

Pengembangan dan Uji Kinerja Reaktor Biogas Tipe *Fixed Dome Multi Input*

Jumiati Ilham, Wrastawa Ridwan, Ervan Hasan Harun

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Gorontalo
jumiatiilham@ung.ac.id, wridwan@ung.ac.id, ervanharun@ung.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji reaktor biogas yang telah dibuat sebelumnya. Kekurangan dari reaktor gas sebelumnya adalah bahan organik yang digunakan hanya dari satu jenis (kotoran sapi) serta tidak ada pendeteksi gas yang dapat mengukur konsentrasi gas yang dihasilkan. Pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini berupa penambahan konstruksi mesin penghancur sampah organik dan sensor pengukur konsentrasi gas. Selain itu dilakukan penyempurnaan instalasi penyaluran gas menjadi reaktor gas tipe *fixed dome*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode perancangan, implementasi dan pengujian. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah reaktor biogas tipe *fixed dome* dengan spesifikasi teknis yaitu *digester* berbentuk tabung dibuat dari bahan plat seng, diameter 40 cm, tinggi keseluruhan 55 cm, kapasitas penampungan bahan organik 43,96 liter. Alat pencacah terbuat dari plat seng kapasitas 23 liter. Dengan pencacah ini bahan baku sayuran dan buah-buahan dapat dicacah sampai membentuk seperti bubur. Volume campuran bahan organik dengan air yang dapat masuk ke dalam tabung biogas adalah 27,5 liter atau 62,5% dari kapasitas penampungan bahan organik. Alat reaktor biogas ini dapat digunakan di laboratorium sebagai sarana pembelajaran maupun digunakan di rumah. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat mengubah limbah rumah tangga menjadi energi alternatif berupa biogas.

Kata kunci: Biogas, reaktor *fixed dome*, sensor gas, sampah organik, energi alternatif.

1. Pendahuluan

Pengelolaan sampah di Indonesia masih belum memadai, dimana sampah hanya dikumpul, diangkut lalu dibuang ke Lokasi Pemrosesan Akhir (LPA), di sisi lain, tingkat pertumbuhan penduduk Indonesia yang tinggi mengakibatkan jumlah sampah yang dihasilkan juga bertambah. Kondisi ini menjadi masalah yang penting karena pengelolaan sampah yang demikian berpotensi mencemari lingkungan dan menurunkan kualitas hidup masyarakat. Salah satu konsekuensi jangka panjang yang tidak kalah penting dari sistem di LPA ini adalah pembentukan emisi gas metan yang tidak terkontrol dari tumpukan sampah yang terurai secara aerob dan anaerob, membentuk gas rumah kaca dan berkontribusi terhadap pemanasan global 21 kali lebih besar daripada gas karbondioksida (Yenni., Dewilda, Y., dan Sari, S., M. 2012)

Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang dihasilkan oleh fermentasi anaerobik dari bahan organik berupa kotoran hewan, air limbah, dan limbah padat. Adapun unsur-unsur yang terkandung dalam biogas yaitu gas metana (CH_4), gas karbon dioksida (CO_2), gas oksigen (O_2), gas hidrogen sulfida (H_2S), gas hidrogen (H_2), dan gas karbon monoksida (CO) (Hamidi, N., Wardana., dan Widhiyanuriyawan D, 2011) dan (Rachman, R., Caroko, N., dan Wahyudi, 2017). Komposisinya bervariasi, tergantung sumber bahan biogasnya. Akan tetapi, biasanya memiliki kandungan 50–70 % CH_4 , 25–50 % CO_2 , 1–5 % H_2 , 0,3–3 % N_2 dan H_2S (Arifin, M., Saepudin, A., dan Santosa, A., 2011), (Syamsuri, dkk. 2015) dan (Nadliriyah, N., dan Triwikantoro. 2014)

