

## **UJI KINERJA SISTEM PEMANTAUAN VOLUME BIOGAS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO PADA BIODIGESTER TIPE FLOATING DRUM**

*Test Performance of Monitoring System Based on Arduino Microcontroller in Floating Drum Type Biodigester*

**Diah Ajeng Setiawati<sup>1,\*</sup>, Guyup Mahardhian Dwi Putra<sup>1</sup>, Kristian Wahyu Sugandi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

<sup>2</sup>Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

E-mail<sup>\*</sup>: diahajengs@unram.ac.id

Diterima: 7 Juli 2017

Disetujui: 8 Agustus 2017

### **ABSTRACT**

*This research aimed to monitor biogas volume produced in floating drum type biodigester. The experiment used mixed cow dung and water of 1:2. The designed Arduino microcontroller based monitoring system used HC-SR04 ultrasonic sensor and MQ4 gas sensor respectively for monitor the floating drum distance and produced biogas. Parameter observed were ADC value and input voltage of distance sensor (volt); biogas concentration (ppm); sensor distance to the floating drum (cm); biogas volume (cm<sup>3</sup>); biogas temperature (°C); and water height difference in manometer (mm). Result showed that the designed monitoring system based on Arduino could work properly and displayed the biogas production on the LCD.*

**Keywords:** *arduino, biogas, floating drum, monitoring*

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk memantau volume biogas yang terbentuk pada biodigester tipe *floating drum*. Sistem pemantauan yang dirancang berbasis mikrokontroler Arduino dengan menggunakan sensor ultrasonik HC SR04 dan sensor gas MQ4 berturut-turut untuk memantau jarak *floating drum* dan biogas terbentuk. Parameter yang diamati adalah nilai ADC dan tegangan input sensor jarak (volt); konsentrasi biogas (ppm); Jarak sensor ke *floating drum* (cm); Volume biogas (cm<sup>3</sup>); suhu biogas dalam biodigester (°C), suhu lingkungan (°C); dan beda tinggi air dalam manometer, h (mm). Penelitian dilakukan menggunakan campuran kotoran sapi dan air dengan rasio 1 : 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis Arduino yang dirancang dapat bekerja dengan baik dan mampu menampilkan produksi biogas yang terbentuk pada LCD.

**Kata kunci:** arduino, biogas, *floating drum*, pemantauan

## PENDAHULUAN

Sistem pemantauan dan pengendalian berbasis mikrokontroler telah banyak digunakan dalam bidang teknik pertanian. Salah satu diantaranya adalah sistem kontrol udara pada Pengereng Gas Rumah Kaca tipe *Hybrid* (Setiawati, dkk., 2016) yang menggunakan mikrokontroler DT51 Minsys dan sensor suhu untuk mengendalikan temperatur ruang pengereng dengan cara menyalakan dan menghidupkan kipas sesuai *setting point* yang telah ditentukan. Dengan cara ini konsumsi energi dapat lebih diminimalisir, karena kipas tidak perlu berputar sepanjang hari selama proses pengerengan.

Selain itu, sistem deteksi dini pengaman gas LPG berbasis *Short Message Service* juga telah dikembangkan (Ywalitasanti, 2015) dengan memanfaatkan mikrokontroler Atmega8 dan sensor gas MQ2. Ketika sensor mendeteksi adanya kebocoran gas, mikrokontroler akan menghidupkan kipas untuk menghisap gas keluar ruangan. Sistem yang dirancang tidak hanya mampu memantau, tetapi juga dikembangkan untuk dapat mengirimkan pesan singkat ke operator yang berada di lokasi yang jauh dari sumber gas, sehingga dapat mencegah terjadinya bahaya yang tidak diinginkan.

Kotoran sapi merupakan limbah padat yang memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif berupa biogas. Bahan organik yang terkandung dalam kotoran sapi diubah oleh bakteri dalam proses fermentasi anaerob menjadi biogas (gas metana, karbondioksida). Proses fermentasi kotoran sapi menjadi biogas dapat dilakukan dalam sebuah biodigester.

