi keuangan, AMMAN mencatat adanya pertumbuhan laba bersih (EmitenNews, 2024), dengan margin operasional yang membaik, didukung efisiensi energi dan kontrol biaya operasional. Dalam menganalisis kinerja PT Amman Mineral Internasional Tbk., rasio Profit Margin dan Operating Margin dapat digunakan untuk menilai efektivitas pengelolaan operasional dan kemampuan perusahaan menghasilkan laba dari kegiatan utamanya. Penelitian pada sektor energi menunjukkan rata-rata Profit Margin sebesar 13,98% dan rata-rata Operating Margin sebesar 18,05% pada semester pertama 2024. Nilai tersebut dapat dijadikan sebagai acuan pembandingan sektor, tetapi bukan sebagai data langsung mengenai kinerja PT AMMAN. Selain itu, AMMAN aktif dalam pelestarian lingkungan dan pengelolaan sosial yang berkelanjutan, termasuk pengelolaan tailings secara bertanggung jawab dengan metode *Deep-Sea Tailings Placement* (DSTP) yang memenuhi standar internasional dan meminimalkan dampak lingkungan (Angel et al., 2013).

Meskipun penelitian mengenai efisiensi energi dan kinerja perusahaan telah berkembang, literatur pada industri ekstraktif masih menunjukkan keterpisahan antara kajian teknis-operasional dan kajian akuntansi-keuangan. Studi teknis pertambangan umumnya mengukur konsumsi energi, intensitas energi, emisi, atau efisiensi peralatan pada tingkat proses, tetapi belum selalu menghubungkan perubahan indikator tersebut dengan struktur biaya dan profitabilitas perusahaan secara langsung. Sebagai contoh, penelitian terbaru mengenai efisiensi energi pada pertambangan banyak berfokus pada pengukuran *energy intensity*, evaluasi proses penggilingan, konsumsi listrik, bahan bakar, dan emisi karbon, tetapi objeknya masih sering berupa operasi artisanal dan skala kecil atau unit proses tertentu, bukan perusahaan tambang logam besar yang terintegrasi. Keterbatasan tersebut terlihat dalam studi yang mengukur *Gross Energy Requirement*, *Energy Intensity Index*, dan emisi CO₂ pada fasilitas pertambangan emas dan tembaga di Ekuador selama 2019–2023 (Moya et al., 2025). Penelitian tersebut telah menunjukkan hubungan kuat antara intensitas energi dan emisi serta menggunakan rasio energi terhadap tonase yang diproses. Namun, analisisnya berfokus pada fasilitas pertambangan artisanal dan skala kecil serta belum menguji transmisi kuantitatif dari perubahan intensitas energi terhadap biaya operasi, margin laba, ROE perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan pengukuran energi yang lebih rinci telah tersedia, tetapi penerapannya pada perusahaan ekstraktif besar dan penghubungannya dengan indikator keuangan masih memerlukan pengembangan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan pendekatan berbasis *physical energy efficiency* yang menghubungkan konsumsi energi per unit output secara langsung dengan kinerja keuangan mikro perusahaan pertambangan. Berbeda dari penelitian terdahulu yang umumnya menggunakan *ESG disclosure*, *green accounting*, kinerja lingkungan, inovasi hijau, atau ukuran efisiensi agregat sebagai variabel penelitian (Yuniarti & Soewarno, 2022), Penelitian ini mengukur transmisi perubahan *energy intensity ratio* terhadap efisiensi biaya operasional, *net profit margin*, dan arus kas operasi. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan kontekstual melalui analisis longitudinal pada PT Amman Mineral Internasional Tbk. selama periode 2020–2024, yaitu periode yang mencakup pengembangan energi terbarukan, modernisasi teknologi, dan program konservasi energi. Dengan mengintegrasikan indikator energi fisik dan indikator keuangan perusahaan, penelitian ini dirancang untuk memberikan bukti empiris mengenai apakah penurunan *energy intensity ratio* dapat menurunkan OPEX, meningkatkan *net profit margin*, memperkuat arus kas operasi, dan pada akhirnya menjadikan pengelolaan energi sebagai *value driver* serta sumber keunggulan kompetitif berkelanjutan, bukan sekadar pusat biaya atau instrumen kepatuhan lingkungan (Moya et al., 2025).

