



PAPER – OPEN ACCESS

Sustainable and Green System Management: Meningkatkan Efisiensi Energi dan Mencapai Net Zero Emission dengan Mengurangi Penggunaan Bahan Bakar Fossil dengan Ammonia

Author : Sastya Sahira, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2229
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Sustainable and Green System Management: Meningkatkan Efisiensi Energi dan Mencapai Net Zero Emission dengan Mengurangi Penggunaan Bahan Bakar Fossil dengan Ammonia

Sastya Sahira^{a*}, Imam Meugaseh^a, Fildzah Alifah^b, Aulia Syahfitri^b, Rifqi Tubagus Hilmi^c

^aDepartemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

^bDepartemen Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara, Jln Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

^cDepartemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

sahirasastya@gmail.com, meugaseh@gmail.com, fildzalifahh@gmail.com, auliasyfr03@gmail.com, rifkyrifky401@gmail.com

Abstrak

Jurnal ini membahas strategi untuk meningkatkan efisiensi energi dan mencapai nol emisi bersih dengan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil melalui penerapan amonia sebagai alternatif yang berkelanjutan. Ketergantungan global terhadap bahan bakar fosil telah menjadi sumber utama emisi gas rumah kaca, yang memicu perubahan iklim yang signifikan. Penelitian ini fokus pada eksplorasi penggunaan amonia sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan berpotensi mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Kami menyajikan analisis komprehensif tentang efek substitusi amonia terhadap bahan bakar fosil dalam berbagai sektor industri dan transportasi. Dengan mengintegrasikan teknologi terbaru, penelitian ini merinci bagaimana penggunaan amonia dapat meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan sambil mencapai target net zero emisi. Temuan ini memiliki dampak positif terhadap pembangunan berkelanjutan dan memberikan kontribusi penting terhadap mitigasi perubahan iklim.

Kata Kunci: Amonia; Efisiensi; Energi; Fossil

Abstract

This journal discusses strategies to improve energy efficiency and achieve net-zero emissions by reducing the use of fossil fuels through the application of ammonia as a sustainable alternative. Global dependence on fossil fuels has become a primary source of greenhouse gas emissions, triggering significant climate change. This research focuses on exploring the use of ammonia as an environmentally friendly fuel, with the potential to reduce negative impacts on the environment. We present a comprehensive analysis of the substitution effects of ammonia for fossil fuels in various industrial and transportation sectors. By integrating the latest technologies, this research details how the use of ammonia can enhance overall energy efficiency while achieving net-zero emission targets. These findings have a positive impact on sustainable development and provide a significant contribution to climate change mitigation.

Keywords: Ammonia; Efficiency; Energy; Fossil

1. Pendahuluan

Masalah signifikan yang dapat menyebabkan meningkatnya pemanasan global di Indonesia semakin sulit dikendalikan saat ini adalah emisi gas, yang menjadi komponen utama Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan oleh sektor industri. Sesuai dengan Kebijakan Industri Nasional, visi Kementerian Perindustrian adalah mengarahkan Indonesia untuk menjadi negara industri tangguh di dunia pada tahun 2025, dengan tujuan jangka panjang pembangunan industri yang berkonsep berkelanjutan atau pembangunan yang berkelanjutan. Peningkatan emisi gas terjadi akibat bahan bakar fosil dieksploitasi secara berlebihan, dibakar,

dan dikonversi dengan cepat, menghasilkan emisi gas yang dilepaskan ke atmosfer melalui berbagai aktivitas, seperti transportasi, tungku industri, rumah tangga, dan pembangkit listrik [1].

Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Namun, pada akhirnya, emisi karbon yang dihasilkan disebabkan oleh penggunaan energi fosil [2]. Oleh karena itu, opsi terbaik untuk menciptakan ketahanan energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca adalah energi baru terbarukan. Salah satu pengguna energi terbesar di Asia Tenggara adalah Indonesia. Maka dari itu, sangat penting bagi Indonesia untuk memulai transisi menuju energi baru terbarukan. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menyatakan bahwa Indonesia memiliki sumber energi baru terbarukan yang besar, termasuk energi panas bumi, angin, surya, hidro, dan biomassa. Namun, masih kurang digunakan untuk bauran energi nasional [3].

