

Pemanfaatan Biogas untuk Mendukung Penerangan Mandiri Berbasis Energi Terbarukan di Rumah Qur'an Sembalun

Rosmaliati¹, Bulkis Kanata², Made Sutha Yadnya³, Abdullah Zainuddin⁴, A. Sjamsjiar Rachman⁵, Paniran⁶, Lalu Muhamad roviq Akbar⁷, Farhan Ahmad Suharyadi⁸

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

¹rosmaliati@unram.ac.id, ²uqikanata@unram.ac.id, ³msyadnya@unram.ac.id, ⁴abdullahzain@unram.ac.id,
⁵asrachman@unram.ac.id, ⁶paniran@unram.ac.id, ⁷laluroviq210903@gmail.com, ⁸farhanahmadsuharyadi.fas@gmail.com

Abstract

Limited electricity supply and dependence on fossil fuels are significant challenges faced by the community at Rumah Qur'an Sembalun. This condition highlights the need to develop alternative energy sources that are environmentally friendly and sustainable. This community service program aims to utilize biogas as an independent source of electrical energy by applying a digester system and an 8 m³ plastic gas holder connected to a 700-watt generator. The implementation methods include processing cow manure in the digester, channeling the produced biogas into the gas holder, and testing the generator's performance in powering energy-efficient LED lamps. The test results show that the biogas system can generate electrical power ranging from 8 to 58 watts, with a total operating duration of 60 minutes. The average power output was 15.28 watts, compared to the nominal lamp power of 15 watts, resulting in an energy conversion efficiency of 98.13%. This activity demonstrates that applying a biogas system with an 8 m³ plastic gas holder effectively supports independent lighting, while providing additional benefits such as organic waste management and reduced greenhouse gas emissions. The program contributes to energy self-sufficiency and environmental sustainability in rural communities.

Keywords: biogas, renewable energy, digester, energy independence, the house of the Qur'an at-Tazkiyah

Abstrak

Keterbatasan pasokan listrik dan ketergantungan pada energi fosil menjadi permasalahan utama yang dihadapi masyarakat di Rumah Qur'an Sembalun. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memanfaatkan biogas sebagai sumber energi listrik mandiri melalui penerapan sistem digester dan penampungan plastik berkapasitas 8 m³ yang terhubung dengan generator berkapasitas 700 watt. Metode pelaksanaan meliputi pengolahan limbah kotoran sapi dalam digester, penyaluran biogas ke penampungan, dan pengujian kinerja generator dalam menyalaikan lampu LED hemat energi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem biogas mampu menghasilkan daya listrik antara 8 hingga 58 watt, dengan lama nyala total mencapai 60 menit. Daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 15,28 watt dibandingkan daya nominal 15 watt, sehingga diperoleh efisiensi konversi energi sebesar 98,13%. Kegiatan ini membuktikan bahwa penerapan biogas berbasis penampungan plastik berkapasitas 8 m³ efektif untuk mendukung penerangan mandiri, sekaligus memberikan manfaat tambahan berupa pengelolaan limbah ternak dan pengurangan emisi gas rumah kaca, yang berkontribusi terhadap upaya kemandirian energi dan keberlanjutan lingkungan di wilayah pedesaan.

Kata kunci: biogas, energi terbarukan, digester, kemandirian energi, rumah qur'an at-tazkiyah



1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi masyarakat modern, termasuk di wilayah pedesaan. Namun, hingga saat ini masih banyak daerah di Indonesia yang menghadapi keterbatasan pasokan listrik atau ketidakstabilan distribusi energi [1], [2]. Kondisi ini juga dialami oleh masyarakat di Rumah Qur'an Sembalun, yang masih bergantung pada jaringan listrik umum dengan kapasitas terbatas. Permasalahan tersebut diperburuk dengan tingginya ketergantungan pada bahan bakar fosil seperti minyak dan batu bara, yang selain terbatas juga menimbulkan dampak lingkungan serius berupa emisi gas rumah kaca dan pemanasan global [2], [3].

