

PENENTUAN KUALITAS BIOGAS UNTUK PEMENUHAN ENERGI SKALA RUMAH TANGGA BERBASIS FUZZY LOGIC

Aminatus S¹⁾, Juniarko Prananda²⁾

**Teknik Keselamatan Kerja PPNs Surabaya¹⁾, Teknik Sistem Perkapalan ITS
Surabaya²⁾**

Email : amieghufron@gmail.com¹⁾ , juniarko.prananda@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Biogas merupakan gas yang mudah terbakar (metan atau CH₄) yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material yang dapat terurai (organik) secara alami dalam kondisi anaerob/tanpa oksigen. Komposisi biogas tiap 1 m³ mengandung 50-70 % metan (CH₄), 30-40 % karbon dioksida (CO₂), 5-10 % H₂, 1-2 % N₂, 0,3 % H₂O, dan hidrogen sulfida (H₂S) dibawah 1 %. Telah dilakukan kajian tentang penentuan kualitas biogas menggunakan logika fuzzy. Metode yang digunakan adalah logika fuzzy mamdani dengan 3 input (CH₄, CO₂, dan H₂S) serta output berupa kualitas biogas (Low, Medium, High). Dihasilkan grafik tiga dimensi berupa pengaruh kadar masing-masing gas terhadap kualitas biogas.

Kata kunci : biogas , kadar gas, fuzzy mamdani, kualitas

Pendahuluan

Biogas merupakan gas yang mudah terbakar (metan atau CH₄) yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material yang dapat terurai (organik) secara alami dalam kondisi anaerob/tanpa oksigen. Metan adalah gas yang hampir tidak berbau dan tidak berwarna, 20% lebih ringan dibandingkan udara. Gas ini terbakar dengan nyala api berwarna biru cerah&tidak berasap. Metan menghasilkan lebih banyak panas (suhu pembakaran kurang lebih 650°-750°C) dibandingkan dengan minyak tanah, kayu bakar, arang, dan bahan bakar tradisional lainnya [1].

Komposisi biogas tiap 1 m³ mengandung 50-70 % metan (CH₄), 30-40 % karbon dioksida (CO₂), 5-10 % H₂, 1-2 % N₂, 0,3 % H₂O, dan hidrogen sulfida (H₂S) dibawah 1 %. Adanya karbon dioksida dalam jumlah banyak dapat menimbulkan penurunan panas pada metan yang dihasilkan, sementara

hidrogen sulfida yang lebih dari 1 % bisa menimbulkan karat pada valve dan pipa bioreaktor, sementara 3 gas lainnya tidak begitu memberikan pengaruh yang cukup berarti. Oleh karena itu kualitas biogas sangat ditentukan oleh jumlah/kadar CH₄, CO₂, dan H₂S yang dihasilkan.

Dengan alasan tersebut, maka diperlukan kajian tentang penentuan kualitas biogas salah satunya adalah analisis secara komputasi dengan menggunakan logika fuzzy. Fuzzy adalah istilah yang dipakai oleh Lotfi A Zadeh pada bulan Juli 1964 untuk menyatakan kelompok/himpunan yang dapat dibedakan dengan kelompok lain berdasarkan derajat keanggotaan dengan samar. Sedangkan logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output sehingga dapat membantu memberikan keputusan terhadap variabel output yang diharapkan. Sehingga dengan adanya saling keterkaitan tersebut penentuan

kualitas biogas menggunakan logika fuzzy dilakukan [2].

Fuzzy Inference System

Suatu fuzzy inference system dikombinasikan dengan aturan fuzzy *if-then* untuk menjalankan suatu sistem pemetaan dari input sampai outputnya, dengan menggunakan metode-metode penalaran fuzzy [3].

Himpunan Fuzzy F dalam semesta X biasanya dinyatakan sebagai pasangan berurutan dari elemen x dan mempunyai derajat keanggotaan:

$$F = \{(x, \mu_F(x)) \mid x \in X\}$$

Dimana: F = Notasi himpunan Fuzzy,

X = Semesta pembicaraan,

x = Elemen generik dari X,

$\mu_F(x)$ = Derajat keanggotaan dari x (nilai antara 0 dan 1).

