



Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Untuk Mesin Pengupas Kulit Kacang Berbasis IoT di Desa Pattiro Deceng Kabupaten Maros

Syahrul Mustafa¹, Yudhi²

¹Politeknik Bosowa, Makasar

²Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email: Syahrulmustafa@politeknikbosowa.ac.id

Received: 7 Agustus 2026; Received in revised form: 9 Agustus 2026; Accepted: 9 Agustus 2026

Abstract

Along with population growth and the improvement of the community's economic status, energy demand continues to surge. The high dependence on natural resources such as oil, gas, and coal drives the urgency of developing alternative energy to ensure the fulfillment of human needs in the future. One potential solution is the utilization of biogas from cow manure waste, which is anaerobically processed into ready-to-use fuel for daily activities. This study aims to optimize the biogas storage facility owned by a partner from the Toba farmers group in Maddenge Hamlet, Pattiro Deceng Village, Maros Regency, as an energy source to drive a generator set (genset). The generated electricity is then allocated to operate a peanut peeling machine, considering that the majority of the local community works as peanut farmers who require work efficiency in the post-harvest process. The methodology for testing the biogas genset was conducted under two conditions, namely no-load and with the mechanical load of the peeling machine, at a constant gas pressure of 0.4 bar. In addition to analyzing generator rotation parameters to determine the optimal operational ratio, this study also tested the accuracy of an Internet of Things (IoT)-based electrical power monitoring system by comparing it against a conventional multimeter measuring tool. The comparison results showed a current value variation of up to 5% between the two measuring devices, which serves as an important reference in optimizing the performance and real-time monitoring of the biogas-based power generation system.

Keywords: biogas; generator set; electrical power monitoring; IoT

Abstrak

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan taraf ekonomi masyarakat, kebutuhan akan energi terus mengalami lonjakan. Ketergantungan yang tinggi pada sumber daya alam seperti minyak, gas, dan batu bara mendorong urgensi pengembangan energi alternatif guna menjamin pemenuhan kebutuhan manusia di masa depan. Salah satu solusi potensial adalah pemanfaatan biogas dari limbah kotoran sapi yang diproses secara anaerobik menjadi bahan bakar siap pakai untuk aktivitas sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan fasilitas penampungan biogas milik mitra dari kelompok tani Toba di Dusun Maddenge, Desa Pattiro Deceng, Kabupaten Maros, sebagai sumber energi penggerak generator set (genset). Energi listrik yang dihasilkan kemudian dialokasikan untuk mengoperasikan mesin pengupas kulit kacang tanah, mengingat mayoritas masyarakat setempat berprofesi sebagai petani kacang yang membutuhkan efisiensi kerja dalam proses pascapanen. Metodologi pengujian genset biogas dilakukan dalam dua kondisi, yaitu tanpa beban dan dengan beban mekanis mesin pengupas, pada tekanan gas konstan sebesar 0,4 bar. Selain menganalisis parameter putaran generator untuk menentukan rasio operasional yang optimal, penelitian ini juga menguji akurasi sistem pemantauan daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan membandingkannya terhadap alat ukur multimeter konvensional. Hasil komparasi menunjukkan adanya variasi nilai arus hingga 5% pada kedua perangkat ukur tersebut, yang menjadi acuan penting dalam optimalisasi performa dan monitoring sistem pembangkit listrik berbasis biogas secara *real-time*.

Kata Kunci: biogas; generator set; monitoring daya listrik; IOT

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan pasokan energi global terus mengalami lonjakan yang signifikan seiring dengan pesatnya pertumbuhan populasi penduduk dan peningkatan taraf perekonomian masyarakat. Di Indonesia, fenomena ini memicu kekhawatiran karena ketersediaan cadangan bahan bakar fosil, khususnya Bahan Bakar Minyak (BBM)[1][2]. Salah satu solusi potensial adalah pengembangan teknologi biogas. Biogas merupakan gas kaya metana yang diperoleh melalui fermentasi anaerobik bahan organik seperti tanaman (eceng gondok, sisa sayuran, ampas kelapa, dedaunan) maupun feses makhluk hidup (manusia, sapi, kerbau, kuda, babi, dan ayam). Keunggulan penggunaan bahan baku berupa tinja atau kotoran ternak adalah keberadaan bakteri pengurai alami yang sudah terkandung di dalamnya secara melimpah, sehingga tidak memerlukan penambahan inokulan bakteri eksternal[3][4][5].

