

DESAIN PROTOTIPE ALAT PRODUKSI BIOGAS BERBAHAN DASAR LIMBAH ORGANIK DENGAN MONITORING

Muhammad Lukman Hakim¹, Eki Kurniawan², Jangkung Raharjo³

^{1,2,3} Universitas Telkom

mlukmanhakim@student.telkomuniversity¹, ekkikurniawan@telkomuniversity.ac.id², jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan sistem instalasi dan pengkabelan yang efisien untuk aplikasi produksi biogas dari limbah organik. Biogas, sebagai sumber energi berkelanjutan, telah mendapatkan perhatian yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Fokus utama dari penelitian ini adalah mengembangkan solusi yang dapat meningkatkan efisiensi produksi biogas dengan mempertimbangkan aspek instalasi yang tepat dan pengkabelan yang handal. Dalam penelitian ini, tahap perancangan mencakup pemilihan komponen utama, seperti reaktor biogas, pengaduk, pemanas, dan sistem pemantauan. Instalasi yang optimal dari komponen-komponen ini menjadi aspek penting dalam mencapai produksi biogas yang konsisten dan efisien. Selain itu, tata letak pengkabelan yang baik dan aman menjadi pertimbangan esensial untuk mengurangi gangguan dan risiko kegagalan sistem. Metode simulasi komputer digunakan untuk menganalisis kinerja sistem instalasi dan pengkabelan yang diusulkan. Hasil simulasi menggambarkan distribusi aliran gas yang optimal, suhu yang sesuai, dan efisiensi keseluruhan yang ditingkatkan. Selain itu, pendekatan pemantauan berbasis sensor dikembangkan untuk memonitor kondisi operasional sistem secara real-time. Pada perancangan ini dapat diimplementasikan pada aplikasi produksi biogas dari limbah organik. Diharapkan bahwa solusi ini dapat memberikan kontribusi pada perkembangan teknologi biogas yang berkelanjutan dengan mengoptimalkan aspek instalasi dan pengkabelan secara holistik.

Kata Kunci : instalasi, pengkabelan, perancangan sistem, monitoring berbasis sensor

Abstract

This research discusses the design of efficient installation and wiring systems for biogas production applications from organic waste. Biogas, as a sustainable energy source, has gained significant attention in recent years. The main focus of this research is to develop solutions that can improve the efficiency of biogas production by considering the aspects of proper installation and reliable wiring. In this study, the design phase includes the selection of key components, such as biogas reactors, stirrers, heaters, and monitoring systems. Optimal installation of these components is an important aspect of achieving consistent and efficient biogas production. In addition, a good and safe cabling layout is an essential consideration to reduce interference and risk of system failure. Computer simulation methods are used to analyze the performance of the proposed installation and wiring system. The simulation results illustrate optimal gas flow distribution, appropriate temperature, and improved overall efficiency. In addition, a sensor-based monitoring approach was developed to monitor the operational condition of the system in real-time. In this design, it can be implemented in biogas production applications from organic waste. It is expected that this solution can contribute to the sustainable development of biogas technology by optimizing the installation and wiring aspects holistically.

Keywords: installation, wiring, system design, sensor-based monitoring

I. PENDAHULUAN

Peningkatan kesadaran akan isu lingkungan dan keberlanjutan telah mendorong pergeseran signifikan dalam cara kita memandang sumber energi. Dalam beberapa tahun terakhir, biogas telah muncul sebagai salah satu alternatif yang menjanjikan dalam mendukung kebutuhan energi berkelanjutan. Biogas, yang dihasilkan melalui proses dekomposisi mikroba limbah organik, tidak hanya merupakan sumber energi bersih, tetapi juga membantu mengurangi dampak lingkungan negatif dari limbah organik yang terbengkalai. Kegunaan potensial biogas meliputi pembangkitan listrik, pemanasan, dan bahkan penggunaan sebagai bahan bakar kendaraan [1].

