

SKRIPSI

**ANALISIS POTENSI BIOGAS DARI KOTORAN SAPI UNTUK
MENGHASILKAN LISTRIK DI *SCIENCE TECHNO PARK*
PROVINSI SUMATERA SELATAN**



**MUHAMAD BAYU KURNIAWAN
03051381722079**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SKRIPSI

**ANALISIS POTENSI BIOGAS DARI KOTORAN SAPI UNTUK
MENGHASILKAN LISTRIK DI *SCIENCE TECHNO PARK*
PROVINSI SUMATERA SELATAN**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :
MUHAMAD BAYU KURNIAWAN
03051381722079**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS POTENSI BIOGAS DARI KOTORAN SAPI UNTUK MENGHASILKAN LISTRIK DI *SCIENCE TECHNO PARK* PROVINSI SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh

MUHAMAD BAYU KURNIAWAN

03051381722079

Palembang, Februari 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Skripsi



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001



Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T
NIP. 196005281989031002

HALAMAN PERSETUJUAN

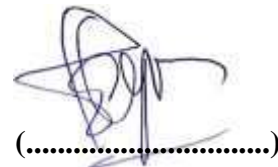
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis potensi biogas dari kotoran sapi untuk menghasilkan listrik di *Science Techno Park Provinsi Sumatera Selatan*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Juli 2021.

Palembang, 21 Juli 2021

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

Ketua :

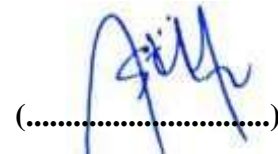
1. Ellyanie, S.T., M.T
NIP. 196905011994122001



(.....)

Sekretaris :

2. Astuti, S.T., M.T.
NIP. 197210081998022001



(.....)

Penguji :

3. Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T.
NIP. 195908231989031001



(.....)



Palembang, 21 Juli 2021
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T
NIP. 196005281989031002

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : MUHAMAD BAYU KURNIAWAN
NIM : 03051381722079
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS POTENSI BIOGAS DARI KOTORAN
SAPI UNTUK MENGHASILKAN LISTRIK DI
SCIENCE TECHNO PARK PROVINSI
SUMATERA SELATAN
DIBUAT TANGGAL : JUNI 2020
SELESAI TANGGAL : JUNI 2021

Palembang, 21 Juli 2021

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001



Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T
NIP. 196005281989031002

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Bayu Kurniawan

NIM : 03051381722079

Judul : Analisis potensi biogas dari kotoran sapi untuk menghasilkan listrik
di *Science Techno Park Provinsi Sumatera Selatan*.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 21 Juli 2021



Muhamad Bayu Kurniawan

NIM.

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Bayu Kurniawan

NIM : 03051381722079

Judul : Analisis potensi biogas dari kotoran sapi untuk menghasilkan listrik di
Science Techno Park Provinsi Sumatera Selatan.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 21 Juli 2021



Muhamad Bayu Kurniawan

NIM. 03051381722079

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini.

Skripsi yang berjudul “Analisis potensi biogas dari kotoran sapi untuk menghasilkan listrik di *Science Techno Park Provinsi Sumatera Selatan*”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan sepuh hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
2. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing saya selama menjalani perkuliahan di jurusan Teknik Mesin.
5. Ayah, Ibu dan Mas Tegar yang banyak membantu dan memberi masukan serta motivasi selama saya menjalani kuliah.
6. Seluruh Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya angkatan 2017 dan Keluarga semua yang membantu selama masa perkuliahan

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, 21 Juli 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Byu' with a flourish at the end.

