

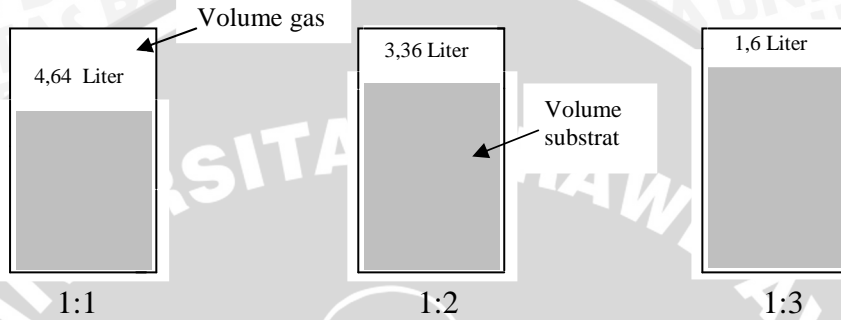
Lampiran 1. Tabel Kadar Air Rata-rata Kotoran Kuda

No	Tanggal	Waktu	Kadar Air (%)
1.	23 April 2012	Pagi	70,01
		Sore	70,02
2.	24 April 2012	Pagi	70,02
		Sore	70,03
3.	25 April 2012	Pagi	70,02
		Sore	70,04
4.	26 April 2012	Pagi	70,01
		Sore	70,03
5.	27 April 2012	Pagi	70,02
		Sore	70,01
6.	28 April 2012	Pagi	70,02
		Sore	70,03
Rata-rata			70,02

Lampiran 3. Hasil Perhitungan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mencari Produksi Biogas (n_{biogas}), dimana data yang diketahui pada waktu penelitian adalah:

- Tekanan atmosfer (P) = 101,325 kPa
- Volume biogas (V_{biogas})
- Volume gas pada digester
- Volume Total digester = 16 Liter, d = 20 cm, t = 50,95 cm



Volume saluran pipa

Panjang pipa = 25,5 cm

diameter = 1,7 cm

Volume kotak penampung gas = 1 Liter

Volume gas pada digester + volume saluran pipa + volume kotak penampung gas.

$$1:1 = 5,698 \text{ Liter}$$

$$1:2 = 4,418 \text{ Liter}$$

$$1:3 = 2,658 \text{ Liter}$$

- R universal = 8,314 kPa.L/mol.K

a. Pada kondisi mesophilic (35°C)

❖ Mol biogas (n_{biogas}) Perbandingan 1:1

$$\begin{aligned} n_{1Biogas} &= \frac{P_1 \times V}{R \times T_1} \\ &= \frac{(0,232 + 101,325(kPa)) \times 5,698(Liter)}{8,314(kPa.L/mol.K) \times 301,48(K)} \\ &= 2,30868 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{2 \text{ Biogas}} &= \frac{P_2 \times V}{R \times T_2} \\
 &= \frac{(3,132 + 101,325(\text{kPa})) \times 5,698(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa} \cdot \text{L} / \text{molK}) \times 305,02(\text{K})} \\
 &= 2,34705 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{biogas}} &= n_2 - n_1 \\
 &= 2,34705 \cdot 10^{-1} \text{ mol} - 2,30868 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \\
 &= 3,837 \cdot 10^{-3} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

❖ Mol biogas (n_{biogas}) Perbandingan 1:2

$$\begin{aligned}
 n_{1 \text{ Biogas}} &= \frac{P_1 \times V}{R \times T_1} \\
 &= \frac{(0,275 + 101,325(\text{kPa})) \times 4,418(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}) \times 301,54(\text{K})} \\
 &= 1,79046 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{2 \text{ Biogas}} &= \frac{P_2 \times V}{R \times T_2} \\
 &= \frac{(4,124 + 101,325(\text{kPa})) \times 4,418(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa} \cdot \text{L} / \text{molK}) \times 306,01(\text{K})} \\
 &= 1,83114 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{biogas}} &= n_2 - n_1 \\
 &= 1,83114 \cdot 10^{-1} \text{ mol} - 1,79046 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \\
 &= 4,068 \cdot 10^{-3} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

❖ Mol biogas (n_{biogas}) Perbandingan 1:3

$$\begin{aligned}
 n_{1 \text{ Biogas}} &= \frac{P_1 \times V}{R \times T_1} \\
 &= \frac{(0,266 + 101,325(\text{kPa})) \times 2,658(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}) \times 301,52(\text{K})} \\
 &= 1,07717 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{2 \text{ Biogas}} &= \frac{P_2 \times V}{R \times T_2} \\
 &= \frac{(1,238 + 101,325(\text{kPa})) \times 2,658(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa.L/mol.K}) \times 303,12(\text{K})} \\
 &= 1,08174 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{biogas}} &= n_2 - n_1 \\
 &= 1,08174 \cdot 10^{-1} \text{ mol} - 1,07717 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \\
 &= 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

b. Pada kondisi tanpa pemanasan (temperatur ruang)

