



## Mewujudkan Desa Gedangan sebagai desa mandiri energi melalui konversi energi biogas-listrik

Andi Widiyanto✉, Bagiyo Condro Purnomo

Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang, Indonesia

✉ [andi.widiyanto@ummgl.ac.id](mailto:andi.widiyanto@ummgl.ac.id)

 <https://doi.org/10.31603/ce.5299>

### Abstrak

Desa Gedangan sebagai sentra peternakan sapi perah memiliki banyak reaktor biogas yang dimanfaatkan untuk memasak dan untuk menyalakan lampu petromax. Kegiatan pengabdian masyarakat sebelumnya telah membangun tiga Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLT-Biogas) menghasilkan daya sebesar 15 kW namun belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Metode pendekatan yang digunakan adalah *Participatory Rural Appraisal* (PRA) untuk melibatkan peran masyarakat secara aktif dalam pelaksanaan kegiatan. Guna mengoptimalkan PLT-Biogas, tim pengabdian mengatur ulang alat dan mengganti UPS dengan *inverter* dan *accu charger*, lalu membuat jaringan listrik penerangan jalan supaya dimanfaatkan masyarakat luas. Langkah selanjutnya adalah pelatihan operasional dan perawatan untuk keberlangsungan pemanfaatan PLT-Biogas bagi masyarakat. Hasilnya, saat ini tahap awal energi listrik dimanfaatkan untuk penerangan jalan di dua dusun, termasuk freezer dan pompa air dengan potensi penghematan 2.775.6 kWh per tahun. Kegiatan pengabdian masyarakat ini dapat mengawali terwujudnya desa mandiri energi dengan memanfaatkan konversi energi biogas ke listrik.

**Kata Kunci:** Biogas; PLT-Biogas; Inverter; Desa mandiri energi

## *Realizing Gedangan Village as an energy self-sufficient village through biogas-electric energy conversion*

### Abstract

*Gedangan village, a dairy farming center, has many biogas reactors that are used for cooking and lighting petromax lamps. Previous community service activities resulted in the construction of three Biogas Power Plants (PLT-Biogas) capable of producing 15 kW of power but which were not fully utilized. Participatory Rural Appraisal (PRA) is the approach method used to actively involve the community in the program. To optimize the PLT-Biogas, the service team rearranges the equipment and replaces the UPS with an inverter and battery charger before constructing a street lighting electricity network that can be used by the entire community. The next step is to provide operational and maintenance training for the long-term use of PLT-Biogas. As a result, the initial stage of electrical energy is currently used for street lighting in two hamlets, as well as freezers and water pumps, with a potential savings of 2,775.6 kWh per year. By converting biogas energy to electricity, this community service activity can help to kickstart the realization of an energy self-sufficient village.*

**Keywords:** *Biogas; Biogas power plants; Inverter; Energy self-sufficient village*

# 1. Pendahuluan

---

Boyolali merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah dengan produk unggulan ternak sapi perah yang mencapai 87.793 ekor dan peternak sebanyak 35.165 orang (BPS, 2011) Sentra peternakan sapi perah tersebut terdapat di lima kecamatan yang salah satunya Kecamatan Cepogo. Di Kecamatan Cepogo terdapat 19.926 ekor sapi perah dengan jumlah peternak sebanyak 4.497 orang. Kemudian, Gedangan juga merupakan desa dengan jumlah ternak dan peternak yang cukup banyak yaitu 1.507 ekor sapi dan 295 peternak (Badan Pusat Statistik, 2020b).

Desa Gedangan terletak 14 km sebelah barat dari pusat kota Kabupaten Boyolali. Yang mana dihuni 4.258 jiwa ini, sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani dengan komoditas utama tembakau dan jagung serta budidaya ternak sapi perah. Hampir setiap kepala keluarga memiliki 2-4 ekor sapi, sehingga jumlah total sapi perah di desa ini sebanyak 1.507 ekor (Badan Pusat Statistik, 2020a)

Terdapat dua jenis reaktor biogas di KTT Tani Makmur yaitu reaktor yang terdiri dari dua kolam (dibangun kerja sama dengan Lembaga Pengembangan Teknologi Pertanian) yang dibangun sebelum tahun 2000 dan reaktor model satu kolam yang dibangun setelahnya. Energi biogas selama ini dipergunakan untuk memasak (Gambar 1) dan penerangan pada saat listrik PLN padam (Gambar 2).



