

Kontrol Suhu Air Pada Boiler Dengan Energi Gas Metana

Serly Dwi Khurniawati ^{a,1*}, Budhy Setiawan ^{a,2}, Siswoko ^{a,3}

^aPoliteknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta no.09, Malang, Indonesia

¹ serlykhurniawati@gmail.com

* Penulis Korespondensi

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

22-05-2022

14-07-2022

22-08-2022

Kata Kunci

Kontrol Suhu Air

RTD PT 100

Tekanan Gas

ABSTRAK

Saat ini sudah banyak industri yang menggunakan energi alternatif yaitu energi limbah yang diubah menjadi energi listrik, salah satunya dalam bidang peternakan. Limbah kotoran sapi diolah menjadi energi listrik pada Pembangkit Listrik Tenaga Biogas, beberapa pembangkit listrik biasanya berada di pegunungan tinggi, yang memiliki suhu lingkungan rendah, dalam hal ini 21°C. Untuk tujuan peningkatan produksi gas metana, upaya peningkatan suhu cairan cigar diatas suhu lingkungan 21°C diupayakan dengan menambahkan air boiler dengan energi dari sisa gas buang *Covered In-Ground Anaerobi Reaktor* (CIGAR) itu sendiri zat cair di atas 21°C. Dalam hal ini, limbah air retensi *Covered In-Ground Anaerobi Reaktor* (CIGAR) ditutup dengan *Covered In-Ground Anaerobi Reaktor* (CIGAR) kecil, untuk menampung limbah metana. Metana tersebut akan menjadi energi untuk memanaskan air yang rata-rata awal (21°C). Air hasil pemanasan akan dituangkan ke tangki pencampur. Nilai setpoint pada suhu kompor adalah 150-200 °C dan nilai setpoint pada suhu air maksimum 55°C. Pada proses pemanasan air, ketika nilai setpoint tercapai, mikrokontroler akan memerintahkan relay untuk mematikan kompor gas dengan menutup katup input gas. Tekanan gas yang dibutuhkan untuk menyalakan kompor pada proses water heating sekitar 2.2 KPa dengan debit gas tergantung kondisi *Covered In-Ground Anaerobi Reaktor* (CIGAR) kecil di lapangan. Hasilnya air yang dipanaskan dapat diperoleh suhu air rata-rata 24.2°C dengan debit air rata-rata 2 m/s × 379 Cm².

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Energi merupakan komponen penting untuk menunjang aktivitas dan usaha produktif maupun dalam menghasilkan barang dan jasa. Sumber energi dapat berasal dari energi fosil, energi matahari, air, angin atau energi dari sumber daya hayati (bioenergi). Saat ini telah banyak industri yang memanfaatkan energi alternatif yaitu energi limbah yang diubah menjadi energi listrik, salah satunya dibidang peternakan [1]. Limbah dari kotoran sapi yang menumpuk dan tidak diolah dapat menimbulkan masalah kesehatan lingkungan sekitar yang dapat memunculkan agen penyakit dan kesehatan masyarakat. Pengolahan limbah kotoran sapi yang dikelola dengan baik akan mempengaruhi kondisi kandang ternak karena limbah dapat mempengaruhi pencemaran lingkungan yang ada disekitarnya [2].

Limbah dari kotoran sapi yang menumpuk dan tidak diolah dapat menimbulkan masalah kesehatan lingkungan sekitar yang dapat memunculkan agen penyakit dan kesehatan masyarakat. Karena gas yang dihasilkan dari produksi biogas didasarkan pada perkiraan [3].

Biogas adalah salah satu energi terbarukan yang dapat digunakan sebagai energi alternatif. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi limbah (kotoran sapi) dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pembuatan biogas, baik sebagai bahan bakar maupun *bioslurry*. Proses pembuatan biogas melalui proses fermentasi yang menghasilkan gas metana (CH_4) sebagai produk utama [4]. Energi biogas didominasi oleh gas Metana (CH_4) rata-rata 60% Karbon dioksida (CO_2) lebih dari 36%, dan beberapa gas lain seperti Oksigen (O_2), Hidrogen (H_2), dan Hidrogen sulfida (H_2S) dalam konsentrasi yang lebih kecil [5].

