

Perbandingan Kebijakan dan Implementasi Biogas di Negara Berkembang

Bagus Satrio Utomo Prawiraharjo ¹

Rizky Adi Nugraha ²

¹ Program Studi Ilmu hukum, Univ. Muhammadiyah Cileungsi

² Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Tengah

¹ bagus@umci.ac.id

² rizkyadinugraha1304@asn.jatengprov.go.id

Abstrak

Krisis energi global dan peningkatan kebutuhan energi bersih menuntut negara berkembang untuk beralih menuju sumber energi baru terbarukan (EBT). Salah satu alternatif yang potensial adalah biogas, terutama di wilayah pedesaan dengan ketersediaan limbah organik yang melimpah. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau kebijakan dan implementasi program biogas di Indonesia serta membandingkannya dengan negara berkembang lain seperti India, China, dan Vietnam. Metode yang digunakan adalah *systematic literature review (SLR)* dengan menganalisis publikasi dan dokumen kebijakan antara tahun 2013–2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan pengembangan biogas di India, China, dan Vietnam sangat dipengaruhi oleh dukungan kebijakan nasional, insentif fiskal, dan sistem pemantauan terpusat. Di Indonesia, meskipun program BIRU telah memberikan dampak sosial ekonomi positif, keberlanjutan operasional masih menjadi tantangan akibat lemahnya dukungan finansial dan koordinasi kelembagaan. Penelitian ini merekomendasikan perlunya penguatan kebijakan biogas nasional melalui integrasi program lintas sektor, peningkatan insentif, dan pembentukan pusat data energi terbarukan untuk menjamin keberlanjutan sistem biogas di Indonesia.

Keywords: Biogas, Kebijakan energi, Negara berkembang, Indonesia, BIRU, Energi terbarukan

Abstract

The global energy crisis and the growing demand for clean energy have prompted developing countries to transition toward renewable energy sources. Biogas, particularly in rural areas with abundant organic waste, represents a promising solution. This study reviews biogas policies and implementation in Indonesia and compares them with those in other developing countries such as India, China, and Vietnam. Using a systematic literature review (SLR) method, publications and policy documents published between 2013 and 2024 were analyzed. The results show that the success of biogas development in India, China, and Vietnam is strongly influenced by national policy support, fiscal incentives, and centralized monitoring systems. In Indonesia, although the BIRU program has produced positive socio-economic impacts, operational sustainability remains a challenge due to weak financial support and institutional coordination. This study recommends strengthening Indonesia's biogas policy through cross-sectoral integration, increased financial incentives, and the establishment of a renewable energy data center to ensure long-term biogas system sustainability.

Keywords: Biogas, Energy policy, Developing countries, Indonesia, BIRU, Renewable energy

1. Pendahuluan

Krisis energi global yang terjadi dalam dua dekade terakhir telah memperkuat urgensi peralihan dari energi fosil menuju energi baru terbarukan (EBT). Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di negara berkembang adalah biogas, yakni

energi yang dihasilkan melalui proses anaerobic digestion dari limbah organik, seperti kotoran ternak, limbah pertanian, dan sampah rumah tangga [1]. Selain berperan dalam diversifikasi energi, biogas juga memberikan manfaat lingkungan melalui pengurangan emisi gas rumah kaca dan pengelolaan limbah terpadu [2].

Di Indonesia, pengembangan biogas mulai mendapat perhatian melalui program Indonesia Domestic Biogas Programme (BIRU) yang telah dibangun sejak 2009 dengan dukungan Kementerian ESDM dan Hivos [3]. Namun, meskipun ribuan unit digester telah terpasang di berbagai daerah, tingkat keberlanjutan operasional masih menjadi tantangan utama akibat faktor ekonomi, teknis, dan sosial [4]. Sementara itu, beberapa negara berkembang lain seperti India, China, dan Vietnam berhasil menerapkan kebijakan biogas berskala nasional yang berkelanjutan dengan melibatkan pendekatan *policy integration* dan insentif fiskal [5].