Muhamad Bayu Kurniawan

RINGKASAN

ANALISIS POTENSI BIOGAS DARI KOTORAN SAPI UNTUK MENGHASILKAN LISTRIK DI *SCIENCE TECHNO PARK* PROVINSI SUMATERA SELATAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 21 Juli 2021

Muhamad Bayu Kurniawan, di bimbing oleh Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T

xxv + 49 Halaman, 11 tabel, 10 gambar, 1 lampiran

RINGKASAN

Dewasa ini, kebutuhan listrik di Indonesia mengalami peningkatan seiring meningkatnya jumlah penduduk. Di sisi lain, ketersediaan batubara, minyak dan gas di Indonesia semakin menurun dari tahun ke tahun. Oleh karena itu, Indonesia berupaya meningkatkan jumlah pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT), salah satu contoh EBT ialah Biomassa. Dan salah satu contoh dari Biomassa adalah Biogas. Di *Science Techno Park* Provinsi Sumatera Selatan, terdapat potensi biogas yang bisa dimanfaatkan dari kotoran sapi yang ada disana, dan kemudian bisa dikonversikan potensi tersebut menjadi energi listrik. Dikarenakan pemanfaatan kotoran sapi di STP belum dimanfaatkan semaksimal mungkin, maka dari itu penulis mencoba memanfaatkan biogas tersebut untuk dimanfaatkan dengan cara menganalisis potensi tersebut dan menghitung pengkonversiannya ke listrik. Prosedur yang dilakukan dalam analisis kali ini adalah menghitung potensi biogas yang dapat dimanfaatkan, menghitung spesifikasi biodigester berupa volume, diameter, dan tinggi digester, serta menentukan lokasi biodigester. Kemudian menghitung listrik yang dihasilkan oleh genset biogas, selanjutnya menghitung biaya instalasi yang dibutuhkan STP, setelah perhitungan biaya instalasi penulis menghitung *Break Even Point* atau titik impas. Sapi yang ada di STP berjumlah 100 ekor dengan kotoran sapi yang dihasilkan sekitar 15 kg/ekor/hari. Potensi biogas dari kotoran sapi yang dapat dihasilkan di STP perharinya adalah 1500 kg/hari. dengan Volume produksi biogas yang dihasilkan adalah 60 m³/hari dengan

potensi listrik yang dihasilkan oleh biogas adalah 440,321 kWh/hari dan daya yang dapat dibangkitkan sebesar 18,34 kW. Kemudian digester yang digunakan bertipe *fixed dome* dengan menggunakan material berjenis fiber *glass* berjumlah 4 buah digester dengan volume masing-masing 25 m³ dan mempunyai diameter 2,92 m dan total tinggi 2,119 m. Perhitungan genset biogas berkapasitas 10 kW dengan asumsi waktu pemakaian 12 jam dan efisiensi genset biogas sebesar 27,25 % sehingga biaya yang dapat dihemat sebesar Rp.12.138.515,-/tahun. Biaya instalasi yang dibutuhkan STP adalah Rp.46.635.000,- dan Rp.4.000.000,- /tahun untuk biaya perawatan dan Rp. 2.000.000,-/tahun untuk biaya operasional. Serta *Break Even Point* (BEP) senilai Rp.60.623.640,5. Sehingga STP harus menunggu hingga kurang lebih 5 tahun untuk mencapai titik impas.

Kata Kunci : Biogas, Biodigester, Genset Biogas, Energi Listrik, Biaya, BEP

SUMMARY

ANALYSIS OF BIOGAS POTENTIAL FROM DUNG COW GENERATE TO ELECTRICITY IN *SCIENCE TECHNO PARK* SOUTH SUMATERA PROVINCE

Scientific writing in the form of thesis, 21 July 2021.

Muhamad Bayu Kurniawan, supervised by Dr. Ir. Irwin Bizzy, MT

xxv + 49 Halaman, 11 tables, 10 figures, 1 attachment

SUMMARY

Today, the need for electricity in Indonesia has increased along with the increasing population. On the other hand, the availability of coal, oil and gas in Indonesia is decreasing from year to year. Therefore, Indonesia seeks to increase the number of utilization of New Renewable Energy (EBT), one example of EBT is Biomass. And one example of Biomass is Biogas. In *Science Techno Park*, South Sumatra Province, there is biogas potential that can be utilized from cow dung there, and then this potential can be converted into electrical energy. Due to the utilization of cow dung in STP has not been utilized as much as possible, therefore the author tries to utilize the biogas to be utilized by analyzing the potential and calculating its conversion to electricity. The procedure carried out in this analysis is to calculate the biogas potential that can be utilized, calculate the biodigester specifications in the form of volume, diameter, and height of the digester, and determine the location of the biodigester. Then calculate the electricity generated by the biogas generator, then calculate the installation cost required by STP, after calculating the installation cost the author calculates the *Break Even Point* or break even point. There are 100 cows in STP with cow dung produced around 15 kg/head/day. Potential biogas from manure that can be produced at STP per day is 1500 kg / night. With produced biogas production volume is 60 m³/ day with electrical potentials dihasilkan by biogas is 440.321 kWh / day and the power that can be generated at 18.34 kW. Then digester used type of *fixed dome* using various fibermaterial *glass* consists of 4

