



WARE GAS: SOLUSI PEMANFAATAN LIMBAH TAHU MENJADI BIOGAS BERBASIS IoT DI PABRIK TAHU AL-JALIL, JEMBER

Muhammad Rahmat*, Rima Amalia, Firsta Retananingtyas Udrotto, Danu Fathuri, Nabilah Li'ailli Fauziah, Ahmad Rizal, Rofi Syifa'ur Rojabi, Lailatul Fatma, Almas Salsabilah, Dianavita Fatimah, Ditta Kharisma Yolanda Putri

Fakultas Teknik Universitas Jember

*E-mail: m.rahmatxmegumi@gmail.com

ABSTRAK

Pabrik Tahu Al-Jalil merupakan salah satu usaha rumah tangga yang terletak di Kec. Arjasa, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Industri tahu ini selain dapat memberikan lapangan pekerjaan bagi masyarakat juga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Potensi pencemaran lingkungan yang dapat ditimbulkan berupa pencemaran air. Dari permasalahan tersebut, didapatkan solusi untuk mengurangi dampak pembuangan limbah pada lingkungan sekitar dengan memanfaatkan limbah cair tahu dan kotoran ternak warga menjadi biogas dengan nama "Ware Gas" yang dilengkapi dengan sensor *monitoring*. Sasaran dari kegiatan ini adalah memberdayakan warga sekitar Pabrik Tahu Al-Jalil. Metode pelaksanaan kegiatan ini adalah perancangan reaktor biogas, pembuatan reaktor biogas, perancangan sistem *monitoring*, pembuatan sistem *monitoring*, sosialisasi dan demonstrasi alat. Hasil dari kegiatan ini adalah reaktor biogas yang telah dilengkapi dengan sistem *monitoring* aplikasi *Blynk*. Selain itu, memberikan pengetahuan masyarakat tentang bagaimana mengelola limbah tahu dan memanfaatkannya menjadi biogas.

Kata kunci: limbah tahu; biogas; *monitoring*; sensor; pencemaran lingkungan

WARE GAS: IoT-BASED SOLUTION FOR TOFU WASTE UTILISATION INTO BIOGAS AT AL-JALIL TOFU FACTORY, JEMBER

ABSTRACT

Al-Jalil tofu factory is one of the household businesses located in Arjasa sub-district, Jember district, East Java. In addition to providing employment for the community, this tofu industry can also cause environmental pollution. Potential environmental pollution that can be caused in the form of water pollution. From this problem, a solution was found to reduce the impact of waste disposal on the surrounding environment by utilising tofu liquid waste and livestock manure into biogas with the name "Ware Gas" which is equipped with a monitoring sensor. The target of this activity is to empower residents around the Al-Jalil tofu factory. The method of implementing this activity is designing a biogas reactor, making a biogas reactor, designing a monitoring system, making a monitoring system, socialisation and demonstration of tools. The result of this activity is a biogas reactor that has been equipped with a Blynk application monitoring system. In addition, it provides community knowledge on how to manage tofu waste and utilise it into biogas.

Keywords: tofu waste; biogas; monitoring; sensor; pollution; lingkungan

PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu makanan khas Indonesia yang sangat disukai oleh segala kalangan masyarakat. Kandungan asam amino yang lengkap pada tahu mengakibatkan tahu memiliki daya cerna yang tinggi. Harga yang relatif murah menjadikan masyarakat cenderung memilih tahu sebagai lauk sehari-hari. Hal tersebut menyebabkan industri tahu berkembang pesat pada sebagian besar wilayah di Indonesia. Konsumsi tahu yang sebesar 54,39 kg perminggunya (BPS, 2023), mengakibatkan produksi tahu pada setiap UMKM melonjak. Bersamaan dengan melonjaknya produksi tahu maka limbah yang dihasilkan pada tiap UMKM juga melonjak. Pencemaran lingkungan yang disebabkan dengan melonjaknya produksi limbah tahu dalam volume besar sangat meresahkan masyarakat sekitar. Kurangnya kesadaran pengusaha dan rendahnya kemampuan finansial menjadi kendala di dalam penanganan limbah industri tahu (Nadya et al., 2020).