❖ Mol biogas (n_{biogas}) Perbandingan 1:1

$$\begin{aligned}
 n_{1 \text{ Biogas}} &= \frac{P_1 \times V}{R \times T_1} \\
 &= \frac{(0,263 + 101,325(\text{kPa})) \times 5,698(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa.L/mol.K}) \times 301,52(\text{K})} \\
 &= 2,30908 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{2 \text{ Biogas}} &= \frac{P_2 \times V}{R \times T_2} \\
 &= \frac{(3,042 + 101,325(\text{kPa})) \times 5,698(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa.L/mol.K}) \times 304,84(\text{K})} \\
 &= 2,34641 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{biogas}} &= n_2 - n_1 \\
 &= 2,34641 \cdot 10^{-1} \text{ mol} - 2,30908 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \\
 &= 3,733 \cdot 10^{-3} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

❖ Mol biogas (n_{biogas}) Perbandingan 1:2

$$\begin{aligned}
 n_{1 \text{ Biogas}} &= \frac{P_1 \times V}{R \times T_1} \\
 &= \frac{(0,294 + 101,325(\text{kPa})) \times 4,418(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa.L/mol.K}) \times 301,58(\text{K})} \\
 &= 1,79056 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{2 \text{ Biogas}} &= \frac{P_2 \times V}{R \times T_2} \\
 &= \frac{(3,921 + 101,325(\text{kPa})) \times 4,418(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}) \times 305,72(\text{K})} \\
 &= 1,82935 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{biogas}} &= n_2 - n_1 \\
 &= 1,82935 \cdot 10^{-1} \text{ mol} - 1,79056 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \\
 &= 3,879 \cdot 10^{-3} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

❖ Mol biogas (n_{biogas}) Perbandingan 1:3

$$\begin{aligned}
 n_{1 \text{ Biogas}} &= \frac{P_1 \times V}{R \times T_1} \\
 &= \frac{(0,234 + 101,325(\text{kPa})) \times 2,658(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}) \times 301,44(\text{K})} \\
 &= 1,07712 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{2 \text{ Biogas}} &= \frac{P_2 \times V}{R \times T_2} \\
 &= \frac{(1,11 + 101,325(\text{kPa})) \times 2,658(\text{Liter})}{8,314(\text{kPa} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}) \times 303,13(\text{K})} \\
 &= 1,08035 \cdot 10^{-1} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

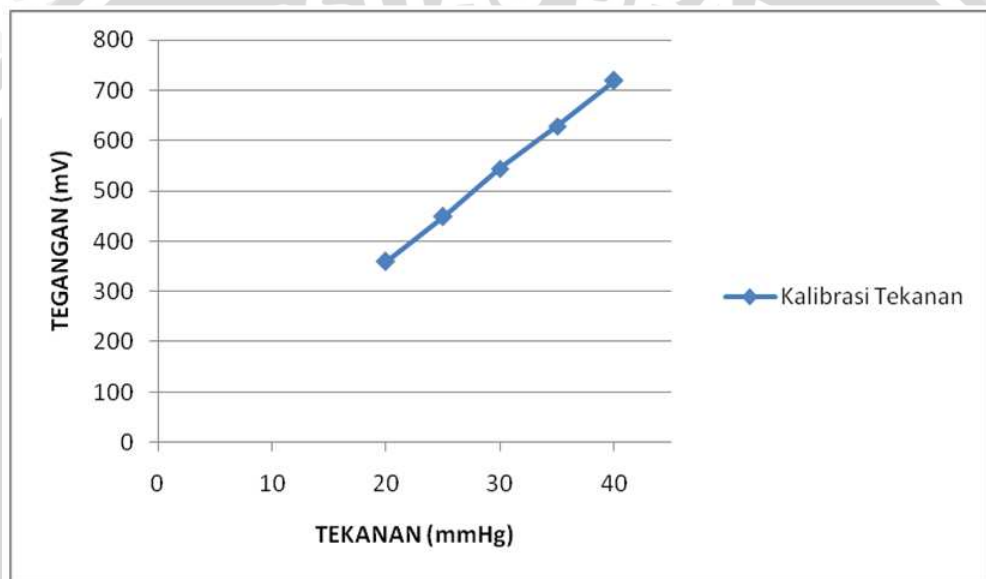
$$\begin{aligned}
 n_{\text{biogas}} &= n_2 - n_1 \\
 &= 1,08035 \cdot 10^{-1} \text{ mol} - 1,07712 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \\
 &= 3,23 \cdot 10^{-4} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

