

Proses Deteksi Kebocoran Biogas Menggunakan Sensor MQ5 Berbasis *Monitoring SMS*

Untung Priyanto, Muhammad Yaser, Adi Wahyu Pribadi
Teknik Elektro Univ.Pancasila Jakarta, Teknik Informatika Univ.Pancasila Jakarta
Email : untung.priyanto@univpancasila.ac.id

Abstrak

Biogas diproduksi dalam tabung biogester oleh bakteri dari bahan organik di dalam kondisi tanpa oksigen (*anaerobic process*). Proses ini berlangsung selama pengolahan atau fermentasi. Gas yang dihasilkan sebagian besar terdiri atas CH_4 dan CO_2 . Teknologi pengolahan limbah terus dilakukan secara optimal dikembangkan dalam memelihara kelestarian lingkungan dan pemanfaatannya. Proses pembusukkan (*fermentasi*) dalam tabung biogester menjadi gas CH_4 , kebocoran biogas dalam penelitian ini yang akan diamati dengan menggunakan sensor gas MQ5 diletakkan pada konstruksi biogester. Untuk itulah dirancang "Proses deteksi kebocoran biogas menggunakan sensor MQ5 berbasis monitoring SMS". Respon sistem saat terdeteksi kebocoran gas rata-rata tegangan beban sensor 3.43 volt dan 6772.5 PPM dengan persentase sebesar 0.66%. Jika terdeteksi gas, dipastikan user dapat menerima notifikasi SMS.

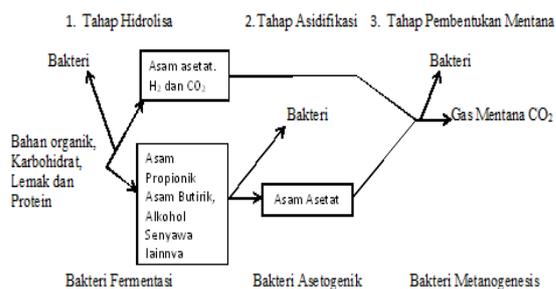
Kata Kunci : Biogas, sensor MQ5, monitoring SMS.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi alternatif sebagai salah satu teknologi energi yang dapat digunakan hal ini adalah dengan menggunakan energi biogas, bahan baku sistem biogas dengan menggunakan limbah sampah menjadi biogas dalam ruang tabung fermentasi.

Biogas diproduksi oleh bakteri dari bahan organik di dalam kondisi tanpa oksigen (*anaerobic process*). Proses ini berlangsung selama pengolahan atau fermentasi. Gas yang dihasilkan sebagian besar terdiri atas CH_4 dan CO_2 . Jika kandungan gas CH_4 lebih dari 50%, maka campuran gas ini mudah terbakar, kandungan gas CH_4 dalam biogas yang berasal dari sampah kotoran ternak sapi kurang lebih 60%. Produksi biogas dari kotoran sapi berkisar 600 liter s.d.1000 liter biogas per hari. Teknologi biogas bukanlah merupakan teknologi baru di Indonesia, sekitar tahun 1980-an sudah mulai diperkenalkan. Beberapa kendala antara lain yaitu kekurangan *technical expertise*, reaktor biogas tidak berfungsi akibat bocor/ kesalahan konstruksi, pendekatan pengembangannya sehingga diperlukan sistem perancangan otomatisasi pada sistem prosesnya. Alternatif alternatif lain guna mencukupi kebutuhan akan gas, untuk itu dapat melakukan usaha seperti pengelolaan lingkungan hidup salah satunya yaitu, dengan pengelolaan limbah sampah menjadi biogas. Dimana pada saat ini biogas