Dalam hal ini didapatkan himpunan fuzzy untuk biogas adalah

$$F_a = \{(biogas, \mu_F(a)) \mid a \in biogas\}$$

Fungsi Keanggotaan

Fungsi derajat keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1 [4]. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan fuzzy digunakan pendekatan fungsi. Fungsi yang digunakan untuk penentuan kualitas biogas ini adalah fungsi trapesium gaussian 2.

Himpunan fungsi keanggotaan untuk masing-masing gas ditentukan berdasarkan data lapangan, yaitu :

Tabel 1. Komposisi biogas tiap 1 m³

Kandungan Zat kimia	Simbol	Prosentase
Methan	CH ₄	50-70 %
Karbon Dioksida	CO ₂	30-40 %
Hydrogen Sulfide	H ₂ S	< 0,1 %

Sumber : Buku BIRU

Sehingga dapat ditentukan himpunan keanggotaan sebagai berikut :

CH₄

$$\mu_r(a) = \begin{cases} low & ; a < 30 \\ medium & ; 30 \leq a < 50 \\ high & ; 50 \leq a < 70 \\ very high & ; 70 \leq a \leq 100 \end{cases}$$

CO₂

$$\mu_r(b) = \begin{cases} low & ; a < 40 \\ medium & ; 40 \leq a < 50 \\ high & ; 50 \leq a < 70 \end{cases}$$

H₂S

$$\mu_r(c) = \begin{cases} low & ; a < 30 \\ high & ; 30 \leq a < 50 \end{cases}$$

$$\text{Jumlah rule} = a \times b \times c = 4 \times 3 \times 2 = 24$$

Pembangunan Rule

Berdasarkan jumlah fungsi keanggotaan, maka terdapat rule sejumlah 24.

Tabel 2. Rules Penentuan Kualitas Biogas

No. Rules	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	Keputusan
1	L	L	L	L
2	L	L	H	L
3	L	M	L	L
4	L	M	H	L
5	L	H	L	L
6	L	H	H	L
7	M	L	L	M
8	M	L	H	L
9	M	M	L	M
10	M	M	H	L
11	M	H	L	L
12	M	H	H	L
13	H	L	L	H
14	H	L	H	L
15	H	M	L	M
16	H	M	H	L

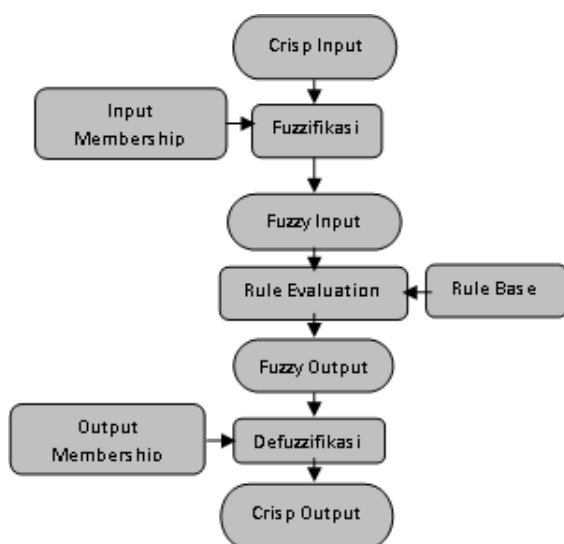
17	H	H	L	L
18	H	H	H	L
19	VH	L	L	H
20	VH	L	H	M
21	VH	M	L	H
22	VH	M	H	M
23	VH	H	L	M
24	VH	H	H	L

Keterangan tabel :

