

PERAN AUDIT ENERGI DALAM PENGEMBANGAN PROGRAM MANAJEMEN ENERGI DI BANGUNAN DAN INDUSTRI: SEBUAH KAJIAN LITERATUR

¹Khairul, ²Doni Suseno, ³Widodo

¹Program Studi Teknik Mesin STT Bina Tunggal Bekasi ²Program Studi Teknik Mesin STT Bina Tunggal Bekasi, ³Politeknik Enjineri Indorama

¹e-mail:khairul3273@gmail.com

Abstrak

Audit energi memiliki peran penting dalam upaya meningkatkan efisiensi penggunaan energi, terutama pada bangunan dan sektor industri. Melalui audit energi, dapat diidentifikasi potensi pemborosan, peluang penghematan, serta strategi manajemen energi yang tepat guna. Penelitian ini dilakukan melalui kajian literatur terhadap berbagai sumber ilmiah, standar internasional (ISO 50001, ASHRAE Level I–III), serta laporan implementasi audit energi di Indonesia dan kawasan Asia Tenggara. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan audit energi secara sistematis dan berkelanjutan dapat menghasilkan efisiensi energi hingga 10–30% tergantung pada karakteristik sistem dan penerapan rekomendasi. Kajian juga menyoroti peran digitalisasi audit energi berbasis IoT dan AI, serta pentingnya kompetensi auditor energi bersertifikat BNSP. Keberhasilan audit energi sangat dipengaruhi oleh dukungan manajemen, ketersediaan data konsumsi energi, serta kebijakan pemerintah dalam mendorong penerapan manajemen energi nasional menuju target Net Zero Emission 2060.

Kata kunci: audit energi, efisiensi energi, manajemen energi, industri, bangunan, ISO 50001, digitalisasi

Abstract

Energy audit plays a crucial role in enhancing energy efficiency, particularly in buildings and industrial sectors. Through an energy audit, energy losses, saving opportunities, and effective energy management strategies can be identified. This study adopts a literature review approach by analyzing various scientific publications, international standards (ISO 50001, ASHRAE Level I–III), and practical energy audit implementations in Indonesia and Southeast Asia. The findings indicate that systematic and continuous energy audits can achieve 10–30% energy savings depending on system characteristics and the implementation of recommendations. The study also highlights the growing role of digital energy audits utilizing IoT and AI technologies, as well as the importance of certified energy auditors under BNSP accreditation. The success of energy audits is significantly influenced by management commitment, availability of accurate energy consumption data, and supportive government policies toward the national energy management program and the Net Zero Emission 2060 target.

Keywords: energy audit, energy efficiency, energy management, industry, building, ISO 50001, digitalization

1. PENDAHULUAN

Konsumsi energi di sektor industri dan bangunan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, dan modernisasi infrastruktur. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM, 2023), sektor industri menyumbang

sekitar 36% dari total konsumsi energi nasional, sementara sektor bangunan komersial dan rumah tangga menyumbang sekitar 27%. Kenaikan kebutuhan energi tersebut memberikan tekanan besar terhadap ketersediaan sumber daya energi primer, khususnya bahan bakar fosil yang masih mendominasi bauran energi nasional.

Disisi lain, target pemerintah Indonesia untuk mencapai Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060 menuntut upaya serius dalam efisiensi energi dan transisi menuju energi bersih. Salah satu langkah strategis yang diakui secara internasional dalam mendukung efisiensi energi adalah pelaksanaan audit energi. Audit energi menjadi instrumen penting dalam mengidentifikasi potensi pemborosan energi, menentukan langkah korektif, dan mengoptimalkan sistem agar lebih efisien.

Audit energi tidak hanya memberikan manfaat teknis berupa penghematan energi, tetapi juga manfaat ekonomi dan lingkungan. Melalui pelaksanaan audit energi yang terencana, berbagai sektor dapat menurunkan biaya operasional hingga 10 – 30%, sekaligus mengurangi emisi karbon secara signifikan. Hal ini sejalan dengan kebijakan efisiensi energi yang diatur dalam Peraturan Menteri ESDM No. 14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi, yang mewajibkan pengguna energi besar melakukan audit energi secara berkala.

