

PENDETEKSI GAS METAN PADA SISTEM BIOGAS BERBASIS MIKROKONTROLER

Ratna Ika Putri¹, M. Sarosa², Heli Tistiana³, Sri Rulianah⁴

Abstrak

Salah satu teknologi energi yang sesuai untuk mengganti penggunaan gas elpiji dan energi fosil adalah dengan menggunakan energi biogas. Salah satu bahan baku sistem biogas yaitu dengan menggunakan kotoran sapi. Pengolahan kotoran sapi menjadi energi alternatif biogas yang ramah lingkungan merupakan cara yang sangat menguntungkan, karena mampu memanfaatkan alam tanpa merusaknya sehingga siklus ekologi tetap terjaga. Manfaat lain mengolah kotoran sapi menjadi energi alternatif biogas adalah dihasilkannya pupuk organik untuk tanaman, sehingga keuntungan yang dapat diperoleh adalah meningkatnya pendapatan dengan pengurangan biaya kebutuhan pupuk dan pestisida, menghemat energi melalui pengurangan biaya energi untuk memasak dan pengurangan konsumsi energi tak terbarukan yaitu BBM. Penggunaan sistem biogas juga harus memperhitungkan keamanan pengguna sehingga diperlukan pendeteksi gas metan yang dihasilkan biogas. Berdasarkan hasil pengujian sistem pendeteksi gas metan yang dirancang menggunakan mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan perencanaan dengan kesalahan pendeteksi gas metan sebesar 2%.

Kata-kata kunci: mikrokontroler, gas metan, biogas.

Abstract

One of the appropriate energy technologies to replace the use of LPG gas and fossil energy is biogas energy . One of the raw materials of biogas systems uses cow dung . Processing cow manure into biogas alternative energy which is environmentally friendly is very advantageous , because it is able to utilize nature without destroying it. Therefore the ecological cycle is maintained. Another benefit to process

¹ Ratna IP. Dosen Program Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

² M. Sarosa. Dosen Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

³ Heli Tistiana. Dosen Jurusan Peternakan, Universitas Brawijaya

⁴ Sri Rulianah. Dosen Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang

cow manure into biogas alternative energy is the production of organic fertilizer for plants ,so the advantages that can be gained is increasing revenue and reducing need for fertilizer and pesticide costs , saving energy through reduced energy costs for cooking and reduction of non-renewable energy consumption . The use of biogas systems should also consider the security of the users, therefore a methane gas detector that is produced by biogasis required. According to the test results ,methane gas detection system that is designed using a microcontroller can work as planned with 2 % error of methane detection.

Keywords: *microcontroller, methane gas, biogas.*

1. PENDAHULUAN

Saat ini dunia sedang mengalami krisis energi yang juga dialami oleh masyarakat Indonesia. Kebutuhan energi masyarakat semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk sedangkan ketersediaan bahan bakar fosil semakin berkurang. Hal ini tentunya menyebabkan harga energi semakin meningkat. Untuk itu perlu dicari energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil. Salah satu energi yang paling banyak digunakan masyarakat terutama di pedesaan adalah bahan bakar minyak tanah atau elpiji untuk memasak dan energi listrik untuk penerangan. Salah satu teknologi energi yang sesuai untuk mengatasi hal ini adalah dengan menggunakan energi biogas.Salah satu bahan baku sistem biogas yaitu dengan menggunakan kotoran sapi.

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 mudahterbakar, kandungan gas CH_4 dalam biogas yang berasal dari kotoran ternaksapi kurang lebih 60%.Produksi biogas dari kotoran sapi berkisar 600 liter s.d. 1000 literbiogas per hari, kebutuhan energi untuk memasak satu keluarga rata-rata2000 liter per hari. (Putro Sartono, 2007)