Biodigester tipe *floating drum* adalah sebuah biodigester berbentuk tabung yang dilengkapi dengan penampung biogas pada bagian atasnya. Penampung berupa tabung terbalik ini dapat bergerak naik turun sesuai jumlah biogas yang terbentuk. Semakin banyak biogas yang terbentuk, tinggi penampung akan semakin bertambah. Volume biogas yang terbentuk pada biodigester secara tidak langsung dapat diamati melalui perubahan ketinggian *floating drum*. Hal ini seperti penelitian yang dilakukan Putra, dkk. (2017), dimana volume biogas yang terbentuk dipantau dengan mengukur tinggi *floating drum* secara manual menggunakan penggaris.

Perubahan ketinggian *floating drum* perlu dipantau secara kontinu, selama proses fermentasi bahan organik (kotoran sapi) berlangsung. Perancangan sistem pemantauan produksi biogas dengan menggunakan sensor gas (MQ4, MQ8, dan MG811) telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Alfanz, Nurhadi, & Laksmono, 2016). Produksi gas yang terbentuk dinyatakan dalam satuan ppm.

Pada penelitian ini, dengan menggunakan sensor jarak yang dihubungkan dengan mikrokontroler dan dikombinasikan dengan sensor gas MQ4, diharapkan volume biogas (khususnya gas metana) yang terbentuk dalam biodigester tipe *floating drum* dapat ditampilkan secara *real time* dan kontinu. Dengan demikian, proses pembentukan gas dalam biodigester dapat dipantau dan kinerja biodigester dapat dievaluasi.

## METODE PENELITIAN

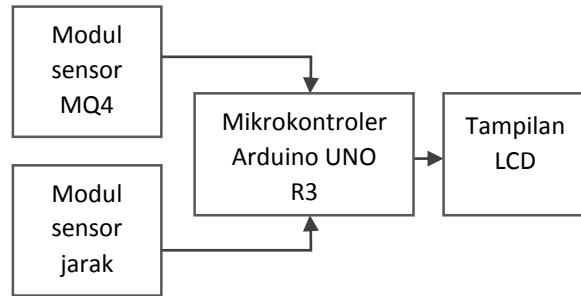
### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biodigester tipe *floating drum* berukuran tinggi 0,9 m dan diameter 0,54 m yang dilengkapi dengan penampung gas berbentuk tabung terbalik berukuran tinggi 0,59 m dan diameter 0,51 m (Gambar 1). Pada biodigester dimasukkan kotoran sapi dan air dengan rasio 1 : 2 dengan volume kurang lebih sebesar 100 liter.



**Gambar 1.** Biodigester tipe *floating drum*

Pada bagian bawah biodigester terdapat lubang yang dihubungkan dengan pipa bening untuk mengukur ketinggian campuran kotoran sapi dan air di dalam biodigester. Untuk mengukur tekanan gas dalam biodigester digunakan manometer U. Termometer batang digunakan untuk mengukur temperatur lingkungan dan temperatur di dalam biodigester.

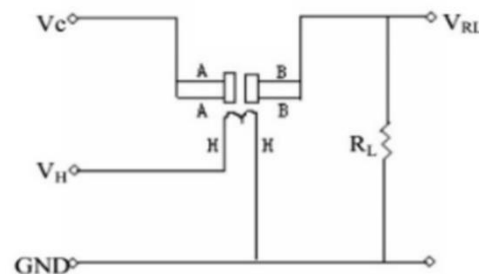


**Gambar 2.** Desain Blok diagram Sistem Pemantauan

Komponen untuk merangkai sistem pemantauan volume biogas yang terbentuk adalah Mikrokontroler Arduino Uno R3, sensor jarak ultrasonik HC-SR04, sensor gas MQ4, modul LCD 20x4 yang dilengkapi dengan I2C. Rancangan blok diagram yang akan dibuat adalah seperti yang terlihat pada Gambar 2.

