



## PEMANFAATAN *HUMAN FECES* DENGAN PENERAPAN SMART BIOGAS PROCESSING

### UTILIZATION OF HUMAN FECES BY APPLYING SMART BIOGAS PROCESSING

Christian David Silvester<sup>1\*</sup>, Daris Fitriana Zulfa<sup>2</sup>, Tonny Irwanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Prodi Permesinan kapal Universitas Pertahanan, Indonesia

<sup>2,3</sup> Prodi Budidaya Pertanian Lahan Kering Universitas Pertahanan, Indonesia

#### Sejarah Artikel

Diterima: April 2023

Disetujui: Mei 2023

Dipublikasikan: Juni 2023

#### Abstract

*Human waste disposal is one of the causes of environmental pollution which is currently a serious problem. This waste can cause cholera, colitis, hepatitis, infectious diseases, schistosomiasis, and other digestive diseases. To overcome this problem, Smart Biogas Processing (SBP) was created by utilizing human waste. Making this innovation uses the Research and Development (R&D) research method and data collection by means of literature study. This Smart Biogas Processing innovation is equipped with a water level sensor, Real Time Clock (RTC) sensor, and temperature sensor to optimize the processing process. Human waste that reaches half of the mixing area will be detected by the water level sensor, thereby activating the mixing machine for 30 minutes which will automatically turn off because it is equipped with RTC. Homogeneous human waste will be distributed to the digestive site using an air pump where anaerobic decomposition will occur. A temperature sensor is installed in the digester to determine the temperature in the digester. This technology produces biogas which can be used as an alternative fuel for cooking. This technology aims to overcome the problem of environmental pollution due to the disposal of human waste. So with this SBP-appropriate technological innovation, it can help overcome environmental pollution from human waste disposal and limited cooking fuel sustainably originating from non-renewable energy.*

#### Kata Kunci

kata kunci 1; *Human Feces* 2; Biogas

#### Abstrak

Limbah pembuangan kotoran manusia merupakan salah satu penyebab pencemaran lingkungan yang saat ini menjadi masalah serius. Limbah tersebut menjadi dapat menyebabkan penyakit kolera, radang usus, hepatitis, infeksiosa, *schistosomiasis*, dan penyakit pencernaan lainnya. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diciptakannya *Smart Biogas Processing* (SBP) dengan pemanfaatan *human feces*. Pembuatan inovasi ini menggunakan metode penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D) dan



pengambilan data dengan cara studi literatur. Inovasi *Smart Biogas Processing* ini dilengkapi dengan *water level sensor*, *Real Time Clock (RTC) sensor*, dan *temperature sensor* untuk mengoptimalkan proses pengolahan tersebut. *Human feces* yang mencapai setengah dari tempat pengadukan akan terdeteksi oleh *water level sensor* sehingga mengaktifkan mesin pengaduk selama 30 menit yang akan otomatis mati karena dilengkapi dengan RTC. *Human feces* yang sudah homogen akan disalurkan ke tempat *digester* menggunakan pompa air yang akan terjadi penguraian secara *anaerob*. Pada *digester* dipasang sensor suhu untuk mengetahui suhu dalam *digester*. Teknologi ini menghasilkan biogas yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif dalam memasak. Teknologi ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan akibat limbah pembuangan kotoran manusia. Sehingga dengan adanya inovasi teknologi tepat guna SBP ini, dapat membantu mengatasi pencemaran lingkungan oleh limbah pembuangan kotoran manusia dan keterbatasan bahan bakar memasak yang berasal dari energi tak terbarukan secara berkelanjutan.

DOI:  
<https://doi.org/10.33172/pjp.v1i1>

e-ISSN: 3025-5228  
© 20xx Published by Program Studi Permesinan Kapal  
Universitas Pertahanan Republik Indonesia

**\*Corresponding Author:**

Christian David Silvester  
Email: [davidsilvester29@gmail.com](mailto:davidsilvester29@gmail.com)



## PENDAHULUAN

Lingkungan menjadi tempat ternyaman untuk ditinggali manusia saat ini. Namun, seiring dengan berjalannya waktu permasalahan lingkungan menjadi isu yang serius seperti pencemaran lingkungan oleh limbah pembuangan rumah tangga. Rata-rata limbah rumah tangga yang dihasilkan tiap orangnya adalah 118 liter per hari dan berat feses yang dihasilkan oleh orang dewasa tiap harinya mencapai 100-250 gram (Marsudi, 2012). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021 terdapat 10.683 desa dan kelurahan di Indonesia yang mengalami pencemaran air. Air limbah ini dapat mengakibatkan terjadinya penyakit kolera, radang usus, hepatitis, infeksiosa, *schistosomiasis*, dan penyakit pencernaan lainnya (Sugiharto, 2014). Apabila terus dibiarkan akan berdampak semakin parah terhadap lingkungan hidup.

Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran tersebut, di antaranya dengan memanfaatkan limbah rumah tangga tersebut untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan biogas. Biogas merupakan gas yang terbentuk dari proses fermentasi sampah-sampah organik seperti kotoran ternak dan sampah dapur oleh bakteri secara *anaerob* (penguraian tanpa membutuhkan oksigen) (Wahyuni, 2013). Biogas yang dihasilkan dari pengolahan ini dapat dijadikan sebagai energi alternatif bahan bakar yang dapat digunakan untuk memasak sehari-hari. Pengolahan ini dilakukan dengan bahan baku limbah pembuangan kotoran manusia (feses) yang selalu tersedia dan setiap hari dihasilkan. Pengolahan biogas ini dilakukan melalui proses fermentasi secara *anaerob* dalam suatu tempat penampungan yang hampa udara.

Pada umumnya, biogas dapat dihasilkan dengan menggunakan bahan baku sampah organik dan kotoran hewan ternak, Tnunay (2017). Namun, penggunaan kotoran hewan ternak dalam pembuatan biogas ditemui hambatan karena ketersediaannya sangat dipengaruhi oleh eksistensi dari hewan ternak itu sendiri. Apabila hewan ternak mati akan mempengaruhi jumlah bahan baku pembuatan biogas nantinya.

Sedangkan jika menggunakan feses manusia ini dalam pengolahan pembuatan biogas dapat dilakukan secara terus menerus karena mudah didapatkan. Selain itu, juga dapat mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan yang semakin marak terjadi. Bahan baku pembuatan biogas yang menggunakan feses manusia dipilih karena ketersediaannya yang terjamin secara kontinu setiap harinya. Oleh karena itu, maka dibuatlah konsep pembuangan kotoran manusia yang dimanfaatkan untuk pembuatan biogas Smart Biogas Processing.

## METODE PENELITIAN

Penulisan karya ini termasuk dalam penelitian pengembangan yang biasa disebut dengan *Research and Development (R&D)*. Penelitian pengembangan merupakan suatu proses yang dipakai untuk mengembangkan dan memfasilitasi produk penelitian (Setyosari, 2012). Penelitian pengembangan digunakan untuk menciptakan sebuah produk baru dan menguji keefektifan produk tersebut. Sedangkan metode pengambilan data dilakukan dengan cara studi literatur kajian ilmiah. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan persoalan dengan mengumpulkan sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya dan akan dijadikan sebagai pembandingan dengan penelitian yang dilakukan.

Tahapan penelitian yang dilakukan diawali dengan penemuan masalah sehari-hari, dimana banyak ditemukan terjadinya pencemaran lingkungan oleh limbah kotoran manusia. Dengan memikirkan permasalahan tersebut, maka ditemukan ide untuk mengurangi pencemaran lingkungan tersebut dengan memanfaatkan *septic tank* yang ada. Oleh karena itu, dibuatlah inovasi teknologi pembuatan *Smart Biogas Processing* dengan dilengkapi *water level sensor*, *Real Time Clock (RTC) sensor*, dan *temperature sensor*.

Pembuatan *Smart Biogas Processing* ini digunakan untuk memanfaatkan limbah pembuangan kotoran manusia yang akan dijadikan sebagai bahan pembuatan energi terbarukan berupa biogas. Setelah itu dilakukan pembuatan desain *prototype* untuk membuat gambaran besar model pembuatan *Smart Biogas Processing* agar dapat didemonstrasikan secara fungsional dengan jelas.

Dalam penelitian ini diperlukan alat seperti, Arduino UNO R3 ATmega 328P, *Float Switch Water Level Sensor*, *Water Level Sensor*, Relay 5V 4 Channel, kabel *jumper*, LCD 2 PCB Arduino, pompa maxon EFP 05, sensor suhu DHT 22, *Micro Servo 9G*, *Switch push button*, Motor Listrik AC Induksi tiga fase, dan *buzzer*.