Potensi pengembangan energi terbarukan ini sangat relevan dengan kondisi demografis di lokasi pengabdian, tepatnya di Dusun Maddenge, Desa Pattiro Deceng, Kecamatan Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Sebagai desa definitif yang telah dikategorikan mandiri (desa swasembada), Desa Pattiro Deceng memiliki luas wilayah sebesar 13,47 km² dengan populasi sebanyak 504 jiwa yang terbagi ke dalam 119 Kepala Keluarga (KK). Mayoritas masyarakat di desa ini menggantungkan mata pencahariannya pada sektor peternakan hewan besar, khususnya sapi dan kerbau. Berdasarkan pemaparan dari Bapak Muhammad As'ad selaku Ketua Kelompok Tani Toba Dusun Maddenge, wilayah ini sebenarnya telah mendapatkan stimulus berupa program bantuan dari Pemerintah Provinsi berupa infrastruktur reaktor biogas berjenis *Unit Continuous Longitudinal Plate Digester Tank Reactor* (CLPDTR). Saat ini, terdapat sekitar 4 unit reaktor BIODIGESTER yang tersebar di beberapa KK. Kendati demikian, pemanfaatan gas metana yang dihasilkan sejauh ini masih sangat terbatas, yakni hanya diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar kompor memasak di dapur domestik[6][7][8].

Untuk memaksimalkan kapasitas produksi dan efisiensi waktu, intervensi teknologi mekanisasi berupa mesin pengupas kulit kacang tanah sangat mendesak untuk diimplementasikan. Penggunaan alat mekanis ini terbukti mampu mempercepat pemrosesan pasca-panen secara signifikan, sehingga kelompok tani dapat memenuhi lonjakan permintaan pasar, terutama menjelang hari-hari besar keagamaan. Namun, penerapan teknologi ini membentur kendala teknis yang cukup krusial: alat pengupas kulit kacang tanah membutuhkan konsumsi daya listrik yang besar, yakni mencapai 1.500 Watt untuk sekali pengoperasian. Kebutuhan daya tersebut melampaui kapasitas listrik terpasang di rumah-rumah warga Desa Pattiro Deceng yang rata-rata hanya memiliki daya sebesar 900 VA per KK[9].

Melalui kegiatan ini, penulis bermaksud mengoptimalkan pemanfaatan limbah kotoran ternak sebagai input bahan baku pada reaktor Biodigester guna memproduksi biogas secara kontinu. Biogas yang diproduksi tidak lagi sekadar dialirkan ke kompor, melainkan dikonversi menjadi bahan bakar alternatif untuk menggerakkan unit genset modifikasi berkapasitas daya listrik keluaran 2.300 Watt. Energi listrik dari genset biogas inilah yang akan menyuplai kebutuhan daya motor listrik 2 Horse Power (HP) berkecepatan 2.800 RPM (daya 1.500 Watt) sebagai penggerak utama pada mesin pengupas kulit kacang tanah[10].

2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan kegiatan ini tidak dapat berjalan dengan baik tanpa adanya dukungan mitra yaitu Kelompok Tani Toba yang perannya dalam kegiatan ini sangat besar berupa penyediaan sumber daya Biodigester serta keinginan masyarakat untuk efisiensi proses pengupasan kulit kacang. Keberlanjutan program ini juga diharapkan bahwa biogas maupun mesin pengupas kulit kacang dapat digunakan juga oleh mahasiswa dalam rangka kegiatan penelitian untuk semakin memperluas keberlanjutan kegiatan ini dan transfer pengetahuan serta teknologi tepat guna langsung kepada masyarakat.