Di desa Selorejo yang terletak di lereng gunung Arjuno dengan mata pencaharian penduduk sebagai peternak dan petani. Ternak yang mereka miliki adalah sapi, selain itu mereka juga mengandalkan hasil pertanian dari sayuran seperti jeruk, kopi,

jagung, cabe, sayuran dan lain-lain. Setiap keluarga rata-rata memiliki 2 hingga 3 ekor sapi. Peternakan ini menghasilkan kotoran sapi yang memiliki potensi besar untuk menghasilkan energi alternatif dengan mengembangkan sistem biogas. Pengolahan kotoran sapi menjadi energi alternatif biogas yang ramah lingkungan merupakan cara yang sangat menguntungkan, karena mampu memanfaatkan alam tanpa merusaknya sehingga siklus ekologi tetap terjaga. Manfaat lain mengolah kotoran sapi menjadi energi alternatif biogas adalah dihasilkannya pupuk organik untuk tanaman, sehingga keuntungan yang dapat diperoleh adalah meningkatnya pendapatan dengan pengurangan biaya kebutuhan pupuk dan pestisida, menghemat energi melalui pengurangan biaya energi untuk memasak dan pengurangan konsumsi energi tak terbarukan yaitu BBM dan mampu melakukan pertanian yang berkelanjutan dengan penggunaan pupuk serta pestisida organik mampu menjaga kemampuan tanah dan keseimbangan ekosistem untuk menjamin kegiatan pertanian berkelanjutan. (Putro Sartono, 2007).

Penggunaan sistem biogas juga harus memperhitungkan keamanan pengguna sehingga diperlukan pendeteksi gas metan yang dihasilkan biogas. Dengan pendeteksi gas metan maka akan mengetahui apakah biogas telah menghasilkan gas metan atau tidak sehingga mengetahui kinerja dan perawatan biogas. Pendeteksi gas metan menggunakan mikrokontroler sebagai pengolah data.

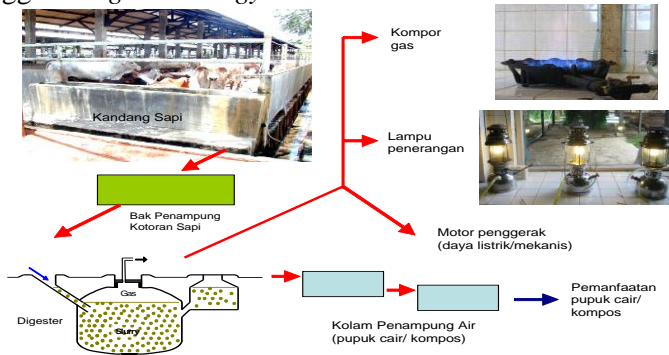
2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sistem Biogas

Teknologi biogas dapat dikembangkan dengan input teknologi yang sederhana dengan bahan-bahan yang tersedia di pasaran lokal. Energi biogas juga dapat diperoleh dari air buangan rumah tangga; kotoran cair dari peternakan ayam, babi; sampah organik dari pasar; industri makanan dan sebagainya. Disamping itu, usaha lain yang dapat bersinergi dengan kegiatan ini adalah peternakan cacing untuk pakan ikan/unggas, industri tahu/tempe dapat menghasilkan ampas tahu yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan sapi dan limbah cairnya sebagai bahan input produksi

biogas. Industri kecil pendukung juga dapat berkembang, seperti industri bata merah, industri kompor gas, industri lampu penerangan, pemanas air, dan sebagainya. Sehingga pengembangan teknologi biogas secara langsung maupun tidak langsung diharapkan dapat menciptakan lapangan kerja baru di pedesaan (Rahayu Sugih, 2009).

Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi pada industri kecil berbasis pengolahan hasil pertanian dapat memberikan *multiple effect* dan dapat menjadi penggerak dinamika pembangunan pedesaan. Selain itu, dapat juga dipergunakan untuk meningkatkan nilai tambah dengan cara pemberian *green labelling* pada produk-produk olahan yang di proses dengan menggunakan *green energy*.