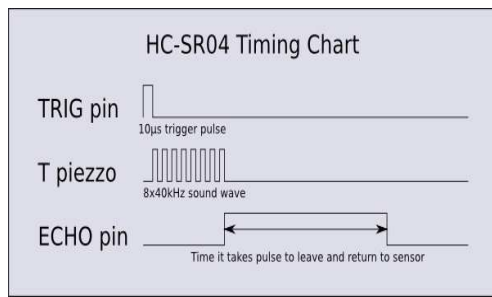
#### a. Blok Diagram Rangkaian Sensor Gas MQ4

Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) adalah gas dengan komposisi terbesar dari biogas yang dihasilkan setelah proses fermentasi kotoran sapi dalam biodigester. Sensor MQ4 adalah sensor yang banyak digunakan untuk mendeteksi kehadiran gas metana. Gambar 3 memperlihatkan blok diagram rangkaian sensor gas MQ4.



**Gambar 3.** Blok Diagram Rangkaian Sensor Gas MQ4

b. Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04

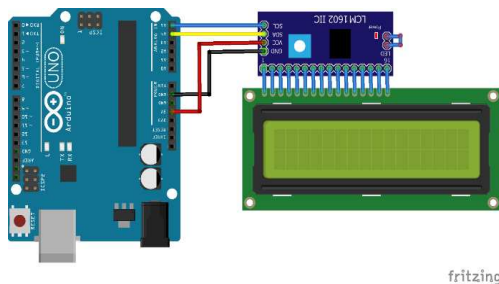


**Gambar 4.** Grafik Waktu Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur kenaikan floating drum pada biodigester. Gambar 4 memperlihatkan grafik waktu yang menggambarkan prinsip kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04. Untuk memulai pengukuran mikrokontroler mengirimkan 10µS sinyal melalui pin TRIG, kemudian sensor mengirimkan 8 siklus gelombang ultrasonik. Mikrokontroler lalu menunggu hingga pin ECHO dari sensor menerima balasan dalam bentuk pulsa waktu (*time pulse*).

c. Blok Diagram Rangkaian LCD

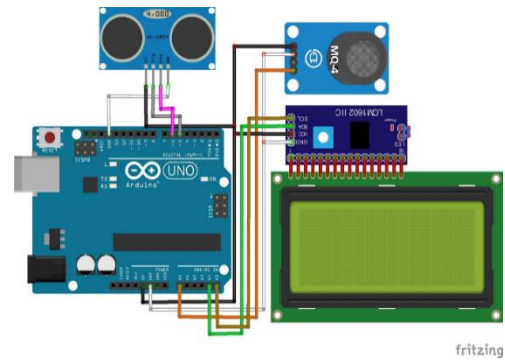
Komponen yang digunakan untuk menampilkan data yang telah diolah oleh mikrokontroler Arduino UNO R3 adalah LCD yang dilengkapi dengan I2C dengan dot matrik 20x4. Perancangan blok LCD dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Blok Diagram Rangkaian LCD (display)

d. Blok Diagram Rangkaian Mikrokontroler Arduino UNO R3, sensor MQ4 dan sensor ultrasonik HC-SR04

Mikrokontroler Arduino UNO R3 merupakan perangkat elektronik utama yang berfungsi sebagai pengendali agar rangkaian sensor gas, sensor jarak, dan LCD dapat berjalan sesuai fungsinya masing-masing dalam sistem pemantauan yang dirancang.