pieces digester with each volume of 25 m³ and has a diameter of 2.92 m and a total height of 2.119 m. The calculation of the biogas generator with a capacity of 10 kW with the assumption of a usage time of 12 hours and an efficiency of a biogas generator of 27.25% so that the cost that can be saved is Rp. 12,138,515, -/year. The installation costs required by STP are Rp.46,635,000,- and Rp.4,000,000,-/year for maintenance costs and Rp. 2.000.000,-/year for operational costs. And *Break Even Point* worth Rp.60,623,640.5. So the STP has to wait for approximately 5 years to break even.

Keyword : Biogas, Biodigester, Biogas generetator, Electrical Energy, Cost, BEP

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	iii
Halaman Pengesahan	v
Halaman Pengesahan Agenda	vii
Halaman Persetujuan.....	ix
Kata Pengantar	xv
Halaman Persetujuan Publikasi.....	xiii
Halaman Pernyataan Integritas	xv
Ringkasan.....	xvii
Summary	xix
Daftar Isi.....	xxi
Daftar Gambar.....	xxiii
Daftar Tabel	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Energi dan Klasifikasinya.....	5
2.2 Pengertian Biogas	5
2.3 Perkembangan Biogas di Indonesia.....	6
2.4 Tahap Proses Pembentukan Biogas	7
2.5 Komponen Instalasi Biogas	8
2.6 Konvensi Energi Biogas	10
2.7 Analisis Variabel Fermentasi Biogas.....	12
2.7.1 Temperatur Proses.....	12
2.7.2 Derajat Keasamaan.....	13
2.7.3 Perbandingan Air dan Kotoran Sapi	13
2.8 Digester Biogas.....	13

2.9	Generator Set Biogas.....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir	17
3.2	Tahap Survei Lapangan.....	18
3.3	Tahap Pengambilan Data	18
3.4	Tahap Analisis Potensi	18
3.5	Tahap Kalkulasi dan Pembahasan.....	19
3.6	Tahap Kesimpulan.....	19
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Perhitungan Potensi <i>Biogas di STP</i>	21
4.1.1	Kondisi Kandang Sapi di STP.....	21
4.1.2	Potensi bahan baku Biogas di STP	21
4.1.3	Hipotesis potensi biogas	22
4.2	Perhitungan Digester	25
4.2.1	Perancangan Dimensi dan Jenis Pada Digester	26
4.2.2	Penentuan Lokasi Digester	34
4.3	Perhitungan Genset Biogas	35
4.4	Skema Perancangan Instalasi Biogas di STP	39
4.5	Pemanfaatan Biogas dan Perhitungan Beban di STP.....	40
4.6	Analisa Biaya dan Ekonomi.....	41
4.7	Perhitungan <i>Break Even Point</i>	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....		47
LAMPIRAN		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Instalasi <i>Digestifikasi Anaerobic</i> Biogas.....	8
Gambar 2. 2 Instalasi Sistem Pengkonversian Dari Biogas Ke Energi Listrik	9
Gambar 2. 3 Digester <i>Anaerobic</i>	14
Gambar 2. 4 Generator Biogas	15
Gambar 4. 1 Diagram Alir Perhitungan Digester.....	26
Gambar 4. 2 Volume Bagian Digester	32
Gambar 4. 3 Rancangan Dimensi Digester	34
Gambar 4. 4 Gambar Genset Biogas (Robbani, 2018).....	36
Gambar 4. 5 Skema Instalasi Biogas di STP	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Komposisi Penyusunan Gas	6
Tabel 2 2 Kesetaraan Energi	10
Tabel 2 3 Potensi Produksi Gas Dari Berbagai Jenis Kotoran.....	11
Tabel 4. 1 Unjuk Kerja Sampel Instalasi Biogas	22
Tabel 4. 2 Potensi Produksi Gas Untuk Beberapa Tipe Bahan Organik.....	23
Tabel 4. 3 Komposisi Biogas (%) Kotoran Sapi Dan Campuran Kotoran Ternak Dengan Sisa Pertanian.....	24
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Kapasitas Biogas	25
Tabel 4. 5 Dimensi Geometrika Ukuran Digester Silinder	29
Tabel 4. 6 Spesifikasi Dimensi Volume Bagian Digester.....	31
Tabel 4. 7 Dimensi Ukuran Rancangan Sebuah Digester	33
Tabel 4. 8 Spesifikasi Generator Set Biogas	36