Menurut Tchobanoglous pada tahun 1993, sampah organik umumnya memiliki kemampuan alami untuk mengalami pelapukan oleh mikroorganisme, seperti sisa-sisa makanan, sayuran, dan buah-buahan yang tidak terpakai, kotoran, bahan-bahan seperti kain, karet, serta sampah dari halaman. Dalam kondisi alami, komponen-komponen ini dapat terurai dengan mudah melalui berbagai faktor seperti interaksi fisik dan kimia, serta aktivitas enzim yang terdapat dalam sampah itu sendiri dan juga yang dihasilkan oleh organisme yang hidup dalam sampah tersebut. Menurut Simamora, Biogas merupakan hasil dari fermentasi bahan organik dalam kondisi anaerob, yang menghasilkan campuran gas, di mana gas metana (CH₄) dan gas karbon dioksida (CO₂) menjadi komponen utama dari bahan bakar gas ini.[2]. Sistem ini banyak digunakan dalam

aplikasi pengolahan dan distribusi cairan yang digunakan hampir pada semua industri proses [3], seperti sistem pengendalian tinggi air dalam tangki penyimpanan, sistem distribusi air, dan banyak lagi [4].

Pemodelan dan pengendalian memiliki peran sentral dalam sistem Couple Tank (CTS) untuk kebutuhan praktikum. Dalam aplikasi CTS, pemodelan digunakan untuk menggambarkan perilaku sistem yang terdiri dari dua tangki terhubung yang saling mempengaruhi ketinggian cairan. Sementara itu, pengendalian memainkan peran krusial dalam mempertahankan ketinggian cairan sesuai dengan setpoint yang diinginkan [5].

Dalam upaya mencapai tujuan tersebut, integrasi komponen hardware dan elektrikal dalam sistem menjadi fokus utama. Integrasi ini bertujuan untuk menggabungkan berbagai komponen seperti sensor ultrasonic yang digunakan untuk mengukur ketinggian air pada kedua tangki, *flowmeter* untuk mengukur kecepatan aliran air pada sebuah pipa yang di dorong oleh pompa, serta *control valve* (katup) yang digunakan untuk menjaga ketinggian atau level air pada dua tangki.

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem kendali dengan menggunakan mikrokontroler ATmega sebagai pengontrol utama, yang bertindak sebagai inti dari keseluruhan sistem. Mikrokontroler ATmega dipilih karena memiliki performa yang handal, efisiensi daya yang tinggi, dan dukungan yang luas dari komunitas pengembang. Kemampuan ini menjadikannya pilihan yang ideal untuk mengendalikan berbagai aplikasi otomatis, mulai dari sistem yang sederhana hingga sistem yang kompleks.

II. DESAIN SISTEM

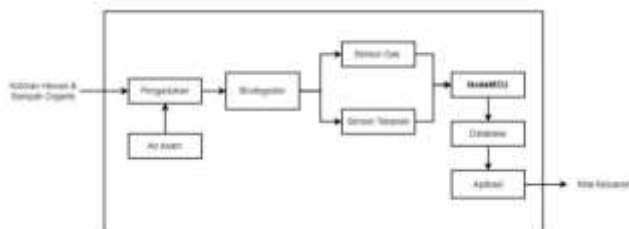
A. Sistem Biogas

Sistem biogas adalah sistem yang mengubah bahan organik menjadi gas biogas melalui proses fermentasi anaerobik yang membutuhkan waktu sampai berhari-hari hingga hitungan minggu. Secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:

Input – Pengadukan -- Biodigester-- output

Berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian ini, terdapat kesulitan dalam memantau kandungan pada saat proses produksi biogas sehingga pada penelitian ini sistem biogas akan dilengkapi dengan sistem monitoring untuk mempermudah pengguna dalam memantau konsentrasi dan tekanan gas metana yang terbentuk pada proses produksi biogas.