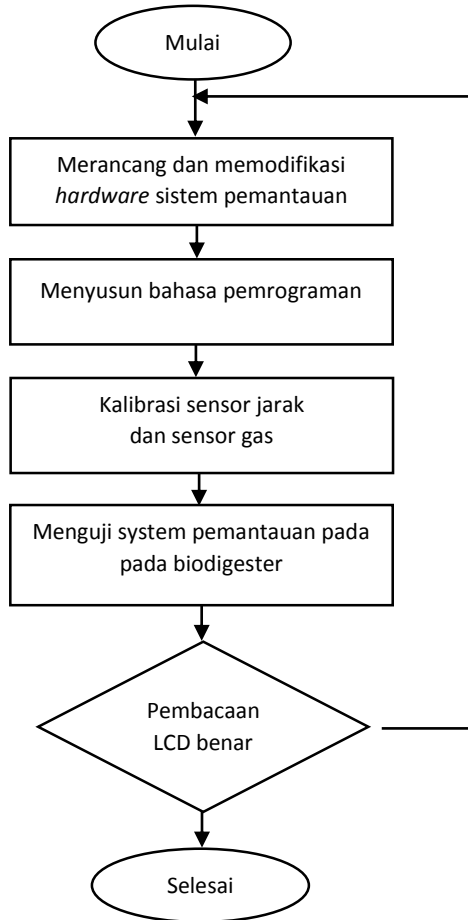
**Gambar 6.** Blok Diagram Sistem perancangan monitoring volume biogas

Blok rangkaian sistem pemantauan tersebut diperlihatkan pada Gambar 6. Koneksi pin Mikrokontroler Arduino dengan sensor dan LCD dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Pin 5 (Digital PWM) dihubungkan dengan pin Trig pada sensor HC-SR04
- Pin 6 (Digital PWM) dihubungkan dengan pin Echo pada sensor HC-SR04
- Pin 5V (Power) dihubungkan dengan pin VCC pada sensor HC-SR04 dan I2C LCD, serta ke pin Vc pada sensor MQ4,
- Pin GND (Digital PWM) dihubungkan dengan pin Trig pada sensor HC-SR04 dan MQ-4
- Pin A0 (Analog In) dihubungkan dengan pin V<sub>H</sub> pada sensor MQ4

- f. Pin GND (Power) dihubungkan dengan pin GND pada sensor MQ4 dan I2C LCD
- g. Pin A4 (Analog In) dihubungkan dengan pin SDA pada I2C LCD.
- h. Pin A5 (Analog In) dihubungkan dengan pin SCL pada I2C LCD.

**Diagram alir perancangan**



**Gambar 7.** Diagram Alir Perancangan Sistem Pemantauan Volume

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7. Penelitian dimulai dari perancangan *hardware* sistem pemantauan, menyusun bahasa program, mengkalibrasi sensor, lalu melakukan pengujian. Jika sensor mampu memantau parameter yang ditetapkan (perubahan jarak

*floating drum* dan jumlah biogas yang terbentuk pada biodigester), serta data tersebut dapat diolah oleh mikrokontroler lalu ditampilkan pada LCD, maka sistem pemantauan yang dirancang dapat dinyatakan berhasil. Jika tidak, maka perlu dilakukan modifikasi pada *hardware* ataupun bahasa program yang digunakan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengujian pembacaan LCD**

LCD yang telah diprogram diuji terlebih dulu apakah dapat menampilkan bacaan sensor. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 8. Pada gambar tersebut terlihat bahwa LCD mampu menampilkan data bacaan sensor yang telah diolah oleh mikrokontroler Arduino UNO R3.



**Gambar 8.** Tampilan LCD setelah bahasa program diunggah ke mikrokontroler

**Pengujian Rangkaian Sensor Gas MQ4**

Sebelum diujikan pada biodigester, rangkaian sensor gas diujikan terlebih dahulu untuk mengetahui apakah sensor dapat mendeteksi biogas. Tabel 1 memperlihatkan nilai ADC dari pengukuran MQ4 yang ditampilkan pada layar LCD. Berdasarkan tabel tersebut, sensor MQ4 mampu mendeteksi adanya gas dan menampilkannya dalam bentuk nilai ADC.

