



PERANCANGAN BIOGAS MODEL LANDFILL GAS SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Yusup Nur Rohmat¹, Sukroni², Emin Haris³, Tito Endramawan⁴,
Muhammad Andrian⁵

^{1,2,3,4,5}Politeknik Negeri Indramayu

E-mail: yusupnurrohmat@polindra.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Received :25-08-2024

Revised : 10-09-2024

Accepted :17-09-2024

Keywords: Biogas,
Landfill Gas,
Alternative Fuel

Kata Kunci: Biogas,
Landfill Gas,
Bahan Bakar Alternatif

DOI:10.62335

ABSTRACT

The use of cooking fuel, both in businesses and households, is essential, especially given the lack of alternatives to LPG following the fuel transition. The rise in global oil prices due to fuel shortages has become a global issue. Biogas, produced through the anaerobic fermentation of organic waste by bacteria, generates methane gas that can be utilized as an alternative energy source. Therefore, a landfill gas model biogas machine was designed to convert organic waste, such as cow manure and tofu liquid waste, into alternative fuel. The machine is equipped with a microcontroller system for automatic valve operation and gas pressure monitoring. Static load simulation on the machine frame using SolidWorks software showed that the maximum stress experienced was $10.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, well below the material's yield strength of $203.9 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, indicating safety. The displacement simulation on the machine frame ranged between 0.1–0.2 mm in the loaded areas, and the resulting factor of safety (FOS) was 19.5, signifying a highly safe design (FOS > 1).

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar untuk memasak, baik di sektor usaha maupun rumah tangga, sangat dibutuhkan mengingat belum adanya pengganti LPG setelah peralihan bahan bakar. Kenaikan harga minyak dunia akibat kelangkaan bahan bakar menjadi isu global. Biogas, yang dihasilkan dari fermentasi anaerob limbah organik oleh bakteri, menghasilkan gas metan yang dapat dimanfaatkan sebagai energi

alternatif. Oleh karena itu, dirancanglah mesin biogas model landfill gas untuk mengubah limbah organik, seperti kotoran sapi dan limbah cair tahu, menjadi bahan bakar alternatif. Mesin ini dilengkapi dengan sistem mikrokontroler untuk pengaturan otomatis pembukaan valve dan pembacaan tekanan gas. Hasil simulasi pembebanan statis pada rangka mesin menggunakan software SolidWorks menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi adalah $10,4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, jauh di bawah tegangan luluh material sebesar $203,9 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, sehingga aman. Simulasi displacement pada rangka mesin berkisar antara 0,1–0,2 mm pada area yang diberi beban, dan factor of safety (FOS) yang dihasilkan adalah 19,5, menandakan bahwa desain ini sangat aman ($\text{FOS} > 1$).

PENDAHULUAN

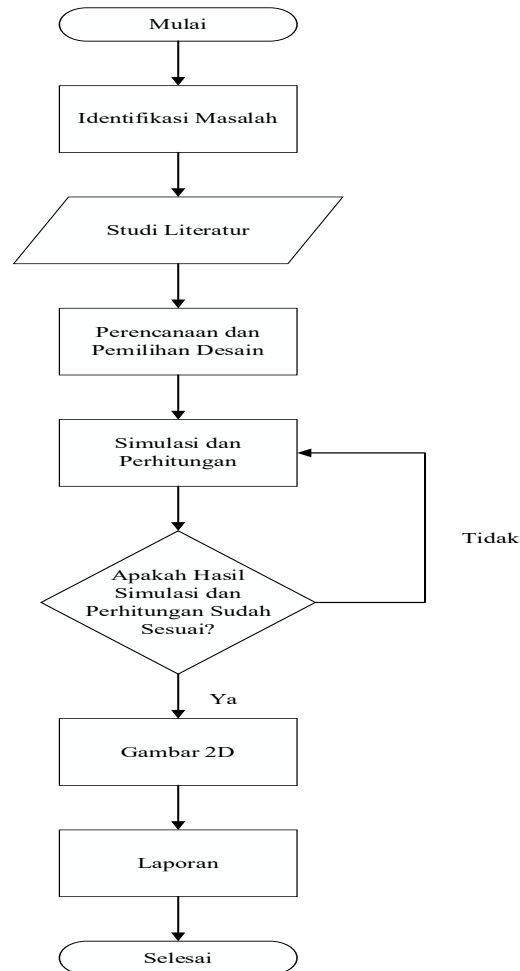
Peranan energi sangat penting tidak hanya dalam kegiatan ekonomi namun juga ketahanan nasional karena pengguna energi yang universal. Besarnya pengaruh energi terhadap kegiatan masyarakat, mendorong tanggung jawab negara untuk mengelola energi sebagaimana telah diamanatkan dalam Undang-Undang Dasar 1945. Sumber energi dapat berasal dari energi fosil dan non fosil seperti energi matahari, air, angin atau energi dari sumber daya hayati (bioenergi). Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan, telah menimbulkan masalah krisis energi dan membawa dampak buruk bagi bumi. Persediaan minyak bumi di dunia juga makin lama makin menipis dan harganya makin melonjak. Salah satu gejala krisis energi saat ini adalah kelangkaan bahan bakar minyak akibat terjadinya peningkatan kebutuhan setiap tahunnya. Untuk itu, sumber energi selain energi fosil mutlak diperlukan, salah satunya adalah bioenergi.