Penelitian ini dilakukan dengan tiga Metode penelitian Experimental ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu pra lapangan, lapangan dan tahap pengolahan data yaitu : Pra Lapangan, Kajian pustaka, Interpretasi reaktor biogas dari manual konstruksi, Lapangan, Pengambilan data primer reaktor biogas, Pengamatan reaktor biogas, Wawancara kepada pengguna biogas Pengambilan data, Pengujian Alat, Monitoring daya. Skema Instalasi dapat dilihat pada Gambar 1.

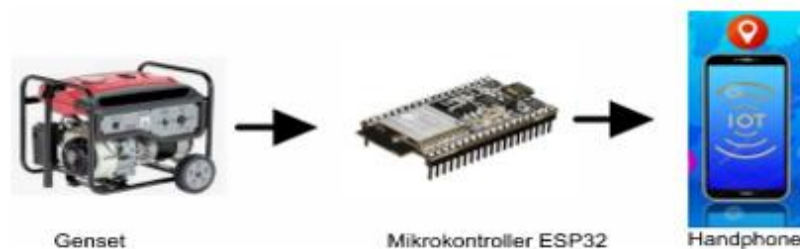


Gambar 1. Skema Instalasi Proses penelitian

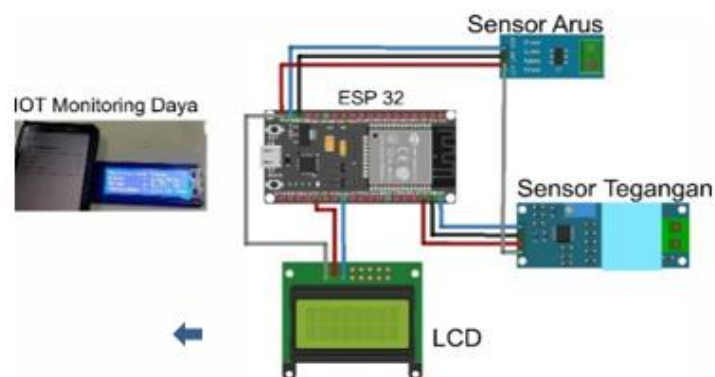
Pada Gambar 1 menjelaskan Perubahan biogas menjadi energi listrik dilakukan dengan memasukan Limbah kotoran sapi ke unit Biodigester setelah terjadi proses penguraian sehingga menghasilkan biogas dialiri ke pipa aliran masuk ke converter yang berfungsi menurunkan tekanan gas dari tabung sesuai dengan tekanan operasional mesin dan mengatur debit gas yang bercampur dengan udara didalam motor bakar, dari motor bakar bersama dengan udara masuk ke dalam mesin dan terjadi pembakaran yang akan menghasilkan daya untuk menggerakan generator yang menghasilkan energi Listrik yang di salurkan ke Motor Listrik untuk menggerakan mesin pengupas kacang tanah dan dapat di amati pada system monitoring daya Listrik IOT.

2.1 Desain sistem monitoring daya

Alat yang di gunakan pada penelitian ini adalah generator set, monitoring daya berbasis iot. Sistem Monitoring daya berbasis IOT menggunakan Mikrokontroller ESP 32 sebagai kontrol central yang terhbung sensor arus, sensor tegangan dan sistem monitoring daya. Mikrokontroller ESP32 ini sudah tersedia modul wifi dan ditambah dengan Bluetooth dalm chip sehingga sangat mendukung dan dapat menjadi pilihan bagus untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things (IOT). Skema instalasi alat sistem monitorong daya listrik IOT dapat di lihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Skema Instalasi Monitoring daya listrik IOT



Gambar 3. Skema Instalasi Alat Sistem Monitoring Daya IOT

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi

Lokasi penelitian di Desa Pattiro Deceng yang berada di wilayah Kecamatan Camba, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Desa Pattiro Deceng berstatus sebagai desa definitif dan tergolong pula sebagai desa swasembada. Desa Pattiro Deceng memiliki luas wilayah 13,47 km² dan jumlah penduduk sebanyak 503 jiwa. Mayoritas penduduk memiliki latar belakang pendidikan antara tamat SD-SLTA Warga Desa Pattiro Deceng Kabupaten Maros kebanyakan memelihara Hewan ternak terkhususnya Sapi dan Kerbau.



