



## *Utilization of biogas as a source of electrical energy to support energy independent cages for dairy Cattle Farmers Group Sumber Sari, Ngablak, Magelang*

Budi Waluyo✉, Bambang Pujiarto, Rochiyati Murniningsih, Sofyan Kurniawan, Husni Rakhmawan Fatoni, Dimas Riki Romadhon

Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang, Indonesia

✉ otobudy@ummgl.ac.id

🌐 <https://doi.org/10.31603/ce.6138>

### **Abstract**

*The high monthly costs associated with the use of electrical energy for the production of dairy cowsheds at the KTT Sumber Sari, as well as the problem of PLN blackouts, have a negative impact on the smooth production process. Meanwhile, KTT Sumber Sari already has a 40 m<sup>3</sup> biodigester that has only been used for household cooking. Problem identification, socialization, product development, and modification are the methods used in this program. The problem that has been solved as a result of this community service program is the provision of a biogas-fueled electric generator with a capacity of 5 kWatt. To optimize the performance of the engine driving the electric generator, a few changes were made to the standard gasoline-fueled genset propulsion engine, including the construction of the fuel intake and the adjustment of the combustion chamber compression pressure. The KTT Sumber Sari, can use this capacity to support energy-independent cages.*

**Keywords:** *Biogas; Electrical energy; Energy independent*

## **Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi listrik dalam mendukung kandang mandiri energi untuk Kelompok Tani Ternak (KTT) Sapi Perah Sumber Sari, Ngablak, Magelang**

### **Abstrak**

Permasalahan penting terkait penggunaan energi listrik untuk produksi kandang sapi perah di KTT Sumber Sari adalah biaya bulanan yang tinggi serta masalah gangguan pemadaman PLN yang berdampak pada kelancaran proses produksi. Sementara, KTT Sumber Sari telah memiliki biodigester dengan kapasitas 40 m<sup>3</sup> yang selama ini hanya dimanfaatkan untuk kegiatan memasak rumah tangga. Metode yang digunakan dalam program ini adalah dengan identifikasi masalah, sosialisasi, pengembangan dan modifikasi produk. Pemecahan masalah yang telah dilakukan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah dengan mengadakan genset listrik berbahan bakar biogas berkapasitas 5 kWatt. Mesin penggerak genset standar pabrikan berbahan bakar bensin dilakukan sedikit penyesuaian terkait konstruksi asupan bahan bakar dan penyesuaian tekanan kompresi ruang bakar untuk mengoptimalkan kinerja mesin penggerak generator listrik. Kapasitas ini mampu untuk mendukung kandang mandiri energi di Kelompok Tani Ternak (KTT) Sapi Perah Sumber Sari, Kecamatan Ngabak, Magelang.

**Kata Kunci:** Biogas; Energi listrik; Mandiri energi

# 1. Pendahuluan

---

Program SDM Unggul yang menjadi prioritas Presiden Joko Widodo pada periode kedua kepemimpinan beliau dan merupakan program yang sangat strategis sebagai tindak lanjut program pemenuhan infrastruktur yang sudah dicapai oleh pemerintah RI. Namun demikian, penyiapan SDM unggul tidak hanya merupakan masalah pendidikan formal saja, tetapi yang tidak kalah pentingnya adalah pemenuhan asupan gizi masyarakat Indonesia khususnya pada masa usia emasnya / balita (Sutarto, 2018).

Susu merupakan salah satu asupan yang sangat penting karena memiliki 10 macam asam amino yang bisa langsung diserap oleh tubuh manusia. Namun demikian, budaya mengonsumsi susu di masyarakat Indonesia masih sangat rendah, yaitu < 6 kg per kapita per tahun (Nugroho, 2010). Angka konsumsi yang rendah ini sangat menghambat penyiapan SDM unggul yang menjadi prioritas Presiden Joko Widodo, selain berdampak pada prospek usaha peternak sapi perah di Indonesia. Di satu sisi banyak masyarakat Indonesia yang menggunakan bahan tambahan lainnya hingga penggunaan bahan pengawet. Oleh karena itu kampanye untuk membudayakan minum susu yang sehat (susu murni) menjadi hal yang sangat strategis untuk mendukung program SDM maju presiden Joko Widodo.

Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang telah ditetapkan sebagai pengembangan Klaster Sapi Perah Terintegrasi dengan Pertanian Hortikultura yang diinisiasi oleh Bank Indonesia mulai tahun 2015. Kecamatan Ngablak dipilih karena memiliki potensi peternakan sapi perah dengan populasi sebanyak  $\pm$  204 ekor, laktasi 67 ekor, dengan produksi susu sebanyak 650 liter/hari dan sapi potong sebanyak 289 ekor (Hermawan et al., 2020).

Selain itu, biogas yang merupakan campuran beberapa gas (gas metana / CH<sub>4</sub> 50-60 %) memiliki sifat sangat mudah terbakar yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik (Purnomo & Waluyo, 2017; Syafrudin et al., 2017). Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa potensi kotoran hewan ternak untuk menghasilkan gas metana sangat baik yaitu sampai 0.337 L CH<sub>4</sub> / g (tiap massa kotoran padat) (Ahn et al., 2010; Ainudrani et al., 2016). Reaktor biogas (digester biogas) biasanya dipakai untuk mengubah kotoran ternak dan materi organik lainnya, menjadi biogas. Produk lain yang bermanfaat dari digester biogas adalah bio-slurry yang bias dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman (Kusmiyati et al., 2019; Shitophyta et al., 2015).

Kampanye pemerintah Republik Indonesia untuk kemandirian energi menjadi sesuatu yang sangat relevan dengan diversifikasi pemanfaatan biogas. Sementara pemanfaatan biogas di Indonesia masih sangat terbatas untuk kebutuhan rumah tangga khususnya sebagai bahan bakar kompor (Andhina & Purwanto, 2018; Hermawan et al., 2020). Dari pengembangan LPG sebagai bahan bakar motor bensin yang dilakukan oleh penulis menunjukkan bahwa, motor bensin bisa beroperasi dengan sangat baik dengan menggunakan bahan bakar LPG (propana) (Setiyo et al., 2016). Sementara dalam kegiatan peternakan, masih banyak memanfaatkan sumber energi konvensional seperti pengolahan pakan ternak, penerangan area kandang, dan pengolahan hasil ternak (Gambar 1). Demikian juga ketika aktivitas pemerasan susu, KTT Sumber Sari sebelumnya masih menggunakan energi listrik PLN sebagai sumber energi (Gambar 2).



Gambar 1. Penghalusan pakan hijauan dengan mesin bensin



Gambar 2. Proses pemerahan susu dengan energi listrik

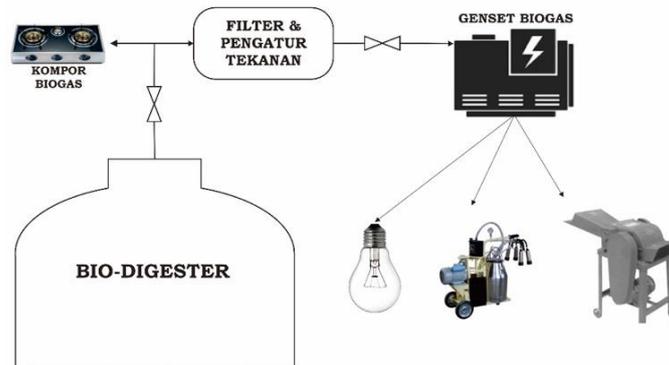
KTT Sumber Sari merupakan kelompok tani ternak sapi perah, yang beralamatkan di dusun Kledokan, Desa Sumberejo, kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang. KTT Sumber Sari memiliki jumlah 20 orang anggota dengan menggunakan “Kandang Komunal” yang diketuai oleh Nur, H. Yang mana, saat ini memiliki 25 ekor sapi dengan kapasitas produksi susu 200-250 liter per hari. KTT Sumber Sari juga menghasilkan produk sampingan pupuk organik yang berupa Pupuk Super Bokasi dan Bio-Urin. Sampai saat ini beban energi listrik maksimum untuk menjalankan kegiatan produksi kandang sebesar 2500 Watt. Salah satu masalah yang sering terjadi penggunaan listrik PLN adalah tingginya biaya listrik khususnya untuk aktivitas sektor usaha. Permasalahan tersebut menjadi sangat berdampak pada kegiatan produksi saat gangguan/pemadaman listrik PLN sehingga aktivitas produksi kembali ke proses manual yang memakan waktu produksi lebih lama. Maka melalui implementasi genset biogas di KTT Sumber Sari akan sangat mendukung kemandirian dan efisiensi energi untuk kegiatan produksi kandang, selain itu juga berdampak pada peningkatan kesejahteraan anggota kelompok.

