



Pemodelan analisis regresi linier berganda dalam pembentukan tekanan biogas

Modeling multiple linear regression analysis in the formation of biogas pressure

Basirun^{1*}, Ristu Haiban Hirzi¹, Muanah²,

¹Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hamzanwadi, Indonesia

²Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

*corresponding author: basirun@hamzanwadi.ac.id

Received: 05th July, 2023 | accepted: 30th July, 2023

ABSTRAK

Cadangan energi fosil hingga saat ini semakin menipis berbanding terbalik dengan jumlah konsumsi. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan energi alternatif salah satunya yaitu biogas yang bersumber dari limbah organik. Proses produksi biogas selama ini mengalami banyak kendala sehingga pembentukan tekanan belum optimal. Tujuan dilakukan penelitian adalah membuat model untuk melihat besarnya pengaruh kelembaban dan suhu terhadap tekanan biogas yang dihasilkan. Metode yang digunakan yaitu regresi linier berganda dengan tahapan sebagai berikut, identifikasi variabel, uji asumsi kalsik, pembentukan model, dan kebaikan model. Berdasarkan hasil analisis didapatkan model $Y \approx 17,029 - 0,042X_1 + 3,480X_2$. Hasil uji simultan menunjukkan bahwa secara bersamaan kelembaban dan suhu berpengaruh signifikan karena nilai sig $0,000 < \alpha (0,05)$. Hasil uji parsial (Uji-T) masing-masing variabel juga menunjukkan hasil yang signifikan terhadap tekanan biogas karena nilai sig $0,000 < \alpha (0,05)$. Nilai koefisien determinasi sebesar 0,8180 artinya bahwa variabel kelembaban dan suhu mempengaruhi pembentukan tekanan biogas sebesar 81,80% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti pH, C/N Ratio, starter dan lain sebagainya.

Kata kunci: kelembaban; regresi linier berganda; suhu; tekanan biogas.

ABSTRACT

Fossil energy reserves to date are dwindling inversely proportional to the amount of consumption. So to overcome this problem, alternative energy is needed, one of which is biogas which is sourced from organic waste. The biogas production process has so far experienced many obstacles so that the formation of pressure has not been optimal. The aim of the research was to create a model to see the magnitude of the influence of humidity and temperature on the pressure of the biogas produced. The method used is multiple linear regression with the following stages, identifying variables, testing

classical assumptions, model building, and model goodness. Based on the results of the analysis, the model $Y \approx 17.029 - 0.042X_1 + 3.480X_2$ is obtained. Simultaneous test results show that simultaneously humidity and temperature have a significant effect because the sig is $0.000 < \alpha (0.05)$. The results of the partial test (T-Test) of each variable also showed significant results on biogas pressure because the sig was $0.000 < \alpha (0.05)$. The coefficient of determination of 0.8180 means that humidity and temperature variables affect the formation of biogas pressure by 81.80% and the rest is influenced by other factors such as pH, C/N Ratio, starter, and so on.

Keywords: ; *biogas pressure; multiple linear regression; temperature*

PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Energi merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk menjadi salah satu problematika bahwa kebutuhan energi meningkat, sedangkan produksi energi tidak berimbang. Krisis energi dunia ini terjadi pada banyak Negara salah satunya di Indonesia, dimana ketersediaan energi yang bersumber dari fosil semakin menyusut bahkan terancam habis (Zaki & Santoso, 2016). Ancaman lain dari minimnya ketersediaan energi fosil ini juga berdampak pada harga yang mahal, serta menyumbang emisi gas rumah kaca terbesar di dunia (Tampubolon *et al.*, 2016). Melihat kondisi tersebut sangat dibutuhkan energi alternatif yang mudah dan cepat serta berkelanjutan seperti energi biogas yang bersumber dari bahan organik yang merupakan limbah dari sisa dari aktifitas manusia.