Energi biogas merupakan energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar khususnya minyak tanah dan dipergunakan untuk memasak. Dalam skala besar, biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik, karena biogas adalah energi yang dapat diperbarui (*renewable*). Biogas ini diharapkan dapat mengurangi tergantungan terhadap bahan bakar fosil, dan dapat mendapatkan suatu profit untuk daerah pengembangan. *Landfill gas* (LFG) adalah jenis biogas yang dihasilkan dari dekomposisi sampah organik di dalam tempat pembuangan akhir (TPA) secara anaerobik, yaitu tanpa kehadiran oksigen. Proses ini menghasilkan campuran gas yang terdiri terutama dari metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), serta sejumlah kecil gas lainnya. Karena metana adalah gas rumah kaca yang sangat kuat, pengelolaan LFG menjadi penting baik dari perspektif lingkungan maupun energi. Penggunaan *landfill gas* sebagai sumber energi telah menjadi semakin populer sebagai bagian dari strategi pengelolaan sampah yang berkelanjutan. LFG dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik, panas, atau bahkan sebagai bahan bakar alternatif, menggantikan sumber energi fosil yang lebih konvensional. Mesin biogas yang dirancang untuk menangkap dan mengolah LFG umumnya melibatkan serangkaian komponen termasuk sistem ekstraksi gas, sistem pengolahan gas, serta generator atau mesin lainnya yang mengubah energi kimia dari gas menjadi energi yang dapat digunakan.

Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan tersebut penulis berupaya membuat dan mengembangkan salah satu solusi dengan melakukan penelitian mengenai "Perancangan Biogas Model *Landfill Gas* Sebagai Bahan Bakar Alternatif". Pada perancangan mesin ini akan

menggunakan model *landfill gas* dengan memanfaatkan kotoran hewan ternak khususnya kotoran sapi untuk di buat menjadi biogas. Dengan adanya penelitian ini di harapkan rancangan mesin yang dibuat dapat bermanfaat untuk menggantikan bahan bakar fosil menjadi bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

A. Perencanaan Material Dan Pemilihan Desain

1. Konsep Desain

Pembuatan konsep desain dari perancangan mesin biogas model *landfill gas* dilakukan menggunakan *software* Solidworks 2021.

2. Pemilihan Material

Dalam pembuatan perancangan mesin biogas model *landfill gas* harus mempertimbangkan keamanan rangka mesin agar mesin dapat beroperasi dengan baik.

B. Simulasi Dan Perhitungan

Perhitungan perancangan mesin biogas model *landfill gas* meliputi yaitu perhitungan beban rangka, massa jenis biogas dan perencanaan kapasitas tangki. Selanjutnya simulasi

yang dilakukan yaitu simulasi pembebanan untuk mengetahui kekuatan rangka, *displacement* yang terjadi terhadap beban serta faktor keamanan rangka, proses simulasi akan menggunakan *software* Solidworks 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Dalam pembuatan mesin biogas model *landfill gas* memiliki beberapa kelebihan diantaranya:

1. Tidak lagi menggunakan tenaga manusia sebagai tenaga pengukuran dalam hasil pengkalibrasian karena penggunaan sensor dan layar LCD dapat dengan mudah untuk membaca dan memberikan informasi hasil fermentasi.
2. Menggunakan sistem mikrokontroler untuk proses membuka dan menutup aliran secara otomatis dari gas yang dihasilkan.
3. Karena menggunakan mikrokontroler untuk mengatur tekanan dan pembacaan secara otomatis dapat memberikan keamanan dari operatornya.