Proses produksi tahu umumnya menghasilkan dua jenis limbah, limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pada umumnya akan diolah kembali menjadi pakan ternak dan tempe gembus. Limbah cair produksi tahu terdiri dari sebagian besar air (99,9%), dan sisanya terdiri dari partikel-partikel padat terlarut (*dissolved solid*) dan tidak terlarut sebesar 0,1%. Kandungan lain yang terdapat dalam limbah cair adalah zat-zat organik yang terdiri dari partikel padat zat organik ($\pm 70\%$) dan partikel padat anorganik ($\pm 30\%$). Zat-zat lain yang terkandung berupa karbohidrat 1%, protein 0,1,8-0,8%, lemak 0,4-1,0%, dan mineral sekitar 0,4% (Rajagukguk, 2020). Limbah cair produksi tahu yang dibuang tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan dampak negatif bagi masyarakat sekitar seperti pencemaran air, sumber penyakit, bau tidak sedap, meningkatkan pertumbuhan nyamuk (Ridhuan, 2016).

Masalah yang serupa juga terjadi pada Pabrik Tahu yang terletak tidak jauh dari pusat kota Jember di Dusun Krajan Kopang, Darsono, Kec. Arjasa yakni Pabrik Tahu Al-Jalil. Pabrik ini telah berjalan sejak tahun 2013 dengan proses produksi pembuatan tahu dilakukan secara tradisional. Berdasarkan hasil survei, Pabrik Tahu Al-Jalil mampu memproduksi tahu sebanyak 40 set dalam satu hari, dimana 1 set diperlukan 14 kg kedelai menghasilkan tahu sebanyak 10 loyang dengan kebutuhan air sebanyak 600 sampai 700 liter dengan total kisaran 24.000 liter air dibutuhkan setiap harinya, kebutuhan air yang banyak tersebut menghasilkan limbah cair yang banyak pula. Limbah cair Pabrik Tahu Al-Jalil dibuang ke irigasi yang tak jauh dari pabrik kurang lebih 100 meter, posisi pembuangan limbah pabrik dekat dengan sumber mata air bor sebagai kebutuhan air bersih, dekat dengan tempat sampah rumah tangga serta lahan pertanian atau sawah. Selain dapat menimbulkan bau yang tidak sedap, pencemaran-pencemaran lingkungan yang lain juga bisa terjadi sehingga akan berdampak secara langsung bagi kehidupan makhluk hidup disekitarnya. Berikut adalah foto Pabrik Tahu Al-Jalil yang tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Pabrik Tahu Al-Jalil

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah disebutkan diatas, maka terdapat dua solusi yang dapat digunakan untuk penyelesaiannya. Solusi pertama yaitu limbah cair dari pabrik tahu akan diolah menjadi biogas dan pupuk kompos. Produk yang dihasilkan ini memiliki nilai ekonomis sehingga secara tidak langsung akan memberikan keuntungan untuk pabrik itu sendiri dan dapat membantu mengatasi permasalahan pada pemberdayaan masyarakat. Solusi kedua yaitu menggunakan sistem *monitoring* yang digunakan untuk memantau kandungan dan tekanan gas berbasis *Internet of Things* (IoT). Pembuatan biogas dan sistem *monitoring* ini akan membantu pabrik untuk menerapkan *green industry* dan pemberdayaan masyarakat sehingga menghasilkan produk.