Sebagai upaya pemecahan masalah tersebut, energi terbarukan menjadi solusi yang semakin relevan. Biogas merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang potensial karena dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik bahan organik. Kandungan metana dalam biogas memiliki sifat mudah terbakar dan dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti energi fosil [4]. Penelitian menunjukkan bahwa kotoran sapi merupakan salah satu bahan baku biogas yang paling efektif karena ketersediaannya melimpah dan menghasilkan gas dalam jumlah stabil [5], [6].

Kegiatan pengabdian ini dirancang dengan memanfaatkan sistem digester untuk mengolah kotoran sapi menjadi biogas, yang kemudian ditampung pada penampungan plastik berkapasitas 8 m³. Penampungan ini berfungsi menjaga ketersediaan dan kestabilan aliran gas sebelum digunakan untuk menggerakkan generator berkapasitas 700 watt. Generator tersebut dimanfaatkan untuk menyuplai kebutuhan listrik, khususnya penerangan di Rumah Qur'an Sembalun, sehingga dapat mendukung aktivitas masyarakat dan pendidikan keagamaan di wilayah tersebut. Kajian serupa menunjukkan bahwa penggunaan penampungan biogas sederhana berbasis plastik terbukti mampu meningkatkan efisiensi distribusi gas[7], [8].

Secara teoritis, pemanfaatan biogas tidak hanya menghasilkan energi terbarukan, tetapi juga memberikan manfaat dalam mengurangi volume limbah organik, menekan pencemaran lingkungan, serta menurunkan emisi karbon [4], [9]. Hal ini sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan yang menekankan pada keseimbangan antara kebutuhan energi dan kelestarian lingkungan[10], [11].

Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk mengimplementasikan sistem energi mandiri berbasis biogas di Rumah Qur'an Sembalun, sekaligus menguji efektivitas penggunaan penampungan plastik sebagai media penyimpanan gas untuk menjamin kestabilan suplai energi. Dengan adanya penerapan sistem ini, diharapkan masyarakat dapat memperoleh manfaat berupa kemandirian energi, pengurangan biaya listrik, serta peningkatan kualitas pengelolaan lingkungan.

Energi terbarukan merupakan energi yang bersumber dari proses alam yang berlangsung secara berkelanjutan, seperti tenaga surya, angin, air, biomassa, dan biogas. Berbeda dengan energi fosil yang semakin menipis, energi terbarukan memiliki ketersediaan jangka panjang serta dampak lingkungan yang lebih kecil [2], [3]. Pengembangan energi terbarukan juga mendukung upaya kemandirian energi di tingkat lokal, khususnya pada wilayah pedesaan yang pasokan listriknya masih terbatas[1], [11].

Biogas merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang dihasilkan melalui fermentasi anaerobik bahan organik oleh mikroorganisme. Kandungan utama biogas adalah metana (CH₄) sebanyak 50–70% dan karbon dioksida (CO₂) sekitar 30–40%, sedangkan gas lain seperti hidrogen sulfida (H₂S) dan nitrogen (N₂) hadir dalam jumlah kecil [4]. Tingginya kandungan metana membuat biogas memiliki nilai kalor yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

Proses produksi biogas dilakukan dalam digester, yaitu wadah tertutup yang menjaga kondisi anaerob agar fermentasi dapat berlangsung optimal. Kotoran sapi sering dipilih sebagai bahan baku karena terbukti menghasilkan volume gas yang cukup tinggi dan stabil [4]–[6]. Selain itu, pemurnian gas melalui penyaringan H₂S dan pengeringan uap air penting dilakukan agar kualitas gas sesuai standar penggunaan mesin [4], [9].

Gas hasil fermentasi kemudian ditampung dalam gas holder atau penampungan plastik sebagai cadangan energi sebelum dimanfaatkan lebih lanjut. Penampungan ini berperan penting dalam menjaga kontinuitas aliran gas dan menstabilkan tekanan. Studi [8] dan [12] menegaskan bahwa sistem penampungan sederhana dapat meningkatkan efisiensi distribusi biogas untuk kebutuhan rumah tangga.

Biogas dapat digunakan untuk menghasilkan listrik melalui mesin pembakaran dalam (internal combustion engine) yang dihubungkan dengan

generator. Generator kemudian mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, yang dapat digunakan secara langsung untuk menyalakan lampu hemat energi atau disimpan menggunakan baterai [7], [13].