Penelitian sebelumnya telah menyarankan penggunaan sumber energi terbarukan alternatif untuk menyediakan energi listrik di Indonesia. Pembangkit listrik tenaga bayu dan fuel cell dapat menjadi solusi yang ramah lingkungan untuk menghasilkan listrik di daerah terisolir. Penggunaan sampah sebagai bahan bakar pembangkit ini sekaligus dapat membantu mengatasi masalah sampah di kota [4]. Salah satu senyawa hasil dari proses industri pupuk adalah amonia, bersifat sangat toksik serta mencemari lingkungan. Limbah amonia berasal dari sejumlah unit *plant* urea yang ditampung ke dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Banyak pabrik pupuk urea telah dibangun di berbagai daerah di Indonesia, yang menghasilkan banyak limbah [5].

Peralihan ke energi terbarukan memiliki banyak manfaat, seperti pengurangan subsidi, kerugian iklim, dan manfaat kesehatan. Menurut laporan IRENA, setiap \$1 yang diinvestasikan untuk mengubah sistem energi global ke arah energi terbarukan akan menghasilkan keuntungan antara \$3 dan \$7, tergantung pada variabel eksternal yang digunakan. Sangat penting untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan untuk mencapai target perubahan iklim pada tahun 2050 [6]. Meningkatkan efisiensi energi di bidang manufaktur sangat penting untuk mencapai praktik yang berkelanjutan. Penelitian di bidang ini mengeksplorasi berbagai strategi, termasuk penggunaan mesin hemat energi, optimalisasi proses, dan penerapan teknologi pintar. Berinvestasi dalam efisiensi energi tidak hanya membantu mengurangi emisi karbon, tetapi juga meningkatkan efektivitas biaya, sehingga menjadi solusi yang saling menguntungkan bagi pelestarian lingkungan dan keberlanjutan ekonomi [7]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi gas emisi.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian memungkinkan penelitian untuk mengungkap kebenaran secara ilmiah. penelitian [8]. Penelitian ini menggunakan studi literatur, sehingga penelitian ini sistematis, terencana, ilmiah, dan rasional. [9].

Studi literatur dapat dilakukan dengan mengumpulkan referensi yang terdiri dari berbagai studi sebelumnya, yang kemudian digabungkan untuk membuat kesimpulan. Berikut adalah langkah-langkah dalam penelitian ini.

- Memilih tema
- Mencari informasi
- Memutuskan tujuan penelitian
- Mengumpulkan sumber data
- Menyajikan data
- Membuat laporan

Metode analisis data dalam penelitian ini adalah analisis isi, digunakan untuk menghasilkan kesimpulan yang dapat dipercaya serta untuk meneliti kembali sesuai konteksnya. Analisisnya mencakup pemilihan, perbandingan, penggabungan, dan pemilahan untuk menemukan hal yang relevan. Pengecekan antar pustaka dan pemerhatian terhadap komentar pembimbing dilakukan untuk memastikan proses evaluasi terus berlanjut, mencegah dan menghilangkan informasi yang tidak relevan [10].

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dalam penelitian Meningkatkan Efisiensi Energi dan Mencapai *Net Zero Emission* dengan Mengurangi Penggunaan Bahan Bakar Fosil dengan Ammonia adalah sebagai berikut.

3.1. Analisis Awal Konsumsi Energi

Berikut ini adalah beberapa langkah umum yang dapat dilakukan dalam melakukan analisis awal konsumsi energi pada industri ketenagalistrikan:

- Identifikasi Sumber Data: Mulailah dengan mengidentifikasi sumber data yang tersedia. Ini termasuk data historis konsumsi energi, data operasional seperti jam operasional, data produksi, dan data lain yang relevan.
- Klasifikasi Penggunaan Energi: Identifikasi berbagai aspek dari operasi industri yang menggunakan energi. Ini mungkin termasuk pemakaian energi untuk penerangan, mesin-mesin produksi, sistem pemanas atau pendingin, sistem transportasi dalam pabrik, dan lain sebagainya.