Adapun hasil perancangan mesin biogas model *landfill gas* dapat dilihat pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Rancangan Mesin Biogas Model *Landfill Gas*

B. Sistem Kerja

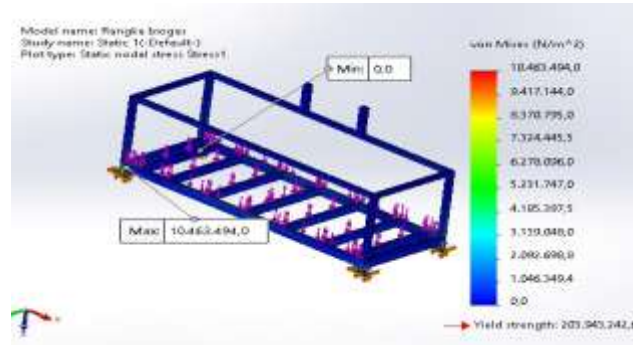
Sistem kerja dari mesin ini menggunakan 2 tanki atau (digester model *landfill*) untuk tanki 1 digunakan sebagai wadah isian kotoran sapi dan limbah cair ampas tahu dengan total isian 45 Kg, setelah melalui proses fermentasi kemudian kedalam digester input didalam digester input akan didata untuk tekanan dan keamanan tekanan dan aliran dilengkapi dengan *solenoid valve* sehingga tekanan tidak akan balik ke digester input. Dalam aliran tersebut akan dialirkan melewati filter 1,2 dan 3 dan dilengkapi dengan sistem tekanan yang dibaca oleh sensor untuk hydrogen sulfida (H_2S) dan gas metana (CH_4), dalam aliran tersebut dialirkan ke digester *output* melewati *solenoid valve* untuk keamanan aliran tekanan dan didalam digester output kemudian nyalakan tombol on/off dan aliran gas akan dialirkan ke kompor atau ke aplikasi lainnya.

C. Hasil Simulasi

1. Tegangan (Stress)

Pada simulasi rangka mesin biogas model *landfill gas* dengan menerapkan pembebanan sebesar 80 Kg (800 N) terhadap rangka mesin. Didapatkan hasil simulasi tegangan max yang terjadi pada rangka mesin sebesar $10,4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Hal ini dapat dikatakan aman karena tegangan max yang terjadi masih di bawah daripada yield strength

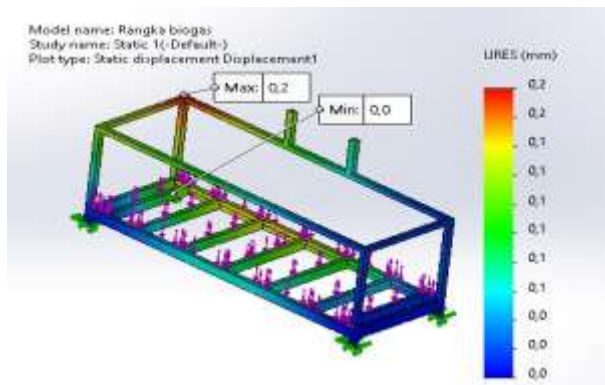
material yaitu $203,9 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Hasil simulasi tegangan dapat dilihat pada gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Hasil Simulasi Tegangan Pada Rangka Mesin

2. Displacement

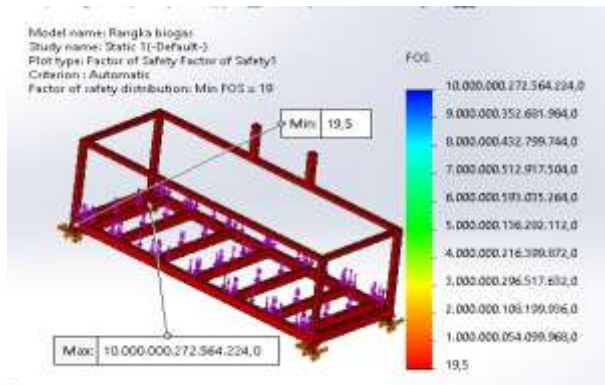
Hasil simulasi *displacement* yang terjadi pada rangka mesin berkisar antara 0,2 – 0,1 mm yang terjadi pada bagian yang diberikan beban. Hasil simulasi *displacement* rangka mesin dapat dilihat pada gambar 4 di bawah.



Gambar 4. Hasil Simulasi *Displacement* Pada Rangka Mesin

3. Factor Of Safety (FOS)

Hasil simulasi *factor of safety* (FOS) yang terjadi pada rangka mesin memiliki nilai 19,5. Hal ini dapat dikatakan aman karena nilai faktor keamanan >1 . Hasil simulasi FOS rangka mesin dapat dilihat pada gambar 5 di bawah.