Untuk menghasilkan daya listrik yang stabil, diperlukan sistem penampungan biogas yang mampu menjaga suplai biogas ke generator. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan penampungan plastik dengan kapasitas tertentu dapat meningkatkan kestabilan pasokan gas sehingga daya listrik yang dihasilkan lebih konsisten [8]. Selain itu, studi oleh [10] menunjukkan bahwa biogas rumah tangga di negara berkembang telah berhasil berkontribusi pada kemandirian energi, pengurangan biaya listrik, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

2. Metode Pengabdian Masyarakat

2.1. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam pengabdian ini adalah kotoran sapi. Pemilihan kotoran sapi didasarkan pada ketersediaannya yang melimpah di wilayah Sembalun serta kandungan bahan organik yang tinggi, terutama lignoselulosa dan nitrogen, sehingga sangat potensial untuk menghasilkan biogas [4].

Alat yang digunakan meliputi:

1. Digester biogas sebagai wadah fermentasi anaerob.
2. Penampungan plastik kapasitas 8 m³ untuk menyimpan biogas sementara.
3. Sistem pemurnian gas sederhana, berupa filter H₂S dan pengering gas.
4. Generator biogas berkapasitas 700 watt.
5. Lampu LED 8, 10, dan 15 watt sebagai beban uji penerangan
6. Multimeter untuk mengukur tegangan listrik.
7. Wattmeter sebagai pengukur daya listrik.
8. Tang ampere untuk mengukur arus listrik.

Bahan yang digunakan meliputi:

9. Kotoran sapi ± 1600 kg
10. Air ± 1600 liter.

2.2 Prosedur Pelaksanaan

2.2.1 Produksi Biogas

Kotoran sapi segar dimasukkan ke dalam digester biogas dan difermentasi dalam kondisi anaerob. Fermentasi menghasilkan biogas dengan kandungan metana yang cukup tinggi [8].

2.2.2 Penampungan Gas

Biogas yang dihasilkan dialirkan menuju penampungan plastik berkapasitas 8 m³ untuk menjaga kestabilan aliran dan tekanan gas.

2.2.3 Pemurnian Gas

Gas yang keluar melewati sistem pemurnian sederhana (penyaringan H₂S dan pengering gas) agar aman digunakan untuk bahan bakar generator [9].

2.2.4 Pengoperasian Generator

Biogas yang telah dimurnikan dialirkan ke generator berkapasitas 700 watt untuk menghasilkan listrik.

2.2.5 Uji Penerangan

Generator dihubungkan dengan lampu LED 8, 10, dan 15 W sebagai beban uji. Selain itu, multimeter digunakan untuk mengukur tegangan keluaran, sedangkan wattmeter dan tang ampere digunakan untuk mengukur daya serta arus beban.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Implementasi di Lapangan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan selama enam bulan oleh enam orang peserta dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Mataram di Rumah Qur'an Sembalun (RQS) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Kegiatan ini memanfaatkan limbah kotoran sapi yang tersedia di lingkungan sekitar sebagai bahan baku utama biogas. Limbah tersebut dimasukkan ke dalam digester biogas dan difermentasi secara anaerob. Setelah kurang lebih dua minggu proses fermentasi, digester mulai menghasilkan biogas dalam jumlah yang cukup untuk dialirkan ke penampungan plastik berkapasitas 8 m³. Penampungan biogas ini berfungsi menjaga kestabilan tekanan gas sebelum dialirkan ke generator berkapasitas 700 watt. Hasil uji lapangan menunjukkan bahwa generator mampu beroperasi dengan daya terukur antara 8 hingga 58 watt, dengan tegangan rata-rata 238–240 volt dan arus 0,04–0,23 ampere, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Setiap tahap pengujian dilakukan selama 10 menit, dengan total waktu pengoperasian mencapai sekitar 60 menit. Selama periode tersebut, generator dapat menyalakan beberapa lampu LED hemat energi berdaya 8, 10, dan 15 watt secara bergantian tanpa mengalami gangguan berarti.

Dari hasil pengukuran diperoleh laju aliran biogas antara 0,064 hingga 0,106 m³/jam, dan konsumsi biogas generator berkisar antara 0,0106–0,076 m³/jam. Data ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan efisien, di mana rasio antara konsumsi gas dan daya listrik yang dihasilkan tergolong stabil.