L : Low **H** : High
M : Medium **VH** : Very High

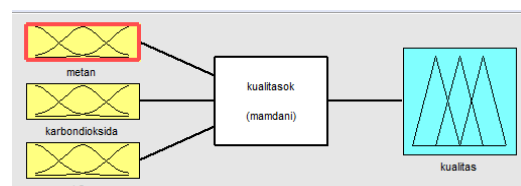
Fuzzifikasi

Proses fuzzifikasi dengan menggunakan FIS digunakan toolbox Matlab untuk memudahkan penentuan keputusan output berupa keputusan kualitas biogas berdasarkan input dari fungsi keanggotaan yang ada. Metode yang digunakan adalah metode fuzzy mamdani, karena output pada fuzzy inference system Mamdani dapat mencakup keseluruhan dari input [5]. Diagram alir/flowchart proses fuzzifikasi adalah sebagai berikut :



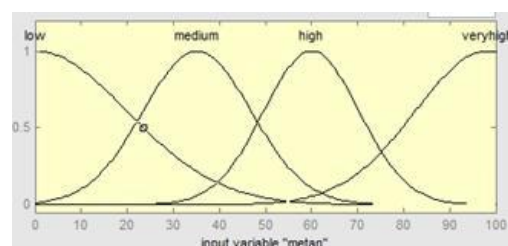
Gambar 1. Flowchart proses fuzzifikasi

Proses fuzzifikasi dengan menggunakan toolbox FIS Matlab



Gambar 2. Diagram fuzzifikasi dengan toolbox Matlab FIS

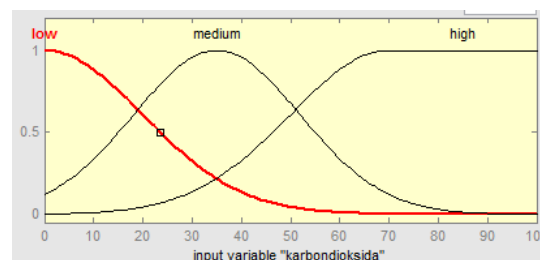
Fungsi derajat keanggotaan metan



Gambar 3. Himpunan keanggotaan metan

Keanggotaan metan dibagi menjadi 4, low, medium, high, dan very high berdasarkan pada range data yang didapatkan lapangan

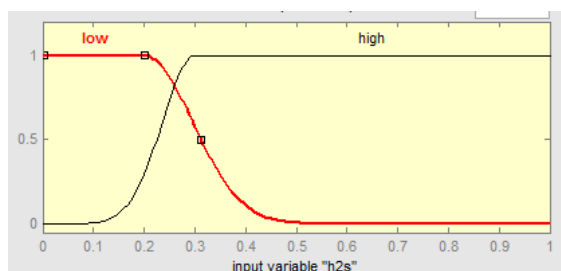
Fungsi keanggotaan karbondioksida



Gambar 4. Himpunan keanggotaan karbondioksida

Keanggotaan metan dibagi menjadi 3, low, medium, high berdasarkan pada range data yang didapatkan lapangan

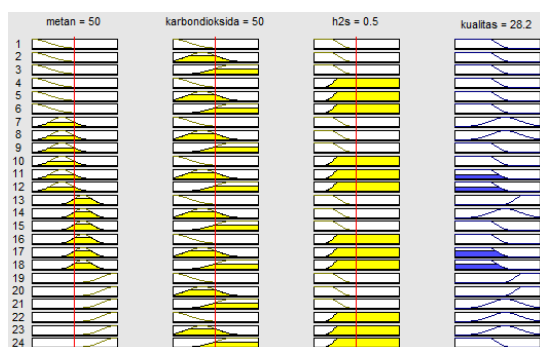
Fungsi keanggotaan hidrogen sulfida



Gambar 5. Himpunan keanggotaan hidrogen sulfida

Keanggotaan metan dibagi menjadi 2, low dan high berdasarkan pada range data yang didapatkan di lapangan.