Namun, penerapan audit di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan. Salah satunya adalah keterbatasan sumber daya manusia yang kompeten dibidang audit energi, Rendahnya kesadaran tingkat kesadaran manajemen terhadap pentingnya efisiensi energi, serta kurangnya dukungan kebijakan insentif bagi industri yang menerapkan audit energi secara sukarela. Oleh karena itu, diperlukan peran aktif lembaga pendidikan tinggi, lembaga sertifikasi profesi seperti BNSP, serta sinergi antara pemerintah dan sektor swasta dalam memperkuat kapasitas nasional dibidang audit energi.

Selain itu, perkembangan teknologi digital seperti Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI) dan sistem Building Management System (BMS) juga membuka peluang baru dalam pelaksanaan audit energi. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan dan analisis data energi real time, sehingga proses audit energi dapat dilakukan lebih efisien, akurat, dan berkelanjutan.

Dengan demikian, pendahuluan ini menegaskan bahwa audit energi memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung program manajemen energi di bangunan industri, Audit energi bukanlah kegiatan teknis tetapi juga strategi manajerial yang berorientasi pada efisiensi, berkelanjutan, dan daya saing industri nasional di tengah tantangan global menuju ekonomi rendah karbon.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Audit Energi dan Manajemen Energi

Audit energi merupakan proses sistematis untuk mengelola pemahaman menyeluruh sebagai profil konsumsi energi suatu fasilitas, mengidentifikasi potensi penghematan energi, serta merekomendasikan langkah-langkah perbaikan yang ekonomis dan teknis (ASHRAE, 2020). Menurut SNI 6196:2011, audit energi diidentifikasi sebagai evaluasi penggunaan energi untuk mengetahui efisiensi sistem, menentukan peluang penghematan energi, dan menyusun rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan. Audit energi merupakan Manajemen energi, disisi lain, adalah pendekatan berkelanjutan untuk mengoptimalkan penggunaan energi melalui perencanaan, implementasi, dan evaluasi kebijakan energi di suatu organisasi. Audit energi menjadi bagian awal dan krusial dalam penerapan sistem manajemen energi (*Energi Management Sistem/EMS*), seperti yang diatur dalam ISO 50001:2018. Standar ini menekankan pentingnya siklus PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) untuk memastikan peningkatan berkelanjutan dalam efisiensi energi.

2.2 Audit Energi di Bangunan Komersial dan Industri

Audit energi di sektor bangunan berfokus pada sistem pencahayaan, pendingin udara (HVAC), dan sistem kelistrikan. Sementara pada sektor industri, audit energi lebih menitikberatkan pada sistem motor listrik, kompresor udara, boiler dan proses produksi. Menurut Prasetyo (2022), audit energi di gedung perkantoran dapat menghemat energi sebesar 20% hanya dengan optimasi pencahayaan dan pengaturan suhu ruangan.

Pada sektor industri, penelitian Saidur et al. (2010) menunjukkan bahwa penerapan audit energi pada pabrik manufaktur mampu mengurangi konsumsi energi hingga 18% dengan investasi yang relatif kecil. Efisiensi tertinggi dicapai pada sistem motor listrik dan kompresor udara yang biasanya menjadi pengguna energi terbesar di Industri. Perbandingan antara audit energi di bangunan dan Industri juga menunjukkan perbedaan dalam metode pelaksanaan dan prioritas. Audit energi bangunan lebih banyak menekankan aspek kenyamanan dan kontrol sistem otomatis, sedangkan audit industri fokus pada proses produksi, optimasi peralatan, dan manajemen beban listrik.