sangat diperlukan bagi masyarakat, teknologi yang memanfaatkan proses pembusukkan (*fermentasi*) dari sampah organik secara tanpa udara (*anaerobik*) oleh bakteri metan sehingga dihasilkan gas metan. Gas metan adalah gas yang mengandung satu atom C dan 4 atom H yang memiliki sifat mudah terbakar, proses pencernaan anaerobik merupakan dasar dari reaktor biogas, proses pemecahan bahan organik oleh aktivitas bakteri metanogenik dan bakteri asidogenik pada kondisi tanpa udara, bakteri ini secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik, teknologi biogas pada dasarnya memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri methanogen yang produknya berupa gas methan (CH_4). Gas metan hasil pencernaan bakteri memiliki jumlah karbon 15 kali dari jumlah nitrogen tersebut dapat mencapai 60% dari keseluruhan gas hasil reaktor biogas sedangkan sisanya didominasi karbon dioksida (CO_2). Secara garis besar proses pembentukan biogas dapat dilihat [2] pada Gambar 1. dan dibagi dalam tiga tahap yaitu: *hidrolisis*, *asidifikasi* (pengasaman) dan pembentukan gas metana.



Gambar 1. Proses pembentukan biogas [2].

Tahap Hidrolisis, bahan organik *dienzimatik* secara *eksternal* oleh *enzim ekstraselular* (*selulose, amilase, protease* dan *lipase*) mikroorganisme, bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan *lipida* menjadi senyawa rantai pendek. Sebagai contoh *polisakarida* diubah menjadi *monosakarida* sedangkan protein diubah menjadi *peptida* dan *asam amino*.

Tahap Asidifikasi (Pengasaman), tahap ini bakteri menghasilkan asam, mengubah senyawa rantai pendek hasil proses pada tahap hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen (H₂) dan karbondioksida. Bakteri tersebut merupakan bakteri anaerobic yang dapat tumbuh dan berkembang pada keadaan asam. Untuk menghasilkan *asam asetat*, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Pembentukan asam pada kondisi *anaerobic* tersebut penting untuk pembentuk gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, H₂S, dan sedikit gas metana.

Tahap pembentukan gas metana, tahap ini bakteri metanogenik mendekomposisikan senyawa dengan berat molekul rendah menjadi senyawa dengan berat molekul tinggi. Sebagai contoh bakteri ini menggunakan hidrogen, CO₂ dan asam asetat untuk membentuk metana dan CO₂. Bakteri penghasil asam dan gas metana bekerjasama secara simbiosis. Bakteri penghasil asam membentuk keadaan atmosfer yang ideal untuk bakteri penghasil metana. Sedangkan bakteri pembentuk gas metana menggunakan asam yang dihasilkan bakteri penghasil asam, tanpa adanya proses simbiotik tersebut, akan menciptakan kondisitoksik bagi mikro organisme penghasil asam, dalam reaktor biogas terdapat dua jenis bakteri yang sangat

berperan, yakni bakteri asam dan bakteri metan. Kedua jenis bakteri ini perlu eksis dalam jumlah yang berimbang, kegagalan reaktor biogas dapat dikarenakan tidak seimbangnya populasi bakteri metan terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam ($pH < 7$) yang selanjutnya menghambat kelangsungan hidup bakteri metan. Keasaman substrat biogas dianjurkan untuk berada pada rentang pH 6,5-8. Bakteri metan ini juga cukup sensitif dengan temperatur. Temperatur 35°C diyakini sebagai temperatur optimum untuk perkembangbiakan bakteri metan. Cara menentukan bahan organik yang sesuai untuk menjadi bahan masukan sistem biogas adalah dengan mengetahui perbandingan karbon (C) dan nitrogen (N) atau disebut rasio C/N. Beberapa percobaan yang telah oleh dilakukan ISAT menunjukkan bahwa aktivitas metabolisme dari bakteri methan organik akan optimal pada nilai rasio C/N sekitar 8-20, proses anaerobic akan optimal bila diberikan bahan makanan yang mengandung karbon dan nitrogen secara bersamaan. C/N ratio menunjukkan perbandingan jumlah dari kedua elemen tersebut. Pada bahan yang akan memiliki C/N ratio 15 berbanding 1. C/N ratio dengan nilai 30 (C/N=30/1 atau karbon 30 kali dari jumlah nitrogen) akan menciptakan proses pencernaan pada tingkat yang optimum, bila kondisi yang lain juga mendukung. Bila terlalu banyak karbon, nitrogen akan habis terlebih dahulu. Hal ini akan menyebabkan proses berjalan dengan lambat. Bila nitrogen terlalu banyak (C/N ratio rendah; misalnya 30/15), maka karbon habis lebih dahulu dan proses fermentasi berhenti. Karakteristik biogas adalah sebagai berikut [1] :