Bahan organik yang mampu diproduksi menjadi energi biogas tersedia dalam jumlah yang cukup banyak diantaranya limbah yang bersumber dari hewan ternak, limbah organik dari rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah organik padat maupun cair dari

industri pengolahan bahan pangan (Dhaniswara & Fitri, 2017). Produksi biogas didapatkan melalui fermentasi anaerob bahan organik dalam reaktor menjadi gas metana (CH_4) (Yahya *et al.*, 2018). Proses pembentukan gas metana dalam reaktor ditentukan beberapa karakteristik lainnya seperti suhu dan kelembaban. Suhu dalam reaktor dapat mempengaruhi perkembangbiakan mikroorganisme dan kecepatan reaksi, sehingga penting untuk diketahui perubahan suhu dalam reaktor selama produksi biogas (Rezeki *et al.*, 2021). Suhu dan kelembaban memiliki peranan penting selama proses fermentasi, sehingga dua faktor tersebut harus dalam keadaan optimal. Jika suhu dan kelembaban berada di bawah atau di atas ambang normal dapat mempengaruhi proses kerja bakteri dalam reaktor sehingga produksi biogas akan terhenti (Wiśniewska *et al.*, 2020).

Perubahan produksi tekanan biogas disebabkan suhu dan kelembaban yang terjadi dalam reaktor perlu diestimasi sehingga dapat diperkirakan seberapa tinggi tekanan biogas yang dihasilkan selanjutnya. Untuk mengestimasi atau menduga model dari pengaruh kelembaban dan suhu

terhadap pembentukan biogas, ada beberapa algoritma yang digunakan salah satunya menggunakan regresi linier. Regresi linier umumnya dibagi dua yaitu regresi linier sederhana dan regresi linier berganda (Padilah & Adam, 2019). Regresi linier berganda adalah suatu algoritma yang digunakan untuk menelusuri atau mengestimasi pola hubungan antara variabel terikat dengan dua atau lebih variabel bebas (Uyanik & Güler, 2013). Kelebihan metode regresi linier berganda diantaranya melakukan generalisasi dan ekstraksi dari pola data tertentu dan mampu melakukan perhitungan secara paralel sehingga proses lebih singkat.

Penggunaan regresi linier berganda untuk membuat pemodelan dalam mengestimasi pengaruh dari suhu dan kelembaban terhadap tekanan biogas sudah teruji lebih baik dari metode lainnya. Hal ini terlihat dari besarnya rata-rata kesalahan relatif regresi linier berganda lebih kecil dari metode yang lain (Wati *et al.*, 2013). Analisis regresi linier berganda pada penelitian sebelumnya digunakan dalam mengestimasi produktivitas tanaman padi di Kabupaten Karawang (Padilah & Adam, 2019). Melihat permasalahan yang terjadi pada produksi biogas tidak stagnan, artinya perubahan suhu dan kelembaban yang terjadi berbanding lurus dengan pembentukan tekanan biogas, sehingga untuk menjawab permasalahan tersebut metode yang tepat untuk membuat model estimasi hubungan antara variabel suhu dan

kelembaban terhadap variabel terbentuknya tekanan biogas menggunakan regresi linier berganda. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan kelembaban terhadap pembentukan tekanan biogas.

METODOLOGI/METHODOLOGY

Penelitian ini dilakukan di Desa Peresak Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat, pada bulan April-Mei 2023. Adapun alat yang digunakan adalah satu set digester biogas ukuran 4m³, *thermo hygrom*eter, dan *pressure gauge*, sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah rumah tangga. Adapun pengambilan data dilakukan setiap satu jam dengan jumlah data keseluruhan yaitu 121 data.

Penelitian ini diselesaikan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Identifikasi variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel independent dan dependent. Pada kajian ini variabel independent adalah suhu dan kelembaban sedangkan variabel dependent adalah tekanan biogas.

2. Analisis data

Data yang sudah didapatkan, selanjutnya dianalisis menggunakan regresi linier berganda. Model regresi linier berganda diperoleh dengan dua tahapan yaitu uji asumsi klasik dan uji hipotesis dengan bantuan

software SPSS 18,00 (Hasim *et al.*, 2020).