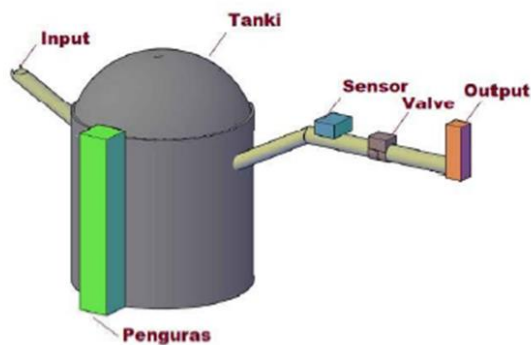
METODE

Lokasi Kegiatan

Anggota tim pengabdian mahasiswa Universitas Jember yang terdiri dari mahasiswa program studi S1 Teknik Elektro, Teknik Kimia, dan Teknik Lingkungan melangsungkan kegiatan Program Mahasiswa Berdesa di lingkungan Pabrik Tahu Al-Jalil Dusun Kopang Krajan RT1/RW1 Desa Darsono, Kec. Arjasa, Kab. Jember. Kegiatan Program Mahasiswa Berdesa ini berlangsung pada tanggal 23 Mei 2023 – 1 November 2023.

Perancangan Reaktor Biogas

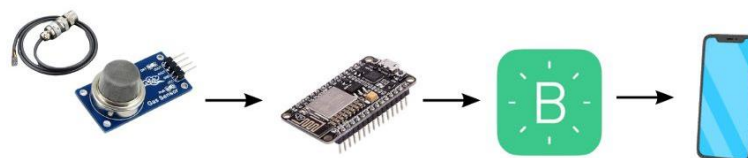
Perancangan reaktor biogas telah dikaji agar sesuai dengan kebutuhan dan standar limbah tahu yang dihasilkan. Pengkajian dilaksanakan di Pabrik Tahu Al-Jalil. Sebelum merealisasikan rencana ini, terlebih dahulu tim promahadesa melakukan riset pada skala laboratorium untuk memastikan adanya biogas yang dihasilkan dari hasil fermentasi limbah cair tahu dan kotoran sapi. Waktu pembuatan reaktor berlangsung selama 5 bulan. Reaktor ini berfungsi sebagai tempat fermentasi limbah tahu dengan campuran kotoran hewan ternak yaitu sapi agar dapat menghasilkan gas metana. Gas metana yang dihasilkan pada proses ini diharapkan bisa digunakan oleh warga sebagai sumber energi terbarukan. Prinsip kerja dari biodigester yaitu mengolah bahan buangan atau limbah dalam hal ini limbah tahu dan kotoran sapi menjadi biogas (Syafi'i et al., 2021). Kotoran sapi dan limbah tahu nantinya akan terfermentasi di dalam biodigester. Gas metana (CH_4) atau biogas yang dihasilkan merupakan hasil dari aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan organik di dalam biodigester (Wardana et al., 2021). Rancangan alat biogas yang dibuat tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Gambar rancangan reaktor biogas

Perancangan Sistem Monitoring

Monitoring reaktor biogas dirancang menggunakan sistem berbasis IoT atau *Internet of Things*. Sistem *monitoring* ini terdiri dari komponen perangkat keras seperti sensor, *microcontroller* dengan perangkat lunak seperti Arduino IDE, dan *Blynk*. Sistem ini menggunakan platform IoT (*Internet of Things*) dari *Blynk* yang memungkinkan anda mengontrol dan memantau perangkat dengan mudah melalui ponsel pintar atau perangkat lainnya. Aplikasi ini memiliki fitur *monitoring* sehingga warga nanti memiliki mobilitas tinggi dalam menjaga keamanan reaktor. Berikut merupakan rancangan *monitoring* berbasis IoT pada Gambar 3.



Gambar 3. Gambar rancangan *monitoring* berbasis IoT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sosialisasi Pengenalan Ware Gas dan *Blynk* Apps ke Mitra

Sosialisasi yang diadakan oleh Tim Promahadesa Ware Gas dilakukan sebanyak dua kali kepada masyarakat. Sosialisasi pertama yang dilakukan pada tanggal 17 Juni 2023 dengan tajuk “Pengenalan Pemanfaatan Limbah Tahu Menjadi Biogas Berbasis IoT”. Sosialisasi kedua dilakukan pada tanggal 28 Oktober 2023 dengan tajuk “Pengoperasian biogas berbasis IoT dan serah terima alat”. Kegiatan ini diselenggarakan di Musholla Al-Jalil, Dusun Kopang Krajan RT1/RW1 Desa Darsono, Kec. Arjasa, Kab. Jember dengan sasaran warga setempat dan pekerja Pabrik Tahu Al-Jalil. Berikut merupakan dokumentasi kegiatan sosialisasi pada Gambar 4.