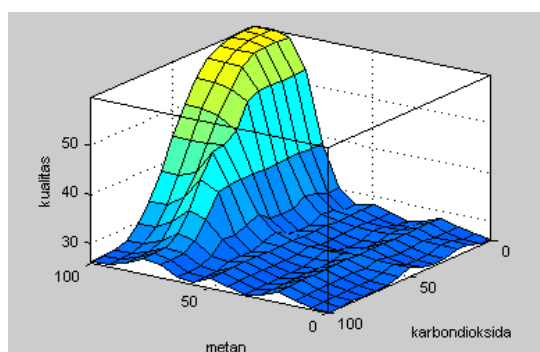
Rules



Gambar 6. Rules proses fuzzifikasi

Hasil dan Pembahasan

Hasil surface penentuan kualitas biogas metan dengan karbondioksida

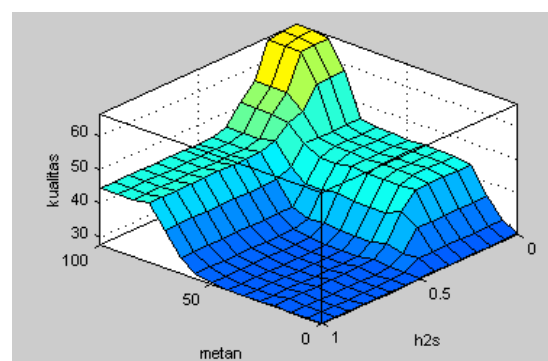


Gambar 7. Surface metan dan karbondioksida terhadap kualitas biogas

Dari gambar 7 diatas dapat diketahui bahwa semakin rendah kadar methan dan karbondioksida maka semakin turun

kualitas biogas. Karbondioksida merupakan penentu kualitas biogas, jika kadar karbondioksida semakin tinggi, maka kualitas biogas juga semakin turun walaupun kadar metan tinggi.

Hasil *surface* penentuan kualitas biogas metan dengan karbondioksida adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Surface metan dan hidrogen sulfida terhadap kualitas biogas

Dari gambar diatas diketahui bahwa penentuan kualitas biogas sangat dipengaruhi oleh kadar hidrogen sulfida, karena gas ini bersifat toksik / racun. Semakin tinggi kadar hidrogen sulfida maka kualitas biogas juga semakin rendah meskipun kadar metan tinggi.

Tabel 3. Hasil validasi fuzzifikasi

metan (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (%)	Kualitas (%)
94.737	40.587	0.270	58.806
71.875	31.154	0.196	53.462
74.599	19.566	0.130	62.319
58.774	40.698	0.208	51.188
74.454	24.635	0.401	44.805
62.543	24.738	0.226	50.909
83.184	16.494	0.277	64.165

Tabel diatas merupakan sampel hasil validasi dari proses fuzzifikasi penentuan kualitas biogas.

Kesimpulan

Penentuan kualitas biogas menggunakan metode fuzzy mamdani dihasilkan *output* berupa kualitas biogas berdasarkan kadar metan, karbondioksida dan hidrogen sulfida. Parameter-parameter tersebut dapat digunakan untuk membantu mengambil keputusan mengenai penentuan kualitas biogas rendah (*Low*), sedang (*Medium*), ataupun tinggi (*High*).

References

- [1] Widodo, T.W. *Design and Development of Biogas Reactor for Farmer Group Scale, Indonesian Journal of Agriculture* 2009 ; (2) 2 : 121-128.**
- [2] Osicka Petr. (2012). *Zadeh L.A. Fuzzy Set-A Review*. Data Analysis and Modelling Lab. Palacky University, Cech**
- [3] Zimmerman, H. J. (1991). *Fuzzy Set Theory and its Applications (2nd edition)*, Kluwer Academic Publishers.**
- [4] Achiche S, et al. *Tool wear monitoring using genetically-generated fuzzy knowledge bases, Engineering Applications of Artificial Intelligence* 2002 ; 15 : 303-314.**
- [5] Mamdani E.H. *Application of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning Using Linguistic Synthesis*. Department of Electrical and Electronic Engineering Queen Mary College (University of London). Mile End Road : LONDON E1 4NS**