Sehingga hasil dari gas tersebut dimanfaatkan untuk proses pemanasan air yang membutuhkan gas metana sebagai sumber energi. Kandungan metana yang rendah memiliki kualitas nyala api yang rendah, hanya bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam kegiatan memasak. Untuk menaikkan kemanfaatan biogas sebagai energi terbarukan (*renewable energy*) perlu dilakukan tahapan pemurnian metana secara mudah dan murah [6].

Pada dasarnya, kotoran sapi yang ditumpuk atau dikumpulkan begitu saja dalam beberapa waktu tertentu akan membentuk gas metana dengan sendirinya. Namun, karena tidak ditampung, gas itu akan hilang menguap ke udara. Karena itu, untuk menampung gas yang terbentuk dari kotoran sapi dapat dibuat beberapa model konstruksi alat penghasil biogas atau yang biasa disebut dengan digester [7].

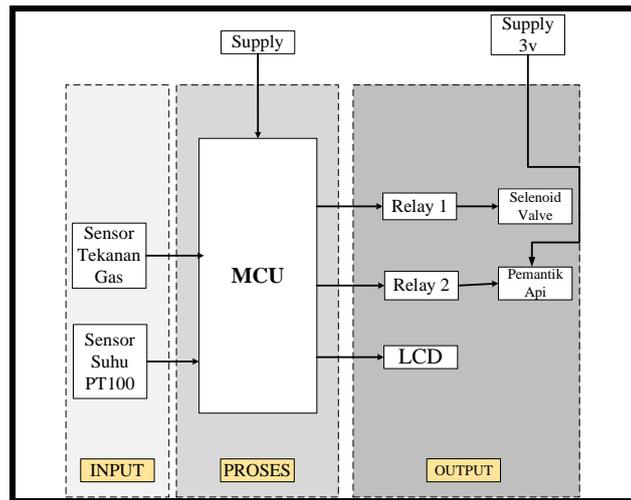
Beberapa penelitian tentang pemanfaatan gas metana sebagai bahan bakar dari proses pemanasan telah banyak dilakukan terutama dalam ruang lingkup kecil seperti masyarakat yang memiliki hewan ternak dirumahnya. Dapat pula diketahui bagaimana proses produksi selama fermentasi kotoran sapi di dalam digester baik di lapangan untuk mengetahui tekanan yang dihasilkan. Maka perlu dilakukan penelitian tentang kajian karakteristik digester kotoran sapi berdasarkan komposisi air berbasis kinetika gas metana untuk produksi gas bio [8].

Maka dari itu, penulis membuat alat kontrol suhu air pada boiler dengan energi gas metana untuk membantu perusahaan memanfaatkan biogas sebagai energi terbarukan (*renewable energy*). Karena bakteri pada gas metana mulai berkembang pada suhu 22.2°C , maka pada proses pemanasan tersebut diperoleh suhu air maksimal sebesar 24.2°C dengan debit air tergantung dengan kondisi saat dilapangan, sangatlah membantu mempercepat produksi gas metana yang akan dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