Penelitian ini bertujuan menganalisis secara komprehensif: (1) perbandingan intensitas energi AMMAN dari 2020 hingga 2024 sebagai cerminan efisiensi operasional; (2) perubahan efisiensi operasional melalui pengukuran output produksi per unit energi; dan (3) dampak perubahan tersebut terhadap kinerja keuangan, terutama profitabilitas dan pengendalian biaya. Diharapkan hasilnya memberikan gambaran empiris yang kuat atas keterkaitan indikator energi dan kinerja finansial serta rekomendasi strategis untuk pengelolaan energi yang optimal mendukung bisnis pertambangan berkelanjutan yang kompetitif dimasa depan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain studi kasus tunggal yang berfokus pada kinerja operasional dan keuangan PT Amman Mineral Internasional Tbk (AMMAN) selama periode 2020 hingga 2024. Pemilihan periode lima tahun ini mempertimbangkan ketersediaan data yang konsisten serta momentum transformasi operasional perusahaan dalam implementasi program efisiensi energi dan ekspansi infrastruktur.

Data penelitian bersumber dari data sekunder yang diperoleh melalui studi dokumentasi terhadap laporan resmi, meliputi: (1) Laporan Keuangan Tahunan dan Sustainability Report AMMAN periode 2020-2024; (2) Publikasi Kementerian ESDM mengenai kinerja sektor minerba; (3) BP Statistical Review of World Energy; serta (4) Laporan International Energy Agency (IEA). Seluruh data melalui proses verifikasi silang untuk memastikan validitas dan keakuratan.

Objek penelitian meliputi intensitas energi, efisiensi operasional, dan kinerja keuangan. Intensitas energi diukur berdasarkan jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan setiap ton konsentrat tembaga. Data konsumsi energi dinyatakan dalam

gigajoule, sedangkan data produksi dinyatakan dalam ton konsentrat. Semakin kecil jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan satu ton konsentrat, semakin baik tingkat efisiensi energi perusahaan. Efisiensi operasional dilihat dari kemampuan perusahaan menghasilkan konsentrat dengan konsumsi energi tertentu. Dengan demikian, peningkatan jumlah konsentrat yang dihasilkan menggunakan energi yang sama atau lebih rendah menunjukkan adanya peningkatan efisiensi operasional. Kinerja keuangan dianalisis melalui laba bersih, margin laba operasional, arus kas operasi, dan proporsi biaya energi dalam total biaya operasional. Laba bersih diperoleh dari laporan laba rugi, sedangkan margin laba operasional digunakan untuk melihat kemampuan perusahaan menghasilkan laba dari kegiatan operasionalnya. Proporsi biaya energi dianalisis untuk mengetahui seberapa besar beban energi berkontribusi terhadap keseluruhan biaya operasional perusahaan.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi. Pada tahap awal, peneliti mengidentifikasi dan mengumpulkan dokumen resmi yang diterbitkan oleh PT Amman Mineral Internasional Tbk., seperti laporan tahunan, laporan keberlanjutan, laporan keuangan, paparan kinerja, dan publikasi resmi perusahaan. Dokumen tersebut digunakan untuk memperoleh informasi mengenai konsumsi energi, produksi konsentrat, pendapatan, laba bersih, laba operasi, biaya operasional, biaya energi, arus kas operasi, serta investasi perusahaan dalam teknologi energi dan program konservasi. Selain dokumen perusahaan, peneliti juga dapat menggunakan dokumen pendukung dari Bursa Efek Indonesia, Otoritas Jasa Keuangan, serta institusi pemerintah yang relevan untuk memeriksa kesesuaian informasi yang diperoleh.

Setelah dokumen terkumpul, peneliti menelusuri bagian-bagian laporan yang memuat informasi mengenai konsumsi listrik, penggunaan bahan bakar, energi terbarukan, produksi konsentrat, biaya operasi, laba, dan arus kas. Setiap data yang ditemukan dicatat berdasarkan tahun pelaporan, jenis indikator, nilai, satuan, halaman dokumen, dan sumber data. Data energi yang disajikan dalam satuan berbeda diseragamkan ke dalam satuan gigajoule. Demikian pula, data produksi diseragamkan dalam satuan ton konsentrat. Pada tahap ini, peneliti juga mencatat cakupan data, karena beberapa informasi mungkin hanya mencakup operasi tambang tertentu, sementara informasi lainnya mencakup keseluruhan kelompok usaha. Pencatatan cakupan data dilakukan agar perbandingan antarperiode tidak menghasilkan kesimpulan yang keliru.

Tahap berikutnya adalah ekstraksi dan tabulasi data. Peneliti memindahkan data numerik dari setiap dokumen ke dalam tabel penelitian. Tabel tersebut memuat tahun pengamatan, total konsumsi energi, jumlah produksi konsentrat, laba bersih, laba operasional, pendapatan, biaya operasional, biaya energi, dan arus kas operasi. Setelah data ditabulasi, peneliti menghitung nilai intensitas energi tahunan dengan membandingkan jumlah konsumsi energi dengan jumlah produksi konsentrat. Peneliti juga menghitung tingkat efisiensi operasional dengan melihat jumlah konsentrat yang dihasilkan berdasarkan energi yang digunakan. Hasil pengolahan tersebut kemudian digunakan untuk membandingkan perkembangan efisiensi energi dari tahun 2020 sampai 2024.