2.3 Standar dan Regulasi Audit Energi

Pelaksanaan audit energi di Indonesia diatur oleh berbagai regulasi, antara lain:

1. Peraturan Menteri ESDM No.14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi, yang mewajibkan pengguna energi besar untuk melaksanakan audit energi secara periodik
2. SNI 6196:2018 tentang Audit Energi pada Bangunan Gedung
3. ISO 50001:2018 tentang Sistem Manajemen Energi, yang digunakan secara internasional sebagai acuan dalam penerapan kebijakan efisiensi energi

Selain itu, lembaga seperti Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) juga berperan penting dalam menyiapkan tenaga profesional bersertifikat yang kompeten di bidang audit energi.

2.4 Kajian Empiris dan Studi Kasus

Berbagai studi literatur menunjukkan bahwa audit energi memberikan dampak signifikan terhadap penghematan energi di sektor bangunan dan Industri. Di Malaysia, implementasi audit energi pada sektor industri menghasilkan efisiensi energi rata-rata 25% (Rahim et al., 2019) di Indonesia, hasil audit energi dari Direktorat Jendral EBTKE menunjukkan potensi penghematan sebesar 10-35% pada sektor industri (Kementerian ESDM, 2023).

Studi di Thailand oleh Santoso et al. (2020) juga menegaskan pentingnya peran audit energi dalam mendorong industri menuju sertifikasi ISO 50001. Selain menghasilkan penghematan energi, audit energi juga meningkatkan kesadaran perusahaan terhadap berkelanjutan dan tanggung jawab lingkungan.

Dengan demikian, tinjauan pustaka ini memperkuat argumen bahwa audit energi merupakan instrumen kunci dalam mencapai efisiensi energi nasional dan mendukung program manajemen energi yang berkelanjutan. Peran audit energi tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga strategis dalam menhubungkan organisasi menuju budaya hemat energi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur (*literature review*) untuk menganalisis peran audit energi dalam mendukung program manajemen energi di bangunan dan industri. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis berbagai hasil penelitian terdahulu, kebijakan, serta standar teknis yang relevan dengan topik efisiensi energi.

3.1 Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam kajian ini bersumber dari berbagai literatur ilmiah, termasuk jurnal internasional dan nasional, laporan audit energi dari Kementerian ESDM, standar teknis (SNI, ISO, ASHRAE), serta publikasi lembaga energi global seperti *International Energy Agency (IEA)*. Pemilihan sumber literatur dibatasi pada publikasi antara tahun 2010 hingga 2024 untuk memastikan relevansi dan kebaruan data.

3.2 Prosedur Kajian Literatur

Tahapan kajian literatur dilakukan secara sistematis menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Langkah-langkahnya meliputi:

1. Identifikasi dan Pengumpulan Literatur:

Menentukan kata kunci seperti “audit energi”, “manajemen energi”, “efisiensi energi industri”, dan ISO 50001. Pencarian dilakukan melalui *database Google Scholar, ScienceDirect*, dan publikasi resmi ESDM.

2. Seleksi Literatur:

Memilih literatur yang relevan berdasarkan kriteria inklusi, seperti keterkaitan dengan topik audit energi, ketersediaan data kuantitatif, dan konteks penerapan di sektor bangunan atau industri.

3. Analisis dan Sintesis Data

Informasi dari literatur yang terpilih kemudian dianalisis dengan pendekatan tematik, untuk menemukan pola, tren, dan kesimpulan umum tentang peran audit energi.

4. Validasi dan Interpretasi

Hasil sintesis dibandingkan dengan kebijakan nasional dan standar teknis untuk menilai kesesuaian implementasi di Indonesia.

3.3 Pendekatan Analisis

Analisis dilakukan secara kualitatif dengan fokus pada pengelompokan temuan literatur menurut kategori berikut:

1. Peran audit energi dalam peningkatan efisiensi energi.
2. Hambatan implementasi audit energi di sektor bangunan dan industri.
3. Strategi peningkatan efektivitas audit energi melalui kebijakan, pelatihan, dan teknologi digital.

