

PEMANFAATAN BIOGAS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK SKALA RUMAH TANGGA

T.G.T. Nindhia^{1*}, I.W. Surata¹, T.S. Nindhia², I.D.G.P. Swastika¹

ABSTRACT

Cemadik Village, located at District of Tampaksiring in Gianyar Regency, Bali is an agricultural village with most of its inhabitants as farmers and ranchers. Livestock, especially cattle and pigs are widely available in this area and very potential to be developed as a source of energy reserves especially biogas obtained from the processing of farm waste through anaerobic digester. Biogas is commonly used for cooking but the use of further biogas for biogas power plants needs to be developed and disseminated. This is due to the decreasing availability of conventional energy which causes the price of electricity continues to increase. This dedication aims to build a pilot biogas power plant project to introduce and disseminate affordable and cost-effective technology of household-scale biogas power plant in Cemadik Village, Tampaksiring District, Gianyar, Bali. Furthermore, this activity succeeds to create a biogas power plant with a capacity of 1000 watts with biogas fuel and has been installed with a well-equipped house generator.

Kata kunci : power plant, electricity, power, biogas, scale, household

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik bagi masyarakat pedesaan sangat penting dan untuk mengurangi pengeluaran biaya listrik yang semakin meningkat, maka perlu diperkenalkan kepada masyarakat teknologi untuk memanfaatkan biogas yang dihasilkan menjadi energi listrik. Adanya tambahan energi listrik ini tentu bermanfaat bagi penghematan konsumsi listrik dari PLN dan juga listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk mendukung usaha pertanian dan peternakan seperti untuk memompa air dan menggerakkan mesin-mesin usaha pertanian. Desa Cemadik merupakan daerah pertanian merupakan bagian dari kecamatan Tampaksiring di Kabupaten Gianyar. Penduduknya sebagian besar bergerak di bidang pertanian. Beberapa penduduk sudah menggunakan teknik digester secara anaerob (*anaerobic digester*) untuk memproses limbah peternakan. Hasil pengolahan dengan cara ini menghasilkan pupuk dan biogas. Biogas yang dihasilkan sudah banyak digunakan untuk keperluan memasak. Dan selanjutnya diusahakan kelebihan biogas dapat pula digunakan untuk menghasilkan listrik dengan kegiatan yang diajukan dalam pengabdian ini.

¹ Progran Studi Teknik Mesin, fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia, 80361, Email: tirta.nindhia@me.unud.ac.id/nindhia@yahoo.com

² Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana, Kampus Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia, 80225



Gambar 1. Kunjungan ke Peternakan Desa Cemadik, Tampaksiring Gianyar sebagai Langkah Awal Pelaksanaan Pengabdian Program Udayana Mengabdikan (PUM) di mana lokasi pengabdian ini akan dilaksanakan

Beberapa cara yang dikembangkan agar mesin dapat menggunakan biogas sebagai bahan bakar adalah dengan mencampur biogas dengan gas tambahan seperti hidrogen (Park, dkk. 2011). Cara ini kurang tepat diterapkan untuk skala rumah tangga karena membutuhkan hidrogen dan gas nitrogen agar mencapai komposisi yang tepat dalam pembakaran sehingga biaya menjadi meningkat.

Para ahli berusaha sekuat tenaga untuk menciptakan mesin yang dapat menggunakan biogas sebagai bahan bakar, Usaha ini tidaklah mudah karena biogas mengandung berbagai gas pengotor lainnya seperti Karbon dioksida (CO_2), Hidrogen sulfida (H_2S) dan juga uap air (H_2O) yang menyebabkan disain mesin berbahan biogas menjadi lebih rumit dibandingkan dengan mesin yang menggunakan bahan bakar bensin, diesel ataupun gas LPG (Park, dkk. 2011).

Telah Dikembangkan pula mesin berbahan bakar biogas dimana sistemnya diintegrasikan dengan sistem potovoltaik terintegrasi. Sistem ini menggunakan potovoltaik untuk memperoleh hidrogen dari air yang dilengkapi dengan alat penghilang kadar air (Redy dkk. 2016). Sistem ini tentu saja tidak tepat untuk diterapkan pada sistem pembangkit listrik tenaga biogas skala rumah tangga