1. Biogas kira-kira memiliki berat 20% lebih ringan dibandingkan udara dan memiliki suhu pembakaran antara 650°C sampai 750°C.
2. Biogas tidak berbau dan berwarna yang apabila dibakar akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG.
3. Nilai kalor gas metana adalah 20 MJ/m³ dengan efisiensi pembakaran 60% pada konvensional kompor biogas.
4. Nilai kalor rendah (LHV) CH₄ = 50,1 MJ/kg.
5. Densitas CH₄ = 0,717 kg/m³.

Biogas diproduksi oleh bakteri dari bahan organik di dalam kondisi tanpa oksigen (anaerobic process). Proses ini berlangsung selama pengolahan atau fermentasi. Gas yang

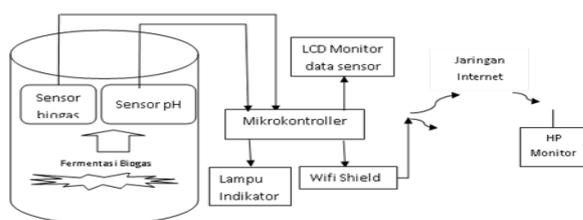
dihasilkan sebagian besar terdiri atas CH₄ dan CO₂. Jika kandungan gas CH₄ lebih dari 50%, maka campuran gas ini mudah terbakar.[1].

Tabel 1. Komponen penyusun biogas

No	Jenis Gas	Presentase
1	etan (CH ₄) Karbondioksida (CO ₂), Air (H ₂ O)	50-70%, 27-45% 0, 3%
2	Hidrogen sulfide (H ₂ S)	0-3%
3	Nitrogen (N ₂)	1- 2%
4	Hidrogen	5-10%

METODE PENELITIAN.

Alat dan Bahan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biodigester tipe tabung (*drum*) berukuran tinggi dan diameter [m] yang digunakan sebagai fermentasi limbah sampah menjadi penampung biogas (Gambar 2). dimasukkan limbah sampah. metode yang digunakan terdiri dari perancangan dan pembuatan alat pendeteksi gas metan berbasis *chip* mikrokontroler *ATmega28* dari jenis *AVR* Metode yang ditunjukkan pada Gambar 2, perancangan sistem terdiri dari sensor gas metan MQ5 diletakkan catu klem keluaran biogester diatas dengan jarak permukaan limbah dan sensor pH diletakkan menyentuh didalam cairan tabung fermentasi limbah sampah, mikrokontroler akan memproses data-data inputan dan akan mengeluarkan output ke LCD/PC monitor data sensor, indikator lampu alarm,

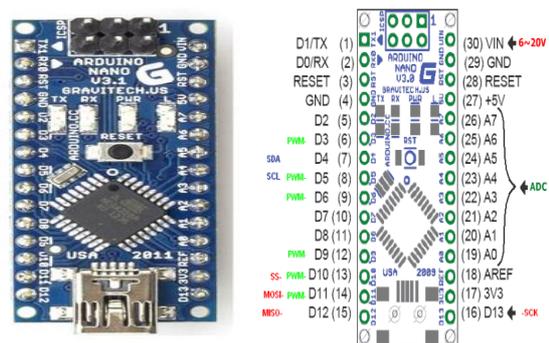


Gambar 2. Alat perancangan sistem.