Gambar 5. Hasil Simulasi *Factor Of Safety* (FOS) Pada Rangka Mesin

KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan proses perancangan dan analisis hasil mesin biogas biogas model landfill maka diperoleh kesimpulan:

1. Hasil simulasi tegangan (stress) yang terjadi pada rangka dengan menerapkan pembebanan sebesar 80 Kg (800 N) terhadap rangka mesin. Didapatkan hasil simulasi tegangan max yang terjadi pada rangka mesin sebesar $10,4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Hal ini dapat dikatakan aman karena tegangan max yang terjadi masih di bawah daripada yield strength material yaitu $203,9 \times 10^6 \text{ N/m}^2$.
2. Hasil simulasi *displacement* yang terjadi pada rangka mesin berkisar antara 0,2 – 0,1 mm yang terjadi pada bagian yang diberikan beban.
3. Hasil simulasi *factor of safety* (FOS) yang terjadi pada rangka mesin memiliki nilai 19,5. Hal ini dapat dikatakan aman karena nilai faktor keamanan >1.

SARAN

Perancangan biogas model landfill ini masih banyak kekurangan. Adapun saran dalam perancangan mesin ini kedepannya adalah:

1. Dibuat penutup atau cover pada bagian papan pengkalibrasian agar aman pada saat proses fermentasi berlangsung.
2. Dibuatkan wadah modifikasi klam penjepit agar memudahkan ketika membuka tempat pembuangan pupuk yang lebih efektif.
3. Dibuatkan pintu masuk yang lebih lebar lagi agar memudahkan pada saat bahan isian kotoran sapi dan limbah cair ampas tahu ketika dimasukkan kedalam digester.

DAFTAR PUSTAKA

- Attribution and the unit of perception of ongoing behavior. - PsycNET. (n.d.). Retrieved November 13, 2019, from <https://psycnet.apa.org/record/1974-11048-001>
- Bogner, J., & Matthews, E. (2003). "Global methane emissions from landfills: New methodology and annual estimates 1980–1996." *Global Biogeochemical Cycles*, 17(2).
- Ermawati, Y., Yulistia, E., & Alamsyah, P. (2023). Prospek dan Potensi Biogas sebagai Energi Alternatif Menghadapi Krisis Energi. *UEEJ-Unbara Environmental Engineering Journal*, 3(2).
- Fatmawati, K., Sabna, E., Irawan, Y., Informatika, T., & Hang Tuah Pekanbaru, S. (2020). Rancang bangun tempat sampah pintar menggunakan sensor jarak berbasis mikrokontroler Arduino. *Riau Journal Of Computer Science*, 6(2), 124-134.
- Irawan, D., & Suwanto, E. (2017). Pengaruh EM4 (Effective Microorganism) terhadap produksi biogas menggunakan bahan baku kotoran sapi. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1).
- Pujotomo, I., & Qosim, N, M. (2017). "Pengelolaan Emisi Gas Landfill (Biogas) Sebagai Energi Terbarukan". *Jurnal Sutet*, (7), (1). ISSN: 2356-1505.
- Rahayu, D. M., Supriyadi, I., & Yusgiantoro, P. (2018). Strategi Penanganan Krisis Dan Darurat Bahan Bakar Minyak Dengan Perencanaan Skenario The Strategy Of Handling Crisis And Emergency Of Oil Fuel With Scenario Planning.
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of solid waste management*.
- Hanif.2021. Pengertian Mikrokontroler dan sistem elektronika. <https://kamuharustahu.com/?=pengertian+microcontroller> [Diakses pada tanggal 17 Juni

2024].

Bambang Singgih, Yusmiati. Teknologi Produksi Biogas Dari Limbah Ternak Untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Rumah Tangga . JURNAL KELITBANGAN. Maret 2018;6:39–48.

Ilham Muzi, Surahma Asti Mulasari. Perbedaan Konsentrasi Perekat Antara Briket Bioarang Tandan Kosong Sawit Dengan Briket Bioarang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Didih Air . KESMAS. Maret 2014;8:1–10.

Muhammad Luthfi. Perancangan dan Pembuatan Mesin Pencetak Briket dengan Menggunakan Screw Conveyor dengan Komposisi Arang Batok Kelapa, Serbuk Kayu Mahoni dan Perekat Tepung Tapioka. Sentrinov. November 2023;9.

Chandra Afrian. Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dengan Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum). Jurnal Teknik Pertanian Lampung. November 2021;6:21–32.

Yasin Yahya, Tamrin. Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, Dan Rumput Gajah Mini (Pennisetum Purpureum Cv. Mott) Dengan Sistem Batch . Jurnal Teknik Pertanian Lampung. Desember 2017;6:151–60.