Lampiran 4. Tabel dan Grafik Kalibrasi Alat Ukur

Tabel data kalibrasi sensor tekanan

TEKANAN (mmHg)	TEGANGAN (mV)
20	360
25	449
30	545
35	629
40	719

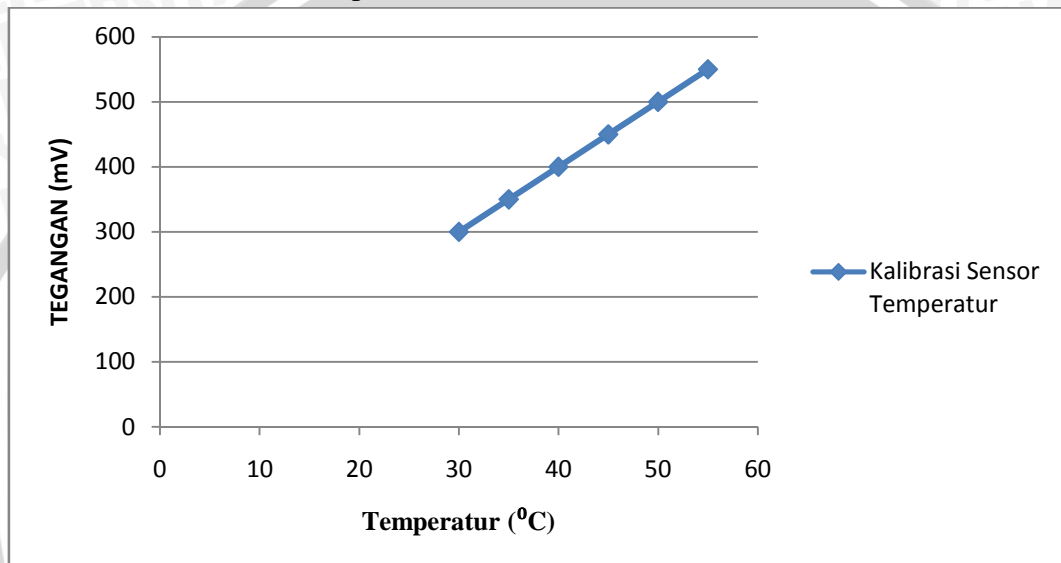
Grafik data kalibrasi sensor tekanan



Tabel data kalibrasi sensor temperatur

SUHU (°C)	TEGANGAN (mV)
30	298
35	352
40	400
45	449
50	501
55	550

Grafik kalibrasi sensor temperatur



Perhitungan kalibrasi

Secara teori :

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 100 \text{ kPa}$$

$$\frac{760 \text{ mmHg}}{20 \text{ mmHg}} = \frac{100 \text{ kPa}}{x \text{ kPa}}$$

$$x = 2,631 \text{ kPa}$$

Aktual :

Tegangan terukur pada Mikrokontroler = 4,2 V

ADC yang digunakan = 10 bit ($2^{10} = 1024$, bilangan biner)

Data Konversi : $\frac{\text{Tegangan}}{1024} = \frac{4,2}{1024} = 0,0041$ Dibulatkan menjadi 4 mV

Tegangan terukur kalibrasi

360 mV untuk 20 mmHg

$$\frac{360}{4} = 90 \longrightarrow \text{Data yang diproses mikrokontroler}$$

90 dikonversi 20 mmHg

$$\frac{90}{20} = 4,5 \text{ adalah data pembagi}$$

Untuk mendapatkan nilai kalibrasi $4 \times 4,5 = 18$

Maka $\frac{360}{18} = 20 \text{ mmHg}$

Sehingga nilai tekanan terukur $\frac{20}{7,6} = 2,631 \text{ kPa}$



Lampiran 5. Sensor, Data Akuisisi, Dan Rangkaian Uji Kalibrasi Alat Ukur

✚ Sensor Tekanan MPX 5050GP

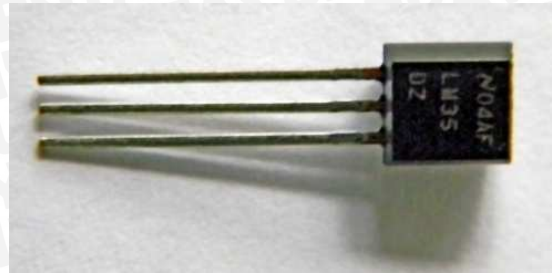


Sensor tekanan melibatkan 2 elemen utama yang berada di dalam sensor yaitu: elemen dasar dan elemen transduser. Elemen dasar merupakan bagian yang dapat berubah bentuk ketika dikenai tekanan, sedangkan elemen transduser mengubah perubahan itu menjadi sinyal listrik. Transduser pada sensor ini berjenis *piezoelektrik* yang terbuat dari silikon yang akan terdeformasi secara plastis apabila terkena tekanan dan akan menghasilkan potensial listrik pada sensor itu sendiri.