Gambar 4. Pelaksanaan Pengoprasian Genset Biogas ke Mesin Pengupas Kacang Tanah

3.2 Populasi Sapi di Desa Monapa

Populasi sapi di Desa Monapa yang limbah kotorannya dimanfaatkan sebagai bahan penghasil energi biogas berjumlah 7 ekor. Rata-rata kotoran sapi tiap harinya 15 Kg / hari

3.3 Spesifikasi BioDigester

Digester biogas yang di gunakan pada penelitian ini yaitu dengan tipe digester BD 3000 L di buat dari Cor Semen dengan ketebalan dinding 100 mm. kapasitas input material 3 m3 memiliki dimensi diameter 160cm dan tinggi 204 cm.



Gambar 5. Penampungan Biodigester

Penampungan biogas dengan menggunakan bahan plastic Terpaulin dengan ketebalan 3 mm.



Gambar 6. Penampungan Gas Metan

Kapasitas pengadukan PLT Biogas Desa Monapa mampu menampung kotoran sapi sebanyak 1:1 bahan penghasil biogas di setiap 4 harinya untuk menghasilkan gas bio. Dalam 1 arko kotoran sapi dibutuhkan sekitar 60 kg kotoran sapi dan 60 liter air setiap 4 hari. Sehingga konsumsi kotoran sapi setiap harinya adalah: $60\text{kg} : 4 \text{ hari} = 15 \text{ kg/hari}$.



Gambar 7. Tempat Pengadukan Kotoran Sapi

3.4 Permasalahan dan Solusi yang diberikan

Pada Kelompok Tani Toba di Desa Pattiro Deceng Kabupaten Maros setelah dilaksanakan kunjungan awal serta diskusi bersama dengan beberapa masarakat, didapatkan beberapa permasalahan yang dikemukakan akan tetapi melalui kegiatan ini akan fokus pada hal mendasar yaitu bidang produksi yang diharapkan dapat membantu langkah awal masyarakat untuk melaksanakan produksi kacang dengan lebih efisien.

Tabel 1. Masalah, Solusi dan Target Penyelesaian

Permasalahan	Solusi	Target Penyelesaian Luaran
Pengupasan hasil panen kacang tanah masih menggunakan tangan sehingga terdapat keterbatasan jumlah kacang tanah yang dihasilkan	Perpindahan proses pengupasan kulit kacang dari manual ke masinal, menjadikan proses pengupasan kulit kacang sebagai sumber penghasilan masyarakat menjadi efisien. Penggunaan mesin pengupas kulit kacang berkapasitas 30 kg/jam yang dinyalakan dengan genset bahan bakar biogas berasal dari kotoran sapi. Alat pengupas kulit kacang merupakan jenis alat dengan daya listrik 1500 watt menggunakan motor listrik sebagai motor penggerak.	Dapat menghasilkan alat pengupas kulit kacang tanah dengan motor listrik 1 fasa, daya listrik 1500 watt dengan kemampuan pengupasan 30 kg/jam yang dinyalakan melalui genset berbahan bakar biogas
Minimnya pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar alternatif untuk kepentingan kelompok tani	Penggunaan genset untuk menyalakan alat pengupas kacang karena warga terkendala dengan minimnya daya listrik pada rumah-rumah. Adanya unit Bidigester yang menghasilkan bahan bakar biogas ang ditampung pada gas holder dan dialirkan ke beberapa rumah warga untuk menyalakan kompor gas. Pada kenyataannya biogas memiliki potensi menjadi bahan bakar alternatif untuk menyalakan genset dengan kapasitas 2300 watt. Keberadaan Genset biogas dapat dimanfaatkan oleh masyarakat tidak hanya menyalakan mesin pengupas kulit kacang akan tetapi untuk kebutuhan sehari-hari terkhusus pada kegiatan yang membutuhkan sumber daya listrik.	Dihasilkan 1 unit genset dengan bahan bakar biogas dengan daya 2300 watt. Genset akan dihubungkan dengan motor listrik mesin pengupas kacang tanah.