**Tabel 1.** Hasil Tes Pengukuran Gas dengan Sensor MQ4 (pra pemantauan)

Pengukuran ke	Data ADC
1	92
2	93
3	93
4	119

Untuk merubah nilai ADC menjadi konsentrasi (C) gas dalam satuan ppm (*part per million*) digunakan persamaan berikut (Ywalitasanti, 2015):

$$C = X \times \text{Konversi ADC} \dots\dots\dots 1)$$

$$X = \frac{\text{range}}{\text{total bit}} \dots\dots\dots 2)$$

Rentang deteksi ppm sensor MQ4 adalah 300-10.000 ppm. Ini menunjukkan nilai minimum yang mampu dideteksi oleh sensor adalah 300 ppm. Jika kurang dari nilai ini, maka sensor tidak dapat mendeteksi adanya gas. Sedangkan nilai maksimum yang dapat diukur adalah 10.000 ppm. Jika lebih dari nilai tersebut, sensor tidak akan dapat menampilkan nilai yang tepat. Dengan demikian, range konsentrasi sensor dapat dihitung sebagai berikut (Ywalitasanti, 2015):

$$\begin{aligned} \text{Range} &= \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \\ &= 10.000 \text{ ppm} - 300 \text{ ppm} \\ &= 9.700 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Untuk ADC pada Arduino UNO R3, total bitnya adalah 2 pangkat 10, yaitu 1024. Sehingga nilai X menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{range}}{\text{total bit}} \\ X &= \frac{9.700 \text{ ppm}}{1.024} \\ X &= 9,47265625 \text{ ppm/bit} \end{aligned}$$

Konversi ADC dapat dihitung dengan membagi nilai tegangan input ( $V_{in}$ ) dengan tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) dan dikalikan dengan total bit, sesuai persamaan berikut (Ywalitasanti, 2015):

$$\text{Konversi ADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1024 \dots\dots\dots 3)$$

Dimana:

$V_{in}$  = tegangan input (volt)

$V_{ref}$  = tegangan referensi (volt)

1024 = total bit

**Tabel 2.** Konversi nilai  $V_{in}$ , C (ppm), dan ADC

$V_{in}$ (volt)	C (ppm)	ADC
0,1	293,94	31,03
0,3	881,82	93,09
0,5	1.469,70	155,15
0,7	2.057,58	217,21
0,9	2.645,45	279,27
1,1	3.233,33	341,33
1,3	3.821,21	403,39
1,5	4.409,09	465,45
1,7	4.996,97	527,52
1,9	5.584,85	589,58
2,1	6.172,73	651,64
2,3	6.760,61	713,70
2,5	7.348,48	775,76
2,7	7.936,36	837,82
2,9	8.524,24	899,88
3,1	9.112,12	961,94
3,3	9.700,00	1.024,00

Tabel 2 memperlihatkan nilai  $V_{in}$ , konsentrasi gas (ppm), dan ADC yang didapat dari ketiga persamaan di atas. Dalam penelitian ini,  $V_{ref}$  yang digunakan adalah 3,3 volt yang seharusnya setara dengan 10.000 ppm.

**Pengujian Rangkaian Sensor Jarak**



**Gambar 9.** Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sebelum digunakan untuk mengukur perubahan tinggi *floating drum*, sensor ultrasonic HC-SR04 diujikan terlebih dulu dengan meletakkan sensor dan penghalang pada jarak yang berbeda-beda. Jarak sensor juga diukur secara manual menggunakan penggaris untuk kalibrasi (Gambar 9). Hasil pengukuran jarak tersebut ditampilkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Data Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Jarak sensor dengan penghalang (cm)		Persentase kesalahan (%)
	Pembacaan sensor	pengukuran manual	
1	58,99	59	0,0169
2	59,05	59	0,0847
3	58,33	59	1,1356
4	58,23	59	1,3051
Rata-rata			0,6356

Dari Tabel 4 terlihat bahwa nilai rata-rata persentase kesalahan (0,64%) kurang dari 5%, sehingga dapat dikatakan bahwa akurasi rangkaian sensor ultrasonic HC-SR04 yang dirancang cukup tinggi.

**Pengujian Rangkaian Sensor Gas dan Sensor Jarak pada Biodigester tipe *floating drum***

Rangkaian sensor gas MQ4 dan sensor jarak ultrasonic HC-SR04 yang telah dirancang dan diuji tingkat akurasi kemudian digunakan untuk memantau produksi biogas dalam biodigester tipe *floating drum* yang diisi dengan kotoran sapi dan air dengan rasio 1 : 2.