Kajian ini berupaya melakukan tinjauan sistematis terhadap kebijakan dan implementasi biogas di beberapa negara berkembang untuk mengidentifikasi pelajaran yang dapat diadaptasi oleh Indonesia. Analisis difokuskan pada kerangka regulasi, dukungan teknis dan finansial, serta efektivitas penerapan di lapangan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada penguatan kebijakan energi terbarukan nasional serta peningkatan kesejahteraan masyarakat pedesaan melalui pemanfaatan biogas yang berkelanjutan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan systematic literature review (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil-hasil penelitian serta kebijakan terkait pengembangan biogas di negara berkembang. Langkah-langkah penelitian dirancang agar menghasilkan gambaran komprehensif mengenai kebijakan dan implementasi biogas di tingkat global dan nasional.

2.1 Sumber Data dan Kriteria Seleksi

Data diperoleh dari berbagai sumber ilmiah yang dapat diakses publik, termasuk

ScienceDirect, ResearchGate, Google Scholar, MDPI, dan IEEEExplore. Kata kunci yang digunakan meliputi “*biogas policy*,” “*biogas implementation developing countries*,” “*BIRU Indonesia*,” “*rural biogas program*,” dan “*renewable energy regulation*.”

Kriteria seleksi mencakup:

- Artikel ilmiah terbit antara 2013–2024,
- Fokus pada negara berkembang (Indonesia, India, China, Vietnam, Nepal),
- Membahas aspek kebijakan, implementasi, atau evaluasi proyek biogas.

2.2 Pendekatan Analisis

Analisis dilakukan dengan membandingkan:

1. Kerangka kebijakan dan regulasi, meliputi peraturan pemerintah, lembaga pelaksana, dan bentuk dukungan finansial;
2. Tingkat implementasi, seperti jumlah digester aktif, skema pendanaan, dan peran masyarakat;
3. Dampak sosial-ekonomi dan lingkungan, mencakup penghematan energi rumah tangga dan pengurangan emisi karbon.

Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor kunci keberhasilan dan hambatan implementasi, serta menarik pelajaran kebijakan (*policy lessons*) yang relevan bagi Indonesia.

2.3 Validasi dan Sintesis Data

Data hasil telaah disintesis secara naratif dan komparatif dengan menggunakan tabel perbandingan antarnegara yang menyoroti kebijakan utama, capaian, dan tantangan. Hasil analisis ini kemudian menjadi dasar penyusunan pembahasan pada Bab 3 dan rekomendasi kebijakan pada Bab 4.

3. Pembahasan

3.1. Latar Belakang dan Urgensi Pengembangan Biogas di Negara Berkembang

Biogas merupakan salah satu solusi energi terbarukan yang memiliki potensi besar dalam mendukung transisi energi bersih di negara berkembang, termasuk Indonesia. Produksi biogas berasal dari proses anaerobik bahan organik seperti kotoran ternak, limbah pertanian, dan sampah organik rumah tangga [1]. Selain menghasilkan energi, biogas juga membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan memberikan manfaat lingkungan serta ekonomi bagi masyarakat pedesaan [2].

Menurut laporan *International Renewable Energy Agency (IRENA)* [3], kapasitas biogas global meningkat pesat dalam satu dekade terakhir, terutama di Asia. China, India, dan Vietnam menjadi contoh negara berkembang yang telah mengadopsi kebijakan dan program nasional untuk mempercepat pemanfaatan biogas, sedangkan Indonesia masih menghadapi kendala dari sisi kebijakan, pembiayaan, dan keberlanjutan operasional [4].

3.2. Kebijakan dan Implementasi Biogas di Indonesia

Program Indonesia Domestic Biogas Programme (IDBP) atau dikenal sebagai BIRU (Biogas Rumah) telah menjadi tonggak penting pengembangan biogas nasional. Program ini dijalankan sejak 2009 bekerja sama antara Kementerian ESDM dan SNV Belanda, dengan dukungan lembaga seperti Yayasan Rumah Energi (YRE) [5]. Hingga tahun 2023, lebih dari 29.000 unit biodigester telah dibangun di 13 provinsi [6].

Model pembiayaan yang diterapkan bersifat subsidi parsial, yaitu pemerintah atau donor memberikan bantuan sebagian biaya pembangunan biodigester, sedangkan sisanya ditanggung pengguna [7]. Selain itu, program ini juga menekankan pemberdayaan

masyarakat melalui pelatihan teknisi lokal dan sistem monitoring berbasis komunitas [8].