Gambar 1. Biogas untuk memasak sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG



Gambar 2. Biogas sebagai bahan bakar menyalakan lampu petromax

Pemanfaatan biogas sebagai pengganti LPG di masyarakat sudah banyak dilakukan Oktavia & Firmansyah (2016), Semin, Fathallah, Cahyono, Ariana, & Sutikno (2014), dan Dewi & Kholik (2018). Selain itu, pemanfaatan biogas untuk penggerak motor telah dilakukan diantaranya yang dilakukan di KTT Bangun Rejo di Kabupaten

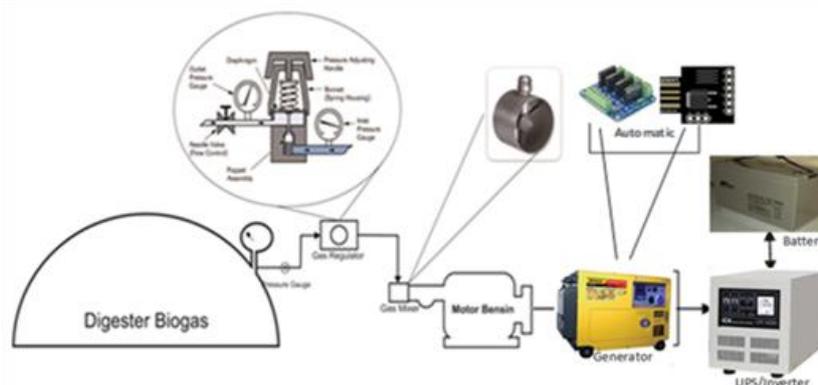
Semarang untuk mesin perajang rumput dengan efisiensi yang cukup besar. Dimana biasanya untuk merajang rumput sebanyak satu mobil picup selama 2 jam, dengan mesin perajang rumput ini hanya membutuhkan waktu 40 menit (Purnomo, Widiyanto, Munahar, & Purwantini, 2020). Pemanfaatan biogas yang lain digunakan sebagai sumber energi pendingin susu (Munahar, Purnomo, & Widiyanto, 2019).

Desa Gedangan memiliki potensi energi biogas yang cukup besar dengan banyaknya reaktor biogas. Berdasarkan potensi tersebut telah dilakukan kegiatan pengabdian masyarakat untuk mengubah energi biogas menjadi energi listrik (PLT-Biogas) di tiga lokasi dengan potensi energi dengan potensi daya 15 kW (Purnomo & Waluyo, 2017). Potensi energi listrik yang dihasilkan cukup besar hanya dimanfaatkan oleh peternak di tiga PLT-Biogas saja untuk proses pemeliharaan sapi memerlukan listrik seperti menyalakan pompa air, menggerakkan mesin pencacah rumput dan lain-lain. Permasalahan yang muncul adalah pemanfaatan potensi energi yang cukup besar tersebut belum dimanfaatkan secara optimal.

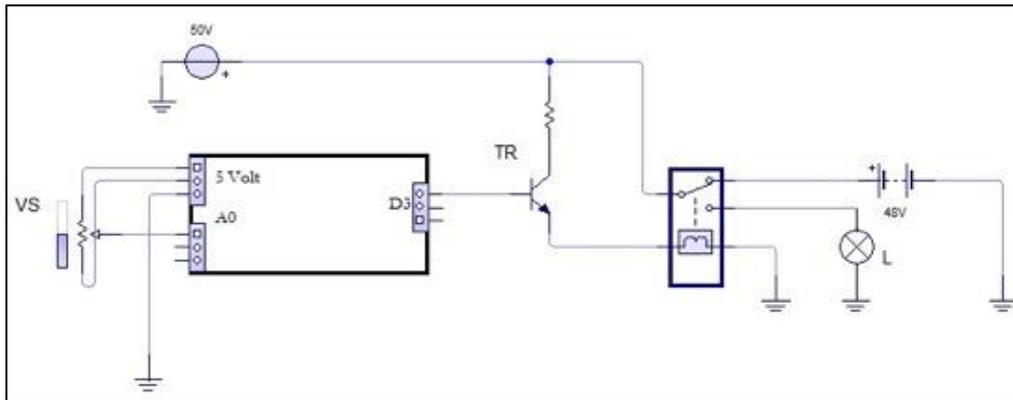
## 2. Metode

Penyelesaian permasalahan atau kendala yang dihadapi mitra secara umum menggunakan metode pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) yang melibatkan peran masyarakat secara aktif dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat meliputi empat (4) tahap, yaitu:

- a. Identifikasi permasalahan yang dihadapi Mitra.  
Tahap pertama ini dilakukan dengan melakukan observasi dan diskusi untuk mencari informasi dari peternak permasalahan yang dihadapi. Kemudian menentukan permasalahan utama yang dapat diselesaikan bersama-sama dengan peternak.
- b. Optimalisasi pemanfaatan PLT-Biogas  
Pada tahap ini diawali dengan menyesuaikan kembali PLT-Biogas diantaranya dengan pengamatan aliran biogas yang dihasilkan oleh bio-digester dan arus listrik yang dihasilkan untuk menyesuaikan settingan peralatan (Gambar 3 dan Gambar 4). Untuk mengoptimalkan pemanfaatan PLT-Biogas diperlukan instalasi listrik untuk penerangan jalan utama. Tim Pengabdian Unimma ikut serta dalam desain dan ikut terlibat dalam proses pemasangannya yang dilakukan oleh mitra.



Gambar 3. Desain instalasi dan peralatan penunjang PLT-Biogas



Gambar 4. Wiring diagram sistem *controller autostarting engine*

c. Pelatihan operasional dan perawatan

Pelatihan operasional dan perawatan sangat diperlukan untuk memastikan keberlanjutan kegiatan pengabdian pelatihan ini. Anggota karang taruna yang memiliki latar belakang pendidikan sekolah menengah kejuruan khususnya Teknik Mesin dan Teknik Listrik dibekali pelatihan cara mengoperasikan PLT-Biogas, perawatan mesin generator serta bagaimana memperbaiki apabila ada kerusakan.

d. Evaluasi kegiatan

Evaluasi kegiatan untuk *me-review* yang telah dilakukan sehingga dapat diketahui seberapa besar hasil yang telah dicapai, diketahui kekurangan dan kendala-kendala yang dihadapi sehingga dapat diambil langkah-langkah yang tepat untuk mengatasinya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian ini diawali dengan kegiatan Forum Group Discussion (FGD) observasi dan diskusi untuk mencari dan permasalahan yang dihadapi bersama pihak-pihak terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Propinsi Jateng, DLH Kabupaten Magelang, perangkat desa, perwakilan KTT Tani Makmur, perwakilan karang taruna dan masyarakat (Gambar 5). Dalam pertemuan tersebut pihak DLH Kabupaten menyampaikan bahwa Desa Gedangan akan mewakili Kabupaten Boyolali dalam Penghargaan Desa Mandiri Energi Tahun 2021 tingkat Provinsi Jawa Tengah, sehingga perlu diidentifikasi hal-hal terkait dengan indikator penilaiannya. DLH Propinsi Jawa Tengah lebih melakukan verifikasi keberadaan PLT-Biogas yang ada di Desa dan potensi pengembangannya ke depan. Dalam kesempatan tersebut pihak DLH Propinsi juga menyampaikan akan memberikan bantuan bio digester 20m<sup>2</sup> untuk memperbesar potensi daya listrik PLT-Biogas.

Ketua KTT Tani Makmur Bapak Sutardi menyampaikan bahwa listrik di tiga tempat (Bp. Supomo, Bp. Sutardi, Bp. Wiyono) saat ini hanya digunakan oleh pemilik peternakan saja, dan ingin dapat dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat. Bapak Supomo selaku sekretaris untuk tahap pertama listrik penerangan jalan umum (PJU) dan lorong-lorong desa menggunakan listrik dari PLT-Biogas. Disampaikan pula kadang-kadang generator susah untuk menyala dan setelah di bongkar saluran pembakaran terdapat banyak air.



Gambar 5. FGD dengan pihak terkait

Berdasarkan identifikasi masalah dan prioritas yang akan diselesaikan, tahap kedua dilakukan penyesuaian kembali peralatan yang ada di PLT-Biogas. *Generator* berbahan bakar biogas karakteristiknya sangat berbeda bahan bakar. Komponen utama *gasoline* adalah *iso-octana*, sedangkan biogas adalah gas *metana* (Elizabeth & Rusdiana, 2018; A. Petersson, 2014). Perbedaan lain secara fisik antara lain *flash point*, temperatur *auto-ignition*, kecepatan rambat pembakaran juga berbeda antara biogas dan *gasoline* (Wiratmaja, 2010).

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan beberapa modifikasi seperti penyetelan *timing ignition* dimajukan supaya pembakaran rendah karena kecepatan rambat pembakaran biogas yang lebih rendah dibandingkan dengan *gasoline*, dengan cara menggeser *pulser* pengapian berlawanan dengan arah putar *rotor*. Dengan pemajuan saat pengapian ini maka pembakaran akan berlangsung dengan tuntas sehingga energi yang dihasilkan akan menjadi lebih besar (Purnomo et al., 2020).