Secara umum, hasil implementasi lapangan menunjukkan bahwa sistem biogas berbasis penampungan plastik berfungsi efektif sebagai sumber energi alternatif untuk penerangan di Rumah Qur'an Sembalun.

Tabel 1. Hasil Uji Penerangan

Lama On lampu (mnt)	Daya Terukur (W)	I (A)	V (Volt)	Laju Aliran Biogas (m ³ /jam)	Konsumsi Generator (m ³ /jam)
10	58	0,23	239	0,095	0,013
10	31	0,1	240	0,106	0,076
10	13	0,06	237	0,075	0,013
10	15	0,05	238	0,086	0,014
10	8	0,04	237	0,064	0,011
10	58	0,23	239	0,095	0,016



Gambar 1. Plastik Penampungan Biogas



Gambar 2. Penggunaan Energi listrik untuk Beban

3.2 Dampak bagi Masyarakat

Penerapan teknologi biogas ini memberikan beberapa manfaat nyata bagi masyarakat di Rumah Qur'an Sembalun. Pertama, sistem ini mampu menyediakan sumber listrik alternatif yang mandiri sehingga mengurangi ketergantungan pada pasokan listrik konvensional yang sering tidak stabil. Kedua, penggunaan limbah organik sebagai bahan baku biogas membantu mengurangi pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah ternak. Ketiga, masyarakat memperoleh pemahaman baru tentang pemanfaatan energi terbarukan, yang diharapkan dapat memicu inovasi serupa di tingkat rumah tangga maupun komunitas.

Secara ekonomi, pemanfaatan biogas juga berpotensi mengurangi biaya pengeluaran untuk listrik dan bahan bakar minyak. Hal ini sejalan dengan temuan [1] yang menyatakan bahwa energi terbarukan di pedesaan tidak hanya memberikan akses listrik, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekonomi masyarakat.

3.3 Pembahasan

Hasil implementasi membuktikan bahwa biogas dapat dimanfaatkan secara langsung untuk kebutuhan penerangan melalui sistem sederhana yang terdiri dari digester, penampungan plastik, dan generator. Penampungan plastik berfungsi menjaga kestabilan tekanan gas, sehingga generator dapat beroperasi secara konsisten tanpa fluktuasi daya yang signifikan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian [8].

Selain aspek teknis, dari sisi lingkungan, pemanfaatan biogas terbukti mampu mengurangi emisi gas rumah kaca, terutama gas metana, yang jika dilepaskan ke atmosfer berpotensi mempercepat pemanasan global [9]. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini tidak hanya berfokus pada penyediaan energi alternatif, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap upaya mitigasi perubahan iklim.

Dari aspek sosial, kegiatan ini memberikan dampak pembelajaran bagi masyarakat sekitar melalui peningkatan pengetahuan dan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan limbah organik serta potensi energi terbarukan dari biogas. Keberadaan program ini menjadi contoh nyata penerapan teknologi tepat guna dalam pengelolaan lingkungan, sehingga masyarakat dapat memahami manfaat serta prinsip kerja sistem biogas. Dengan demikian, kegiatan ini berkontribusi dalam menumbuhkan minat dan kesiapan masyarakat untuk mengembangkan pemanfaatan biogas secara mandiri di masa mendatang.

Hubungan antara laju aliran biogas dan daya listrik terukur menunjukkan kecenderungan positif semakin besar laju aliran biogas, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem telah bekerja dengan efisien dalam mengonversi energi kimia biogas menjadi energi listrik.

Secara keseluruhan, hasil pengabdian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem biogas di RQS layak untuk dikembangkan lebih lanjut dan berpotensi menjadi model kemandirian energi pedesaan berbasis limbah ternak.

4. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian di Rumah Qur'an Sembalun berhasil menerapkan sistem biogas sebagai sumber energi terbarukan untuk penerangan mandiri. Melalui proses fermentasi anaerob, kotoran sapi berhasil diolah menjadi biogas yang disalurkan ke penampungan plastik berkapasitas 8 m³ dan digunakan untuk menggerakkan generator 700 watt secara stabil.