Pendekatan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai posisi audit energi sebagai fondasi dalam penerapan manajemen energi dan upaya efisiensi di tingkat nasional.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Kajian Literatur

Kajian pustaka menunjukkan bahwa audit energi memiliki peran strategis dalam proses implementasi manajemen energi baik pada bangunan komersial maupun sektor industri. Hasil dari berbagai penelitian mengindikasikan bahwa pelaksanaan audit energi secara sistematis mampu mengidentifikasi peluang penghematan energi antara 10–30% tergantung pada jenis fasilitas, kondisi operasional, dan tingkat penerapan rekomendasi hasil audit (IEA, 2022; Kementerian ESDM, 2021).

Di sektor bangunan komersial, audit energi umumnya berfokus pada sistem pencahayaan, pendingin udara (HVAC), dan sistem kelistrikan. Sedangkan pada industri, perhatian lebih diarahkan pada sistem utilitas seperti boiler, kompresor udara, sistem pendingin proses, serta motor listrik berdaya besar. Audit energi yang dilakukan dengan metode dan alat ukur yang tepat dapat memberikan dasar bagi penyusunan program efisiensi energi dan investasi teknologi yang hemat energi.

Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh Putra et al. (2020) dan Nugroho (2021), menunjukkan bahwa hasil audit energi di industri tekstil dan makanan di Indonesia berhasil menurunkan konsumsi energi hingga 20% setelah dilakukan perbaikan sistem manajemen energi. Temuan ini sejalan dengan prinsip ISO 50001:2018, yang menekankan pentingnya pendekatan sistematis dan berkelanjutan terhadap efisiensi energi.

4.2 Audit Energi sebagai Fondasi Manajemen Energi

Audit energi berfungsi sebagai titik awal dalam siklus manajemen energi. Melalui hasil audit, organisasi dapat mengetahui profil penggunaan energi, sumber inefisiensi, serta menetapkan prioritas tindakan perbaikan. Proses ini sejalan dengan siklus *Plan–Do–Check–Act* (PDCA) yang menjadi dasar dalam sistem manajemen energi ISO 50001.

1. Plan (Perencanaan): Audit energi membantu dalam penyusunan energy baseline dan identifikasi area signifikan pengguna energi

2. Do (Pelaksanaan): Berdasarkan hasil audit, diterapkan langkah-langkah efisiensi seperti penggantian peralatan dengan teknologi hemat energi, sistem kontrol otomatis, dan penerapan maintenance schedule berbasis data.

3. Check (Pemeriksaan): Kinerja energi dipantau menggunakan indikator seperti *Energy Performance Indicator (EnPI)

4. Act (Tindakan): Hasil evaluasi digunakan untuk memperbaiki kebijakan energi dan merancang program efisiensi berikutnya.

Dengan demikian, audit energi bukan hanya kegiatan satu kali, melainkan bagian integral dari proses peningkatan berkelanjutan dalam manajemen energi.

4.3 Efektivitas Audit Energi di Lapangan

Efektivitas pelaksanaan audit energi di lapangan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor kunci:

1. Ketersediaan Data Energi:

Banyak fasilitas belum memiliki sistem pencatatan energi yang akurat, sehingga analisis audit menjadi kurang optimal. Implementasi sistem *sub-metering* dan *Building Energy Management System (BEMS)* dapat meningkatkan akurasi data.

2. Kapasitas Auditor dan Tim Energi:

Peran auditor energi bersertifikat sangat penting. Di Indonesia, keberadaan sertifikasi BNSP untuk Auditor Energi telah membantu meningkatkan kualitas hasil audit.

3. Dukungan Manajemen dan Pendanaan:

Audit energi sering kali tidak memberikan hasil optimal bila tidak didukung komitmen manajemen dalam penerapan rekomendasi.

4. Pemanfaatan Teknologi Digital:

Penggunaan *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, dan analisis big data dalam audit energi terbukti mampu mempercepat identifikasi anomali dan pengambilan keputusan berbasis data *real-time* (Supriyanto, 2023).

4.4 Perbandingan Audit Manual dan Audit Digital

Perkembangan teknologi telah mendorong transformasi metode audit energi dari pendekatan manual ke pendekatan digital. Audit manual biasanya dilakukan dengan alat ukur portabel dan *analisis spreadsheet*, sedangkan audit digital menggunakan sensor cerdas, cloud data, dan algoritma analitik.