## 2. Metode

Berpijak pada hasil riset yang telah dilakukan ketua tim penyusun sebelumnya menunjukkan bahwa mesin bensin (bahan bakar cair) sebagai penggerak kendaraan maupun penggerak peralatan yang lain mampu dioperasikan dengan baik dengan bahan bakar gas (LPG, Vigas, CNG/Metana tanpa melakukan perubahan mayor dari struktur mesin (Setiyo et al., 2016). Penggunaan biogas untuk menggerakkan motor pencacah rumput juga terbukti mampu beroperasi secara optimum, walaupun daya yang diperoleh sedikit lebih rendah dari bahan bakar bensin (Purnomo & Waluyo, 2017). Solusi dalam program kemitraan masyarakat untuk KTT Sumber Sari ini adalah pengembangan biogas sebagai pengganti energi listrik menuju KTT mandiri energi. Konsep pengembangan penggunaannya disajikan pada Gambar 3.

Biogas dari biodigester KTT Sumber Sari sebelumnya hanya digunakan untuk melayani kebutuhan memasak anggota kelompok. Pengembangan yang dilakukan adalah dengan menambahkan sebuah pengatur tekanan (*pressure regulator*) biogas ditempatkan setelah percabangan untuk mengontrol kestabilan tekanan kerja biogas yang disalurkan ke genset biogas. Sebuah Filter biogas juga ditambahkan sebelum pengatur tekanan (*pressure regulator*) untuk meminimalisir zat pengotor (Sulfur oksida, uap air, dan amonia) yang mengganggu proses pembakaran dan merusak komponen mesin akibat

korosi. Terkait dengan mesin penggerak generator listrik, dilakukan modifikasi sistem asupan bahan bakar (bensin menjadi biogas) karena biogas memiliki karakteristik yang sedikit berbeda dengan bensin, yaitu dengan menambahkan mixer biogas.



Gambar 3. Konsep pengembangan biogas untuk pembangkit energi listrik

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tahapan kegiatan kemitraan masyarakat ini diawali dengan identifikasi potensi biogas di KTT Sumber Sari. Gambar 4 merupakan kegiatan identifikasi ini bertujuan untuk memastikan kelayakan potensi biogas serta penentuan kapasitas genset yang optimal dengan potensi ketersediaan biogas di lokasi mitra KTT Sumber Sari. Kegiatan identifikasi awal juga dilakukan untuk menggali potensi peningkatan manajerial dan tata kelola keuangan kelompok tani ternak mitra.



Gambar 4. Persiapan dan identifikasi potensi biogas dan manajemen mitra

Tahap selanjutnya dari kegiatan kemitraan masyarakat ini adalah menentukan kapasitas genset biogas yang sesuai antara potensi ketersediaan biogas harian dan kebutuhan daya listrik untuk kegiatan operasional produksi kandang. Tabel 1 berikut daftar kebutuhan kelistrikan untuk operasional harian KTT Sumber sari.

Tabel 1. Analisa kebutuhan energi listrik harian kandang

Mesin Perah	: 1 unit @ 1200 Watt
Pompa Air	: 2 unit @ 250 Watt
Lampu Penerangan	: 5 Pcs @ 100 Watt
Mesin Pencacah Rumput	: 1 Unit @ 750 Watt
<b>Total daya listrik (<math>P_L</math>)</b>	<b>: 2950 Watt</b>

Tabel 1 menunjukkan kebutuhan operasional harian KTT Sumber Sari untuk operasional kandang sebesar 2950 Watt. Dengan asumsi efektivitas genset ( $\epsilon$ ) sebesar 60%, maka kebutuhan daya genset ( $P_G$ ) yang dibutuhkan sebesar:

$$P_G = P_L / \epsilon, \text{ maka kebutuhan real kapasitas sebesar}$$

$$P_G = 2950 / 0,6 = 4916 \text{ Watt}$$

Jadi kebutuhan kapasitas genset biogas real yang dibutuhkan adalah 4916 Watt, sehingga pembuatannya 5000 Watt (5 kWatt).