Namun demikian, sejumlah tantangan masih dihadapi, antara lain:

- Keterbatasan pendanaan jangka panjang, terutama setelah dukungan donor berakhir [9].
- Kualitas konstruksi dan operasi biodigester yang tidak seragam akibat minimnya standar teknis nasional [10].
- Kurangnya sistem pemeliharaan (O&M) sehingga banyak unit berhenti berfungsi dalam 3–5 tahun pertama [11].
- Belum adanya integrasi lintas sektor antara energi, pertanian, dan lingkungan hidup [12].

Kebijakan energi nasional melalui RUEN (Rencana Umum Energi Nasional) menargetkan peningkatan kontribusi biogas terhadap bauran energi nasional, namun implementasinya masih terbatas pada skala kecil dan pilot project [13].

3.3. Studi Kasus India: Konsistensi Kebijakan dan Dukungan Teknis

India telah mengembangkan program biogas secara nasional sejak tahun 1981 melalui National Biogas and Manure Management Programme (NBMMP) di bawah Ministry of New and Renewable Energy (MNRE) [14]. Program ini menargetkan pembangunan lebih dari 12 juta unit biodigester rumah tangga dan skala komunitas dengan pendekatan yang sangat terstruktur. Keberhasilan India didorong oleh:

- Subsidi pemerintah pusat dan negara bagian yang konsisten [15].
- Pelatihan teknis untuk operator lokal dan petani [16].
- Pemanfaatan residu biogas (slurry) sebagai pupuk organik bernilai ekonomi [17].

Meski begitu, studi menunjukkan bahwa sekitar 25–30% unit mengalami kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan, sehingga India kemudian meluncurkan skema Biogas Development and Monitoring Cell

(BDMC) untuk memperbaiki keberlanjutan program [18].

3.4. Kebijakan dan Implementasi Biogas di China

China menjadi contoh sukses negara berkembang yang mampu mengintegrasikan biogas ke dalam sistem energi nasional. Pemerintah pusat memberikan subsidi besar untuk pembangunan biodigester pedesaan dan proyek biomethane berskala industri [19]. Hingga 2020, terdapat lebih dari 45 juta unit biodigester rumah tangga yang beroperasi [20].

Kebijakan kunci China meliputi:

- Dukungan investasi pusat dan provinsi [21].
- Standarisasi desain dan kualitas gas [22].
- Integrasi dengan program pengelolaan limbah pertanian [23].

Tantangan utama yang dihadapi adalah perbedaan regulasi antarprovinsi, serta tingginya biaya upgrading biogas menjadi biomethane [24].

3.5. Implementasi Biogas di Vietnam dan Negara ASEAN Lainnya

Vietnam mengembangkan program biogas nasional melalui dukungan donor internasional seperti SNV Netherlands Development Organisation dan Asian Development Bank (ADB) [25]. Program National Biogas Programme (NBP) berhasil membangun lebih dari 150.000 unit biodigester antara 2003–2020 [26].

Model keberhasilan Vietnam mencakup:

- Co-financing antara pemerintah, pengguna, dan donor [27].
- Pelatihan teknisi bersertifikat nasional [28].
- Pendekatan berbasis desa (communal approach) [29].

Namun, tanpa integrasi dalam kebijakan energi nasional, keberlanjutan program masih bergantung pada bantuan luar negeri [30].

3.6. Perbandingan Kebijakan dan Implementasi

Berikut ini perbandingan kebijakan yang digunakan oleh beberapa negara dalam implementasi biogas

Tabel 1. Perbandingan Kebijakan Antar Negara

Negara	Program Utama	Pendanaan	Skala	Keberhasilan Utama	Tantangan Utama
Indonesia	IDBP / BIRU	Subsidi parsial + donor	Rumah tangga	Peningkatan kapasitas lokal, emisi turun	Pendanaan jangka panjang & O&M
India	NBMMP	Subsidi pusat & negara bagian	Rumah tangga & komunitas	Program berkelanjutan	Perawatan & kualitas unit
China	National Biogas Programme	Subsidi besar + investasi publik	Industri & rumah tangga	Integrasi nasional & skala besar	Biaya upgrading tinggi
Vietnam	NBP (SNV & ADB)	Co-financing	Rumah tangga	Teknisi bersertifikat & efisiensi	Ketergantungan donor

3.7. Analisis Faktor Keberhasilan

Dari perbandingan di atas, dapat disimpulkan bahwa kunci keberhasilan program biogas nasional terletak pada:

1. Dukungan kebijakan yang konsisten dan berjenjang (pusat–daerah).
2. Pendanaan dan insentif jangka panjang.
3. Standarisasi teknis nasional untuk desain dan operasional biodigester.