Pengujian regresi linier berganda harus memenuhi uji asumsi klasik yaitu uji normalitas, uji multikolinieritas, uji heteroskedastisitas, dan uji auto korelasi (Padmawati & Fachrurrozie, 2015). Model regresi linier yang baik apabila memenuhi syarat bahwa data harus terdistribusi normal, jika melanggar asumsi salah satu cara untuk menanganinya dilakukan transformasi data.

3. Penentuan model analisis regresi linier berganda

Untuk mengestimasi koefisien regresi linier berganda dilakukan dengan Metode Kuadrat Terkecil (MKT) dan dihasilkan model (Draper & Smith, 1981). persamaan berikut.

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Keterangan :

Y = tekanan biogas (kPa)

X₁ = kelembaban (%)

X₂ = suhu (°C)

a = konstanta

b = koefisien

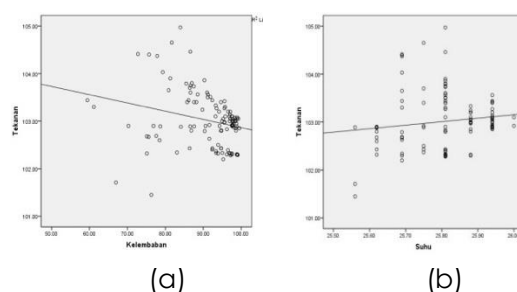
4. Kebaikan model

Untuk mengukur seberapa jauh kemampuan variabel independent dalam menjelaskan variasi variabel dependent. Untuk menjelaskan hal ini dalam analisis regresi linier terdapat satu besaran statistik yang disebut koefisien determinasi R² yang mempunyai nilai dari 0-1. Nilai R² adalah rasio dari jumlah keragaman total dari variabel dependen yang bisa dijelaskan oleh persamaan regresi linier berganda (variabel independent).

HASIL DAN PEMBAHASAN/RESULTS AND DISCUSSION

1. Identifikasi variabel

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data time series yang diambil setiap jam setelah tekanan biogas terbentuk. Jumlah data yang digunakan sebanyak 121. Adapun variabel yang diamatai adalah kelembaban dan suhu sebagai variabel independent dan tekanan biogas sebagai variabel dependent. Untuk melihat hubungan antara variabel independent dan dependent dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. (a) scatter plot kelembaban terhadap tekanan; (b) scatter plot suhu terhadap tekanan

Berdasarkan **Gambar 1** ditemukan adanya hubungan linier baik itu kelembaban maupun suhu terhadap tekanan biogas. **Gambar 1a** menunjukkan hubungan negatif karena garis linier yang terbentuk trend menurun artinya ada kecenderungan bahwa setiap kenaikan kelembaban akan menurunkan tekanan, sedangkan **Gambar 1b** menunjukkan adanya hubungan positif karena garis linier yang terbentuk trend menaik artinya ada kecenderungan bahwa

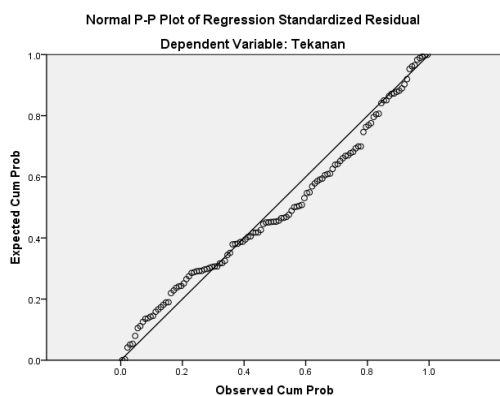
setiap kenaikan suhu akan meningkatkan tekanan biogas. Karena adanya hubungan antara kedua variabel maka tahap berikutnya dilakukan analisis regresi linier berganda untuk melihat pengaruh antara kelembaban dan suhu terhadap pembentukan tekanan biogas.

2. Analisis data

a. Uji Asumsi

Uji normalitas

Uji asumsi normalitas berfungsi untuk membuktikan bahwa data yang digunakan sudah terdistribusi secara normal (Cahyono, 2015). Adapun output pengujian asumsi normalitas data hasil penelitian ini dapat dilihat melalui gambar plot berikut.