PLT-Biogas menyimpan energi listrik saat generator menyala menggunakan 4 buah *accu*, dan untuk mensupply listriknya menggunakan *Uninterruptible Power System* (UPS). UPS digunakan untuk proses *accu charging* dan juga *inverter* arus listrik dari DC ke AC 220V. Hasil pengukuran beban arus listrik saat menunjukkan bahwa 300 watt dikonsumsi oleh UPS itu sendiri. Untuk efisiensi penggunaan daya listrik maka UPS diganti dengan *inverter* dan *charger accu* (Gambar 6 dan Gambar 7).



Gambar 6. Pengukuran & setting ulang peralatan



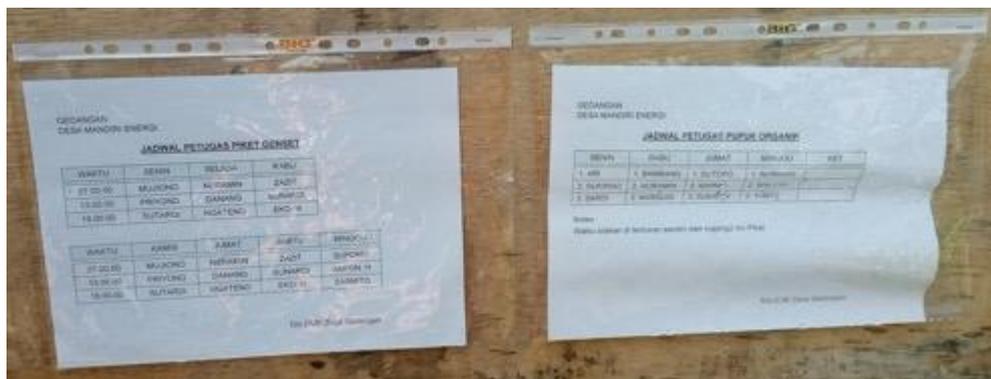
Gambar 7. Pemasangan dan penyesuaian Inverter - Charger

Biogas selain mengandung gas metana ( $CH_4$ ) juga terdapat Karbondioksida ( $CO_2$ ), hidrogen ( $H_2$ ), hydrogen sulfida ( $H_2S$ ) dan amonia ( $NH_3$ ). Dalam proses kimia dan kondisi lingkungan sehingga muncul air ( $H_2O$ ) yang dalam jumlah tertentu dapat menghambat proses pembakaran pada generator. Untuk memurnikan biogas sehingga hanya gas metana saja yang masuk ke ruang bakar generator membutuhkan *biogas purifier*. Biogas purifier yang benar-benar bagus menurut penelusuran Tim, bahwa masih dalam proses penelitian beberapa universitas seperti Universitas Gadjah Mada, sehingga tim membuat alat untuk menangkap air, berupa box filter udara yang berisi bahan penyerap air sebelum masuk ke generator (Gambar 8), dan untuk membersihkannya sekaligus piket mengecek genset dibuat jadwal seperti Gambar 9.



BOX FILTER UDARA

Gambar 8. Box filter udara untuk menyerap air



Gambar 9. Jadwal piket di PLT-Biogas

Untuk mengoptimalkan daya listrik di PLT-Biogas pada tahap pertama digunakan untuk penerangan jalan utama (PJU) serta lorong-lorong desa. 3 PLT-Biogas terletak di 2 dusun yaitu dusun Dangean dan Babatan, sehingga untuk pemasangan jaringan listrik dan instalasi PJU di kedua dusun. Hasil desain dan kesepakatan dengan warga, kabel dipasang pada pinggir saluran air (talut) dan jika menyeberang jalan dipasang pipa tanam ([Gambar 10](#)).



[Gambar 10](#). Proses pemasangan jaringan lampu jalan

Tahap ketiga dilaksanakan Pelatihan operasional dan perawatan PLT-Biogas untuk memastikan keberlanjutan kegiatan pengabdian masyarakat ini. Anggota karang taruna yang memiliki latar belakang pendidikan sekolah menengah kejuruan khususnya Teknik Mesin dan Teknik Listrik dibekali pelatihan cara mengoperasikan PLT-Biogas, perawatan mesin generator serta bagaimana memperbaiki apabila ada kerusakan. Para peserta dilatih untuk membongkar dan pasang sendiri generator ([Gambar 11](#)) dan juga mengoperasikan dan *troubleshooting* jika ada masalah ringan PLT-Biogas ([Gambar 12](#)).