Gambar 1. Skema Pemanfaatan Energi Biogas dari Kotoran Sapi

Teknologi biogas bukanlah merupakan teknologi baru di Indonesia, sekitar tahun 1980-an sudah mulai diperkenalkan. Namun sampai saat ini belum mengalami perkembangan yang mengembirakan. Beberapa kendala antara lain yaitu kekurangan technical expertise, reaktor biogas tidak berfungsi akibat bocor/ kesalahan konstruksi, disain tidak user friendly, membutuhkan penanganan secara manual (pengumpanan/ mengeluarkan lumpur dari reaktor) dan biaya konstruksi yang mahal. Oleh karena itu, diperlukan pengkajian yang lebih mendalam secara teknis dan ekonomis serta cara-cara pendekatan baru dalam pengembangannya (Widodo dkk, 2006). Sehingga diperlukan sistem otomatisasi pada sistem biogas. Otomatisasi

sistem biogas dilengkapi dengan Pengaturan Ph yang merupakan parameter yang mempengaruhi proses biogas. Gambar 1 menunjukkan skema pemanfaatan energi biogas dari kotoran sapi.

Pemanfaatan untuk kompor, penerangan, pemanas air dan penggunaan lainnya yang mendukung kegiatan industri kecil di pedesaan. Sedangkan lumpur keluaran dari *digester* dapat dimanfaatkan untuk pupuk atau dialirkan ke kolam ikan. Pengembangan lebih lanjut dari kegiatan riset ini adalah meliputi pengemasan biogas dalam tabung dan sebagai sumber energi pada motor bakar untuk menghasilkan sumber daya mekanis maupun listrik.

2.2. Sistem Mikrokontroler

Mikrokontroler AVR sudah menggunakan konsep arsitektur Harvard yang memisahkan memori dan bus untuk data dan program, serta sudah menerapkan single level pipelining. Selain itu mikrokontroler AVR juga mengimplementasikan RISC (Reduced InstructionSet Computing) sehingga eksekusi instruksi dapat berlangsung sangat cepat dan efisien.

ATmega 8535 banyak digunakan untuk sistem yang kompleks, memiliki input sinyal analog, dan membutuhkan memori yang relatif lebih besar. Berikut adalah feature-feature mikrokontroler seri ATmega 8535.

- Memori Flash 8 Kbytes untuk program
- Memori EEPROM 512 bytes untuk data
- Memori SRAM 512 bytes untuk data
- Maksimal 32 pin I/O
- 20 interrupt
- Satu 16-bit timer dan dua 8-bit timer
- 8 channel ADC 10 bit
- Komunikasi serial melalui SPI dan USART
- Analog komparator
- 4 I/O PWM
- Fasilitas In System Programming (ISP)

AVR ATmega 8535 memiliki ruang pengalaman memori data program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O, dan 512 byte SRAM internal. Register keperluan umum menempati

space data pada alamat terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 hingga \$5F. Register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler, seperti kontrol register, timer/counter, fungsi-fungsi I/O dan sebagainya. Memori program yang terletak dalam flash EPROM tersusun dalam word atau 2 byte karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega 8535 memiliki 4Kbyte x 16-bit flash EPROM dengan alamat mulai \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit Program Counter (PC) sehingga mampu mengalami isi flash. Selain itu, AV ATmega 8535 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8-bit sebanyak 512 *byte*. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$1FF.(Anonim, Atmega16)

2.3 Sensor Gas Metan



Gambar 2. Sensor Gas MetanMQ4

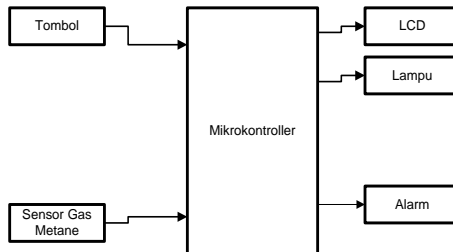
Sensor gas metan berfungsi untuk mendeteksi gas metan yang dihasilkan oleh sistem biogas. Sensor gas metan yang digunakan yaitu tipe MQ4. Gambar 2 menunjukkan sensor gas metanMQ4. Sensor MQ4 disusun dengan tabung keramik Al_2O_3 , Tin Dioxide(SnO_2). Elektrode pengukur dan heater diletakkan didalam pembungkut yang terbuat dari plastik dan stainless steel. MQ4 memiliki 6 pin dimana 4 pin digunakan untuk sinyal dan 2 pin lainnya menyediakan arus untuk pemanas.

- Sensor MQ4 merupakan suatu semikonduktor untuk mendeteksi keberadaan gas metan dengan keluaran berupa sinyal analog. Perubahan konsentrasi gas metan yang

dideteksi akan menghasilkan perubahan resistansi pada sensor. Penggunaan sensor gas ini diperlukan pengaturan sensitifitas. (Hanwei Electronic, 2005).