Biogas memiliki kandungan energi tinggi yang tidak kalah dari kandungan energi dari bahan bakar fosil. Nilai kalori dari 1 meter kubik biogas setara dengan 0,6 – 0,8 liter minyak tanah. Untuk menghasilkan listrik 1 kWh dibutuhkan 0,62 – 1 meter kubik biogas yang setara dengan 0,52 liter minyak solar. Oleh karena itu biogas sangat cocok menggantikan minyak tanah, LPG dan bahan bakar fosil lainnya. Oleh sebab itu, aplikasi penggunaan biogas bisa dikembangkan untuk memasak dan penerangan (Sulistiyanto, Y., dkk. 2016).

Menurut Widodo, T., W., dkk. (2006), Teknologi biogas bukanlah merupakan teknologi baru di Indonesia, sekitar tahun 1980-an sudah mulai diperkenalkan. Namun sampai saat ini belum mengalami perkembangan yang menggembirakan. Beberapa kendala dalam pengembangan biogas antara lain yaitu kekurangan tenaga ahli teknis, reaktor biogas tidak berfungsi akibat bocor/kesalahan konstruksi, desain tidak *user friendly*, membutuhkan penanganan secara manual (pengumpulan/mengeluarkan lumpur dari reaktor) dan biaya konstruksi yang mahal.

Untuk memperoleh suatu sistem unit produksi biogas yang benar-benar menguntungkan, disarankan untuk mengembangkan beberapa hal, seperti: (a) penanganan bahan dasar, manajemen proses, dan pemilihan jenis mikroorganisme yang ikut aktif dalam proses pembentukan biogas; (b) pemahaman mengenai variabel-variabel yang mempengaruhi proses pembentukan biogas, komposisi gas, dan cara penanganan gasnya secara aman; (c) perlu disusun strategi pemasyarakatan sistem biogas, khususnya di daerah perdesaan. (Elizabeth dan Rusdiana).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ilham, J., dan Sumaga, A. (2013), telah dirancang reaktor gas sederhana dengan tabung *digester* yang hanya dilengkapi dengan saluran masuk (*inlet*) dan saluran keluar (*outlet*), katup pengaman tekanan, serta selang untuk penyaluran gas. Bahan organik yang digunakan

Info Makalah:

Dikirim : 10-11-2017;
Revisi : 11-27-2017;
Diterima : 12-04-2017.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-8525-5890-292
e-mail : jumiatiilham@ung.ac.id

hanya kotoran sapi dan harus dilakukan pencampuran secara manual. Kekurangannya yang lain adalah reaktor ini belum dilengkapi pengukur jenis dan konsentrasi gas yang dihasilkan.

Reaktor biogas dapat diklasifikasikan berdasarkan susunan konstruksi penampung gas yaitu: a) kombinasi reaktor gas *fixed dome* dan *flexible bag*; b) penampung gas terapung: tanpa sekat air dan dengan sekat air; dan c) penampung gas terpisah (Widodo, T., W., dkk. 2006). Pada penelitian ini dikembangkan reaktor gas yang dapat mengolah berbagai jenis bahan/sampah organik serta dilengkapi dengan pengukur konsentrasi gas sehingga dengan mudah dapat diketahui bahan apa yang dapat menghasilkan gas lebih besar. Secara rinci tujuan tersebut diurutkan sebagai berikut (Ilham, J., Ridwan, W., Harun, E.H. 2017):

1. Merancang mesin penghancur bahan organik;
2. Menentukan sensor yang sesuai untuk kebutuhan alat dan merancang rangkaian elektronik yang dapat mengukur konsentrasi gas;
3. Merancang instalasi gas yang akan di kopel dengan sensor pengukur tekanan gas,
4. Merancang tempat (wadah) penampungan gas;
5. Merancang saluran pembuangan residu dan wadah penampungannya;
6. Merancang saluran pembuangan dari seluruh bahan organik setelah selesai melakukan percobaan/penelitian;
7. Merancang kedudukan dari seluruh komponen yang mendukung reaktor gas ini agar menjadi satu kesatuan yang utuh sehingga dapat digunakan dengan mudah dan aman;
8. Mengukur konsentrasi gas dan pH yang dihasilkan dari berbagai macam bahan organik.