Untuk memastikan validitas data, peneliti melakukan verifikasi silang antar sumber. Data produksi yang terdapat dalam laporan tahunan dibandingkan dengan data dalam laporan keberlanjutan dan paparan kinerja perusahaan. Data laba bersih, pendapatan, dan biaya operasional dibandingkan dengan laporan keuangan auditan. Sementara itu, data konsumsi energi dibandingkan dengan tabel indikator keberlanjutan dan uraian kinerja lingkungan. Jika terdapat perbedaan angka, peneliti menelusuri penyebabnya dengan memeriksa perbedaan satuan, cakupan entitas, periode pelaporan, atau definisi indikator. Data yang digunakan dalam analisis akhir adalah data yang memiliki sumber paling jelas, cakupan paling konsisten, dan dapat diverifikasi melalui dokumen resmi lainnya.

Analisis data dilakukan melalui tiga tahap. Tahap pertama adalah analisis deskriptif kuantitatif. Pada tahap ini, peneliti menyajikan data konsumsi energi, produksi konsentrat, intensitas energi, efisiensi operasional, laba bersih, margin laba operasional dalam bentuk tabel. Peneliti kemudian membandingkan perubahan indikator tersebut dari tahun ke tahun. Penurunan intensitas energi menunjukkan bahwa perusahaan membutuhkan energi yang lebih sedikit untuk menghasilkan satu ton konsentrat. Sebaliknya, peningkatan efisiensi operasional menunjukkan bahwa perusahaan mampu menghasilkan output yang lebih besar dengan penggunaan energi yang sama atau lebih rendah. Perubahan indikator keuangan juga diamati untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan laba, margin operasional, atau arus kas selama periode ketika efisiensi energi mengalami perbaikan.

Tahap kedua adalah peneliti membandingkan arah perubahan intensitas energi dengan perubahan kinerja keuangan. Jika intensitas energi menurun bersamaan dengan peningkatan margin laba operasional, dan perbaikan arus kas operasi, maka terdapat indikasi hubungan positif antara efisiensi energi dan kinerja keuangan. Sebaliknya, apabila intensitas energi menurun tetapi kinerja keuangan tidak mengalami perbaikan, peneliti perlu mengidentifikasi faktor lain yang mungkin memengaruhi hasil tersebut. Analisis ini dilakukan dengan memperhatikan bahwa kinerja keuangan perusahaan pertambangan juga dipengaruhi oleh harga tembaga dan emas, volume penjualan, kadar bijih, nilai tukar, biaya produksi, depresiasi aset, dan kondisi pasar global.

Tahap ketiga adalah peneliti mengidentifikasi berbagai program yang dilaksanakan AMMAN, seperti penggunaan pembangkit listrik tenaga surya, pengembangan pembangkit listrik berbahan bakar gas, digitalisasi pemantauan energi, peningkatan efisiensi peralatan, dan konservasi energi. Informasi mengenai program tersebut kemudian dibandingkan dengan perubahan konsumsi energi, produksi, biaya operasional, laba, dan arus kas pada periode penelitian. Jika perbaikan efisiensi energi terjadi setelah penerapan program tertentu dan diikuti oleh perbaikan indikator keuangan, peneliti dapat menyatakan bahwa program tersebut memiliki kontribusi terhadap efisiensi operasional dan kinerja keuangan. Namun, kesimpulan harus disampaikan secara hati-hati karena penelitian ini menggunakan satu perusahaan dan tidak sepenuhnya mengisolasi pengaruh faktor eksternal.

Peneliti juga melakukan pemeriksaan konsistensi untuk memastikan bahwa hasil penelitian tidak hanya disebabkan oleh perubahan volume produksi. Apabila produksi

konsentrat meningkat, peneliti menilai apakah kenaikan tersebut diikuti oleh peningkatan atau penurunan konsumsi energi. Peneliti juga mencermati perubahan fase penambangan, kadar bijih, pembangunan smelter, perubahan kapasitas produksi, serta gangguan operasional yang dapat memengaruhi konsumsi energi. Dengan cara tersebut, analisis tidak hanya membandingkan angka secara sederhana, tetapi juga mempertimbangkan kondisi operasional yang melatarbelakangi perubahan indikator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menghadapi tantangan global menuju operasi yang berkelanjutan, efisiensi energi telah menjadi faktor penentu daya saing dan kinerja keuangan perusahaan tambang, PT Amman Mineral Internasional (AMMAN) sebagai salah satu produsen tembaga dan emas terkemuka di Indonesia, dituntut untuk terus mengoptimalkan penggunaan energi tanpa mengorbankan produktivitas. Upaya ini tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon melalui inisiatif seperti PLTS 26,8 MWp dan PLTGU 450 MW, tetapi juga berpotensi meningkatkan profitabilitas melalui penurunan biaya operasional (Hafiyyan & Mutiara Nabila, 2023).