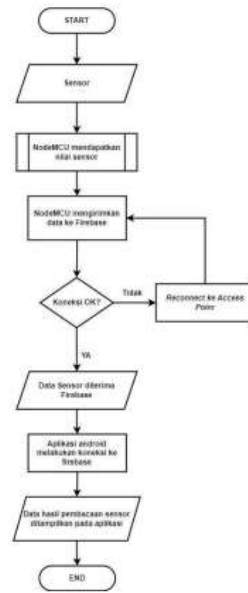
Desain rancangan sistem produksi biogas dalam penelitian ini digambarkan pada diagram berikut :



GAMBAR 1

FUNGSI SYSTEM PRODUKSI BIOGAS

Konsentrasi gas metana dan tekanan kepada perangkat ponsel untuk pemantauan oleh pengguna. Aliran proses pembuatan biogas adalah sebagai berikut:



GAMBAR 2
FLOWCHART MONITORING

Penempatan sensor dilakukan pada output gas metana yang ada di biodigester. Sensor terhubung dengan mikrokontroler Nodemcu yang terletak di luar biodigester. Nodemcu yang terhubung dengan jaringan internet dan sensor akan menerima data dari sensor, dan selanjutnya data dikirimkan dan disimpan di Firebase. Data yang tersimpan pada Firebase akan disajikan dalam smartphone yang telah terinstal aplikasi monitoring. Melalui aplikasi tersebut pengguna dapat memeriksa dan memonitor tingkat kandungan gas metana serta tekanan gas yang dikirim oleh sensor.

B. NodeMCU ESP8266

NodeMCU (Node MicroController Unit) merupakan lingkungan pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras sumber terbuka yang dibangun mengelilingi System-on-a-Chip (SoC) yang terjangkau bernama ESP8266. ESP8266, dirancang dan diproduksi oleh Espressif Systems, mengandung elemen-elemen penting dari sebuah komputer: CPU, RAM, jaringan (WiFi), bahkan sistem operasi modern dan SDK. Hal ini menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk berbagai proyek Internet of Things (IoT).



GAMBAR 3
NODEMCU ESP8266

Dalam konteks pengembangan teknologi berkelanjutan, penelitian ini merinci alasan fundamental penggunaan ESP8266 dalam proyek produksi biogas berbasis limbah organik. ESP8266, sebuah mikrokontroler yang mengintegrasikan kemampuan komputasi dengan modul WiFi, telah menjadi sorotan dalam berbagai aplikasi Internet of Things (IoT). Pendekatan ini diilhami oleh potensi ESP8266 untuk memfasilitasi pengumpulan data, pengendalian jarak jauh, dan pemantauan dalam konteks produksi biogas yang efisien dan terhubung. Kehadiran ESP8266 sebagai perangkat lunak dan keras yang terjangkau menghadirkan solusi yang berharga dalam mengatasi tantangan kompleksitas teknis dalam proyek ini. Sistem operasi modern dan SDK yang disertakan dalam ESP8266 mempermudah pengembangan perangkat lunak yang relevan dengan aplikasi produksi biogas, sambil keberadaan komunitas pengembang yang aktif memberikan akses ke sumber daya dan dukungan penting. Dalam cakupan ini, artikel ini mempersembahkan argumen untuk mengintegrasikan ESP8266 dalam proyek produksi biogas sebagai langkah signifikan dalam mencapai pengawasan dan pengendalian yang lebih efisien, serta mengambil manfaat dari perkembangan terbaru dalam teknologi IoT.

C. Sensor MQ-4

Bahan sensitif dari sensor gas MQ-4 adalah SnO_2 , yang memiliki konduktivitas lebih rendah dalam udara bersih. Saat gas mudah terbakar yang dituju hadir, konduktivitas sensor menjadi lebih tinggi seiring dengan peningkatan konsentrasi gas. Pengguna dapat mengubah perubahan konduktivitas menjadi sinyal keluaran yang sesuai dengan konsentrasi gas melalui rangkaian sederhana.