2. Metode

Metode pada penelitian ini yaitu perancangan, perakitan/pembuatan, pengujian dan eksperimen. Perancangan dilakukan untuk instalasi *digester* bertipe *fixed dome* sebagai tempat penampungan gas (Ilham, J., Ridwan, W., Harun, E.H. 2017). Volume *digester* sebesar 23,21 liter. Selanjutnya dilakukan perancangan wadah penghancur sekaligus pencampur yang terbuat dari bahan *stainless* berbentuk silinder. Wadah penghancur ini dilengkapi dengan dudukannya. Untuk rangkaian pendeteksi gas digunakan sensor gas MQ-2 yang dapat mendeteksi gas LPG, propana, metana dan asap. Besaran konsentrasi ditampilkan pada LCD 16x2. Hasil keseluruhan perancangan dapat dilihat pada Gambar 1 (Ilham, J., Ridwan, W., Harun, E.H. 2017) .



Gambar 1. Reaktor Gas Tipe *Fixed Dome* Multi Input.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan setelah semua komponen selesai dibuat. Pada tahap ini pengujian dilakukan pada komponen utama dari reaktor gas yakni: *digester*, mesin pencacah dan sensor gas.

3.1. Digester

Pengujian yang dilakukan pada komponen *digester* adalah memastikan tidak ada kebocoran gas pada tabung *digester*. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa pembentukan gas pada tabung *digester* yang menggunakan bahan dari campuran semen dan pasir (cor) tidak berlangsung secara sempurna, hal ini disebabkan karena terdapatnya pori-pori pada permukaan/dinding tabung *digester*. Keberadaan pori-pori ini mengakibatkan gas yang terbentuk keluar (menguap) dari dalam tabung *digester*. Untuk mengatasi persoalan ini dilakukan rancangan kembali dengan menggunakan bahan dari plat seng. Selain penggantian bahan pembuat *digester*, dilakukan juga perancangan kembali khususnya pada bagian *inlet* dan *oulet* dari tabung *digester*, baik posisi maupun diameter dari pipa yang digunakan. Tabung *digester* yang sudah selesai dibuat kemudian disatukan dengan komponen reaktor gas lainnya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

3.2. Mesin Pencacah

Pengujian unjuk kerja mesin pencacah dilakukan dengan cara memasukkan bahan organik (sayuran) ke dalam pencacah untuk selanjutnya dilakukan proses pencacahan dan pencampuran. Jumlah bahan organik yang digunakan dalam pengujian ini sebanyak 1 kg yang dicampur dengan air sebanyak 2 liter. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa mesin pencacah sudah dapat berfungsi dengan baik, yang ditunjukkan oleh hasil cacahan yakni campuran bahan organik dengan air yang sudah menyerupai bubur.

Campuran bahan organik dengan air ini kemudian dimasukkan ke dalam tabung *digester* melalui pipa saluran masuk (*inlet*) untuk proses fermentasi selama ± 14 hari. Berdasarkan hasil pengujian, volume campuran bahan organik dengan air yang sudah keluar dari mesin pencacah hanya 27,5 liter yang dapat masuk ke dalam tabung *digester* atau hanya 62,5% dari kapasitas tabung *digester* yakni 44 liter. Ini berarti bahwa terdapat ruang sebesar 37,5% yang menjadi media pembentukan gas metana.

3.3. Pendeteksi Gas

Pengujian pada sensor gas dilakukan untuk memastikan sensor bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sensor gas di dekat sumber gas. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sensor gas bekerja dengan baik dengan memberikan nilai konsentrasi gas yang dihasilkan pada layar LCD.