Namun, tantangan utama yang masih dihadapi adalah jarak sumber kotoran sapi yang cukup jauh dan medan berbukit, sehingga pengisian bahan baku belum dapat dilakukan secara rutin. Mengingat lokasi

Rumah Qur'an tidak dapat dipindahkan, salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah pembangunan peternakan sapi di sekitar area Rumah Qur'an agar pasokan bahan baku biogas lebih berkelanjutan dan efisien

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram atas dukungan pendanaan melalui skema PNBP Tahun Anggaran 2025. Bantuan ini sangat berarti dalam mendukung pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan di Sembalun, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat yang bertujuan memberikan kontribusi nyata bagi lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Daftar Rujukan

- [1] J. Keuangan, E. Berkelanjutan, and D. I. Era, "Currency : Currency :," vol. 03, pp. 343–361, 2024.
- [2] R. M. Ariefianto and R. A. Aprilianto, "Peluang Dan Tantangan Menuju Net Zero Emission (NZE) Menggunakan Variable Renewable Energy (VRE) Pada Sistem Ketenagalistrikan Di Indonesia," *J. Paradig.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–13, 2021, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/357448042>
- [3] A. M. Ulum, "Pemanasan Global: Penyebab, Dampak, dan Upaya Penanggulangannya," *Jetrin J. Res. Trends Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2025.
- [4] Aulia Wulansari Agustin, S. Sudarti, and Y. Yushardi, "Potensi Pemanfaatan Biogas Dari Sampah Organik Sebagai Sumber Energi Terbarukan," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 6, pp. 1109–1116, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i6.2841.
- [5] D. Irawan and E. Suwanto, "Pengaruh Em4 (Effective Microorganisme) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 44–49, 2017, doi: 10.24127/trb.v5i1.118.
- [6] W. Fidela *et al.*, "Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Biogas Sebagai Upaya Pengendalian Limbah Peternakan," *J. Ekol. Masy. dan Sains*, vol. 5, no. 2, pp. 186–192, 2024, doi: 10.55448/0br55f55.
- [7] M. Idris, B. Umroh, I. Hermawan, and U. N. Harahap, "IRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (IRAJPKM) Penerapan Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga dari Kotoran Domba sebagai Solusi Energi di Umroh Farm Application of Household-Scale Biogas Reactors from Sheep Manure as an Energy Solution at Umroh Farm," vol. 3, no. 1, pp. 46–53, 2025.
- [8] Jahra Damayanti *et al.*, "Pemberdayaan Masyarakat Desa Sindangsari melalui Kotoran Sapi sebagai Energi Alternatif Berbasis Teknologi Biogas," *Jdistira*, vol. 5, no. 2, pp. 322–329, 2025, doi: 10.58794/jdt.v5i2.1464.
- [9] L. Judijanto and Al-Amin, "Pengelolaan Limbah Pertanian Sebagai Sumber Energi Terbarukan," *Pros. Semin. Nas. Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 61–70, 2025, [Online]. Available: <https://sociohum.net/index.php/PROSIDINGNASIOANAL/article/view/55/63>
- [10] C. Rahmi, S. M. Yasmin, D. M. Darajat, H. Tjiwidjaja, F. Salam, and N. Akmas, "Lingkungan Dan Energi ; Menyongsong Era Berkelanjutan," *Dharmas Educ. J.*, vol. 4, no. 3, pp. 658–667, 2025, [Online]. Available: https://ejournal.undhari.ac.id/index.php/de_journal/article/view/1186
- [11] L. G. I. Fatristya and Taslim Sjah, "Literature review Harmoni Alam: Implementasi Prinsip Keseimbangan dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan," *J. Pendidikan, Sains, Geol. dan Geofis. (GeoScienceEd Journal)*, vol. 6, no. 1, pp. 603–609, 2025, doi: 10.29303/goescienceed.v6i1.619.
- [12] K. Rajendran, S. Aslanzadeh, and M. J. Taherzadeh, "Household biogas digesters-A review," vol. 5, no. 8. 2012. doi: 10.3390/en5082911.
- [13] Y. Liu and W. Wang, "Accelerated materials discovery at the Institute of Physics," *Science (80-.)*, vol. 360, no. 6389, pp. 57–58, 2018.