Gambar 2. Plot normalitas

Berdasarkan plot normalitas pada sajian **Gambar 2** dapat dilihat bahwa data sudah berdistribusi normal. Hal ini terlihat dari data yang tersebar berada disekitaran garis linier atau garis lurus.

Uji multikolenieritas

Pengujian asumsi *multikolenieritas* dapat dilihat dari nilai *variance Inflation Factor* (VIF) pada output hasil SPSS 18,00, jika nilai $VIF > 10$ dikatakan melanggar asumsi *multikolenieritas* (Reza et al., 2020). Berikut adalah hasil analisis dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1.

Hasil uji multikolinieritas

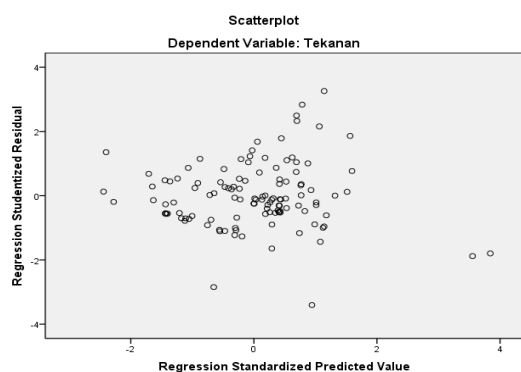
Variabel	Tolerance	VIF
Kelembaban	0,443	2,259
Suhu	0,443	2,259

Sumber: Output IBM SPSS 18,00

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai VIF hasil pengujian pada variabel kelembaban dan variabel suhu sebesar 2,259. Nilai $VIF < 10$ menunjukkan bahwa hasil pengujian sudah memenuhi asumsi tidak *multikolenieritas*

Uji heteroskedastisitas

Pengujian asumsi *heteroskedastisitas* dilakukan dengan membuat *scatterplot* antara residual dengan variabel dependent. Hasil uji *heteroskedastisitas* dapat dilihat pada **Gambar 3** di bawah ini.



Gambar 3. Scatterplot

Berdasarkan **Gambar 3** terlihat bahwa sebaran titik tidak membentuk pola tertentu, sehingga dapat dikatakan tidak terjadi *heteroskedastisitas*.

Uji Autokorelasi

Pengujian asumsi autokorelasi dilakukan dengan uji *Durbin Watson* (DW). Suatu sebaran data dikatakan tidak terjadi autokorelasi jika nilai $DW > DL$ (Rutledge & Barros, 2002).

Tabel 2.

Hasil uji *Durbin Watson*

Model	R ²	Durbin-Watson
Regression	0,300	0,547

Sumber: Output IBM SPSS 18,00

Pada **Tabel 2** pengujian *Durbin Watson* dengan menggunakan SPSS 18,00 didapatkan nilai DW sebesar 0,547. Berdasarkan nilai dari *Durbin Watson* dengan jumlah sampel sebesar 121 pada taraf signifikan 5% didapatkan nilai DL sebesar 1,6699. berhubungan dengan nilai DW $(0,547) < DL (1,6699)$

maka terjadi pelanggaran asumsi, autokorelasi. Untuk mengatasi pelanggaran asumsi autokorelasi dilakukan dengan metode *Cochrane Orcutt* (Tri Subhi & Al Azkiya, 2022) . Adapun hasil yang diperoleh disajikan pada **Tabel 3** di bawah ini.

Tabel 3.

Hasil uji *Durbin Watson* dengan metode *Cochrane Orcutt*

Model	R ²	Durbin-Watson
Regression	0,818	2,068

Sumber: Output IBM SPSS 18.00

Berdasarkan output pada **Tabel 3** didapatkan nilai DW (2,068) > DL (1,6699) sehingga asumsi autokorelasi sudah terpenuhi.

b. Uji Hipotesis

Setelah uji asumsi terpenuhi maka tahap selanjutnya adalah melakukan uji hipotesis yang bertujuan untuk melihat variabel yang signifikan kelembaban dan suhu terhadap pembentukan tekanan biogas.