WifiShield merupakan perangkat wireless sistem ke jaringan Internet akan mengirimkan informasi ke nomor HP Android yang sudah terprogram menerima SMS informasi awal terjadi kebocoran gas metan yang dihasilkan oleh sampah biogas, indikator lampu alarm akan aktif jika sistem mendeteksi gas metan sehingga ini akan menjadi petunjuk terjadi proses awal fermentasi terdapat biogas, selama proses fermentasi cairan keasaman limbah juga dilakukan pengukuran oleh sensor pH. Data hasil

pembacaan sensor akan sebagai masukkan ke *chip* mikrokontroler *ATmega28* dari jenis *AVR* diproses keluaran hasil monitoring.

Arduino Nano adalah papan elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler *ATmega28* dari jenis *AVR* dari perusahaan Atmel. Arduino Nano adalah *board* arduino berukuran kecil, lengkap dan berbasis *ATmega28* yang mempunyai kelebihan yang sama fungsional dengan arduino jenis apapun. Bentuk fisik arduino nano ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi dengan Arduino Nano.

Karakteristik dan struktur arduino adalah *Integrated Development Environment (IDE)* arduino merupakan multi *platform*, yang dapat di jalankan diberbagai sistem operasi, seperti *windows* dan *linux*. IDE adalah program komputer yang memiliki beberapa fasilitas yang diperlukan dalam pembangunan perangkat lunak, tujuan dari IDE adalah untuk menyediakan semua fasilitas yang diperlukan dalam membangun perangkat lunak. Arduino IDE memiliki fasilitas sebagai berikut: *editor*, *compiler*, *linker* dan *debugger*.

Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan *port Universal Serial Bus (USB)* bukan *port serial*. Fitur ini berguna karena banyak komputer sekarang yang tidak memiliki *port serial*.

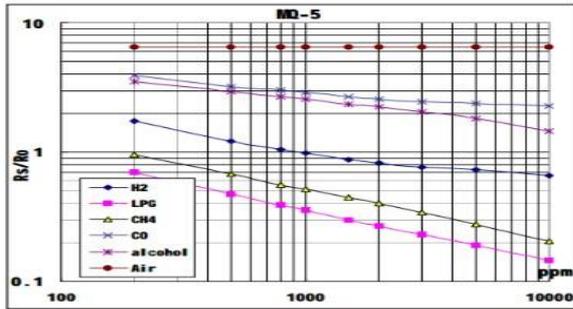
Arduino adalah hardware dan software *open source* atau sumber terbuka yaitu sistem pengembangan yang tidak dikoordinasi oleh individu atau lembaga pusat, tetapi oleh para pelaku yang bekerja sama dengan memanfaatkan kode sumber (*source code*).

Hardware atau perangkat keras didalam arduino adalah, Port Universal Serial Bus (USB), Integrated Circuit (IC) konverter serial USB Mikrokontroler *ATmega28*, 14 pin Input Output Digital (Pin D0-D13), 6 diantaranya port PWM

(pin 3, 5, 6, 9, 10, 11), 8 pin Input Output Analog (pin A0-A7), Tegangan masukan.

Pengujian Sensor Gas MQ5

Karakteristik sensitifitas dari sensor MQ-5 untuk berbagai macam gas seperti LPG, H2, CH4, CO dan alkohol dan udara bersih pada keadaan pengukuran standar dapat dilihat pada gambar 4.[9].



Gambar 4. Karaktristik sensor MQ5 [9].

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kontaminasi gas pada sensor maka akan semakin sensitif sensor tersebut. Dari beberapa gas yang di deteksi, gas merupakan gas yang terdeteksi dengan baik oleh sensor MQ-5 untuk mengetahui beban pada sensor saat terjadi kontaminasi gas sehingga dapat dicari pada persamaan ;

$$RS = \frac{VC - VRL}{VRL} x RL \tag{1}$$

Dimana;

RS = beban pada sensor pada saat akan terjadi kontaminasi gas (Ω).

VC = tegangan pada beban sensor (volt).

VRL = tegangan pada beban sensor (Volt).

RL = tahanan pada beban sensor (Ω).

Untuk mencari VRL ;

$$VRL = \frac{ADCxVC}{1024} \tag{2}$$

dimana;

1024 = adalah total bit.