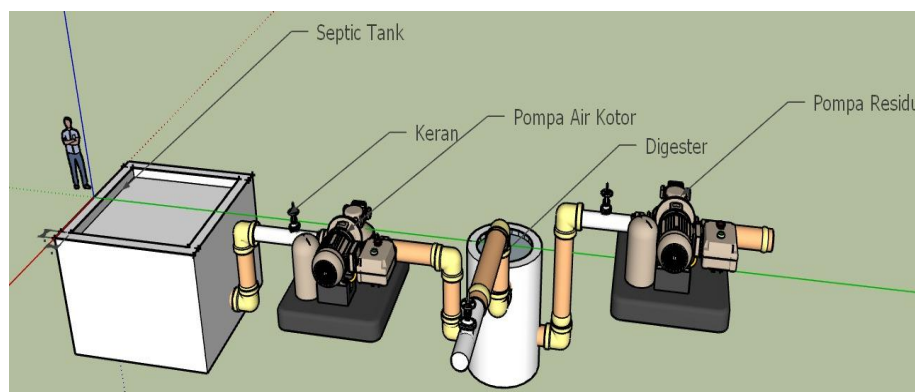
## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Human feces* atau kotoran manusia merupakan produk akhir hasil dari proses metabolisme saluran pencernaan tubuh manusia. Feses ini biasanya dikeluarkan sekali sampai dua kali dalam sehari. Sekitar 100-250 gram feses diekskresikan oleh manusia dewasa setiap hari (Marsudi, 2012). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2021 sekitar 237 juta. Maka dalam sehari terdapat 68.250 ton *human feces* yang dihasilkan masyarakat Indonesia. Jumlah ini sangat besar dan memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan bagi kebutuhan masyarakat. Kotoran manusia tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman karena merupakan zat

organik. Selain itu, kotoran manusia juga dapat dimanfaatkan untuk menjadi biogas dari proses fermentasi secara *anaerob* oleh bakteri pengurai. Biogas ini dapat digunakan sebagai energi alternatif yaitu pengganti bahan bakar memasak yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

*Human feces* tidak hanya memiliki manfaat, tetapi juga dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan. Salah satunya yaitu menyebabkan pencemaran air. Pencemaran air dapat disebabkan karena merembesnya air *septic tank* yang mengandung bibit penyakit dalam bentuk bakteri dan virus dari kotoran manusia ke sumur atau ke sumber air lainnya yang digunakan masyarakat sebagai sumber air minum. Pencemaran air yang disebabkan oleh kotoran manusia dapat menyebabkan efek domino bagi makhluk hidup lain. Air yang tercemar dapat menyebabkan keracunan dan penyakit bagi manusia maupun hewan, bahkan dapat menyebabkan kematian. Didalam feses terdapat banyak mikroorganisme yang pada umumnya tidak berbahaya bagi kesehatan atau tidak menyebabkan penyakit. Namun, kotoran manusia berpotensi mengandung mikroorganisme patogen, terutama apabila manusia yang menghasilkannya menderita penyakit saluran pencernaan makanan (*enteric or intestinal diseases*). Mikroorganisme tersebut dapat berupa bakteri, virus, protozoa, ataupun cacing-cacing parasit. Pada manusia dapat menyebabkan penyakit seperti penyakit kolera, radang usus, hepatitis, infeksi, *schistosomiasis*, dan penyakit pencernaan lainnya (Sugiharto, 2014).

*Smart Biogas Processing* adalah alat yang dirancang untuk mampu menghasilkan Biogas dari bahan dasar kotoran manusia yang mampu beroperasi otomatis tanpa memerlukan tenaga manusia. Alat ini dilengkapi dengan Arduino sebagai otak, sesor-sesor (*Water Level Sensor, Real time Clock, dan DHT22 temperature sensor*) sebagai inputnya, dan pompa serta agitator sebagai outputnya. Arduino akan diprogram sehingga mampu beroperasi secara otomatis.



**Gambar 1.** Desain *Smart Biogas Processing* (Sumber Pribadi)

*Smart Biogas Processing* (SBP) ini memiliki kelebihan yaitu mampu bekerja secara otomatis, tidak perlu menggunakan tenaga manusia untuk mengolahnya, lebih menghemat waktu dan tenaga, dapat menjadi bahan alternatif pengganti gas LPG yang mahal, dapat mengolah kotoran manusia menjadi lebih bermanfaat sehingga tidak terjadi pencemaran lingkungan, dan juga dapat menjadi lebih ekonomis ketika sudah menggunakannya dari lama.

*Smart Biogas Processing* (SBP) ini juga memiliki kekurangan yaitu memiliki biaya pembuatan yang lumayan mahal sehingga butuh waktu yang cukup lama untuk mendapatkan keuntungan dari alat ini serta memerlukan kotoran manusia yang cukup banyak sehingga cocok digunakan pada restoran dan tempat-tempat wisata yang memiliki wc umum.