Uji simultan

Hipotesis

$$H_0: \beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$$

(tidak ada pengaruh variabel independent secara bersama-sama terhadap variabel pembentukan tekanan biogas)

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0, \text{ dengan } j = 1, 2$$

(minimal ada satu variabel independent yang berpengaruh

terhadap variabel pembentukan tekanan biogas)

Kriteria uji: tolak H_0 jika $F_{Hitung} > F_{Tabel}$ atau nilai sig $< \alpha$

Tabel 4.

Uji simultan (Uji F)

Model	SS	df	MS	F	Sig.
Regression	8,095	2	4,048	16,47	,000
Residual	28,499	116	.246		
Total	36,594	118			

$\alpha = 5\%$

Sumber: Output IBM SPSS 18,00

Berdasarkan output SPSS 18,00 pada **Tabel 4** diketahui bahwa F_{Hitung} sebesar 16,47 dengan nilai sig 0,000, sehingga dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 karena nilai sig $< 0,05$. jadi minimal ada satu variabel independent berpengaruh signifikan terhadap pembentukan tekanan biogas. Untuk melihat variabel yang berpengaruh akan dilakukan uji secara parsial.

Uji parsial

Hipotesis

$$H_0: \beta_j = 0$$

(tidak ada pengaruh variabel independent X_j terhadap variabel pembentukan tekanan biogas)

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

(ada pengaruh variabel independent X_j terhadap variabel pembentukan tekanan biogas)

Kriteria uji: tolak H_0 jika $T_{Hitung} > T_{Tabel}$ atau nilai sig $< \alpha$

Tabel 5.

Uji parsial (Uji T)

Model	Coefficient B	Uji T	Sig
(Constant)	17,029	1,059	,292
Kelembaban	-0,042	-5,291	,000
Suhu	3,480	5,409	,000

$\alpha = 5\%$

Sumber: Output IBM SPSS 18.00

Berdasarkan output SPSS 18,00 pada **Tabel 5** diketahui bahwa variabel kelembaban dan variabel suhu

mempunyai nilai sig $0,000 < \alpha (0,05)$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua variabel independent tersebut berpengaruh signifikan terhadap pembentukan tekanan biogas. Pada kajian yang dilakukan (Irawan & Khudori, 2015) bahwa perubahan suhu dalam reaktor biogas berpengaruh secara nyata terhadap tekanan biogas.

3. Model analisis regresi linier berganda

Berdasarkan tabel didapatkan model persamaan regresi sebagai berikut.

$$\hat{Y} = 17,029 - 0,042X_1 + 3,480X_2$$

Berdasarkan model dapat dilihat bahwa koefisien dari X_1 (kelembaban) bernilai negatif artinya bahwa setiap kenaikan 1% kelembaban dan variabel lainnya dianggap konstan maka akan menurunkan pembentukan tekanan biogas sebesar 0,042 kPa. Sedangkan koefisien dari X_2 (Suhu) bernilai positif artinya bahwa setiap kenaikan suhu 1°C dan variabel lainnya dianggap konstan maka

akan menaikkan pembentukan tekanan biogas sebesar 3,480 kPa.

4. Kebaikan model

Berdasarkan **Tabel 3** diperoleh nilai koefisien determinasi atau R^2 sebesar 0,8180 artinya bahwa variabel kelembaban dan suhu mempengaruhi pembentukan tekanan biogas sebesar 81,80% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti pH, C/N Ratio, starter dan lain sebagainya.