Gambar 4. Gambar (a) sosialisasi pengenalan pemanfaatan limbah tahu (b) serah terima alat

Kegiatan sosialisasi pertama menjelaskan materi mengenai pengenalan biogas, prosedur pengolahan limbah cair tahu dan kotoran ternak warga menjadi biogas, juga mengenalkan sistem *monitoring* agar meningkatkan keamanan reaktor biogas. Kegiatan sosialisasi pertama ini diiringi dengan antusiasme warga dalam mengikuti kegiatan sosialisasi, karena pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas merupakan hal baru bagi warga sekitar. Kegiatan sosialisasi kedua dilakukan sekaligus penyerahan alat kepada mitra Pabrik Tahu Al-Jalil. Pada sosialisasi tersebut tim menjelaskan bagaimana sistem IoT beroperasi dan penjelasan prosedur pengisian reaktor biogas dari awal hingga akhir. Hasil biogas diharapkan dapat membantu masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari serta mengedukasi masyarakat dalam mengolah limbah cair tahu menjadi energi terbarukan.

Demonstrasi Penggunaan Ware Gas dan *Blynk* Apps Ke Mitra

Kegiatan akhir dari program promhadesa yaitu melakukan demonstrasi alat kepada mitra. Kegiatan ini bersamaan dengan sosialisasi kepada masyarakat mengenai cara kerja alat dan pemeliharaan alat serta serah terima alat dari tim promahadesa kepada pihak mitra Pabrik Tahu Al-Jalil. Pada cara kerja dijelaskan mengenai proses pengisian biodigester dan penjelasan cara *monitoring* biogas menggunakan IoT (*Internet of Things*). Tujuan dari kegiatan ini yaitu diharapkan warga dapat memanfaatkan alat pembuatan biogas ini secara maksimal. Tahap pertama pada cara kerja yaitu mencampurkan kotoran sapi dengan limbah tahu pada lubang *input*. Kotoran sapi yang telah tercampur dengan baik dengan limbah cair tahu akan masuk ke dalam tangki biodigester yang telah ditanam di bawah tanah. Di dalam tangki biodigester ini nantinya akan terjadi proses fermentasi. Dari proses ini akan dihasilkan biogas atau gas metana (CH_4) dan *sludge*. Gas metana yang dihasilkan nantinya akan ditampung ke dalam kantong biogas melalui suatu pipa. Indikator adanya biogas yang terbentuk yakni kantong biogas yang semakin membesar. Selanjutnya, untuk *sludge* akan tertekan dan keluar melalui pipa *output*. *Sludge* yang dihasilkan nantinya dapat dimanfaatkan lebih lanjut menjadi pupuk untuk persawahan di sekitar mitra.

Gas metana (CH_4) yang telah ditampung di dalam kantong biogas dapat disalurkan ke kompor melalui selang atau pipa. Gas metana ini dapat langsung dimanfaatkan selayaknya bahan bakar kompor pada umumnya. Untuk mengetahui kondisi gas dapat dilihat dengan indikator tekanan di dalamnya. Hal ini dapat digunakan suatu sensor IoT yang dapat digunakan untuk mengetahui tekanan di dalam tangki biodigester. Sensor ini nantinya dapat disambungkan melalui suatu LCD di bagian luar tangki dan *smartphone*. Melalui LCD dan *smartphone* ini dapat dilakukan *monitoring*. Perawatan pada alat ini agar dapat digunakan dan bermanfaat dalam jangka waktu lama yaitu melakukan