Perhitungan Volume Biogas

Volume biogas (CH<sub>4</sub>) yang terbentuk dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$V_{CH_4} = V_f \dots\dots\dots 4)$$

Dimana:

$V_{CH_4}$  = Volume CH<sub>4</sub> dalam biodigester (m<sup>3</sup>)

$V_f$  = Volume *floating drum* (m<sup>3</sup>)

Volume *floating drum* ditentukan dengan persamaan berikut:

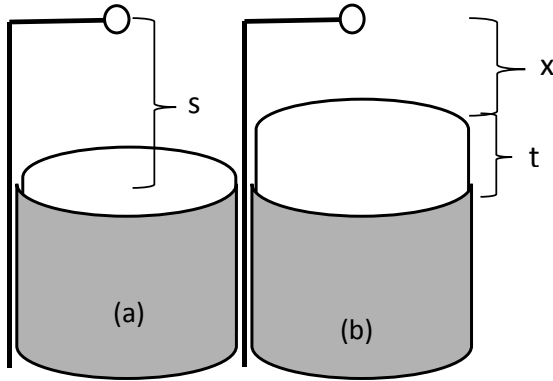
$$V_{floating\ drum} = \pi \times r^2 \times t \dots\dots\dots 5)$$

Dimana:

r = jari-jari *floating drum* (m)

t = tinggi *floating drum* (m) = s – x

Tinggi *floating drum* (t) didapatkan dari selisih antara jarak awal sensor jarak HC-SR04 dan *floating drum* (s = 0,59 m) dengan jarak akhir sensor HC SR04 dan *floating drum* yang bergerak naik (x), seperti yang diperlihatkan pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Biodigester sebelum *floating drum* bergerak naik (a) dan setelah *floating drum* bergerak naik (b)

Perhitungan Tekanan Biogas

**Tabel 5.** Hasil Pemantauan Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada produksi biogas

Hari ke	x (cm)	V <i>floating drum</i> (m <sup>3</sup> )
1	59.00	-
2	59.00	-
3	58.51	957.65
4	58.50	991.36
5	58.41	1,271.38
6	58.37	1,335.32
7	58.34	1,304.96
8	58.66	674.40
9	58.26	1,460.08
10	58.36	1,267.87
11	56.34	5,220.25
12	52.69	12,398.82
13	51.49	14,738.99
14	50.86	15,979.88
15	50.43	16,819.50
16	50.27	17,136.47
17	49.41	18,815.73
18	48.01	21,574.03
19	46.51	24,308.70

Tabel 5 memperlihatkan data pemantauan jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 selama 19 hari pengamatan. Berdasarkan tabel tersebut dapat terlihat bahwa nilai x semakin berkurang yang ditunjukkan oleh *floating drum* bergerak naik (ke arah sensor). Mikrokontroler Arduino, yang telah dimasukkan bahasa program dengan rumus konversi sesuai persamaan 5 di atas, kemudian menghitung volume *floating drum* dan menampilkannya pada LCD, seperti yang terlihat pada tabel. Volume *floating drum* diasumsikan sama dengan volume biogas (CH<sub>4</sub>) yang terbentuk (persamaan 4). Dari tabel tersebut terlihat bahwa biogas terbentuk semakin bertambah volumenya seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan.