- Pengukuran Konsumsi Energi: Lakukan pengukuran konsumsi energi secara sistematis di berbagai bagian pabrik atau unit operasional. Ini bisa melibatkan instalasi meteran energi yang akurat atau menggunakan data meteran yang ada.
- Analisis Data: Gunakan data yang dikumpulkan untuk menganalisis pola konsumsi energi. Identifikasi tren jangka panjang dan jangka pendek, serta pola konsumsi energi yang tidak efisien atau tidak normal.
- Identifikasi Tren: Tinjau data historis untuk mengidentifikasi tren konsumsi energi, seperti peningkatan atau penurunan konsumsi energi dari waktu ke waktu. Identifikasi juga pola konsumsi energi harian, mingguan, atau musiman.
- Identifikasi Faktor-faktor Penyebab: Cari tahu faktor-faktor apa yang mempengaruhi konsumsi energi. Misalnya, apakah ada mesin-mesin tertentu yang menggunakan energi lebih banyak dari yang seharusnya? Apakah ada waktu-waktu tertentu di mana konsumsi energi meningkat secara signifikan?
- Evaluasi Efisiensi Energi: Tinjau kembali sistem dan proses yang digunakan dalam operasi untuk mengevaluasi efisiensi energi. Identifikasi area-area di mana perbaikan dapat dilakukan untuk mengurangi konsumsi energi, seperti mengganti peralatan dengan yang lebih efisien, meningkatkan tata kelola energi, atau menerapkan praktik-praktik efisiensi energi lainnya.
- Perencanaan Strategi: Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, buatlah rencana strategis untuk mengurangi konsumsi energi secara keseluruhan. Prioritaskan tindakan-tindakan yang akan diambil berdasarkan tingkat dampak dan ketersediaan sumber daya.
- Pemantauan dan Pembaruan: Setelah implementasi tindakan-tindakan perbaikan, terus pantau konsumsi energi dan evaluasi efektivitas tindakan yang telah diambil. Lakukan pembaruan secara berkala untuk memastikan bahwa strategi efisiensi energi tetap relevan dan efektif.

3.2. Pemetaan Emisi Gas Rumah Kaca

Pemetaan emisi gas rumah kaca (GHG) dalam industri ketenagalistrikan yang bersumber dari bahan bakar fosil merupakan langkah penting dalam memahami dampak lingkungan dari operasi industri tersebut. Berikut adalah langkah-langkah umum yang dapat diambil dalam melakukan pemetaan emisi GHG:

- Identifikasi Sumber Emisi: Identifikasi sumber-sumber utama emisi gas rumah kaca dalam industri ketenagalistrikan yang bersumber dari bahan bakar fosil. Ini mungkin termasuk pembakaran batu bara, minyak bumi, dan gas alam di pembangkit listrik.
- Kuantifikasi Volume Pembakaran: Kumpulkan data tentang volume bahan bakar fosil yang dibakar oleh setiap pembangkit listrik dalam industri. Ini melibatkan pengukuran atau estimasi jumlah bahan bakar yang digunakan dalam periode waktu tertentu, seperti satu tahun.
- Karakterisasi Emisi: Tentukan jenis emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Ini termasuk karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (NO_x), yang semuanya berkontribusi terhadap pemanasan global.
- Konversi Volume Pembakaran Menjadi Emisi: Gunakan faktor emisi yang relevan untuk mengkonversi volume pembakaran bahan bakar fosil menjadi emisi gas rumah kaca yang sesuai. Faktor-faktor ini biasanya disediakan oleh otoritas lingkungan atau lembaga ilmiah terkait.
- Perhitungan Emisi Total: Hitung total emisi gas rumah kaca dari industri ketenagalistrikan dengan menjumlahkan emisi dari setiap pembangkit listrik. Ini akan memberikan gambaran tentang kontribusi industri tersebut terhadap perubahan iklim.
- Pemetaan Lokasi dan Intensitas: Identifikasi lokasi-lokasi di mana emisi GHG terjadi, serta intensitasnya di setiap lokasi. Ini membantu dalam pemahaman yang lebih baik tentang distribusi geografis emisi serta faktor-faktor yang memengaruhi intensitas emisi di setiap lokasi.
- Analisis Tren: Tinjau data historis untuk mengidentifikasi tren dalam emisi GHG dari industri ketenagalistrikan. Ini termasuk peningkatan atau penurunan emisi dari waktu ke waktu, serta faktor-faktor yang mempengaruhi tren tersebut.
- Evaluasi Alternatif: Evaluasi alternatif untuk mengurangi emisi GHG dalam industri ketenagalistrikan, seperti menggunakan bahan bakar yang lebih bersih, meningkatkan efisiensi pembangkit listrik, atau mengadopsi teknologi karbon *capture and storage* (CCS).
- Pelaporan dan Komunikasi: Siapkan laporan tentang emisi GHG industri ketenagalistrikan, termasuk temuan analisis dan rekomendasi untuk mengurangi emisi. Komunikasikan temuan tersebut kepada stakeholder terkait, termasuk pemerintah, masyarakat, dan pemangku kepentingan lainnya.