2. Metode penelitian

2.1. Diagram Blok Sistem

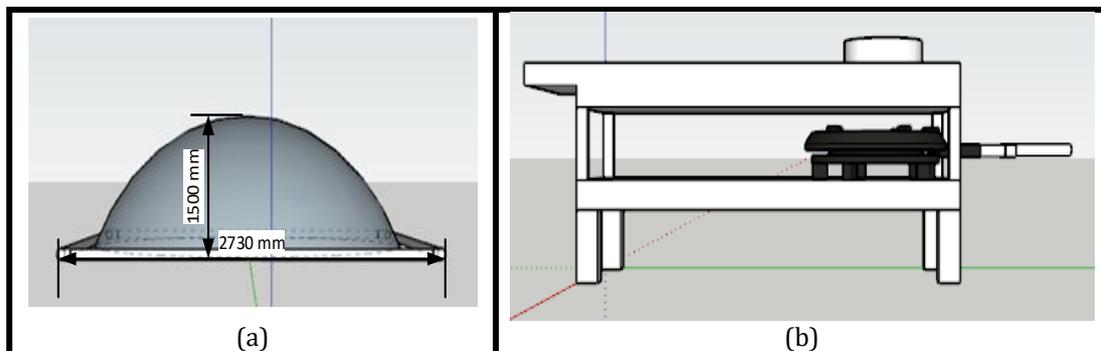
Gambar 1. merupakan blok diagram untuk sistem secara keseluruhan Sensor tekanan gas digunakan untuk mendeteksi adanya nilai tekanan pada cigar kecil dan sensor suhu PT 100 digunakan sebagai pendeteksi adanya perubahan nilai pada suhu kompor dan suhu air. Dengan memasukkan set point melalui controller pada Arduino uno, kemudian sistem akan berjalan.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Saat seluruh sistem bekerja, maka gas metana (CH_4) yang ada pada penampung gas outlet cigar (Cigar Kecil) dialirkan menuju kompor. Kemudian sensor tekanan gas akan mendeteksi adanya perubahan tekanan gas tersebut. Saat suhu kompor dibawah setpoint dan suhu air dibawah setpoint maka pemantik menyala sehingga sensor suhu PT 100 pada kompor akan mendeteksi adanya panas saat ada api yang menyala pada tungku kompor. Saat suhu kompor diatas setpoint, maka relay aktif dan mematikan pemantik api. Kemudian saat suhu air dibawah setpoint maka relay akan mengaktifkan solenoid valve dan dapat mengalirkan gas menuju kompor. Saat api menyala maka boiler yang telah dialiri air mulai melakukan proses pemanasan. Sensor suhu akan mendeteksi suhu air yang ada dalam boiler. Saat suhu air diatas setpoint, maka solenoid valve akan menutup. Hasil dari data tersebut akan di tampilkan pada layar LCD Display.

2.2. Perancangan Mekanik

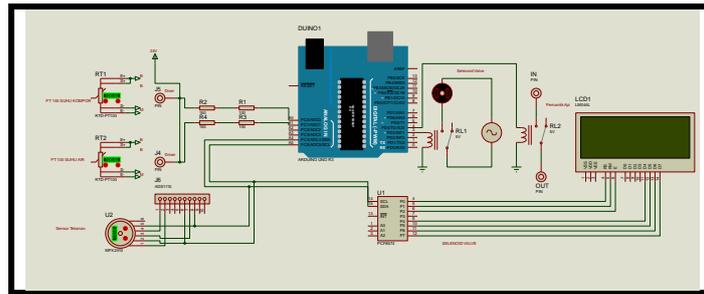


Gambar 2. (a) Mekanik Cigar Kecil, (b) Boiler

Gambar 2. (a) Menunjukkan skala yang digunakan dan mekanik Cigar Kecil sedangkan untuk (b) merupakan boiler.

2.3. Perancangan Elektrik

Gambar 3. menunjukkan rangkaian keseluruhan sistem, yang terdiri dari Sensor Tekanan Gas, Sensor Suhu PT 100, Mikrokontroler, Relay, Solenoid Valve, Pemantik Api dan LCD Display.



Gambar 3. Rangkaian Elektrik

Sensor PT100 mampu mengukur suhu dari 0 °C sampai 100 °C. Pada suhu air yang dirancang menggunakan range suhu 0 °C hingga 100 °C. Dari kedua *range* suhu tersebut maka nilai resistansi PT100 dapat diperoleh dengan menggunakan perhitungan rumus (1).