Sensor gas MQ-4 memiliki sensitivitas tinggi terhadap metana, dan juga memiliki kemampuan anti-gangguan terhadap alkohol dan gas-gas lainnya.



GAMBAR 4
SENSOR MQ-4

D. Sensor BMP-180

Sensor BMP180 adalah perangkat yang secara khusus dirancang untuk melakukan pengukuran tekanan atmosfer dan suhu dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Rentang pengukuran tekanannya mencakup 300 hPa hingga 1100 hPa, yang setara dengan kisaran ketinggian dari 9000 meter di atas permukaan laut hingga -500 meter di bawah permukaan laut.

Sensor BMP180 dapat beroperasi dengan rentang tegangan kerja antara 1.8V hingga 3.6V, memungkinkannya untuk diintegrasikan dengan berbagai jenis sistem. Sensor ini juga memiliki kemampuan untuk berkomunikasi melalui protokol I2C atau SPI, memberikan fleksibilitas dalam menghubungkannya dengan berbagai mikrokontroler atau platform lainnya.



GAMBAR 5
SENSOR BMP-180

E. Baterai 3,7V

Sistem menggunakan baterai berkapasitas 3,7V sebagai sumber daya utama.



GAMBAR 6
BATERAI 5 VDC

F. Biodigester

Fungsi dari Biodigester adalah sebagai tempat penyimpanan limbah organik yang akan dibiarkan selama 2 minggu untuk menghasilkan gas metana. Dalam hal ini, biodigester yang digunakan adalah tipe kempu dengan kapasitas 1000 liter



GAMBAR 7.
KEMPU 1000L

III. METODE

A. Desain Arsitektur sistem

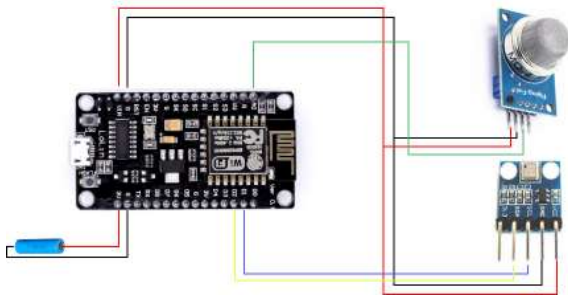
Desain Arsitektur sistem berfungsi sebagai ringkasan dari cara kerja sistem pada prototipe yang digunakan untuk pemantauan dan pengendalian melalui antarmuka pengguna berbasis aplikasi monitoring *smartphone*(HP).



GAMBAR 8. ARSITEKTUR SISTEM

B. Wiring Diagram

Wiring diagram adalah representasi visual dari pengaturan kabel dan konektor dalam sebuah sistem elektronik atau elektromekanik yang ada pada prototipe. Berikut adalah gambar wiring diagram:



GAMBAR 9. WIRING DIAGRAM

C. Perangkat Keras dalam Penutup Biodigester

Dalam sistem prototipe ini, terdapat sebuah Tutup biodigester yang berisi berbagai komponen penting. Di dalam penutup tersebut terdapat sensor MQ-4 dan sensor BMP-180. Gambar 10 menunjukkan implementasi dari susunan komponen.



GAMBAR 10. PELETAKKAN MIKROKONTROLLER DAN SENSOR

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perancangan alat ini, dilakukan proses pengukuran untuk mendapatkan data yang akan menjadi referensi. NodeMcu digunakan untuk menghubungkan input dan output dalam perancangan sistem prototipe. Tabel 1 menyediakan daftar input dan output yang akan dihubungkan dengan nodemcu

TABEL 1. INPUT / OUTPUT NODEMCU ESP8266

PIN	JENIS	HUBUNGAN
3.3V	OUTPUT	SENSOR MQ4
3.3V	OUTPUT	SENSOR BMP180
GND	OUTPUT	SENSOR
ADC0	INPUT	SENSOR MQ4
D1	INPUT	SENSOR BMP-180
D2	INPUT	SENSOR BMP-180
VIN	OUTPUT	POWER SUPPLY
GND	OUTPUT	SENSOR

A. Kalibrasi Sensor MQ-4

Dalam melakukan pengujian sub sistem pertama, memanfaatkan gas metana dalam ukuran kecil yang ditempatkan dalam suatu wadah silinder. Sensor ditempatkan pada program yang sudah diatur programnya dekat dengan wadah berisi gas metana, kemudian sedikit membuka wadah untuk mengeluarkan gas agar sensor dapat mendeteksinya. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas metana, lampu LED pada sensor akan mengalami penerangan.