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring meningkatnya jumlah penduduk. Di sisi lain, ketersediaan cadangan batubara, minyak dan gas di Indonesia semakin menurun dari tahun ke tahun. Oleh karena itu, Indonesia berupaya meningkatkan jumlah pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT). Contoh sumber EBT yaitu panas bumi, air, angin, matahari, gelombang laut dan biomassa.

Biomassa itu sendiri mempunyai banyak contoh. Diantaranya limbah pertanian, tanaman perkebunan, dan limbah peternakan. Limbah peternakan yang digunakan salah satunya ialah *feses* atau kotoran sapi.

Di *Science Techno Park* Provinsi Sumatera Selatan sendiri, banyak hal yang bisa dimanfaatkan berupa lahan yang luas. Kemudian terdapat pabrik pakan ternak yang mempunyai beberapa proses dan langkah-langkah yang akan bermanfaat untuk pakan ternak kedepannya. Serta, jumlah sapi yang banyak yang berjenis *heterogen*, diantaranya sapi brahman, sapi madura, dan sebagainya yang bisa dimanfaatkan kotorannya untuk dikonversikan menjadi listrik. Di STP sendiri, kebutuhan listrik untuk pabrik pakan sebesar 120 kW. Dan untuk kantor dan mess keseluruhan sebesar 109 kW.

Untuk itu, pada penelitian ini, saya melakukan analisis mengenai pemanfaatan potensi pada *feses* atau kotoran sapi di STP Provinsi Sumatera Selatan baik itu berupa energi biogas untuk dikonversikan menjadi energi listrik. Dan juga sisa hasil fermentasinya yang juga bisa dimanfaatkan menjadi pupuk bagi tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