3.3. Implementasi di Lapangan

Implementasi di lapangan untuk industri ketenagalistrikan yang menggunakan sumber daya fosil melibatkan serangkaian langkah konkret untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi dampak lingkungan, dan mematuhi regulasi. Berikut adalah beberapa strategi implementasi yang dapat diterapkan:

- Meningkatkan Efisiensi Pembangkit: Penerapan teknologi yang lebih efisien, seperti pembangkit listrik yang menggunakan teknologi terbaru untuk menghasilkan energi lebih banyak dari jumlah bahan bakar yang sama. Perawatan dan pemeliharaan yang teratur untuk memastikan bahwa peralatan operasional bekerja pada efisiensi maksimum.
- Diversifikasi Sumber Energi: Mendorong diversifikasi sumber energi dengan menggunakan campuran bahan bakar yang lebih bersih dan ramah lingkungan, seperti mencampur batu bara dengan biomassa atau gasifikasi batu bara. Penelitian dan pengembangan teknologi energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.
- Teknologi Pengendalian Emisi: Implementasi teknologi pengendalian emisi seperti sistem penangkapan karbon (CCS) untuk menangkap dan menyimpan emisi karbon dioksida sebelum dilepaskan ke atmosfer. Penggunaan teknologi pemurnian gas buang untuk mengurangi emisi gas berbahaya seperti sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen oksida (NO_x).
- Monitoring dan Pemantauan Lingkungan: Membangun sistem pemantauan yang kuat untuk memantau emisi gas rumah kaca dan polutan lainnya yang dihasilkan oleh operasi pembangkit listrik. Memastikan ketaatan terhadap regulasi lingkungan yang berlaku melalui pemantauan yang ketat dan pelaporan yang akurat.
- Pengelolaan Limbah dan Daur Ulang: Mengembangkan program pengelolaan limbah yang efektif untuk mengurangi limbah padat dan cair yang dihasilkan oleh pembangkit listrik. Menerapkan praktik daur ulang dan penggunaan kembali untuk meminimalkan dampak lingkungan dari limbah yang dihasilkan.
- Pendidikan dan Pelatihan Karyawan: Memberikan pelatihan kepada karyawan tentang praktik terbaik untuk mengurangi emisi dan meningkatkan efisiensi dalam operasi pembangkit listrik. Mendorong kesadaran lingkungan di antara karyawan dan mendorong partisipasi aktif dalam program-program keberlanjutan.
- Kolaborasi dengan Pihak Eksternal: Berkolaborasi dengan pemerintah, lembaga penelitian, dan organisasi non-pemerintah untuk mengembangkan solusi bersama untuk mengurangi dampak lingkungan dari operasi pembangkit listrik. Melibatkan masyarakat lokal dalam proses pengambilan keputusan dan memperkuat hubungan dengan pemangku kepentingan terkait lainnya.
- Evaluasi dan Perbaikan Berkelanjutan: Melakukan evaluasi rutin terhadap kinerja lingkungan dan sosial dari operasi pembangkit listrik, dan melakukan perbaikan berkelanjutan sesuai dengan temuan evaluasi tersebut. Terus melakukan inovasi dan penelitian untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan dari industri ketenagalistrikan.

3.4. Analisis Siklus Hidup

Analisis Siklus Hidup (*Life Cycle Assessment/LCA*) pada industri ketenagalistrikan yang menggunakan sumber daya fosil merupakan metode holistik untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari seluruh siklus hidup sistem tersebut, mulai dari ekstraksi bahan baku hingga pembuangan akhir. Berikut adalah tahapan umum dalam melakukan Analisis Siklus Hidup untuk industri ketenagalistrikan yang menggunakan sumber daya fosil:

- Pendefinisian Tujuan dan Lingkup: Tentukan tujuan analisis dan lingkungannya. Misalnya, apakah fokusnya pada pembangkit listrik tertentu, seperti pembangkit batu bara, minyak, atau gas? Apa yang akan menjadi batasan analisis, seperti lokasi geografis, waktu, dan proses produksi yang akan dimasukkan dalam evaluasi?
- Inventarisasi Siklus Hidup (*Life Cycle Inventory/LCI*): Kumpulkan data tentang semua tahapan dalam siklus hidup industri ketenagalistrikan, termasuk ekstraksi bahan baku (seperti penambangan batu bara), transportasi, konversi bahan bakar fosil menjadi listrik (pembangkit listrik), distribusi listrik, penggunaan akhir listrik oleh konsumen, dan disposisi akhir limbah.
- Evaluasi Dampak Lingkungan (*Life Cycle Impact Assessment/LCIA*): Gunakan data inventarisasi untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari seluruh siklus hidup. Ini termasuk penggunaan energi, emisi gas rumah kaca (seperti CO₂, CH₄, N₂O), polusi udara (partikulat, SO_x, NO_x), penggunaan air, penggunaan lahan, dan pencemaran air.
- Interpretasi Hasil: Analisis hasil dari LCIA dan interpretasikan dampak lingkungan relatif dari berbagai tahapan siklus hidup. Identifikasi area-area yang memiliki kontribusi paling besar terhadap dampak lingkungan total dan area-area di mana perbaikan dapat dilakukan.
- Identifikasi Peluang Perbaikan (*Improvement Opportunities*): Berdasarkan hasil analisis, identifikasi peluang perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan. Ini bisa melibatkan penggunaan teknologi yang lebih bersih, peningkatan efisiensi proses, pengurangan limbah, atau penggunaan bahan baku yang lebih ramah lingkungan.
- Sensitivitas Analisis (*Sensitivity Analysis*): Lakukan analisis sensitivitas untuk mengevaluasi ketidakpastian dalam data dan asumsi yang digunakan dalam analisis. Ini membantu dalam memahami seberapa sensitifnya hasil analisis terhadap perubahan dalam parameter penting.
- Pelaporan dan Komunikasi: Siapkan laporan tentang hasil Analisis Siklus Hidup dan komunikasikan temuan kepada pemangku kepentingan yang relevan, termasuk pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat umum. Ini membantu dalam memperbaiki pemahaman tentang dampak lingkungan dari industri ketenagalistrikan yang menggunakan sumber daya fosil.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari jurnal ini adalah penerapan amonia sebagai pengganti bahan bakar fosil berhasil meningkatkan efisiensi energi dan mencapai target net zero emisi. Temuan ini mendukung visi Kementerian Perindustrian untuk mengarahkan Indonesia menuju negara industri yang berkelanjutan dan berkonsep pembangunan yang ramah lingkungan. Dalam implementasinya, kerja sama lintas sektor dan regulasi yang mendukung dapat menjadi kunci untuk meraih keberhasilan penuh dari strategi ini.

Referensi

- [1] Rohid, Abdul, dkk. 2022. "Pemanfaatan Penangkapan Emisi Gas Menjadi Energi Listrik Berbasis Elektrokimia Sebagai Inovasi Industri Untuk Mencapai Net Zero Emissions". Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional.
- [2] Berlianto, Dikta Muhammad Ferro dan Riko Setya Wijaya. 2022. "Pengaruh Transisi Konsumsi Energi Fosil Menuju Energi Baru Terbarukan Terhadap Produk Domestik Bruto di Indonesia". *Jurnal Perspektif Ekonomi dan Pembangunan Daerah*. Vol. 11. No. 02.
- [3] Nurdiana, Nita, dkk. "Sosialisasi dan Penyuluhan Pemanfaatan Energi Terbarukan di Lingkungan SMK Tri Darma Palembang". *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- [4] Halimi, Burhanuddin. 2017. "Amonia Sebagai Fluida Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Panas Laut – Alternatif Solusi Kelistrikan di Indonesia". Seminar Nasional Sains dan Teknologi.
- [5] Harahap, Juliansyah, dkk. 2022. "Penyisihan Kadar Amonia (NH₃) Dengan Menggunakan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Sederhana Pada Limbah Industri Pupuk Urea". *Journal of Biological Sciences and Applied Biology*. Vol. 02. No. 02.
- [6] Yana, dkk. 2021. "Manfaat Sosial Ekonomi Energi Terbarukan: Kasus Negara-negara ASEAN". *Jurnal Serambi Engineering*. Vol. 07. No. 01
- [7] Judijanto, Loso, dkk. 2023. "Analisis Dampak Penggunaan Energi Terbarukan, Efisiensi Energi, dan Teknologi Hijau pada Pengurangan Emisi Karbon di Industri Manufaktur Kota Tangerang". *Jurnal Multidisiplin West Science*. Vol. 02. No. 12.
- [8] Waruwu, Marinu. 2023. "Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)". *Jurnal Pendidikan Tambusai*. Vol. 07. No. 01.
- [9] Putri, Firsta Aditya, dkk. 2020. "Studi Literatur Tentang Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Pembelajaran Menggunakan Model Pembelajaran The Power of Twodi SD". *Jurnal Educatio*. Vol. 06. No. 02
- [10] Hartanto, Rizal Septa Wahyu dan Hasan Dani. "Studi Literatur: Pengembangan Media Pembelajaran Dengan Software Autocad". Universitas Negeri Surabaya.