[Gambar 11](#). Pelatihan perawatan dan memperbaiki generator



Gambar 12. Pelatihan pengoperasian & Troubleshooting PLT-Biogas

Tahap akhir kegiatan ini adalah evaluasi kegiatan yang telah dicapai dari kegiatan ini, yaitu dengan optimalisasi pemanfaatan PLT-Biogas adalah listrik yang dihasilkan digunakan untuk 36 titik PJU (@ 10 watt) di dua dusun, 1 unit freezer untuk menyimpan susu & produk olahan seperti tahu susu, yogurt, keju dan lainnya, dan 3 mesin pompa air (Gambar 13). Listrik PLT-Biogas yang dihasilkan memberikan dampak penghematan energi listrik jika di konversikan dalam bentuk potensi penghematan ekonomi kurang lebih seperti yang tersaji pada Tabel 1.



Gambar 13. Pemanfaatan listrik dari PLT-Biogas

Tabel 1. Potensi penghematan ekonomi pemanfaatan listrik PLT-Biogas (per tahun)

Peralatan	Potensi penghematan
1. 36 titik PJU @ 10 watt menyala 12 jam	= 36 x 10 watt x 12 jam x 30 hari x 12 bulan = 1.555,2 kWh x Rp. 1.352 *) = Rp. 2.102.630,-
2. 1 Freezer 110 watt menyala terus	= 1 x 110 watt x 24 jam x 30 hari x 12 bulan = 950,4 kWh x Rp. 1.352 *) = Rp. 1.284.940,-
3. 3 pompa air 125 watt menyala pagi & sore sekitar 2 jam	= 3 x 125 watt x 2 jam x 30 hari x 12 bulan = 270 kWh x Rp. 1.352 *) = Rp. 365.040,-
Jumlah potensi penghematan	<b>Rp. 3.752.610 (2.775,6 kWh)</b>

\*) Asumsi 1 kWh = Rp. 1.352. (900 VA)

## 4. Kesimpulan

Kegiatan Pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk mengoptimalkan pemanfaatan PLT-Biogas dapat memberikan manfaat lebih luas kepada masyarakat Desa Gedangan. PLT-Biogas diatur ulang dan diganti beberapa peralatan sehingga saat ini Energi listrik yang dihasilkan dimanfaatkan untuk penerangan lampu jalan, freezer dan pompa air pada tahap awal dengan potensi penghematan yang cukup besar. Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa Desa Mandiri Energi mulai terwujud dengan mengoptimalkan PLT-Biogas hasil konversi energi biogas menjadi listrik oleh masyarakat.

## Daftar Pustaka

- A. Petersson, A. W. (2014). "Biogas upgrading technologies - developments and innovations", *IEA Bioenergy. IEA Bioenergy*, (August), 21.
- Badan Pusat Statistik. (2020a). *Kabupaten Boyolali Dalam Angka 2020*.
- Badan Pusat Statistik. (2020b). *Kecamatan Cepogo Dalam Angka 2020*.
- Dewi, R. P., & Kholik, M. (2018). Kajian Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Salah Satu Sumber Energi Alternatif di Wilayah Magelang. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(1), 8-14. <https://doi.org/10.31002/jom.v2i1.804>
- Elizabeth, R., & S.Rusdiana. (2018). Efektivitas Pemanfaatan Biogas Sebagai Sumber Bahan Bakar Dalam Mengatasi Biaya Ekonomi Rumah Tangga Di Perdesaan. *Jurnal Ekonomi*, 220-234.
- Munahar, S., Purnomo, B. C., & Widiyanto, A. (2019). Implementasi Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Pendingin Susu Di Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali. *JATI EMAS (Jurnal Aplikasi Teknik Dan Pengabdian Masyarakat)*, 3(2), 149. <https://doi.org/10.36339/je.v3i2.222>
- Oktavia, I., & Firmansyah, A. (2016). Pemanfaatan Teknologi Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif di Sekitar Wilayah Operasional PT. Pertamina Asset 2 Prabumulih Field. *Jurnal Resolusi Konflik, CSR Dan Pemberdayaan (CARE)*, 1(1), 32-36.
- 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.
- Purnomo, B. C., Widiyanto, A., Munahar, S., & Purwantini, A. H. (2020). Implementasi Energi Biogas Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Kabupaten Boyolali. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 219-228.
- Semin, Fathallah, A. Z. M., Cahyono, B., Ariana, I. M., & Sutikno. (2014). Kajian Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Bahan Bakar Biogas Murah Dan Terbarukan Untuk Rumah Tangga Di Boyolali. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 11(2), 212-220. Retrieved from [seminits@yahoo.com](mailto:seminits@yahoo.com)
- Wiratmaja, I. (2010). Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 4(2).



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