Di STP Sumsel terdapat peternakan sapi yang cukup besar sebagai mana yang sudah di jelaskan di latar belakang. Namun pemanfaatan kotorannya baik sebagai sumber energi biogas maupun sebagai pupuk kandang belum dimaksimalkan. Untuk itu akan dilakukan pengkajian potensi kotoran sapi baik sebagai sumber energi biogas maupun sebagai pupuk kandang di STP ini.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Proses fermentasi kotoran sapi menjadi biogas dilakukan tanpa melibatkan udara yang diendapkan di dalam digester berjenis *fixed dome* berbahan plastik. Dengan perbandingan kotoran sapi 1 : 1 dengan air dan dengan mengasumsikan temperatur ruang digester 30⁰ C dan mengasumsikan pH standar yaitu 5,8 untuk mendapatkan hasil yang optimal.
2. Proses konversi dari biogas menjadi listrik diasumsikan menggunakan genset dengan bahan bakar biogas yang sudah diendapkan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk memanfaatkan potensi kotoran sapi berupa listrik, penerangan pada kandang sapi dan pengering pakan ternak pada gudang pakan ternak di *Science Techno Park* Provinsi Sumatera Selatan.
2. Menentukan apakah potensi biogas yang bisa dimanfaatkan ini dapat digunakan sebagai energi alternatif atau sebagai energi utama.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan mempelajari proses terjadinya pembentukan biogas dari kotoran sapi hingga kemudian dapat dikonversikan menjadi energi listrik.
2. Dengan adanya pemanfaatan potensi biogas ini, diharapkan dapat mengurangi kebutuhan biaya listrik di STP.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaru, K., 2004. Rancang Bangun dan Uji Kerja Biodigester Plastik Polyethylene Skala Kecil (Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisurupan Kab. Garut).
- Barletta, I., Despeisse, M., Johansson, B., 2018. The Proposal of an Environmental Break-Even Point as Assessment Method of Product-Service Systems for Circular Economy. *Procedia CIRP* 72, 720–725. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.257>
- Bizzy, I., Firdaus, A., Alian, H., Saleh, A., Kurniawan, M.B., Fariz, A.K., Mesin, T., Sriwijaya, U., Kimia, T., Sriwijaya, U., Sapi, L.K., 2019. Rancang Bangun Teknologi Biodigester Berbahan Plastik di Desa Putak Kecamatan Gelumbang Kabupaten Muara Enim. *Semin. Nas. AVoER XI 2019* 23–24.
- Choiriyah, V.U., AR., M.D., Hidayat, R.R., 2016. Analisis Break Even Point Sebagai Alat Perencanaan Penjualan Pada Tingkat Laba Yang Diharapkan. *J. Adm. Bisnis* 35, 196–206.
- Dharma, U.S., Ridhuan, K., 2014. Kajian Potensi Sumber Energi Biogas Dari Kotoran Ternak Untuk Bahan Bakar Alternatif Di Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin* 3, 34–41. <https://doi.org/10.24127/trb.v3i2.644>
- Hariansyah, M., 2018. Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi Sebagai Penghasil Bio Gas. *J. Tek.* 8, 1–15.
- Joshi, A., Jose, J., Bansawal, N., Soni, N., 2017. Study on Electricity Generation through biogas on small scale 6662–6669. <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2017.0604081>
- Mahmud, 2015. Analisis Tekno Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Anaerobik Biogas Dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi Di Desa Galang . *J. ELKHA* Vol.7, No 2, Oktober 2015 7, 1–7.
- Megawati, M., 2014. Pengaruh Penambahan EM4 (Effective Microorganism-4)

- pada Pembuatan Biogas dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi. *J. Bahan Alam Terbarukan* 3, 42–49. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3696>
- Meylinda Mulyati, 2009. Desain Alat Biogas Dari Kotoran Sapi Skala Rumah Tangga. *J. Tek. Ind.* 9 (1), 1–16.
- Nongkojajar, D.I.D., Pasuruan, K., S, M.S.Y., Z, E.A., Elektro, J.T., Teknologi, I., Tama, A., Yusufberjayagmailcom, E., 2014. Pemanfaatan Kotoran Ternak Sebagai Energi Alternatif untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas di Desa Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan Nongkojaja.
- Oloko-oba, M.I., Ezekiel, A., Ajala, O., 2018. Performance evaluation of three different-shaped bio-digesters for biogas production and optimization by artificial neural network integrated with genetic algorithm 26, 116–124. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2017.10.006>
- Palupi, W., Arif, M., Ungilia, H., Yuliarti, E., Listiawati, E., 2009. Profil Pengembangan Bio-Energi Perdesaan (Biogas) 1–24.
- Puspito Aji Aziz, K.N.B., 2019. Konversi Energi Biogas Menjadi Energi Listrik Sebagai Alternati Energi Terbarukan dan Ramah Lingkungan di Desa Langse, Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati. *Pros. SENTIKUIN (Seminar Nas. Teknol. Ind. Lingkung. dan Infrastruktur)* 2, B4.1-B4.7.
- Robbani, W., 2018. Studi Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Biogas di Dusun Ngentak, Pongcosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta 38.
- Suyitno, Sujono, A., Dharmanto, 2010. Teknologi Biogas Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan. *Graha Ilmu* 1, 107.
- Waskito, D., 2011. Analisis Pembangkit Energi Tenaga Biogas Dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi di Kawasan Usaha Peternak Sapi 103.
- Widodo, T.W., A. Asari, A. Nurhasanah, A., Rahmarestia, E., 2006. Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak. *Indones. J. Agric.* 2, 121–128.
- Yulianto, A., Adi, A.N., Priyambodo, H.L., 2010. Studi Potensi Pemanfaatan

Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik di Dusun Kaliurang Timur,
Kelurahan Hargobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta. J. Sains
&Teknologi Lingkungan. 2, 83–89.
<https://doi.org/10.20885/jstl.vol2.iss2.art3>