Model lain yang dikembangkan adalah dengan menggunakan campuran biogas dan disel (Yilmaz dan Gumus, 2017). Mesin yang digunakan adalah mesin disel namun biogas ditambahkan pada intake manifold mesin dengan harapan dapat menghemat konsumsi disel, namun hal ini terbukti meningkatkan emisi gas berbahaya (Qian, dkk, 2017) disamping itu metode ini ditemukan justru meningkatkan konsumsi bahan bakar, menurunkan efisiensi termal, meningkatkan konsentrasi polutan, walaupun dengan teknik ini konsentrasi NO_x ditemukan menurun (Makareviciene dkk., 2013). Walaupun juga dipahami bahwa penurunan NO_x disebabkan karena biogas mengandung CO_2 (Kim dkk. 2016)

Untuk dapat menggunakan biogas sebagai bahan bakar mesin, maka mesin harus dilengkapi dengan asesoris yang dapat menghilangkan kadar hidrogen sulfida (H_2S) dalam biogas untuk itu pihak peneliti dalam proposal ini telah memperoleh hasil penelitian yang menemukan cara untuk Menghilangkan hidrogen sulfida dari dalam biogas dapat dilakukan dengan menggunakan limbah gram besi (Nindhia^adkk, 2013), dapat pula menggunakan limbah gram tembaga (Nindhia^g, 2017), limbah gram aluminium (Nindhia^ddkk., 2014). Limbah Baterai bekas (Nindhia^cdkk., 2016;Nindhia^edkk., 2016;Nindhia^f dkk., 2016 juga dapat digunakan sebagai desulfurizer, hal tersebut di atas adalah hasil yang telah dicapai

Sedangkan studi pendahuluan untuk susksenya penelitian ini juga sudah dilakukan yaitu dengan hasil penelitian sistem pembangkit listrik tenaga biogas dengan menggunakan sistem konversi yang dikembangkan dengan sistem yang dilengkapi dengan asesoris seperti desulfurizer, pemurni dari

Pemanfaatan biogas untuk pembangkit listrik skala rumah tangga

pengotor CO₂, pengering dan alat mixer biogas dengan udara (Nindhia^bdkk., 2012, Surata, dkk. 2014)

Di Desa Cemadik, Tampaksiring, Gianyar, Bali, limbah Peternakan sudah bisa diproses menjadi pupuk dan menghasilkan biogas. Biogas yang diperoleh selama ini hanya digunakan untuk memasak. Kelebihan biogas belum dimanfaatkan lebih lanjut. Agar kelebihan biogas tidak sia-sia dikemukakan ide untuk memanfaatkan biogas untuk menggerakkan mesin genset berbahan bakar biogas. Teknologi teknik pembangkit listrik tenaga biogas ini akan diperkenalkan kepada masyarakat melalui pembangunan pilot proyek di Desa Cemadik, Tampaksiring, Gianyar.

Manfaat kegiatan ini adalah, kelebihan biogas yang dihasilkan tidak terbuang percuma dan dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik untuk keperluan lebih lanjut serta untuk menghemat pemakaian listrik dari perusahaan Listrik Negara (PLN). Sedangkan tujuan kegiatan pegabdian ini adalah untuk memperkenalkan dan menerapkan teknologi tepat guna pembangkit listrik tenaga biogas yaitu memanfaatkan biogas dari hasil pengolahan limbah peternakan untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk menggerakkan genset listrik di Desa Cemadik, Tampaksiring, Gianyar.

2. METODE PELAKSANAAN

Agar Mesin dapat beroperasi dengan menggunakan bensin ataupun biogas maka ruang bakar dirancang agar kompresi yang dihasilkan bisa untuk bahan bakar mesin dan juga bahan bakar biogas. Ruang bahan bakar mesin dibuat dengan bahan aluminium tuang, dan silinder dengan menggunakan besi tuang kelabu. Tutup piston dibuat dengan menggunakan aluminium tuang. Bukaan katup diteliti agar dapat berfungsi baik menggunakan bahan bakar bensin dan juga biogas. Bagian karburator dilengkapi dengan disain gas mixer yaitu bagian untuk mencampur komposisi biogas dengan udara. Bagian gas mixer ini dirancang tidak bekerja saat bahan bakar bensin digunakan demikian pula sebaliknya saat bahan bakar biogas yang digunakan maka bagian karburator bensin tidak bekerja. Di antara bagian mixer biogas dan karburator terdapat komponen *fuel selector*, bagian ini adalah didisain untuk bisa dipilih antara menggunakan bahan bakar bensin atau biogas. Mesin yang disiapkan untuk pembangkit listrik tenaga biogas ini dirancang dapat memutar generator listrik dan mampu menghasilkan daya 1000 watt. Mesin dirancang agar mampu beroperasi baik dengan menggunakan bahan bakar biogas dan juga bensin jika suatu saat biogas belum tersedia. Unit dilengkapi dengan kantong biogas untuk proses homogenasi biogas dan menghilangkan kadar air dalam biogas. Unit desulfuriser ditambahkan agar biogas yang dihasilkan bebas dari kandungan gas pengotor hidrogen sulfide (H₂S). Unit penghilang karbon dioksida ditambahkan sehingga biogas yang dihasilkan bebas dari kandungan gas pengotor karbon dioksida