Tahap selanjutnya dari kegiatan kemitraan ini adalah penyesuaian sistem induksi/asupan bahan bakar dari mode bensin menjadi mode biogas. Uji coba bahan bakar gas, awalnya menggunakan LPG rumah tangga (Propana) dengan pertimbangan kemiripan sifat dengan biogas (metana) serta kemudahan akses dan ketersediaan dari lokasi proses konversi mesin penggerak (laboratorium Mesin Otomotif Unimma). Proses konversi mesin penggerak disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses konversi mesin penggerak berbahan bakar bensin menjadi gas

Setelah genset dikonversi menjadi mesin berpengerak gas (propane), selanjutnya genset dikirim ke lokasi Mitra KTT Sumber Sari untuk dilakukan proses instalasi di kandang Mitra. Proses *setting* mesin penggerak masih dilakukan untuk penyesuaian penggunaan bahan bakar biogas (metana), walaupun sebelumnya sudah diset menggunakan bahan bakar LPG (propane). Penempatan genset ditempatkan sedemikian rupa dengan mempertimbangkan aspek keamanan dan tata letak proses produksi KTT. Gambaran proses instalasi di lokasi Mitra disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses instalasi genset di KTT Sumber Sari

Proses sosialisasi dilakukan kepada anggota KTT Sumber Sari terkait teknologi genset berbahan bakar biogas. Penjelasan singkat terkait fungsi dan cara kerja genset dilakukan untuk mendesiminasikan teknologi baru dan sederhana tentang pemanfaatan biogas sebagai pengganti bahan bakar bensin (gasoline). Pada saat sosialisasi pertama tersebut

disampaikan tentang pemahaman manajemen dan tata kelola keuangan kelompok tani ternak yang efektif dan efisien. Kemudian dilanjutkan dengan sosialisasi tentang teknologi pemanfaatan biogas sebagai pengganti bensin untuk mesin penggerak genset (Gambar 7).

Workshop pengoperasian Genset biogas juga telah dilakukan untuk memastikan semua anggota KTT Sumber Sari familier dalam pengoperasian genset biogas inovasi TIM PKM Unimma. Sosialisasi pengoperasian langsung dilakukan di lokasi kandang setelah terinstal genset biogas (Gambar 8).



Gambar 7. Sosialisasi tentang teknologi pemanfaatan biogas



Gambar 8. Sosialisasi pengoperasian genset biogas di KTT Sumber Sari

Hasil dari kegiatan program kemitraan masyarakat ini adalah terinstalnya sebuah genset listrik berbahan bakar biogas di lokasi kandang komunal KTT Sumber Sari dusun Kledokan, Desa Sumberejo, Kecamatan Ngablak, Magelang. Genset biogas yang sudah terpasang mampu mengoptimalkan pemanfaatan produksi biogas KTT Sumber Sari, yang sebelumnya hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor untuk memasak anggota kelompok tani terdekat kandang saja. Biogas yang tidak dimanfaatkan secara otomatis akan terbuang ke udara/atmosfer melalui katup tekanan tinggi. Jika tekanan biogas melebihi tekanan pembukaan, katup tekanan tinggi akan membuka dan biogas keluar sampai tekanan kerja kembali di bawah settingan tekanan normalnya. Pembuangan biogas yang Sebagian besar mengandung gas metana ( $\text{CH}_4$ ) akan berkontribusi dalam pemanasan global, karena gas metana memiliki *index Global Warming Potensial* (GWP) setara refrigeran Hydroflorocarbon (R134a) yaitu sebesar 12 ( $\text{CO}_2 = 1$ ) (Nasir et al., 2012). Pengoptimalan pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar genset, menjadi solusi strategis yaitu, mengurangi kontribusi pemanasan global sekaligus mendukung kandang mandiri energi, sehingga kegiatan produksi kandang tidak bergantung pada sumber energi listrik PLN.