SIMPULAN/CONCLUSION

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa model regresi linier berganda yang terbentuk adalah $\hat{Y} = 17,029 - 0,042X_1 + 3,480X_2$. Hasil uji simultan dan parsial baik secara bersamaan kelembaban dan suhu dan masing-masing variabel menunjukkan hasil yang signifikan terhadap pembentukan tekanan biogas karena nilai sig $0,000 < \alpha (0,05)$, dan untuk nilai koefisien determinasi sebesar 0,8180 artinya bahwa variabel kelembaban dan suhu mempengaruhi pembentukan tekanan biogas sebesar 81,80% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti pH, C/N Ratio, starter dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- Cahyono, T. (2015). Buku Statistik Uji Normalitas. In *Yayasan Sanitarian Banyumas, Banyumas, Indonesia*.
- Dhaniswara, T. K., & Fitri, M. A. (2017). Pengaruh Perlakuan Awal Sampah Organik Terhadap produksi Biogas Secara Anaerobic Digestion. *Journal of Research and Technology*.
- Draper, N., & Smith, H. (1981). Applied regression analysis, second edition. In *Wiley series in probability and mathematical statistics*.
- Hasim, H., Laome, L., & ... (2020). Regresi Ridge dalam Mengatasi Multikolinearitas pada Kasus Indeks Pembangunan Manusia. *E-Journal ...*
- Irawan, D., & Khudori, A. (2015). PENGARUH SUHU ANAEROBIK TERHADAP HASIL BIOGAS MENGGUNAKAN BAHAN BAKU LIMBAH KOLAM IKAN GURAME. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*.
<https://doi.org/10.24127/trb.v4i1.3>
- Padilah, T. N., & Adam, R. I. (2019). ANALISIS REGRESI LINIER BERGANDA DALAM ESTIMASI PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI DI KABUPATEN KARAWANG. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*.
<https://doi.org/10.24853/fbc.5.2.117-128>
- Padmawati, I. R., & Fachrurrozie. (2015). Pengaruh mekanisme good corporate governance dan kualitas audit terhadap tingkat konservatisme akuntansi. *Accounting Analysis Journal*.
- Reza, M., Putra, S., Prasetyo, E., Ekonomi, F., Akuntansi, P., & Kahuripan, U. (2020). Analisis Kualitas Sistem Informasi Akuntansi, Perceived Usefulness Terhadap Kepuasan Pengguna Pada Tanaya Realty di Kota Sidoarjo. *Jurnal Ekonomi Bisnis*.
- Rezeki, S., Ivontianti, W. D., & Khairullah, A. (2021). Optimasi Temperatur Pada Produksi Biogas dari Limbah Rumah Makan di Kota Pontianak. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*.
<https://doi.org/10.30588/jeemm.v5i1.850>
- Rutledge, D. N., & Barros, A. S. (2002). Durbin-Watson statistic as a morphological estimator of

- information content. *Analytica Chimica Acta*.
[https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(01\)01555-0](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(01)01555-0)
- Tampubolon, B. I., Fauzi, A., & Ekayani, M. (2016). INTERNALISASI BIAYA EKSTERNAL SERTA ANALISIS KEBIJAKAN PENGEMBANGAN ENERGI PANAS BUMI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN: Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian Dan Lingkungan*.
<https://doi.org/10.20957/jkebijakan.v2i2.10966>
- Tri Subhi, K., & Al Azkiya, A. (2022). Comparison of Cochrane-Orcutt and Hildreth-Lu Methods to Overcome Autocorrelation in Time Series Regression (Case Study of Gorontalo Province HDI 2010-2021). *Parameter: Journal of Statistics*.
<https://doi.org/10.22487/27765660.2022.v2i2.15913>
- Uyanik, G. K., & Güler, N. (2013). A Study on Multiple Linear Regression Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.027>
- Wati, S. E., Sebayang, D., & Sitepu, R. (2013). Perbandingan Metode Fuzzy Dengan Regresi Linier Berganda Dalam Peramalan Jumlah Produksi. *Saintia Matematika*.
- Wiśniewska, M., Kulig, A., & Lelicińska-Serafin, K. (2020). Odour emissions of municipal waste biogas plants-impact of technological factors, air temperature and humidity. *Applied Sciences (Switzerland)*.
<https://doi.org/10.3390/app10031093>
- Yahya, Y., Tamrin, T., & Triyono, S. (2018). PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN KOTORAN AYAM, KOTORAN SAPI, DAN RUMPUT GAJAH MINI (Pennisetum Purpureum cv. Mott) DENGAN SISTEM BATCH. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*.
<https://doi.org/10.23960/jtep-l.v6i3.151-160>
- Zaki, A., & Santoso, H. A. (2016). Model Fuzzy Tsukamoto untuk Klasifikasi dalam Prediksi Krisis Energi di Indonesia. *Creative Information Technology Journal*.
<https://doi.org/10.24076/citec.2016v3i3.76>