Gambar 2. Reaktor Biogas dengan *Digester* dari Seng Plat

Kesimpulan

Pada penelitian ini telah berhasil dibuat sebuah reaktor biogas tipe *fixed dome* skala laboratorium, dengan tabung *digester* berbentuk seperti tabung silinder dengan spesifikasi teknis sebagai berikut: bahan terbuat dari seng plat, diameter 40 cm, tinggi keseluruhan 55 cm, kapasitas penampungan bahan organik 43,96 liter. Alat pencacah terbuat dari plat seng dengan volume wadah 23 liter. Dari hasil pengujian alat pencacah diperoleh bahwa bahan baku biogas (sayuran, buah-buahan) dapat dicacah dengan baik sampai membentuk seperti bubur dengan perbandingan 1 kg bahan organik dicampur dengan air sebanyak 2 liter akan menghasilkan campuran bahan organik yang menyerupai bubur (lumpur) sebanyak 2,5 liter.

Volume campuran bahan organik dengan air yang dapat masuk ke dalam tabung biogas adalah 27,5 liter atau 62,5% dari kapasitas penampungan bahan organik. Pendeteksi gas telah berfungsi dengan baik dengan memberikan nilai konsentrasi gas yang dihasilkan dari reaktor. Pendeteksi gas menggunakan sensor MQ-2 dengan tampilan konsentrasi gas menggunakan LCD 16x2.

Ucapan Terima Kasih

Kami menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kemenristekdikti dalam mendanai penelitian ini, serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) dan Laboratorium Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo dalam memfasilitasi penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Arifin, M., Saepudin, A., dan Santosa, A. (2011). Kajian Biogas Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik Di Pesantren Saung Balong Al-Barokah, Majalengka, Jawa Barat. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 2(2), 73-78.
- Elizabeth, R., & Rusdiana, S. (2011). Efektivitas Pemanfaatan Biogas Sebagai Sumber Bahan Bakar Dalam Mengatasi Biaya Ekonomi Rumah Tangga di Perdesaan. *In Prosiding Seminar Nasional Era Baru Pembangunan Pertanian: Strategi Mengatasi Masalah Pangan, Bioenergi dan Perubahan Iklim*. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor (ID), 220-234.
- Hamidi, N., Wardana, I. N. G., & Widhiyanuriyawan, D. (2011). Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam. *Rekayasa Mesin*, 2(3), 227-231.
- Ilham, J., dan Sumaga, A. (2013). *Perancangan Reaktor Biogas Skala Laboratorium Penelitian PNBPP*, Fakultas Teknik UNG.
- Ilham, J., Ridwan, W., Harun, E.H. (2017). Perancangan Reaktor Gas Tipe Fixed Dome Multi Input Skala Laboratorium. *Prosiding Seminar Nasional FORTEI XI*.
- Nadliriyah, N., dan Triwikantoro. (2014). Pemurnian Produk Biogas dengan Metode Absorpsi Menggunakan Larutan Ca(OH)_2 . *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(2), 2337-3520.
- Rachman, R., Caroko, N., dan Wahyudi. (2017). Perancangan, Pembuatan, Dan Pengujian Alat Pemurnian Biogas Dari Pengotor H_2O Dengan Metode Pengembunan (Kondensasi). *Jurnal Teknik Mesin*, Diperoleh dari <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/11109>.
- Syamsuri., Suheni., Wulandari, Y., dan Taufik. (2015). Analisa Performansi Kompor Biogas Dengan Volume Penampung Biogas 1 M3 yang Dihasilkan dari Reaktor dengan Volume 5000 Liter. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 151-162.
- Widodo, T. W., Asari, A., Ana, N., & Elita, R. (2006). Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak. *Jurnal Enjiniring Pertanian*, 4(1), 41-52
- Yenni, Y. D., & Sari, S. M. (2012). Uji pembentukan biogas dari substrat sampah sayur dan buah dengan ko-substrat limbah isi rumen sapi. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, 9(1), 26-36..