3. METODE

Metode yang digunakan terdiri dari perancangan dan pembuatan alat pendeteksi gas metan berbasis mikrokontroler 8535. Blok diagram sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

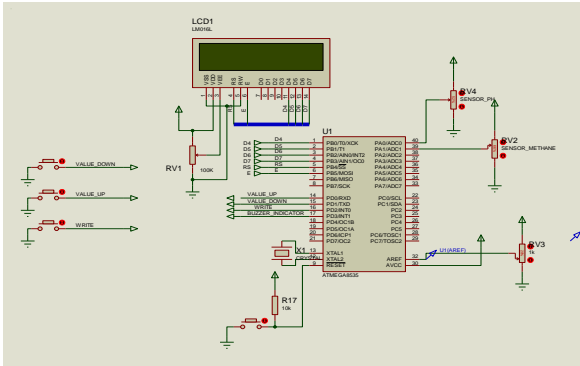


Gambar 3. Blok Diagram Pendeteksi Gas Metan Pada Sistem Biogas

Sistem terdiri dari sensor gas metan, tombol, mikrokontroler, LCD, lampu dan alarm. Sensor gas metan berfungsi untuk mendeteksi gas metan yang dihasilkan oleh biogas, Lampu dan alarm akan aktif jika sistem tidak mendeteksi gas metan sehingga ini akan menjadi petunjuk jika terdapat masalah pada biogas.

3.1 Rangkaian mikrokontroler

Dalam perancangan minimum sistem, digunakan mikrokontroler 8535 sebagai komponen utama yang berfungsi sebagai kontroler dari alat ini. Gambar 4 menunjukkan rangkaian minimum sistem yang akan digunakan. Mikrokontroler akan membaca keluaran sensor gas metan dan mengaktifkan alarm dan lampu sesuai dengan ada atau tidaknya gas metan pada sistem biogas.

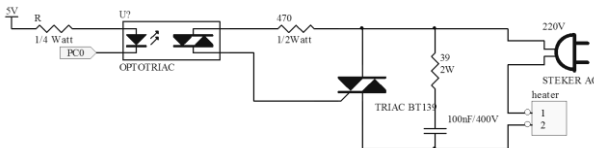


Gambar 4. Rangkaian Minimum Sistem

Rangkaian *reset* yang terlihat pada gambar digunakan untuk mereset rangkaian mikrokontroler. Keadaan *reset* diperoleh pada saat pin *reset* berlogika 0 (nol) atau terhubung dengan *ground*. Karena pin reset aktif ketika berlogika rendah, maka diperlukan *R pull up* yang dihubungkan ke *Vcc* untuk memastikan pin Reset berlogika 1 (satu) pada saat sistem bekerja.

3.2 Rangkaian Penggerak

Rangkaian penggerak berfungsi untuk mengaktifkan lampu dan alarm bila tidak terdeteksi gas metan. Jika tidak terdapat gas metan maka mikrokontroler akan mengaktifkan lampu yang menunjukkan biogas terjadi masalah. Agar mikrokontroler aman dari *bouncing* tegangan, maka di bagian aktuatur diberi optotriac MOC. Optotriac ini terhubung dengan PC0 dan mengatur penyalan triac yang langsung terhubung ke lampu AC. Saat port masukan mendapatkan logika 0 (nol) maka lampu AC akan menyala dengan maksimal. Jika port masukan mendapatkan logika 1, maka Lampu AC akan aktif. Gambar 5. menunjukkan rangkaian penggerak lampu AC yang akan digunakan.



Gambar 5. Rangkaian Penggerak

Pada rangkaian penggerak pemanas digunakan MOC 3023 yang merupakan IC optotriac dengan penundaan switching yang halus yang menyebabkan hampir tidak ada gangguan. IC ini berfungsi sebagai pemicu antara mikrokontroler dengan triac BT139. Triac BT 139 merupakan triac yang mampu mengalirkan arus maksimal dengan tegangan 600 V pada sumber tegangan AC. Penggunaan resistor $39\Omega/2$ W dan kapasitor $100nF/400$ V berfungsi untuk mempertegas kondisi triac atau mengurangi spike.