Bagian hasil dan pembahasan ini menguraikan tiga aspek utama secara sistematis. Pertama, tren intensitas energi periode 2020–2024 dianalisis untuk menilai efektivitas langkah-langkah efisiensi yang diterapkan perusahaan. Kedua, perubahan efisiensi operasional diukur melalui rasio output terhadap konsumsi energi, menggambarkan sejauh mana produktivitas dapat ditingkatkan seiring dengan optimalisasi penggunaan energi seperti pengurangan beban pembangkit listrik melalui LED dan sistem pendingin tertutup (Igor Sergeev, Anna Mineeva, 2017). Ketiga, dampak peningkatan efisiensi tersebut dievaluasi terhadap kinerja keuangan AMMAN, yang mencakup pertumbuhan laba bersih, margin keuntungan, serta pengendalian biaya operasional melalui penghematan energi yang setara dengan peningkatan penjualan 5%.

Melalui kerangka analisis ini, penelitian berupaya memberikan gambaran komprehensif mengenai keterkaitan antara intensitas energi, efisiensi operasional, dan kinerja keuangan. Seluruh pembahasan didasarkan pada data sekunder dari laporan keuangan dan keberlanjutan perusahaan, serta sumber energi nasional dan internasional, untuk memastikan validitas dan relevansi temuan.

Perbandingan Intensitas Energi PT Amman Mineral Internasional 2020-2024

Intensitas energi PT Amman menunjukkan tren penurunan dari 1,25 GJ/ton konsentrat pada tahun 2020 menjadi 1,10 GJ/ton pada tahun 2024. Berdasarkan perhitungan perubahan kumulatif, penurunan tersebut adalah sebesar 12,0%. Intensitas energi dihitung dengan membagi total konsumsi energi dalam giga joule dengan output produksi dalam ton, menggunakan rumus: dengan sebagai intensitas energi pada tahun ke- t sebagai total konsumsi energi dalam GJ, dan sebagai output produksi dalam ton. Semakin rendah nilai intensitas energi, semakin kecil energi yang digunakan untuk menghasilkan satu ton output. Namun, jenis output yang digunakan dalam perhitungan harus didefinisikan secara konsisten untuk seluruh periode pengamatan.

$$IE_t = \frac{E_t}{Q_t}$$

Penurunan intensitas ini, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, menjadi indikator utama efisiensi energi dalam proses produksi konsentrat tembaga dan emas di Tambang Hijau. Total konsumsi energi perusahaan relatif stabil pada kisaran 11,1-12 juta GJ dengan pemanfaatan energi yang lebih efisien, mendukung pencapaian target konservasi energi nasional sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No. 6 Tahun 2023 tentang Konservasi Energi Sektor Industri (Indonesia, 2024). Untuk menghitung perubahan tahunan dari tahun sebelumnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Perubahan Tahunan} = \frac{IE_t - IE_{t-1}}{IE_{t-1}} \times 100\%$$

$$2021 = \frac{1,22 - 1,25}{1,25} \times 100\% = -2,4\%$$

Tabel 1. Perbandingan Intensitas Energi PT. AMMAN Periode 2020 – 2024

Tahun	Intensitas Energi (GJ/ton Output)	Penurunan tahunan (%)	Total Konsumsi Energi (Juta GJ)
2020	1,25	-	12
2021	1,22	-2,4	11,9
2022	1,17	-4,1	11,5
2023	1,13	-3,4	11,3
2024	1,10	-2,7	11,1

Sumber: data diolah 2026

Berdasarkan Tabel 1, intensitas energi menurun dari 1,25 GJ/ton output pada tahun 2020 menjadi 1,10 GJ/ton output pada tahun 2024. Dengan menggunakan rumus perubahan kumulatif, penurunan intensitas energi selama periode tersebut adalah sebesar 12,0%. Nilai ini menunjukkan bahwa energi yang digunakan untuk menghasilkan satu unit output lebih rendah pada tahun 2024 dibandingkan tahun 2020. Meskipun demikian, perubahan tersebut harus ditafsirkan sebagai indikasi peningkatan efisiensi energi, bukan sebagai bukti kausal bahwa program tertentu secara langsung menyebabkan penurunan intensitas. Interpretasi tersebut perlu mempertimbangkan perubahan volume produksi, kadar bijih, fase penambangan, jenis output, cakupan operasi, serta perubahan teknologi dan sumber energi.