Saat suhu 25°C (1)

$$R_{PT} = 100 + (0,285 \times suhu)$$

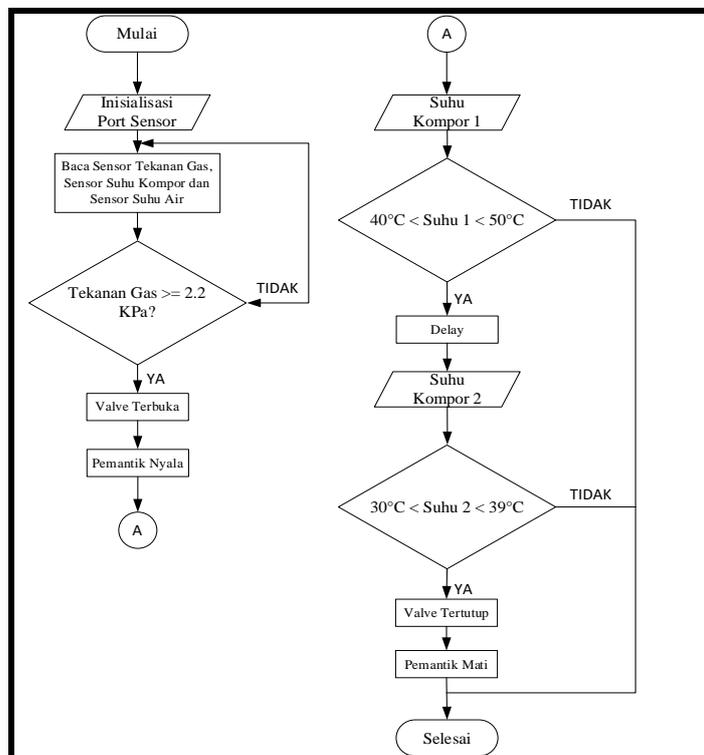
$$= 100 + (0,285 \times 25^\circ\text{C})$$

$$= 25,38\Omega$$

Arduino Uno digunakan untuk memproses data dengan menjalankan program dari setiap komponen yang digunakan. Seperti program pembacaan perubahan nilai pada sensor suhu PT 100 dan pembacaan nilai pada sensor tekanan gas yang ditampilkan pada LCD Display.

2.4. Perancangan Software

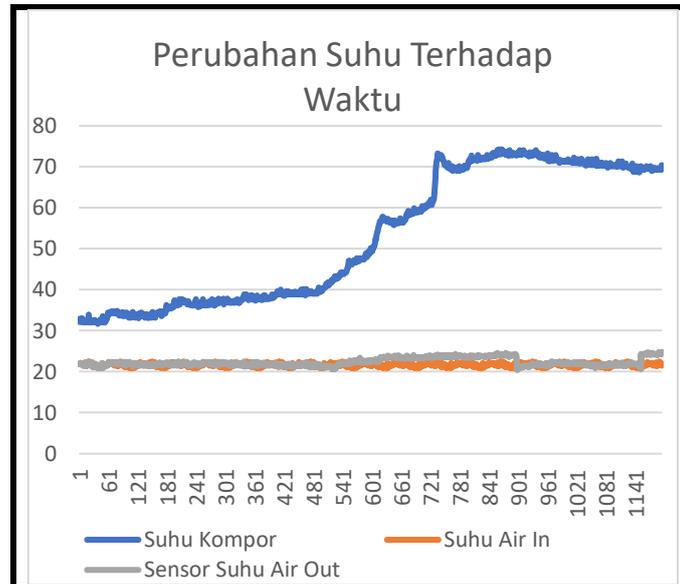
Gambar 4. menunjukkan perancangan *software* sistem, yang terdiri dari Sensor Tekanan Gas, Sensor Suhu PT 100, Mikrokontroller, Relay, Selenoid Valve, Pemantik Api dan LCD Display.



Gambar 4. Diagram Alir Program

3. Hasil dan Analisis

3.1. Grafik Pengujian Sensor Suhu PT 100 Pada Kompor dan Air Terhadap Waktu



Gambar 5. Grafik Sensor Suhu PT 100 Pada Kompor dan Air Terhadap Waktu

Grafik perbandingan pembacaan alat ukur pada suhu air input, sensor pada suhu air dan suhu kompor pada proses pemanasan air pada sistem boiler. Pengujian sensor suhu air dilakukan selama 851 detik. Pada garis warna hijau pembacaan nilai suhu air input di thermometer mengalami sedikit kenaikan sebesar 0.1 °C yang terdeteksi. Sedangkan garis warna merah pada pembacaan sensor nilai suhu air output menunjukkan kenaikan sebesar 0.4 °C dari proses pemanasan air pada boiler. Pada garis warna biru pada pembacaan sensor nilai suhu kompor yang digunakan saat proses pembakaran mengalami kenaikan suhu sebesar 38 °C.