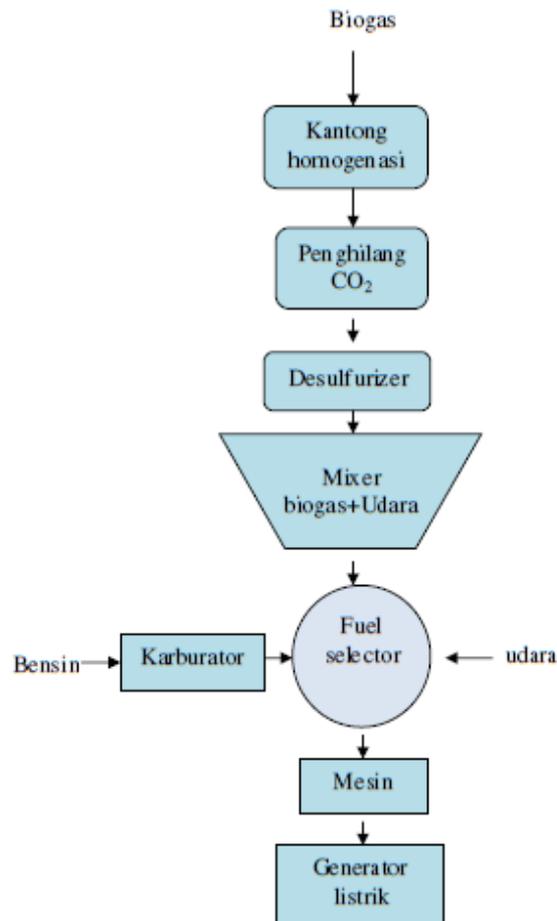
Pembuatan Genset kapasitas 1000 wat berbahan bakar fleksibel bensin atau biogas. Genset dibuat dengan menggunakan mesin selinder tunggal dengan mesin 4 langkah.. Bagian Karburator dilengkapi dengan *biogas-air mixer* yaitu suatu komponen yang dapat mengatur campuran biogas dengan udara dengan baik sesuai dengan kebutuhan mesin. Bukaan klep mesin diatur agar dapat dioperasikan dengan 2 jenis bahan bakar yaitu bensin atau biogas

Biogas perlu dihomogenkan terlebih dahulu sebelum memasuki ruang bakar agar mesin dapat hidup dengan stabil. Bag homogenasi biogas dibuat dengan menggunakan bahan PVC dengan disediakan bagian untuk memasukkan dehumidifier berupa butiran CaCl₂ . Butiran CaCl₂ ini selanjutnya akan mencair jika kontak dengan kandungan uap air yang ada dalam biogas dan dengan mudah dikeluarkan dari bag dehumidifier. Biogas perlu juga dimurnikan dari gas pengotor H₂S dan CO₂. Untuk itu pemurnian biogas mutlak diperlukan sehingga gas dengan kandungan metana (CH₄) yang tinggi dapat diperoleh. Unit percontohan dioperasikan dan dihidupkan untuk diuji performansinya. Dan dilakukan serah terima (Gambar 1) kepada Kelompok ternak di desa

Cemadik, Tampaksiring, Gianyar, Bali. Secara singkat system pembangkit listrik tenaga biogas ini seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Serah Terima genset biogas oleh kepada Ketua kelompok ternak desa Cemadik, Tampaksiring, Gianyar



Gambar 2. Sistem unit pembangkit listrik tenaga biogas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pilot proyek pembangkit tenaga listrik skala rumah tangga di Desa Cemadik, Kecamatan Tampaksiring, Kabupaten Gianyar dapat dibangun dan terdiri dari mesin yang disiapkan untuk pembangkit listrik tenaga biogas ini dirancang dapat memutar generator listrik dan mampu menghasilkan daya 1000 watt. Mesin dirancang agar mampu beroperasi baik dengan menggunakan bahan bakar biogas dan juga bensin jika suatu saat biogas belum tersedia. Unit dilengkapi dengan kantong biogas untuk proses homogenasi biogas dan menghilangkan kadar air dalam biogas. Unit desulfuriser ditambahkan agar biogas yang dihasilkan bebas dari kandungan gas pengotor hidrogen sulfide (H_2S). Unit penghilang karbon dioksida ditambahkan sehingga biogas yang dihasilkan bebas dari kandungan gas pengotor karbon dioksida. Hasil yang dicapai berupa pilot project pembangkit listrik tenaga biogas yang dibangun di desa Cemadik, Tampaksiring, Gianyar, yang dapat digunakan untuk pelatihan bagi pihak-pihak yang berminat untuk membangun pembangkit listrik tenaga biogas skala rumah tangga