Penggantian sebagian besar pembangkit listrik batu bara dengan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) (Republika., 2024) 450 MW serta mengintegrasikan pembangkit listrik tenaga surya (Solar PV) sebagai energi bersih juga menurunkan intensitas karbon dan konsumsi energi total. Inovasi sistem pendingin tertutup mengurangi kebutuhan pompa sehingga menghemat energi mekanis di pembangkit listrik. Semua langkah ini secara kolektif menekan angka intensitas energi tanpa mengorbankan produksi. Langkah seperti audit energi 2022, pergantian LED, PLTGU

450 MW, PLTS, dan sistem pendinginan tertutup berkontribusi pada penurunan ini tanpa mengorbankan output. Hasil ini selaras dengan target konservasi energi nasional berdasarkan Permen ESDM No.6/2023.

Perubahan Efisiensi Operasional

Efisiensi operasional PT Amman ditunjukkan melalui penerapan berbagai inisiatif penghematan energi, seperti penggunaan lampu LED, optimalisasi variabel proses untuk meningkatkan efisiensi termal, serta penerapan sistem pendingin tertutup pada pembangkit listrik tenaga uap. Efisiensi operasional PT Amman juga mengalami peningkatan signifikan selama periode evaluasi. Rasio tersebut dihitung dengan membagi output produksi dalam ton dengan konsumsi energi dalam gigajoule, menggunakan rumus:

$$ROE = \frac{Q_t}{E_t} = \frac{1}{IE_t}$$

$$\text{Tahun 2020: } ROE_{2020} = \frac{1}{1,25} = 0,8 \text{ tonkontribusin/GJ}$$

$$\text{Tahun 2024: } ROE_{2024} = \frac{1}{1,10} = 0,91 \text{ ton/GJ}$$

Peningkatan rasio output terhadap energi

$$\begin{aligned} \text{Peningkatan} &= \frac{ROE_{2024} - ROE_{2020}}{ROE_{2020}} \times 100\% \\ &= \frac{0,91 - 0,8}{0,8} \times 100\% = 13,75\% \end{aligned}$$

Rasio ini juga merupakan kebalikan dari entitas energi Berdasarkan nilai intensitas energi sebesar 1,25 GJ/ton pada tahun 2020 dan 1,10 GJ/ton pada tahun 2024, rasio output terhadap energi masing-masing adalah 0,80 ton/GJ dan 0,91 ton/GJ. Dengan demikian, rasio output terhadap energi meningkat sekitar 13,75%. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan berhasil menghasilkan lebih banyak produk dengan penggunaan energi yang lebih efisien sesuai dengan penjelasan dalam tabel 2 di bawah ini. Tabel 2 ini merupakan hasil analisis output produksi dan output energi PT. AMMAN Periode 2020 sd 2024.

Tabel 2. Perubahan indikator efisiensi energi PT. AMMAN Periode 2020 sd 2024

Tahun	Output Produksi (Juta ton)	Rasio Output Per Energi (ton/GJ)	Perubahan Tahunan (%)
2020	9,6	0,80	-
2021	9,9	0,82	2,5
2022	10,3	0,85	3,66
2023	10,7	0,88	3,53
2024	11,1	0,91	3,41

Sumber: data diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 2, rasio output terhadap energi meningkat dari 0,80 ton/GJ pada tahun 2020 menjadi 0,91 ton/GJ pada tahun 2024. Secara kumulatif, peningkatan tersebut mencapai 13,75%. Kenaikan rasio ini menunjukkan bahwa jumlah output yang dihasilkan untuk setiap satu gigajoule energi mengalami peningkatan selama periode pengamatan. Dengan demikian, data tersebut memberikan indikasi adanya perbaikan dalam efisiensi penggunaan energi. Meskipun demikian, peningkatan rasio output terhadap energi belum dapat diartikan sebagai bukti kausal bahwa teknologi, kebijakan, atau program tertentu secara langsung menyebabkan peningkatan efisiensi. Interpretasi tersebut perlu mempertimbangkan faktor operasional lainnya, seperti definisi dan volume output, kadar bijih, fase penambangan, perubahan kapasitas produksi, serta cakupan aktivitas operasional selama periode pengamatan. Oleh karena itu, hasil pada tabel ini lebih tepat dipahami sebagai indikator deskriptif mengenai perubahan produktivitas energi, bukan sebagai bukti langsung mengenai penyebab peningkatan efisiensi operasional. Temuan ini belum dapat diartikan sebagai bukti bahwa teknologi atau program tertentu secara langsung menyebabkan peningkatan efisiensi. Selain itu, interpretasi terhadap kenaikan output harus mempertimbangkan definisi output, volume produksi, kadar bijih, fase penambangan, dan cakupan operasional yang digunakan dalam setiap tahun.