Untuk mendptakan nilai ppm gas, digunakan analisa perhitungan ;

$$X = \frac{Range}{Totalbit}. \tag{3}$$

Sensor MQ5 mempunyai range deteksi antara 200 s/d 10.000 ppm. (Range = 10.000 – 200 = 9800).

Nilai konversi ke PPM ;

$$PPM = X \times \text{Konversi ADC} \tag{4}$$

PRINSIP KERJA SENSOR MQ-5.

Prinsip penempatan sensor MQ-5 adalah ketika mendeteksi keberadaan gas di udara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor menganggap terdapat gas di udara. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas tersebut maka resistansi elektrik akan turun. Sensor terdiri dari tabung keramik mikro berbahan AL2O3, lapisan sensitif SnO2, elektroda pengukur dan kawat pemanas yang dibungkus dalam jarit besi dan plastik. Ketika molekul gas menyentuh permukaan lapisan sensitif SnO2, maka satuan resistansi dari kawat pemanas (heater) akan mengecil sesuai dengan konsentrasi gas. Sebaliknya, jika konsentrasi gas menurun akan menyebabkan semakin tingginya resistansi kawat pemanas (heater) sehingga tegangan keluarannya akan menurun,perubahan konsentrasi gas dapat mengubah nilai resistansi sensor dan juga akan mempengaruhi tegangan keluarannya seperti jenis sensor yang digunakan (Gambar 5).



Gambar 5. Sensor MQ-5

SIMA6 GSM/GPRS MODULE.

Gambar 6. merupakan modul GSM (Global sistem mobile) untuk arduino yang berperan untuk melakukan fungsi pengiriman SMS. Modul ini menggunakan protokol komunikasi UART (Universal asynchronous receiver-transmitter) dalam berkomunikasi data dengan arduino. Modul mempunyai 8 pin yang dapat digunakan untuk di gabungkan dengan arduino (pin 0 sampai pin 7) akan dipakai 2 pin sebagai pin R_x dan T_x yang akan digunakan pada komunikasi UART (Universal asynchronous receiver-transmitter) dengan Arduino.



**Gambar 6. GSM Modul.
 APLIKASI ALAT PERANCANGAN
 SISTEM.**



Gambar 7. Aplikasi alat perancangan sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

Pengujian yang dilakukan pada sensor MQ-5 untuk mengetahui bagaimana respon dari sensor terhadap gas yang dituliskan dalam tabel 1.

Tabel 1. pengujian jarak respon sensor terhadap gas.

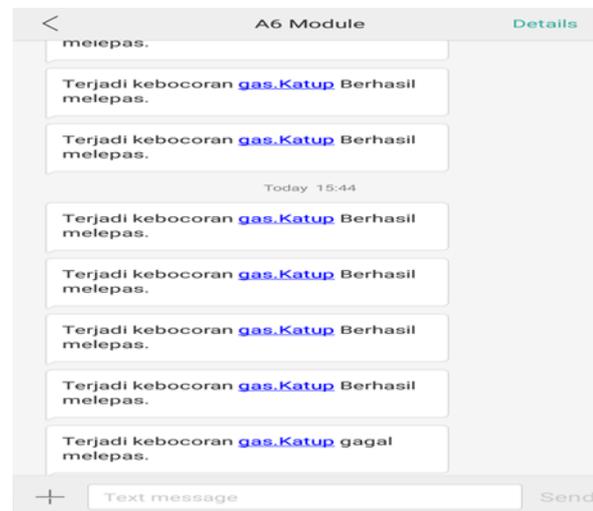
Jumlah Pengujian terhadap Sensor	VC Tegangan Masukan (volt)	VRL Tegangan Beban Sensor (volt)	PPM (Part per Million)	Persentase
Gas 1	5	2.97	5818	0.5%
Gas 2	5	2.60	5086	0.5%
Gas 3	5	4.38	8585	0.8%
Gas 4	5	2.55	5000	0.5%
Gas 5	5	2.24	4756	0.4%
Gas 6	5	3.87	7581	0.7%
Gas 7	5	3.38	6616	0.6%
Gas 8	5	4.11	8059	0.8%
Gas 9	5	4.17	8174	0.8%
Gas 10	5	4.11	8050	0.8%
Rata - rata	5	3.43	6772.5	0.6%