pengisian bahan baku (kotoran sapi dan limbah tahu) ke dalam reaktor sesuai dengan kebutuhan dan tidak berlebihan. Pada saat pengisian harus dipastikan tidak ada bahan-bahan yang dapat menghambat masuknya *sludge* ke dalam reaktor dan bahan penghambat proses fermentasi. Kegiatan perawatan selanjutnya yaitu membersihkan peralatan seperti area di sekitar reaktor biogas dan kompor secara teratur. Lalu, pengolahan biogas harus dilakukan secara berkelanjutan.

Manfaat Penggunaan Ware Gas Dan Blynk Apps Ke Mitra

Sistem ini menggunakan *platform* IoT dari *Blynk* yang memungkinkan warga dalam memantau perangkat dengan mudah melalui ponsel pintar atau perangkat lainnya. Sistem *monitoring* dapat digunakan untuk mengukur produksi biogas secara konvensional. Sehingga warga memiliki mobilitas tinggi dalam menjaga keamanan dan efisiensi dari biodigester. Kemudahan akan memantau biogas berdampak baik kepada warga sekitar, hal ini dilihat dari antusiasme warga setelah dilakukannya serah terima alat.

SIMPULAN

Kegiatan pemanfaatan limbah tahu menjadi biogas ini bisa berjalan dengan lancar dan dapat diterima dengan baik oleh masyarakat sekitar terutama oleh mitra Pabrik Tahu Al-Jalil. Hal tersebut dikarenakan masyarakat dapat mengetahui bagaimana cara mengelola limbah dan memanfaatkannya menjadi produk yang bermanfaat. Pembuatan biogas dari limbah cair tahu ini dapat membantu mengurangi potensi pencemaran lingkungan di wilayah Pabrik Tahu Al-Jalil. Selain itu, hasil akhir dari kegiatan ini berupa biogas yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak dan juga menghasilkan pupuk kompos yang bermanfaat bagi tanaman. Reaktor yang telah dibuat juga sudah dilengkapi sistem *monitoring* menggunakan IoT dengan tujuan agar mempermudah dalam memantau gas yang dihasilkan. Dengan adanya kegiatan ini tim Promahadesa Universitas Jember berharap semoga bisa memberikan manfaat yang nyata terutama bagi mitra dan masyarakat sekitar terkait pengelolaan limbah tahu menjadi biogas guna mencegah terjadinya pencemaran lingkungan yang dapat merugikan banyak pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2023). Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Kacang-Kacangan Per Kabupaten/kota (Satuan Komoditas), 2021-2022. <https://www.bps.go.id/indicator/5/2101/1/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-kacang-kacangan-per-kabupaten-kota.html>
- Nadya, Y., Yusnawati, & Handayani, N. (2020). Analisis Produksi Bersih di UKM Pengolahan Tahu di Gampong Alue Nyamok Kec. Birem Bayeun Kab. Aceh Timur. *Jurnal Teknologi*, 12(2), 133–140. <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.12.2.133-140>
- Rajagukguk, K. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Menggunakan Reaktor Biogas Portabel. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1(2). <https://doi.org/10.18196/jqt.010210>
- Ridhuan, K. (2016). Pengolahan Limbah Cair Tahu Sebagai Energi Alternatif Biogas yang ramah lingkungan. *TURBO: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24127/trb.v1i1.81>
- Syafi'i, I. M., Supriyadi, S., & Burhanudin, S. (2021). Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Batch Dengan Bahan Baku Kotoran Sapi dan Limbah Organik. *TRAKSI: Majalah Ilmiah Teknik Mesin*, 21(1), 77–91.
- Wardana, L. A., Lukman, N., Mukmin, Sahbandi, M., Bakti, M. S., Amalia, D. W., Wulandari, N. P. A., Sari, D. A., & Nababan, C. S. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA Original*, 4(1), 201–207. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jpmipi.v3i2.615>