Pemantauan tekanan biogas yang terbentuk pada biodigester dilakukan dengan manometer. Data beda tinggi air dalam manometer setiap harinya dicatat. Tekanan biogas dalam biodigester dihitung dengan persamaan berikut:

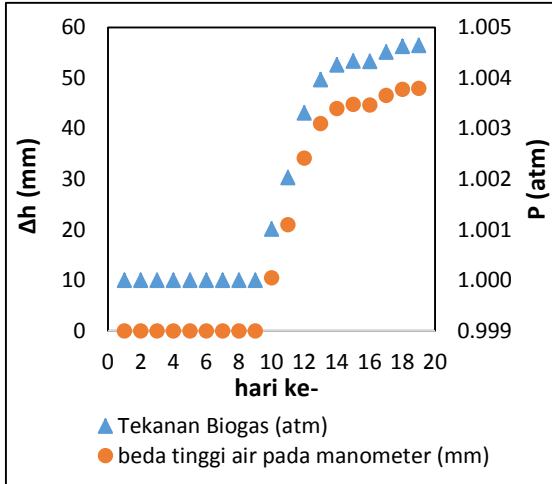
$$P_{biogas} = (P_u + P_h) \times 9.86923 \times 10^{-6} \dots 7)$$

$$P_h = \rho \times g \times \Delta h \times 10^{-3} \dots \dots \dots 8)$$

Dimana:

- $P_{biogas}$  = tekanan biogas (atm)
- $P_u$  = tekanan udara luar = 101325 Paskal
- $P_h$  = tekanan hidrostatis (Paskal)
- $\rho$  = massa jenis air = 1000 kg/m<sup>3</sup>
- $g$  = percepatan gravitasi = 9.81 m/s<sup>2</sup>
- $\Delta h$  = beda tinggi air dalam manometer (mm)
- $9.86923 \times 10^{-6}$  = nilai konversi paskal ke atm
- $10^{-3}$  = nilai konversi mm ke m





**Gambar 11.** Perubahan Tekanan Biogas dalam Biodigester

Gambar 11 memperlihatkan bahwa tekanan biogas mulai bertambah signifikan setelah hari ke 9 pengamatan. Bertambahnya tekanan disebabkan biogas telah terbentuk di dalam *floating drum*. Tekanan biogas yang terbentuk lebih besar daripada tekanan udara luar, sehingga mampu mengangkat *floating drum*.

Konsentrasi Biogas (CH<sub>4</sub>)

Nilai Konsentrasi biogas yang terbentuk dideteksi oleh sensor gas MQ4. Tabel 6 memperlihatkan data konsentrasi gas metana yang didapat dari pemantauan sensor MQ4. Pada tabel tersebut terdapat data C\* yang merupakan koreksi dari penentuan konsentrasi CH<sub>4</sub> berdasarkan persamaan 1 (Ywalitasanti, 2015), dimana nilai konsentrasi minimum yang mampu dibaca oleh sensor (300 ppm) perlu ditambahkan ke dalam persamaan. Modifikasi persamaan tersebut sebagai berikut:

$$C^* = C + 300 \dots\dots\dots 9)$$

Dimana:

C\* = konsentrasi biogas (CH<sub>4</sub>) setelah koreksi

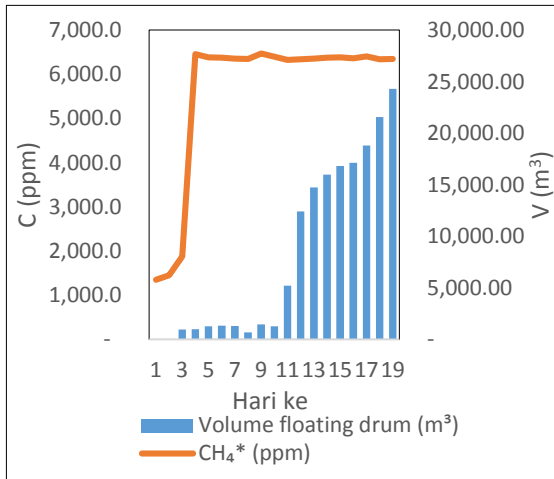
C = konsentrasi biogas (CH<sub>4</sub>) bacaan sensor