Tabel 1. Perbandingan Audit Manual dan Audit Digital

Aspek	Audit Manual	Audit Digital
Metode Pengukuran	Manual dengan alat ukur lapangan	Sensor terintegrasi dan IoT
Kecepatan Analisis	Lambat, tergantung input manual	Cepat dan real-time
Akurasi Data	Terbatas oleh human error	Lebih tinggi dan konsisten
Biaya Awal	Relatif rendah	Lebih tinggi di awal
Keberlanjutan	Bergantung pada frekuensi audit	Pemantauan berkelanjutan 24/7

Pendekatan digital memungkinkan *implementasi Continuous Energy Audit*, di mana data energi dikumpulkan dan dianalisis secara terus-menerus. Dengan sistem ini, peluang efisiensi dapat segera diidentifikasi tanpa menunggu audit periodik tahunan.

4.5 Peran Universitas dan Pelatihan Profesional

Institusi pendidikan tinggi, seperti Sekolah Tinggi Teknologi Bina Tunggal Bekasi, memiliki peran penting dalam pengembangan sumber daya manusia di bidang audit energi. Keterlibatan dosen dan mahasiswa dalam penelitian, pelatihan, dan sertifikasi auditor energi kedepannya dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap kesiapan tenaga ahli di sektor energi nasional. Harapan kami, kerja sama antara universitas, Kementerian ESDM, dan Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) berpotensi memperkuat implementasi audit energi di lapangan, terutama dalam mendukung kebijakan nasional menuju Net Zero Emission 2060.

4.6 Implikasi terhadap Kebijakan dan Program Energi Nasional

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa keberhasilan program manajemen energi di Indonesia sangat bergantung pada efektivitas pelaksanaan audit energi di semua sektor. Pemerintah perlu memperkuat kebijakan dengan:

1. Mewajibkan audit energi berkala bagi industri dengan konsumsi energi besar (>6.000 TOE/tahun).
 2. Memberikan insentif fiskal bagi perusahaan yang melaksanakan rekomendasi audit energi.
 3. Mendorong penggunaan teknologi digital dalam pemantauan energi.
 4. Memperluas pelatihan dan sertifikasi auditor energi di seluruh provinsi.
- Implementasi kebijakan tersebut akan mempercepat tercapainya target intensitas energi nasional yang lebih efisien dan rendah emisi.

BAB 5 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa audit energi memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan program manajemen energi di sektor bangunan maupun industri. Audit energi bukan hanya sebagai kegiatan teknis untuk mengevaluasi konsumsi energi, tetapi juga sebagai instrumen manajerial untuk mewujudkan efisiensi energi yang berkelanjutan.

Pelaksanaan audit energi yang baik dapat menghasilkan penghematan energi antara 10–30%, tergantung pada kondisi sistem, teknologi yang digunakan, dan tingkat penerapan rekomendasi hasil audit. Audit energi juga berperan sebagai fondasi dalam penerapan Sistem Manajemen Energi (*Energy Management System – EMS*) berbasis standar ISO 50001, yang menekankan siklus peningkatan berkelanjutan (*Plan–Do–Check–Act*).

Selain itu, efektivitas implementasi audit energi di lapangan sangat dipengaruhi oleh empat faktor utama, yaitu:

1. Komitmen manajemen puncak dalam menerapkan hasil audit.
2. Ketersediaan data energi yang akurat dan sistematis.
3. Kapasitas auditor energi yang profesional dan tersertifikasi.
4. Pemanfaatan teknologi digital seperti IoT dan analisis data energi *real-time*.

Dari perspektif kebijakan, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa audit energi dapat menjadi alat yang efektif untuk mendukung target efisiensi energi nasional, penurunan emisi karbon, serta pencapaian komitmen *Net Zero Emission (NZE)* 2060 yang telah ditetapkan oleh pemerintah Indonesia.