3.2. Tabel Pengujian Relay terhadap Suhu

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kondisi pada relay saat suhu air mengalami perubahan pada proses pemanasan.

Tabel 1. Pengujian Relay Terhadap Tekanan Gas

Kondisi Tekanan Gas	Range Tekanan Gas	Kondisi Relay
Tekanan Gas	0 – 2.2 KPa > 2.2 KPa	LOW

Dari hasil Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa saat tekanan gas dibawah setpoint maka relay akan mati, begitupun sebaliknya. Saat tekanan gas diatas set point maka relay akan menyala.

Tabel 2. Pengujian Relay Terhadap Suhu Air

Kondisi Suhu	Range Suhu Kompor	Kondisi Relay
Suhu Kompor	40°C < Suhu 1 < 50°C 30°C < Suhu 2 < 39°C	HIGH

Dari hasil Tabel 2. dapat disimpulkan bahwa saat suhu air dibawah setpoint maka relay akan menyala, begitupun sebaliknya. Saat suhu air diatas set point maka relay akan mati.

4. Kesimpulan

1. Error dari pengukuran suhu air dari PT 100 adalah 0.50%. Dari perhitungan Resistansi PT 100 saat suhu 20 °C adalah 107.7 Ω dan saat suhu 24 °C adalah 109.24 Ω . Tekanan gas yang dibutuhkan untuk menyalakan kompor adalah 2.2 KPa.
2. Dengan memanfaatkan sisa cairan pada outlet *Covered In-Ground Anaerobi Reaktor* CIGAR besar yang ditampung pada overflow. Dimana limbah metana tersebut diproduksi dengan membuat cigar kecil pada overflow. Dengan hasil berupa gas metanayang dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk memanaskan air. Dan hasil dari air panas tersebut sebesar 24.2°C dialirkan ke mixer. Dengan debit air rata-rata 2 m/s \times 379 Cm².

Referensi

- [1] Mira, Mira, Taufik Iskandar, and SP Abrina Anggraini. "Pra Rancang Bangun Pabrik Biogas Dari Limbah Padat Pembuatan Tahu Dengan Kapasitas 4.865, 664 Liter/Tahun." *eUREKA: Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia* 2.1 (2018): 122-128.
- [2] Kusumawardhani, Anggie, and Bahrul Fawaid. "Penerapan Biogas, Konsumsi Susu Sapi serta Keluhan Diare Peternak Sapi Perah." *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal* 11.2 (2021): 285-296.
- [3] Margana, Cahyawan Catur Edi, and Asih Priyati. "Kajian Karakteristik Digester Kotoran Sapi Berdasarkan Komposisi Air Berbasis Kinetika Gas Metana Untuk Produksi Gas Bio." *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* 5.1 (2017): 285-295.
- [4] Ramadania, Sinta Sri, And Mulyadi Mulyadi. "Sistem Pemantauan Biodigester Menggunakan Mikrokontroler." *Jurnal Borneo Saintek* 2.2 (2019): 31-37.
- [5] Baehaki, Kiki. "Perancangan Biogas Fuel Meter (Bioler) Sebagai Sistem Kontrol Gas Metana Pada Digester Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (Pltbg)." *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro* 1.1 (2018).
- [6] Ritonga, Abdul Mukhlis, And Masrukhi Masrukhi. "Optimasi Kandungan Metana (CH₄) Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben." *Rona Teknik Pertanian* 10.2 (2017): 11-22.
- [7] Rahmawan, Rizqi, Goegoes Dwi Nusantoro, and Erni Yudaningtyas. "Sistem kontrol produk gas metana pada digester tipe fixed dome." *Jurnal Mahasiswa TEUB* 1.3 (2013).
- [8] Margana, Cahyawan Catur Edi, and Asih Priyati. "Kajian karakteristik digester kotoran sapi berdasarkan komposisi air berbasis kinetika gas metana untuk produksi gas bio." *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* 5.1 (2017): 285-295.