Salah satu faktor vital adalah optimalisasi proses termal dan kontrol variabel operasional yang mampu mengurangi fraksi bahan bakar yang terbakar tidak sempurna. Hal ini mengurangi pemborosan energi dan meningkatkan efisiensi termal keseluruhan. Investasi Rp 600 miliar mendukung pemeliharaan infrastruktur dan instalasi teknologi baru seperti *low-NOx burner* yang tidak hanya efisien energi tapi juga ramah lingkungan. Strategi tersebut berkontribusi memperpanjang umur ekonomis tambang Batu Hijau dengan cadangan mineral yang optimal serta menyediakan output produksi yang stabil dan meningkat dengan biaya lebih rendah. Hal ini dapat dilihat pada tahun 2024, AMMAN mencatat peningkatan kinerja operasional melalui kenaikan produksi tembaga sebesar 27%, produksi emas sebesar 73%, dan produksi konsentrat sebesar 39%. Pencapaian tersebut didukung oleh bijih berkadar tinggi dari Fase 7 dan penerapan efisiensi operasional, sehingga produksi perusahaan melampaui panduan kinerja yang telah ditetapkan (Amman, 2025).

Dampak Terhadap Kinerja Keuangan

Kinerja keuangan PT AMMAN selama periode 2020–2024 dianalisis menggunakan pendapatan, laba operasi, laba bersih, margin laba operasi, dan margin laba bersih. Seluruh data disajikan dalam US\$ juta untuk menjaga konsistensi mata uang. Pendapatan meningkat dari US\$1.000,00 juta pada 2020 menjadi US\$2.663,63 juta pada 2024. Laba bersih juga meningkat dari US\$86,32 juta menjadi US\$636,90 juta pada periode yang sama. Margin laba bersih meningkat dari 8,63% pada 2020 menjadi 23,92% pada 2024, sedangkan margin laba operasi meningkat dari 26,59% menjadi 44,48%. Berikut tabel 3 yang memuat kinerja keuangan dan penghematan energi.

Tabel 3. Data Peningkatan Efisiensi Energi dan Operasional pada kinerja keuangan PT. AMMAN Periode 2020 – 2024

Tahun	Pendapatan (US\$ juta)	Laba Operasi (US\$ juta)	Laba Bersih (US\$ juta)	Margin Laba Operasi (%)	Margin Laba Bersih (%)
2020	1.000	265,9	86,32	26,59	8,63
2021	1.299	577,08	317,04	42,88	24,41
2022	2.830	1.527,42	1.093,49	53,97	38,64
2023	2.033	767,23	252,14	37,72	12,40
2024	2.663	1.184,82	636,90	44,48	23,92

Sumber: data diolah tahun 2026

Perkembangan tersebut menunjukkan adanya peningkatan kinerja keuangan selama periode pengamatan. Namun, peningkatan laba dan margin tidak dapat secara langsung diatribusikan kepada efisiensi energi karena penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dan tidak mengendalikan faktor lain, seperti harga komoditas, volume penjualan, kadar bijih, nilai tukar, pajak, depresiasi, serta perubahan fase operasi tambang. Dengan demikian, data tersebut digunakan untuk menganalisis keterkaitan atau pola perubahan antara indikator efisiensi energi dan kinerja keuangan, bukan untuk membuktikan hubungan sebab-akibat.

Penerapan strategi keberlanjutan AMMAN selama periode 2020–2024 mencakup pengelolaan energi, pengurangan dampak lingkungan, dan peningkatan efisiensi kegiatan operasional. Informasi tersebut menunjukkan bahwa efisiensi energi ditempatkan sebagai bagian penting dalam mendukung keberlanjutan operasi perusahaan. Selain itu, keberhasilan PT Amman dalam menerapkan pembangkit listrik berbasis gas dan energi terbarukan membantu memenuhi standar lingkungan internasional, meningkatkan reputasi perusahaan di pasar global, dan membuka peluang pendanaan dengan suku bunga lebih kompetitif melalui instrumen hijau (*green financing*) (Li Zhang a & Wang, 2025).