4. KESIMPULAN

Dengan telah dilaksanakan pengabdian ini maka dapat limbah peternakan di Desa Cemadik sudah dapat diproses menjadi biogas, dan biogas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar genset dan menghasilkan listrik. Listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk penerangan, pompa air dan sebagainya sehingga menghemat pengeluaran untuk pembayaran listrik dari PLN

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Universitas Udayana dengan dukungan pendanaan dari Universitas Udayana melalui Program Udayana Mengabdikan tahun 2019

DAFTAR PUSTAKA

- Makareviciene, V., Sendzikiene, E., Pukalskas, S., Rimkus, A., Vegneris, R. (2013), Performance and emission characteristics of biogas used in diesel engine, Operation, *Energy Conversion and Management*, Vol. 75, pp. 224–233.
- Nindhia^a, T.G.T., Sucipta, M., Surata, I W., Atmika, I K.A., Negara, D.N.K., Negara, K.M.T.(2013), Processing of Steel Chips Waste for Regenerative Type of Biogas Desulfurizer, *International Journal of Renewable Energy Research*, Vol. 3, pp.84-87
- Nindhia^b, T.G.T., Surata, I W., Atmika, I K.A., Negara, D.N.K.P., Wardana, A.(2013), Method on Conversion of Gasoline to Biogas Fueled Single Cylinder of Four Stroke Engine of Electric Generator, *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 4, pp. 300-303.
- Nindhia^c, T.G.T., Surata, I W., Atmika, I K. A., Negara, D.N.K.P, and Adnyana, I W.P.(2014), To Recycle Zinc (Zn) from Used Zinc-Carbon Battery as Biogas Desulfurizer, *International Journal of Material Science and Engineering*, Vol. 2, pp.39-42.
- Nindhia^d, T.G.T., Surata, I W., Atmika, I K. A., Negara, D.N.K.P, and Putra, G.P.A.L.(2014), Biogas Desulfurizer Made from Waste of Aluminium Chips, *International Journal of Mechanic and Manufacturing*, Vol. 2, pp. 219-222.
- Nindhia^e, T.G.T., Surata, I W., Atmika, I K. A., Negara, D.N.K.P, and Artana, I P.G. (2015), Processing Carbon Rod from Waste of Zinc-Carbon Battery for Biogas Desulfurizer, *Journal of Clean Energy Technologies*, Vol. 3, pp.119-122.
- Nindhia^f, T.G.T., Surata, I W., Swastika, D.G.P., Wahyudi, I M.(2016), Reuse of Carbon Paste From Used Zinc-Carbon Battery for Biogas Desulfurizer with clay as a binder, *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol.7, pp.203-206.
- Nindhia^g, T.G.T, I W., Nindhia, T. S., Negara, D.N.K.. Mega M. (2017), Waste of Copper alloy Chips as Biogas Desulfurizer, *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 8 , pp. 15-18.

- Park, C. , Park, S. , Lee, Y. , Kim, C. Lee, S., Moriyoshi, Y. (2011), Performance and emission characteristics of a SI engine fueled by low calorific biogas blended with hydrogen, *International Journal of Hydrogen Energy*, **Vol. 36**, pp. 10080-10088
- Qian, Y., Sun, S., Ju, D., Shan, X., Lu, X. (2017), Review of the state-of-the-art of biogas combustion mechanisms and applications in internal combustion engines, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **Vol. 69**, pp. 50–58
- Reddy, K.S., Aravindhan, S., Mallick, T.K., (2016), Investigation of performance and emission characteristics of a biogas, fuelled electric generator integrated with solar concentrated photovoltaic system, *Renewable Energy* **Vol.92**, pp.233-243
- Surata, I W., Nindhia, T.G.T., Atmika, I K.A., Negara, D.N.K.P., and Putra, I W.E.P. (2014), Simple Conversion Method from Gasoline to Biogas Fuelled Small engine to Powered Electric Benerator, *Energy Procedia*, Vol.52, pp. 626-632
- Yilmaz, I.T., Gumus, M.(2017) Investigation of the effect of biogas on combustion and emissions of TBCdiesel engine, *Fuel*, Vol.188, pp. 69–78