Sesuai *datasheet*, besar arus maksimal LED pada MOC 3023 adalah 5mA dan dengan nilai tegangan sebesar 1,5V. Sehingga untuk membatasi arus yang masuk ke dalam optotriac, dibutuhkan resistor dengan nilai tahanan yang dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut:

$$V_{out} - V_R - V_{LedMOC} = 0$$

$$5V - I_R \cdot R - 1.5V = 0$$

Jika $I_R = I_{LedMOC} = 5mA$, maka:

$$3.5V - I_R \cdot R = 0$$

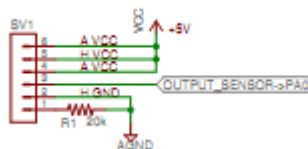
$$R = \frac{3.5V}{5mA}$$

$R = 0.7 K\Omega$ atau senilai 700Ω

Karena nilai $R=700\Omega$ tidak ada di pasaran, maka nilai R dapat diganti dengan $1K\Omega$.

3.3 Rangkaian Sensor Gas Metan

Rangkaian sensor gas berfungsi untuk mendeteksi ada dan tidaknya gas metan pada sistem biogas. Sensor gas akan menghasilkan perubahan resistansi untuk setiap perubahan konsentrasi gas metan. Keluaran rangkaian sensor dihubungkan dengan port PA0 dari mikrokontroler yang merupakan pin ADC mikrokontroler. Gambar 6 menunjukkan rangkaian sensor gas metan.



Gambar 6. Rangkaian Sensor Gas Metan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakkan untuk mengetahui kinerja peralatan yang dilakukan pertahap untuk setiap blok rangkaian dan dilakukan pengujian rangkaian keseluruhan. Berdasarkan hasil pengujian sensor gas metan dapat mendeteksi gas metan dengan tingkat kesalahan kurang lebih sebesar 2%. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian alat keseluruhan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat

Kondisi Gas	Kondisi Alarm	Kondisi Lampu	Kondisi LCD
Ada Gas	off	off	Gas ada
Tidak ada gas	on	on	Cek biogas

Pada pengujian rangkaian penggerak lampu, rangkaian ini dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Berdasarkan pengujian alat secara keseluruhan menunjukkan alat dapat bekerja sesuai dengan perencanaan prinsip kerja alat. Jika tidak terdapat gas metan maka alarm dan lampu akan menyala. Sedangkan jika pada sistem biogas telah menghasilkan gas metan maka lampu dan alarm akan mati dan hal ini menunjukkan sistem dalam kondisi baik.

5. PENUTUP

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Alat pendeteksi gas metan dapat mendeteksi ada atau tidaknya gas metan pada sistem biogas sehingga dapat memberikan petunjuk pada pengguna jika terjadi permasalahan pada sistem biogas.
- 2) Sensor gas metan dapat mendeteksi keberadaan gas metan dengan kesalahan sebesar 2%
- 3) Untuk keamanan dan perawatan sistem biogas perlu menggunakan peralatan pendeteksi gas metan sehingga dapat menunjukkan jika terjadi kerusakan atau permasalahan sehingga sistem tidak dapat menghasilkan gas metan

6. DAFTAR PUSTAKA

Anonim, ATmega16, <http://www.atmel.com>

Hanwei Electronic, MQ-4 Gas Sensor. www.hwsensor.com.
2005

Dewanto Badra. Rancang Bangun Prototipe reactor Biogas Limbah Sapi Dengan Pengaturan Temperatur dan Derajat Keasaman. Skripsi. 2006

Putra Sartono. Penerapan Instalansi Sederhana Pengolahan Kotoran Sapi Menjadi Energi Biogas Di Desa Sugihan Kecamatan Bendosari Kabupaten Sukoharjo. Warta Vol 10, No 2 September 2007.

Rahayu Sugih, Purwaningtyas Diah & Pujiyanto. Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan Beserta Aspek Sosial Kulturalnya. Inotek Vol 13. 2009

Sulaeman Dede. Sepuluh Faktor Sukses Pemanfaatan Biogas Kotoran Ternak. Juni 2008.