3.5 Genset Dengan Sistem Monitoring Daya Listrik IOT Untuk Mesin Pengupas Kulit Kacang

Proses pengujian mesin generator set langkah pertama yang di lakukan adalah mengubah bahan bakar Pertalite menjadi bahan bakar gas yang melalui proses tahapan modifikasi dengan mengganti karburator generator set dengan converter kit pada mesin generator set. Kaburator yang awalnya di gunakan pada bahan bakar minyak (Pertalite) setelah dimodifikasi dengan menggunakan Karburator biogas (konverter kit biogas) dapat di gunakan untuk bahan bakar gas sehingga mesin generator set dapat di gunakan dan bisa beroperasi dengan menggunakan bahan bakar Biogas, Spesifikasi Genset dengan Daya Listrik 2300 Watt Honda Type Elemex .Spesifikasi sistem Monitoring Daya Listrik berbasis IOT memakai Mikrokontroller ESP32, Sensor Arus, Sensor Tegangan dan dikoneksikan dengan IOT Handphone sebagai Penghubung IOT. Kemudian di hubungkan ke beban motor 1 fasa 1500 Watt sebagai penggerak mesin pengupas kulit kacang.



Gambar 8. Desain dan Mesin Pengupas Kulit Kacang

3.6 Pengujian Beban generator tidak berbeban dan tidak berbeban pada mesin pengupas kulit kacang

Hasil Pengujian Generator Set Biogas di Desa Pattiro Deceng, dengan pengujian tekanan gas yang mampu menyalakan generator set biogas dengan tekanan sebesar 0,4 bar. Pengujian Tanpa Beban dan Berbeban menggunakan Mesin Pengupas kacang tanah dan membandingkan hasil pengukuran monitorin daya listrik IOT dengan alat ukur Multimeter. Mengukur RPM generator tanpa beban dan berbeban pada gambar 9.

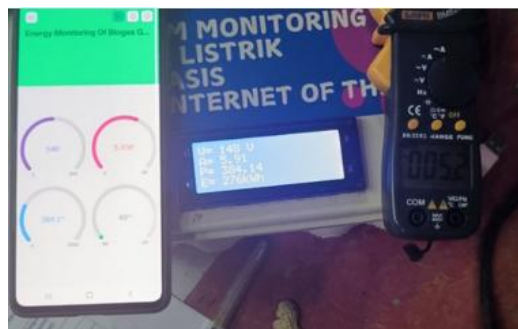


Gambar 9. Pengujian Tanpa Beban Generator Set

Pada gambar 9 menjelaskan Pengujian dilakukan memakai alat ukur Tachometer dengan mengoprasikan genset biogas tanpa beban dengan Putaran generator 4282 RPM.



Gambar 10. Pengujian Tanpa Beban Generator set membandingkan monitoring daya listrik IOT dan Amperemeter



Gambar 11. Pengujian dengan Beban Generator set memakai mesin pengupas kulit kacang membandingkan monitoring daya listrik IOT dan Amperemeter



Gambar 12. Grafik kinerja Genset Biogas yang Terkoneksi Mesin Pengupas Kulit Kacang Tanah

Pada Gambar 12 menjelaskan bahwa Grafik pengukuran dengan memakai alat ukur amperemeter dan Sistem Monitoring Daya Listrik IOT mempunyai nilai arus dan tegangan. Setelah Uji coba dapat disimpulkan bahwa Rasio optimal pada percobaan ditentukan dengan parameter putaran generator tanpa beban dan berbeban yang bertujuan mengidentifikasi penggunaan genset biogas agar lebih optimal serta perbandingan pengukuran sistem monitoring daya listrik IOT dengan alat ukur Multimeter yang nilai output Arus bervariasi mencapai range 5 %.