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon dari sensor MQ-5 terhadap gas LPG yang diberikan. Dari hasil pengujian yang diperoleh bahwa semakin tinggi PPM yang ditampilkan pada LCD maka semakin tinggi juga PPM VRLnya. Nilai rata-rata yang diperoleh untuk tegangan beban sensor 3.43 volt dan 6772.5 PPM dengan persentase sebesar 0.66%.



Gambar 8. Tampilan LCD Ketika Sensor Mendeteksi Adanya Kebocoran Gas.

Pengujian Notifikasi SMS (Short Message Service). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *user* menerima notifikasi SMS jika katup *regulator* terlepas atau tidak.



Gambar 8. Notifikasi SMS Ketika Terjadi Kebocoran Gas.

Dari pengujian GSM *Module* diatas, dapat dilakukan, GSM *Module* A6 dapat bekerja sesuai dengan algoritma yang telah dirancang dan siap untuk digunakan pada alat ini.

KESIMPULAN.

1. Respon sistem saat terdeteksi kebocoran gas rata-rata tegangan beban sensor 3.43 volt dan 6772.5 PPM dengan persentase sebesar 0.66%.
2. Jika terdeteksi gas, dipastikan *user* dapat menerima notifikasi SMS.
3. GSM *Module* A6 dapat bekerja sesuai dengan algoritma yang telah dirancang dan dapat untuk digunakan sebagai notifikasi SMS deteksi gas.

DAFTAR PUSTAKA :

- [1] Ir. Ambar Pertiwiningrum,. M.Si.,Ph.D. Cetak Pertama, Agustus 2016, 'INSTALASI BIOGAS'. ISBN; 978-749-290-5. CV. Kolom Cetak, Jl. P. Singoranu No,61 Yogyakarta 55162.
- [2] Sri Suhartini, Irnia Nurika. Cetak Pertama Agustus 2018., *Teknologi Pengolahan*

- Limbah Argoindustri*. ISBN; 978-602-432-532-9, Penerbit, UB-Press Jl. Veteran 10 -11 Malang 65145 Indonesia.
- [3] Diah Ajeng Setiawati^{1,*}, September 2017, "Uji kinerja sistem pemantauan volume biogas berbasis mikrokontroler arduino pada biodigester tipe floating drum" *1Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Vol.5, No.2 Univ.Mataram.*
- [4] Wahid Hasyim, Tahun 2017 "Model pendeteksi pH pada proses fermentasi acetobacter xylinum menggunakan sensor SEN0161" Prosiding SNST ke-8 Fakultas Teknik Universitas Semarang
- [5] Ratna Ika Putri^{1 *}, April 2014 'Pendeteksi gas metan pada sistem biogas berbasis mikrokontroller' *Journal ELTEK, Vol 12 No 01, . ISSN 1693-4024 Program studi Elektronika, Politeknik Negeri Malang.*
- [6] Harsono, 2013. Sumber: pusat informasi dokumentasi PTP- ITB.F,
- [7] Trisno Saputra^{*}, Juni 2010 'Produksi biogas dari campuran feses sapi dan ampas tebu (bagasse) dengan rasio C/N yang berbeda'. *Buletin Peternakan Vol. 34(2): 114-122, . ISSN 0126-4400. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada.*
- [8] Widodo, T. W., Asari, A., Ana, N, & Elita, R. (2006). ' *Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak*'. *Jurnal Enjiniring Pertanian, 4(1), 41-52.*
- [9] HANWEI ELECTRONICS CO.,LTD MQ-5 <http://www.hwsensor.com> TECHNICAL DATA MQ-5 GAS SENSOR, TEL: 86-371-67169070 67169080 FAX: 86-371-67169090 E-mail: sales@hwsensor.com, diakses tgl, 4 september 2017.