## 4. Kesimpulan

Pemanfaatan biogas untuk substitusi penggunaan energi listrik untuk kegiatan produksi kandang sapi perah menjadi solusi yang paling masuk akal. Implementasi genset biogas ini mampu menurunkan biaya produksi kandang khususnya kebutuhan energi listrik. Pengurangan biaya produksi ini jelas berdampak pada peningkatan kesejahteraan kelompok tani ternak (KTT) Mitra. Manfaat lain dari pemanfaatan biogas sebagai sumber energi terbarukan ini adalah mengurangi dampak pemanasan global sekaligus mendukung desa mandiri energi.

## Ucapan Terima Kasih

---

Tim Program Kemitraan Masyarakat mengucapkan banyak terima kasih kepada DRPM Dikti atas fasilitasi pendanaan program ini. Tim juga mengucapkan terima kasih kepada LPPM Unimma atas dukungan, masukan dan fasilitasnya, sehingga kegiatan program kemitraan masyarakat ini berjalan dengan lancar. Ucapan terima kasih yang besar juga kami sampaikan kepada bapak Nur, H. selaku ketua KTT Sumber Sari dan bapak Suhud selaku koordinator KTT Sapi Perah Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang atas kerja sama dan dukungannya.

## Daftar Pustaka

---

- Ahn, H. K., Smith, M. C., Kondrad, S. L., & White, J. W. (2010). Evaluation of Biogas Production Potential by Dry Anaerobic Digestion of Switchgrass - Animal Manure Mixtures. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 160, 965-975. <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8624-x>
- Ainudrani, P. G., Setyobudi, R. H., Wahono, S. K., Mel, M., Nindita, A., Purbajanti, E., Harsono, S. S., Malala, A. R., Salafudin, & Sasmito, A. (2016). Carbon dioxide capture efficiency using algae biological absorbent and solid adsorbent for biogas purification. *Jurnal Teknologi*, 78(4-2), 175-178.
- Andhina, P., & Purwanto, P. (2018). Evaluation of Livestock Waste Management to Energy Biogas (Case Study: Jetak Village, Getasan Sub District). *E3S Web of Conferences*, 73. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187307013>
- Hermawan, A., Kurnianto, H., Arianti, F. D., & Ambasari, I. (2020). Kelayakan Inovasi Teknologi Pakan Lengkap Terfermentasi Pada Usaha Ternak Sapi Potong. *JRAP (Jurnal Riset Agribisnis Dan Peternakan)*, 5(2), 47-59.
- Kusmiyati, F., Herwibawa, B., & Yafizham, Y. (2019). Community Partnership Program Through Utilization of Bioslurry Plus at Montongsari Village , Kendal Regency , Central Java Province. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2018*, 978-979.
- Nasir, I. M., Ghazi, T. I. M., & Omar, R. (2012). Anaerobic digestion technology in livestock manure treatment for biogas production : A review. *Engineering in Life Sciences*, 12(3), 258-269. <https://doi.org/10.1002/elsc.201100150>
- Nugroho, B. A. (2010). Pasar susu dunia dan posisi indonesia. *Jurnal Ilmu Ilmu Peternakan*, 2(1), 65-76.
- Purnomo, B. C., & Waluyo, B. (2017). Aplikasi Teknologi Konversi Bahan Bakar Minyak Ke Bahan Bakar Biogas Untuk Kelompok Ternak Sapi Potong di Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Jurnal DIANMAS*, 6(1), 19-26.
- Setiyo, M., Waluyo, B., Husni, M., & Karmiadji, D. W. (2016). Characteristics of 1500 CC LPG fueled engine at various of mixer venturi area applied on Tesla A-100 LPG vaporizer. *Jurnal Teknologi*, 78(10), 43-49. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.7661>
- Shitophyta, L. M., Budiyo, & Fuadi, A. M. (2015). Biogas production from rice straw by solid-state anaerobic digestion. *AIP Conference Proceedings*, 1699. <https://doi.org/10.1063/1.4938310>
- Sutarto, H. (2018). Lingkungan Dalam Pembelajaran dan Pengajaran Matematika Yang Memunculkan 4c Ability Sebagai Penyiapan SDM Unggul di Era Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2018*, 01, 465-476.
- Syafrudin, Nugraha, W. D., Matin, H. H. A., & Budiyo. (2017). Biogas production

kinetics from rice husk waste during solid state anaerobic digestion (SS-AD).  
*Advanced Science Letters*, 23(6), 5698–5700.  
<https://doi.org/10.1166/asl.2017.8806>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License

---