Spesifikasi sensor tekanan MPX 5050GP

Pressure Type	Gauge
Pressure Range	0 - 50KPa
Error	2.50%
Operation Temperatur Range	-40°C - 125°C
Supply Current	7mA
Operating Supply Voltage	5V
Operating Supply Voltage (min)	4.75V
Operating Supply Voltage (max)	5.25V
Output Voltage	4.7V

📌 Sensor Temperatur LM35



Spesifikasi Sensor Tekanan LM 35

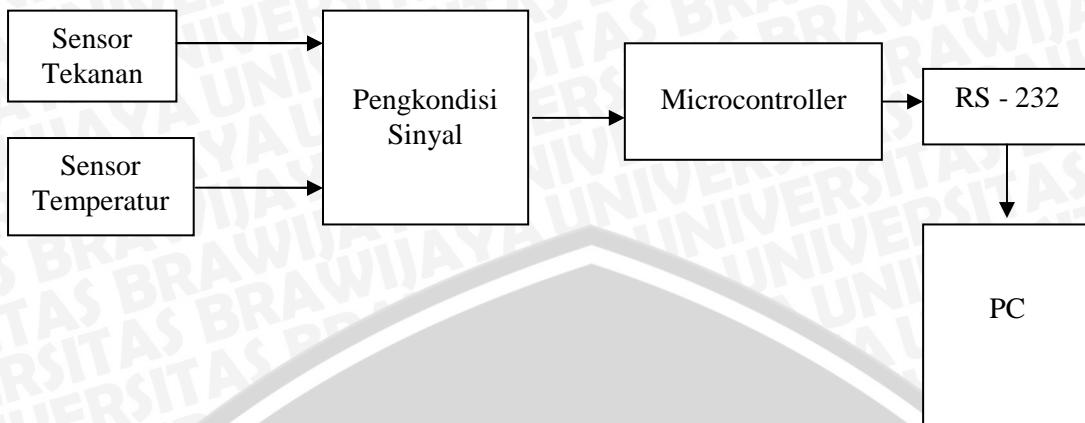
Calibrated Directly	In °Celcius
Linear Scale Factor	+10mV / 1°C
Accuracy	0.5 °C
Range	-55 °C - 150 °C
Operated Supply Voltage	4 - 30V
Current Drain	60µA
Output Voltage	1 - 6V

Sensor LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor ini tidak memerlukan kalibrasi karena ketelitian yang sangat tinggi. Dengan tegangan keluaran yang telah terskala linear dengan suhu terukur yakni 10mV / 1°C yang artinya sensor ini akan melakukan pembacaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1°C dan akan mengeluarkan tegangan sebesar 10mV.

Karakteristik sensor LM 35

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25 °C Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
3. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
4. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 µA.
5. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
6. Memiliki keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
7. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}$ °C.

Data Akuisisi



Sensor tekanan dan sensor temperatur akan mengeluarkan tegangan yang berubah – ubah menuju pengkondisi sinyal. Pada pengkondisi sinyal inilah masing – masing tegangan yang dikeluarkan oleh sensor diolah sehingga tegangan yang dihasilkan sesuai dengan tegangan yang sesuai dengan input microcontroller. Pengkondisi sinyal disini berupa penguat (Amplifier).

Besaran tegangan yang sesuai tadi akan dimasukkan ke dalam Keluaran dari rangkaian pengkondisi tegangan kemudian dimasukkan ke rangkaian ADC yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan analog menjadi data digital. Tujuan pengkonversian ini adalah agar data dapat diolah oleh microcontroller dan PC. Hubungan microcontroller dengan PC memiliki 1 masalah yaitu perbedaan level tegangan. Pada microcontroller umumnya bekerja pada level tegangan TTL antara 0 – 5V.

✚ Rangkaian Uji Kalibrasi



Untuk mengkalibrasi sensor diperlukan alat ukur pembanding standart. Alat ukur pembanding standart yang digunakan pada pengujian ini menggunakan *sphygmomanometer* (alat pengukur tekanan darah). Nilai *sphygmomanometer* yang ditetapkan yaitu 20 mmHg, 25 mmHg, 30 mmHg, 35 mmHg, dan 40 mmHg. Setiap kenaikan tekanan diukur juga tegangannya dengan Voltmeter untuk mendapatkan nilai kalibrasi.

Lampiran 6 Foto Penelitian