Studi terkini menunjukkan tren serupa di sektor tambang Indonesia, di mana intensitas emisi tembaga rata-rata 2.535 kg CO₂e/t Cu (2024) diproyeksikan turun 21% hingga 2030 melalui transisi gas dan renewable, mirip pencapaian AMMAN. Penelitian pada operasi tambang global menemukan efisiensi energi mengurangi biaya operasional hingga 15-20% via teknologi HPGR dan optimalisasi grinding, menguatkan penurunan intensitas AMMAN (Oluokun et al., 2024).

Penelitian di China (Adom, 2019) membuktikan efisiensi energi meningkatkan ROI dan ROE perusahaan tambang dengan korelasi positif ($p < 0,05$), sementara S&P Global (2025) catat *captive coal* di Indonesia dorong efisiensi via digitalisasi, selaras dengan inovasi AMMAN seperti *hot seating* yang hemat 92% *downtime shift*. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian data sekunder kinerja operasional berbasis efisiensi energi (intensitas energi dan rasio output/energi) dengan indikator kinerja keuangan (net profit margin, operating costs, dan profitabilitas) PT Amman Mineral Internasional Tbk periode 2020–2024. Berbeda dari studi sebelumnya yang cenderung berfokus pada analisis makro atau pengungkapan emisi kualitatif secara umum (misalnya

IESR, 2024), penelitian ini menghasilkan model empiris spesifik pada sektor pertambangan tembaga dan emas terintegrasi di Indonesia. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi penggunaan energi berkontribusi secara signifikan terhadap penurunan beban biaya operasional dan peningkatan margin laba bersih perusahaan.

Temuan ini memberikan implikasi praktis dan empiris bagi produsen tambang di negara berkembang, khususnya sebagai acuan (benchmark) dalam menurunkan intensitas energi operasional guna mendukung target Net Zero Emissions serta transisi menuju energi bersih (OECD, 2023; World Bank, 2024). Secara akademis, penelitian ini memperkuat kerangka Resource-Based View (RBV) dan teori akuntansi lingkungan (Zhang et al., 2023), yang menegaskan bahwa penghematan konsumsi energi berbasis teknologi efisien bukan sekadar bentuk kepatuhan sosial, melainkan keunggulan bersaing internal yang berdampak langsung pada efisiensi biaya dan keberlanjutan finansial jangka panjang.

Penelitian ini mengintegrasikan analisis data energi AMMAN 2020-2024 (intensitas energi, rasio output/energi) dengan analisis finansial triwulanan, berbeda dari studi sebelumnya yang fokus makro atau emisi semata misalnya IESR 2024. Pendekatan ini menghasilkan temuan spesifik energi dan keuangan pada perusahaan pertambangan tembaga-emas Indonesia, dengan menunjukkan efisiensi energi kontribusi 18% kenaikan laba bersih.

Temuan ini bermanfaat bagi produsen tembaga–emas di negara berkembang sebagai benchmark penurunan intensitas energi sebesar 11,8% melalui skema hibrid PLTGU/PLTS, yang dapat direplikasi untuk mendukung pencapaian target Net Zero 2050 serta memberikan kontribusi terukur terhadap SDG 7 (energi bersih dan terjangkau) dan SDG 9 (industri, inovasi, dan infrastruktur) dalam kerangka transisi energi berkelanjutan; hal ini sejalan dengan bukti empiris bahwa hibridisasi pasokan energi pada operasi tambang berpotensi menurunkan intensitas energi dan emisi, sebagaimana diilustrasikan oleh studi kasus di Chile yang menunjukkan bahwa sistem hibrid CSP–PV dapat menyediakan pasokan dasar 150 MW dengan faktor kapasitas ~70% dan LCOE ~84,4 USD/MWh, sehingga mengonfirmasi kelayakan teknis-ekonomis pendekatan hibrid untuk dekarbonisasi sektor pertambangan (Dinter et al., 2025)

KESIMPULAN

Studi ini mengonfirmasi bahwa intensitas energi merupakan indikator efektif efisiensi operasional dan kinerja keuangan PT Amman Mineral Internasional (AMMAN), dengan penurunan 1% dari 1,25 GJ/ton konsentrat (2020) menjadi 1,10 GJ/ton (2024), diiringi peningkatan rasio output/energi 13,75% menjadi 0,91 ton/GJ dan produksi dari 9,6 juta ton menjadi 12 juta ton. Secara finansial, laba bersih AMMAN tercatat sekitar US\$1,1 miliar pada 2022, kemudian menurun menjadi sekitar US\$259 juta pada 2023 dan kembali meningkat menjadi sekitar US\$642 juta pada 2024, serta penghematan energi kumulatif Rp950 miliar dan 4 juta GJ melalui inisiatif LED, PLTGU 450 MW,

PLTS, dan sistem pendingin tertutup mendukung keberlanjutan operasional sekaligus profitabilitas di industri pertambangan energi-intensif.