4 SIMPULAN

Pemanfaatan biogas kini terus dikembangkan sebagai alternatif terbaru untuk bahan bakar pembangkit listrik, di mana potensinya dinilai jauh lebih efektif jika diterapkan di wilayah pedesaan yang memiliki sektor peternakan melimpah sebagai sumber energi terbarukan. Salah satu implementasi nyata berlangsung melalui uji coba genset biogas di Desa Pattiro Deceng, Kabupaten Maros. Program ini memberikan dampak yang sangat bermanfaat bagi warga setempat, mengingat unit biogas yang ada selama ini instalasinya hanya terbatas untuk keperluan memasak saja. Dalam pengujian teknisnya, diketahui bahwa daya listrik yang dihasilkan oleh genset biogas tersebut sangat dipengaruhi oleh besarnya putaran RPM, baik pada kondisi tanpa beban maupun saat diberi beban. Untuk memastikan efisiensi sistem, dilakukan pula perbandingan pengukuran antara sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan alat ukur Multimeter konvensional. Hasil pengujian menunjukkan performa monitoring yang akurat dengan variasi nilai output arus yang sangat aman, yakni hanya mencapai *range* 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pungut And Dominggos, "Modifikasi Generator Listrik (Genset) Menggunakan Bahan Bakar Biogas Untuk Penerangan Lampu Jalan Oleh : Pungut *) Dan Dominggos **)," *J. Tek.*, Vol. 10, No. 01, Pp. 50–58, 2012.
- [2] Ansori, "Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik Berskala Rumah Tangga Andar," *Pap. Knowl. Towar. A Media Hist. Doc.*, Vol. 3, No. April, Pp. 49–58, 2015.
- [3] Mujahidah, Mappiratu, And R. Sikanna, "Kajian Teknologi Produksi Biogas Dari Sampah Basah Rumah Tangga," *J. Nat. Sci.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 25–34, 2013.
- [4] A. Subagio, K. Adi, B. W. H. E. Prasetyono, B. I. M. Tampoebolon, And E. Yohana, "Potensi Energi Listrik Dari Konversi Biogas Di Kampung Tematik Sapi Perah Desa Gedawang Kecamatan Banyumanik Kota Semarang," *Pasopati*, Vol. 2, No. 1, Pp. 36–42, 2020.
- [5] J. Xuan, M. K. H. Leung, D. Y. C. Leung, And M. Ni, "A Review Of Biomass-Derived Fuel Processors For Fuel Cell Systems," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, Vol. 13, No. 6–7, Pp. 1301–1313, 2009, Doi: 10.1016/J.Rser.2008.09.027.
- [6] Digital Desa, "Website Desa Pattiro Deceng Kab Maros," Pemerintah Kabupaten Maros. [Online]. Available: <https://Profil.Digitaldesa.id/Pattirodeceng-Maros>
- [7] M. N. Syahrul Mustafa, "Optimalisasi Unjuk Kerja Genset Memakai Sistem Monitoring Daya Berbasis Iot Berbahan Bakar Biogas Pada Unit Clpdr Desa Pattiro Deceng Kabupaten Maros," *J. Instek*, Vol. 8 No 1, No. 2, Pp. 56–65, 2023, Doi: <https://doi.org/10.24252/Instek.V8i1.36721>.
- [8] S. Mustafa, S. N. Fitri, And A. Mushaddiq, "Efisiensi Konsumsi Gas Sebagai Pembangkit Energi Listrik Pada Mesin Generator Set," *J. Electr. Engineering*, Vol. 2, No. 2, Pp. 94–99, 2021.
- [9] Nilam Anisyati Arwinni, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Dan Pendapatan Usahatani Kacang Tanah Di Kecamatan Camba Kabupaten Maros," 2016.
- [10] W. Robbani, "Studi Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Biogas Di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta," P. 38, 2018.