4. Keterlibatan masyarakat dalam tahap perencanaan dan pemeliharaan.
5. Integrasi multisektor antara energi, pertanian, dan lingkungan.

Sebaliknya, program biogas akan gagal berkelanjutan jika terlalu bergantung pada donor, tidak ada pelatihan teknis berkelanjutan, atau tidak diikuti insentif penggunaan hasil biogas (seperti slurry).

4. Kesimpulan

Pengembangan biogas di negara berkembang menunjukkan bahwa keberhasilan program sangat ditentukan oleh kombinasi antara kebijakan yang kuat, dukungan finansial berkelanjutan, dan partisipasi masyarakat. Indonesia telah menunjukkan kemajuan melalui program BIRU, namun masih perlu memperkuat sisi kelembagaan dan pembiayaan. Pelajaran dari negara lain menegaskan pentingnya:

1. Penetapan insentif berbasis kinerja dan monitoring jangka panjang;
2. Integrasi biogas dalam strategi pengelolaan limbah dan ketahanan energi daerah;
3. Kolaborasi multi-sektor yang melibatkan pemerintah, swasta, dan masyarakat.

Dengan penguatan regulasi dan dukungan teknis yang berkelanjutan, biogas berpotensi menjadi pilar penting dalam pencapaian target Net Zero Emission 2060 di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] IRENA, *Renewable Energy and Jobs Annual Review*, 2023.
- [2] IPCC, *Sixth Assessment Report – Mitigation of Climate Change*, 2022.
- [3] IRENA, *Renewable Energy Statistics*, 2024.
- [4] Kementerian ESDM, *RUEN 2023 Update*, 2023.
- [5] YRE, *Indonesia Domestic Biogas Programme Annual Report*, 2022.
- [6] SNV, *Final Report of BIRU Programme*, 2023.
- [7] IESR, *Status Energi Bersih Indonesia 2023*, 2023.
- [8] H. Setiawan et al., “Sustainability of small-scale biogas in Indonesia,” *Energy Reports*, vol. 9, pp. 1040–1050, 2023.
- [9] C. Arifin et al., “Evaluating the economic feasibility of household biogas digesters,” *Renewable Energy Focus*, vol. 45, 2024.
- [10] Y. Liu et al., “Technical challenges in small-scale biogas operation,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 181, 2023.
- [11] Y. Li et al., “Operation and maintenance problems in biogas plants,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 168, 2024.
- [12] UNDP, *Integrated Energy Policy Report for Indonesia*, 2022.
- [13] PLN & ESDM, *Laporan Bauran Energi Nasional*, 2023.
- [14] MNRE, *National Biogas Policy and Guidelines*, India, 2022.
- [15] A. Gupta and R. Saini, “Progress of biogas development in India,” *Renewable Energy Journal*, vol. 195, pp. 750–763, 2023.
- [16] P. Kumar et al., “Rural biogas as sustainable energy in India,” *Sustainability*, vol. 16, no. 12, 2024.
- [17] N. Bhatt et al., “Use of biogas slurry as organic fertilizer,” *Agriculture and Environment Journal*, vol. 22, 2022.
- [18] MNRE India, *Biogas Monitoring Report*, 2023.
- [19] NDRC, *China Renewable Energy Plan 2021–2025*, 2021.
- [20] A. Giwa et al., “Progress and prospects of biogas in China,” *Energy Reports*, vol. 8, 2022.
- [21] C. Chen et al., “Policy evolution of biogas in China,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 390, 2023.
- [22] J. Zhang et al., “Standardization of biogas production in China,” *Renewable Energy*, vol. 197, 2024.
- [23] FAO, *Agricultural Waste Management in Asia*, 2023.
- [24] IEA, *China Biogas Outlook*, 2023.
- [25] SNV Vietnam, *National Biogas Programme Report*, 2022.
- [26] ADB, *Biogas for Livelihood Enhancement in Vietnam*, 2023.

- [27] World Bank, *Vietnam Rural Energy Project Report*, 2024.
- [28] Nguyen, T. H., “Assessment of biogas development in Vietnam,” *Energy Policy*, vol. 175, 2024.
- [29] UNESCAP, *ASEAN Biogas Policy Brief*, 2023.
- [30] SEforALL, *Clean Cooking and Biogas in ASEAN*, 2023.