Alat yang digunakan dalam pembuatan *Smart Biogas Processing* (SBP) ini yaitu Arduino UNO R3 ATmega 328P, *Float Switch Water Level Sensor*, *Water Level Sensor*, *Relay 5V 4 Channel*, kabel *jumper*, LCD 2 PCB Arduino, pompa maxon EFP 05, sensor suhu DHT 22, *Micro Servo 9G*, *Switch push button*, Motor Listrik AC Induksi tiga fase, *Real Time Clock* (RTC) dan *buzzer*.

Pembuatan *Smart Biogas Processing* (SBP) ini dimulai dengan membangun septic tank dengan ukuran 3 m x 3 m x 2 m. Kemudian dipasang dengan pompa air kotor (Pompa Maxon EFP05) dan disambung dengan pipa. Pompa ini akan mengalirkan kotoran manusia dari *Septic Tank* menuju ke *digester* yang berbentuk tabung dengan ukuran diameternya 2 m dan tinggi 1,5 m. Pada *digester* akan dipasang *Water Level Sensor* yang berfungsi untuk mendeteksi kotoran manusia ketika telah mencapai 1/3 dari ukuran tabung, *Real Time Clock* (RTC) untuk mengatur waktu *agitator* berputar, dan *Temperature Sensor DHT 22* untuk mengontrol suhu dalam *digester*. Setelah itu akan dipasang Motor Listrik AC Induksi tiga fase sebagai mesin yang akan memutar *agitator* tersebut. Untuk mengalirkan gas metana yang telah jadi akan dipasang pipa yang langsung mengalir dan tersambung pada kompor. Pada bagian bawah akan dipasang pompa untuk memompa residu atau sisa kotoran yang telah diubah menjadi gas. Sisa kotoran tersebut akan dimanfaatkan sebagai pupuk tumbuhan maupun pangan ikan lele.

Prosedur pembuatannya yaitu akan dipompanya kotoran manusia dari *septic tank* menuju ke *digester*. Setelah mencapai 1/3 ukuran tabung maka pompa akan otomatis mati yang dikendalikan oleh arduino. Setelah itu *agitator* yang terdapat dalam *digester* akan secara otomatis berputar selama 3 menit untuk mencampur kotoran manusia dan air yang telah dipompa dari *septic tank*. Setelah 3 menit *agitator* akan berhenti secara otomatis dan



proses fermentasi akan dimulai. Proses fermentasi ini akan memakan waktu selama 2 minggu dengan cara di simpan didalam digester. Setelah 2 minggu gas metana yang keluar itulah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Selain itu residu yang tersisa mampu dipompa dan dimanfaatkan sebagai pupuk dan pangan.

Penggunaan mesin serta pemakaian Arduino untuk menjadi otak dalam alat tersebut mempermudah pekerjaan dalam pembuatan biogas yang terbuat dari kotoran manusia, serta dari segi waktu akan lebih cepat karena proses pengadukan dan fermentasi sudah dikontrol secara otomatis dengan Arduino dan otomatis akan tersimpan secara *real time*. Biaya dari pembuatan alat serta komponen komponen yang terkait cukup menguras biaya tetapi alat ini mempunyai efektivitas yang besar dan mempunyai suatu investasi jangka Panjang dengan kegunaan yang sangat jelas karena dapat mengubah suatu limbah dari kotoran manusia menjadi suatu energi terbarukan yang sifatnya tidak akan habis. Limbah kotoran manusia dapat menjadi energi alternatif pengganti LPG untuk memasak dan bahan bakar generator untuk menghasilkan listrik. Selain itu, biogas dinilai lebih aman untuk bumi karena pembakaran biogas mampu mengurangi emisi gas kaca.

## PENUTUP

Proses pembuatan biogas dengan pemakaian teknologi *Smart Biogas Processing* (SBP) ini akan sangat membantu karena dapat menghemat tenaga. Kotoran yang berada pada *septic tank* akan dipompa menuju *digester*. Pada *digester* kotoran tersebut akan diaduk secara otomatis oleh *agitator* dengan memprogramnya menggunakan arduino sehingga mampu bergerak dan berhenti secara otomatis. Setelah itu kotoran yang telah dicampur tadi akan didiamkan selama 2 minggu pada *digester* hingga gas metananya keluar dan terkumpul. Setelah 2 minggu barulah gas metana tersebut akan digunakan sebagai bahan alternatif pengganti gas LPG.

Pemanfaatan *Smart Biogas Processing* (SBP) ini dapat membawa dampak membawa dampak positif antara lain dapat mengurangi limbah dari kotoran manusia yang ditampung pada *septic tank*, dapat mengurangi pencemaran yang disebabkan oleh menumpuknya kotoran manusia baik itu pencemaran lingkungan maupun pencemaran udara. Pemanfaatan biogas yang dihasilkan oleh SBP ini juga mampu menjadi *energy alternative* yang digunakan sebagai pengganti gas LPG.