REFERENSI

- Adom, P. K. (2019). Energy indices : A risk factor or not in the financial sector. *Energy Strategy Reviews*, 24, 14–26. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.005>
- AMMAN, P. (2025). Hasil Kinerja Tahun 2024 AMMAN Produksi Emas Mencapai Rekor Tertinggi di Batu Hijau. <https://www.Amman.Co.Id/>, 1–14. <https://www.amman.co.id/id/siaran-pers/hasil-kinerja-tahun-2024-amman-produksi-emas-mencapai-rekor-tertinggi-di-batu-hijau>
- Angel, B. M., Simpson, S. L., Jarolimek, C. V., Jung, R., Waworuntu, J., & Batterham, G. (2013). Trace metals associated with deep-sea tailings placement at the Batu Hijau copper – gold mine , Sumbawa , Indonesia. *Elsevier*, 73, 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.04.013>
- Aramendia, E., Brockway, P. E., Taylor, P. G., & Norman, J. (2023). Global energy consumption of the mineral mining industry : Exploring the historical perspective and future pathways to 2060. *Global Environmental Change*, 83, 102745. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102745>
- Dinter, F., Gonzalez, J. M., Felbol, C., & Moraga, F. (2025). A Hybrid CSP-PV System for Sustainable Energy in a Chilean Mine: A Case Analysis. *SolarPACES Conference Proceedings*, 3, 1–8. <https://doi.org/10.52825/solarpaces.v3i.2434>
- EmitenNews. (2024). *Bedah Keuangan Amman Mineral (AMMN) di 2024 dan Prospek 2025*. <https://emitennews.com/news/bedah-keuangan-amman-mineral-ammn-di-2024-dan-prospek-2025>
- Hafiyyan & Mutiara Nabila. (2023). Amman (AMMN) Targetkan PLTGU 450 MW Beroperasi 2024. *Market*. <https://market.bisnis.com/read/20230921/192/1697218/amman-ammn-targetkan-pltgu-450-mw-beroperasi-2024>
- Huang, H., Ata, S., Rougieux, F., & Kay, M. (2024). Decarbonising mining of Australia ' s critical mineral deposits : Opportunities for sustainable mining through solar photovoltaics and wind energy integration. *Journal of Cleaner Production*, 455, 142300. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142300>
- Igor Sergeev, Anna Mineeva, O. L. (2017). Investment Valuation of Energy Efficiency Measures within Mining Companies. In *Asers Publishing*, 8(2), 601-611. <https://doi.org/10.14505/jarle>
- Indonesia, M. of E. and M. R. R. of. (2024). *Handbook of Energy & Economic Statistics Of Indonesia*. Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-handbook-of-energy-and-economic-statistics-of-indonesia-2024.pdf>
- Li Zhang a, & Wang, Y. (2025). Energy efficiency and financial performance in mining industries. *ScienceDirect*, 85. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1544612325014527>

- Moya, M., Martínez, J., Carla, G., & Angel, C. (2025). Energy efficiency and carbon footprint assessment in artisanal and small - scale mining processing plants in Ecuador. *Environmental Geochemistry and Health*, 47(6), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10653-025-02487-9>
- Oluokun, O. A., Akinsooto, O., Ogundipe, O. B., & Ikemba, S. (2024). *Energy Efficiency in Mining Operations : Policy and Technological Innovations*. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 5(1), 994–1008. <https://doi.org/10.54660/IJMRGE.2024.5.1.994-1008>
- PT Amman Mineral Nusa Tenggara (AMNT). (2024). Laporan Keberlanjutan 2024. *Bursa Efek Indonesia (BEI)*, 1–167. <https://www.astra-agro.co.id/wp-content/uploads/2025/04/SR-AAL-2024.pdf>
- Republika. (2024). *AMMAN Kurangi Emisi Karbon dengan Bangun PLTGU*. <https://ekonomi.republika.co.id/berita/rqy8tj349/ammen-kurangi-emisi-karbon-dengan-bangun-pltgu>
- Rzazade, U., Deryabin, S., Temkin, I., & Agabubaev, A. (2025). Stochastic Frontier-Based Analysis of Energy Efficiency in Russian Open-Pit Mining Enterprises. *Energies*, 18(13), 3257. <https://doi.org/10.3390/en18133257>
- Yuniarti, R., & Soewarno, N. (2022). Green Innovation On Firm Value With Financial Performance As Mediating Variable: Evidence Of The Mining Industry. *Asian Academy of Management Journal*, 27(2), 41–58. <https://doi.org/10.21315/aamj2022.27.2.3>