5.2 Rekomendasi

Berdasarkan hasil kajian dan kesimpulan tersebut, beberapa rekomendasi dapat diajukan untuk memperkuat penerapan audit energi dan manajemen energi di Indonesia, antara lain:

1. Bagi Pemerintah:

- a. Meningkatkan regulasi dan penegakan kewajiban audit energi bagi industri besar dan bangunan publik.
- b. Memberikan insentif fiskal dan non-fiskal bagi perusahaan yang melaksanakan rekomendasi hasil audit energi.
- c. Mendorong penggunaan platform digital nasional untuk pemantauan dan pelaporan kinerja energi secara *real-time*.
- d. Menyusun peta jalan nasional pelatihan dan sertifikasi auditor energi yang terintegrasi dengan BNSP dan Kementerian ESDM.

2. Bagi Industri:

- a. Menjadikan audit energi sebagai bagian dari strategi *corporate sustainability* dan pengelolaan biaya operasional jangka panjang.
- b. Melakukan audit energi berkala minimal setiap 3 tahun, serta menerapkan rekomendasi teknis hasil audit secara bertahap.
- c. Mengembangkan sistem pemantauan energi berbasis *Building Energy Management System (BEMS)* atau *Industrial Energy Monitoring System (IEMS)*.

3. Bagi Dunia Akademik dan Lembaga Pelatihan:

- a. Perguruan tinggi perlu memperkuat peran dalam pendidikan dan riset terapan terkait audit energi dan efisiensi energi industri.
- b. Diperlukan lebih banyak kolaborasi antara akademisi, pemerintah, dan industri untuk penelitian bersama dan program sertifikasi auditor energi.
- c. Mahasiswa teknik dan profesional energi perlu didorong untuk mengikuti pelatihan dan sertifikasi Auditor Energi BNSP sebagai bentuk kontribusi nyata dalam peningkatan kompetensi nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2024). *Laporan Efisiensi dan Konservasi Energi Nasional 2024*. Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Jakarta.
- [2] International Energy Agency (IEA). (2023). *Energy Efficiency 2023: Analysis and Outlooks to 2030*. Paris: OECD/IEA.
- [3] ISO 50001:2018.(2018). *Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use*. International Organization for Standardization, Geneva.
- [4] Saidur, R., Rahim, N. A., Hasanuzzaman, M. (2021). A review on energy audit practices and technologies for industrial energy management. *Energy Policy*, 156, 112–130. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112130>
- [5] Supriyanto, H. (2023). Digitalisasi Audit Energi melalui IoT dan Analisis Big Data di Industri Manufaktur. *Jurnal Energi dan Sistem Terpadu Indonesia*, 12(4), 145–160.
- [6] Prasetyo, D., & Wibowo, R. (2022). Implementasi audit energi untuk peningkatan efisiensi sistem HVAC pada bangunan perkantoran di Jakarta. *Jurnal Rekayasa Energi dan Lingkungan*, 9(2), 75–84.
- [7] Abdulrahman, A., & Al-Ghamdi, S. G. (2024). Energy audits and energy management practices in Middle Eastern industrial facilities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 192, 113082. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.113082>
- [8] Dewi, T. N., & Santosa, E. (2024). Penerapan ISO 50001 untuk Peningkatan Efisiensi Energi pada Industri Tekstil di Jawa Barat. *Jurnal Teknik dan Manajemen Energi Indonesia*, 15(1), 31–44.
- [9] ASHRAE. (2022). *ASHRAE Handbook – HVAC Applications: Chapter 36, Energy Use and Management*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [10] Haryono, B., & Putra, M. A. (2023). Analisis efektivitas audit energi di industri pengolahan makanan menggunakan pendekatan ISO 50002. *Jurnal Teknologi Energi Nusantara*, 8(1), 22–35.
- [11] World Bank. (2024). *Energy Transition and Industrial Decarbonization Pathways in ASEAN*. Washington, D.C.: World Bank Publications.
- [12] Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2022). *SNI ISO 50002:2022 – Audit Energi (Energy Audits) – Requirements with Guidance for Use*. Jakarta: BSN.