Alat ini bisa menjadi investasi jangka Panjang bagi masyarakat sekitar karena efektivitas penggunaan dan efisiensi pemanfaatan limbah akan terus berjalan, dan akan memberikan hasil untuk dijadikan suatu energi yang bisa membantu masyarakat dalam

mengehemat pengeluaran rumah tangga secara signifikan, karena dari pembuatan biogas ini bisa dijadikan sebagai isi gas LPG untuk membantu kegiatan dalam proses masak memasak, dan juga bisa dijadikan listrik jika diteruskan oleh generator yang akan merubah emisi gas menjadi arus listrik yang membantu penerangan bahkan kegiatan rumah tangga yang menggunakan energi listrik. Masyarakat harus bisa mengembangkan suatu potensi yang tidak akan habis karena bahan baku dari pembuatan biogas ini adalah limbah kotoran manusia yang setiap hari pasti diproduksi oleh tubuh manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arga (2020) Pengertian arduino uno dan spesifikasinya. Artikel Tersedia Pada <https://pintarelektro.com/pengertian-arduino-uno>, diakses pada tanggal 15 Agustus 2022.
- Bagia, I Nyoman & Parsa, I Made. 2018. Motor-Motor Listrik. 104 hlm. Diakses 12 Februari 2023.
- Hermawan, B., Qodriyah, L., dan Puspita, C. 2007. Pemanfaatan sampah organik sebagai sumber bioagas untuk mengatasi krisis energi dalam negeri. Jurusan Kimia. Universitas Lampung
- Inejiro Ashikaga. 2015, Makalah Masalah Lingkungan. 12 hlm. Diakses 12 Februari2023.
- Khaidir. 2015, Teknologi produksi biogas sebagai bahan bakar alternatif berbahan baku sampah organik. Lhokseumawe. 16 hlm
- Khair S., Ummul. 2020. Alat pendeteksi ketinggian air dan keran otomatis menggunakan water level sensor berbasis arduino uno. 9(1).
- Kusumadiarti, Rini S. & Qodawi, Hadro. 2021. Implementasi sensor water level dalam sistem pengatur debit air di pesawahan. Jurnal Petik. 7(1).
- Lastella dkk. 2002, "Anaerobic digestion of semi-solid organic waste: biogas production and its purification", Energy Conversion and Management.
- Marsudi. 2012, Produksi biogas dari limbah rumah tangga sebagai upaya mengatasi krisis energi dan pencemaran lingkungan. 9 hlm. Diakses 12 Februari 2023
- Muslim, M. Aziz dkk. 2018. Rancang bangun sistem kontrol kekentalan dan temperatur pada digester anaerob. 132-137.
- Nau, Y. C. dkk. 2009, "Biogas Limbah Organik Sebagai Sumber Energi Alternatif", Repository Ipb. 26 hlm.



- Retno Asri W., Sinta Ananda R. 2018. Inovasi teknologi aspal geopori itb sebagai bahan jalan resapan air guna mendukung SMAN 1 Rogojampi menuju adiwiyata mandiri. 10 hlm.
- Saputra, Wendi F., Komar, Syamsul & Abro, Akib. Kajian teknis penanganan lumpur (mud handling) pada main sump untuk optimalisasi pompa pada pit darmo PT. Ulima Nitra Tanjung Enim Sumatera Selatan.
- Setyosari. (2012). Metode penelitian pendidikan. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Sugiharto, S. 2014. Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. J. Saudi Soc. Agric. Sci. Hal: 1-13.
- Tnunay, I.A., & Manesi,D. (2017). Perbandingan Produksi Biogas Skala Rumah Tangga Berdasarkan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Di Buraen Kabupaten Kupang. Jurnal Komodo Pendidikan teknik mesin, 1(3), 126-132
- Wahyuni, S. 2013. Biogas energi alternatif pengganti BBM, Gas, dan Listrik. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta Selatan. 117 hlm.
- Wahyuni, S. 2015. Panduan Praktis Biogas. Penebar Swadaya. Jakarta Timur. 116 hlm.
- Wati, D. S. & Prasetyani, R. D., Pembuatan biogas dari limbah cair industri bioetaonol melalui proses anaerob (fermentasi). Diakses 12 Februari 2023.
- Wiratmana, I. 2012. Studi eksperimental pengaruh variasi bahan kering terhadap produksi dan nilai kalor biogas kotoran sapi. Universitas Udayana. Bali.