TABEL 2
KALIBRASI SENSOR MQ-4

Referensi	Konsentrasi Gas	Tegangan
Metana	2,5	2.000
Metana	5	4.000

Dengan melakukan kalibrasi pada Sensor MQ-4, hasil yang didapatkan dari pengujian ini adalah sensor dapat mendeteksi gas metana dengan konsentrasi 50% LEL atau 2000 mV dan 100% LEL atau 4000mV, dengan mendeteksi hingga 50.000 ppm untuk konsentrasi gas sebesar 50% LEL dengan volume 2,5% dan pada konsentrasi 100% LEL dengan volume 5% dapat mendeteksi gas metana hingga 100.000 ppm.

B. Kalibrasi Sensor BMP-180

Proses pengujian dan kalibrasi dilaksanakan terhadap Sensor BMP-180 dengan maksud memperoleh pembacaan tekanan gas yang sesuai dengan keperluan sistem dan lebih optimal. Langkah kalibrasi juga direncanakan untuk mengonfigurasi ulang parameter sensor demi mendapatkan pembacaan yang lebih akurat dan akurat. Hasil dari pengujian Sensor BMP-180 dapat dijabarkan sebagai berikut:

TABEL 3.
PENGUJIAN KALIBRASI SENSOR BMP-180

Percobaan	Suhu	hpa
1	28,6	947,75
2	28,4	948,48
3	28,2	948,49

4	28,1	941,50
5	28,0	941,46
6	27,9	941,43
7	27,8	941,44

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari pengujian adalah mengilustrasikan penerapan teknologi dengan efektif dalam lingkungan produksi biogas dari sumber limbah organik. Dengan menerapkan NodeMCU sebagai pengontrol utama, Sensor MQ-4 untuk mendeteksi gas metana, dan Sensor BMP180 untuk mengukur tekanan atmosfer dan suhu, proyek ini berhasil merancang solusi yang komprehensif untuk mengoptimalkan instalasi, pengkabelan, dan pemantauan dalam konteks produksi biogas. Integrasi ESP8266 sebagai platform komunikasi WiFi memberikan kapabilitas untuk mengontrol dari jarak jauh dengan efisiensi. Namun, terdapat potensi untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan mengembangkan fitur tambahan di masa depan. Secara keseluruhan, jurnal ini memberikan perspektif yang berharga tentang penerapan teknologi dalam produksi biogas dan memberikan dasar penting bagi pengembangan lebih lanjut dalam bidang ini.

REFERENSI

- [1] Raharjo, Ahmad. "Definisi *Internet of Thing*"<https://teknojurnal.com/definisi-internet-of-things/>(diakses pada tanggal 14 April 2018), 2016
- [2] Banjari, Muhammad Arsyad Al. "Desain Dan Implementasi *Smart Home* Berbasis WiFi". Banjarmasin: Jurnal AI Ulum Sains dan Teknologi. 2017
- [3] Adityawarman A.C, Salundik dan Lucia C. "Pengolahan Limbah Ternak Sapi Secara Sederhana di Desa Pattalassang Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan". Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan 3, no. 3 2015
- [4] Anisa, Ona. "Rencana Bangun Pengukuran Kadar Gas Metana pada Lahan Gambur Menggunakan SMS Gateway dan Sensor MQ-4 Berbasis Mikrokontroler". Skripsi. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya. 2017