**Tabel 6.** Hasil Pemantauan Sensor MQ4 pada produksi biogas dalam Biodigester tipe *floating drum*

Hari ke	ADC	Vin (volt)	C (ppm)	C* (ppm)
1	199,60	0,38	1.050,30	1.350,30
2	126,90	0,41	1.147,50	1.447,50
3	174,70	0,56	1.575,00	1.875,00
4	683,70	2,20	6.154,20	6.454,20
5	676,50	2,18	6.086,70	6.386,70
6	675,10	2,18	6.075,90	6.375,90
7	673,60	2,17	6.057,90	6.357,90
8	672,30	2,17	6.050,70	6.350,70
9	685,60	2,21	6.173,10	6.473,10
10	677,40	2,18	6.096,60	6.396,60
11	670,00	2,16	6.029,10	6.329,10
12	671,20	2,16	6.039,00	6.339,00
13	672,70	2,17	6.054,30	6.354,30
14	675,50	2,18	6.079,50	6.379,50
15	676,00	2,18	6.084,30	6.384,30
16	673,60	2,17	6.062,40	6.362,40
17	675,20	2,18	6.103,80	6.403,80
18	671,30	2,16	6.041,70	6.341,70
19	661,40	2,13	6.050,80	6.350,80

Berdasarkan nilai konsentrasi pada Tabel 6 dan persamaan 4, dapat ditentukan jumlah CH<sub>4</sub> yang terbentuk selama 19 hari pengamatan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12, volume tabung penampung biogas (*floating drum*) bertambah signifikan setelah hari ke-10 dan terus bertambah hingga hari ke-19. Tetapi konsentrasi biogas (CH<sub>4</sub>) yang terbaca oleh sensor MQ4 nilainya konstan sejak hari ke-4. Hal ini menunjukkan jumlah partikel

biogas ( $\text{CH}_4$ ) yang terbentuk dalam tabung penampung mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan volume biogas, sehingga nilai konsentrasi (ppm) yang terpantau oleh sensor dan ditampilkan oleh LCD relatif konstan.



**Gambar 12.** Produksi biogas dalam biodigester selama 19 hari pengamatan

Konsentrasi (gas) adalah perbandingan antara jumlah (massa) partikel dengan volume. Sehingga jumlah (massa) partikel didapatkan dengan mengalikan konsentrasi dengan volume. Jika nilai konsentrasi biogas yang terbentuk tetap (seperti yang ditampilkan pada LCD), sedangkan volume biogas bertambah (sesuai kenaikan *floating drum*), maka dapat dipastikan jumlah (massa) partikel biogas yang terbentuk juga bertambah.

## KESIMPULAN & SARAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis mikrokontroler Arduino yang dirancang dapat bekerja dengan baik dalam mengukur perubahan jarak penampung biogas (*floating drum*).

Sistem yang dirancang juga mampu mengukur konsentrasi biogas yang terbentuk. Kedua bacaan sensor tersebut dapat diolah oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD.

### Saran

Koreksi nilai konsentrasi (ppm) perlu dimasukkan dalam bahasa program, sehingga nilai yang ditampilkan pada LCD sudah merupakan konsentrasi riil dari biogas yang terbentuk.

Modul yang telah dirancang dan diuji pada penelitian ini disarankan untuk digunakan sebagai sistem pemantauan otomatis pada penelitian lanjutan dengan menggunakan rasio kotoran sapi yang berbeda, untuk mengevaluasi kecepatan pembentukan biogas dalam biodigester.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfanz, R., A. Nurhadi, JA. Laksmono. 2016. *Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Produksi Biogas pada Biodigester*. Jurnal Nasional Teknik Elektro Volume 5 Nomor 1, Maret 2016, pp: 128-134.
- Putra, GMD., SH. Abdullah, A. Priyati, DA. Setiawati, SA. Muttalib. 2017. *Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Portable dari Limbah Kotoran Ternak Sapi*. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Vol. 5, No. 1, Maret 2017.
- Setiawati, DA., GMD. Putra. 2016. *Design of Control System at Drying Process based on Microcontroller*. Proceedings The International Symposium on Agricultural and Biosystem Engineering, 9-11 Agustus 2016.

Ywalitasanti, Ratna. 2015. *Deteksi Dini Pengaman LPG Berbasis SMS.*

Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.