

# Rancang Bangun Alat Monitoring Gas Metan Di Dalam Tambang Batu Bara Berbasis Android

Junaidi Asrul\*, Salwin Anwar, Efendi, Muhammad Darma Putra

Politeknik Negeri Padang, Padang

E-mail: [junaidi\\_8189@yahoo.co.id](mailto:junaidi_8189@yahoo.co.id)

## ABSTRACT

*Methane gas is lighter gas in the air, flammable, odorless and colorless in the coal seam. So often an accident in a coal mine. The measuring of methane gas can only measure the level of gas in coal mine and can't go in a coal mine. In this reset is a tool that can monitor methane gas content in coal mine. In this monitoring system utilizes the MQ-4 sensor as a detector, bluetooth HC-05 as the sender to the outside the mine and Arduino as processing data. In monitoring system also use android applications to send the levels of methane gas to coal miners. At normal times the level of methane gas in the coal mine is under 4% and the danger is above 5%. From the results of this reset, levels of methane gas content in the coal mine is sent outside of the mine. Can commemorate the coal miners who will do the mining work.*

*Keywords: Gas metan, bluetooth, MQ4, arduino, aplikasi android.*

## ABSTRAK

Gas metan merupakan gas yang bersifat lebih ringan di udara, mudah terbakar, tidak berbau dan tidak berwarna yang terdapat pada lapisan batu bara. Sehingga sering terjadi kecelakaan di tambang batu bara. Alat ukur gas metan hanya dapat mengukur keadaan kadar gas di dalam tambang batu bara dan tidak dapat dikirimkan ke luar tambang batu bara. Pada penelitian ini dirancang sebuah alat yang dapat memonitoring kadar gas metan yang terdapat di dalam tambang batu bara. Pada sistem monitoring ini memanfaatkan sensor MQ-4 sebagai pendeteksi, bluetooth HC-05 sebagai pengirim ke luar tambang dan Arduino sebagai pengolah datanya. Pada alat monitoring juga menggunakan aplikasi android untuk mengirimkan kadar gas metan ke penambang batu bara. Pada saat normal kadar gas metan di dalam tambang batu baradibawah 4% dan keadaan bahaya diatas 5%. Dari hasil penelitian ini, kadar gas metan yang terdapat pada tambang batu bara dikirimkan ke luar tambang. Dapat memperingati para penambang batu bara yang akan melakukan pekerjaan tambang.

**Kata kunci:** Gas metan, bluetooth, MQ4, arduino, aplikasi android.

## 1. PENDAHULUAN

Metan adalah gas yang lebih ringan dari udara, tak berwarna, tak berbau, dan tak beracun. Metan terdapat di semua lapisan batubara, terbentuk bersamaan dengan pembentukan batubara itu sendiri. Di tambang batu bara bawah tanah, udara yang mengandung 5-15% metan dan sekurangnya 12.1% oksigen akan meledak jika terkena percikan api. Jumlah metan dalam suatu lapisan amat bervariasi. Konsentrasi metan akan meningkat seiring peningkatan kualitas batubara dan kedalaman cadangan. Metan terkandung dalam lapisan pori batubara dan terkompresi disana. Saat lapisan tersebut ditambang, metan yang bersemayam di pori lantas terlepas. Sebanyak 70-80% kadar metan justru bukan berasal dari lapisan yang sedang ditambang. Salah satu kecelakaan kerja yang sering terjadi adalah ledakan gas metana akibat kurangnya penanganan dan kontrol terhadap keberadaan gas tersebut. Gas metana terjebak pada celah-celah (crack) lapisan batubara dan ketika batubara tersebut ditambang, gas ini akan mengisi celah-celah yang berada di atap bukan tambang. Bila akumulasinya

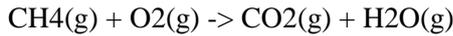
cukup besar, maka akan berpotensi terjadinya ledakan apabila disekitarnya terjadi percikan api.

Pada penelitian ini dibuat alat alat monitoring gas metan di dalam tambang batu bara berbasis android menggunakan sensor gas MQ4 dan bluetooth HC-05 sebagai pengirim ke luar tambang dan Arduino sebagai pengolah datanya yang berbasis Android untuk mendeteksi keberadaan gas metan. Alat pendeteksi gas ini dirancang untuk menimalisir kecelakaan pada saat melakukan proses pengalihan tambang batubara.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gas Metana

Metana merupakan gas yang terbentuk oleh adanya ikatan kovalen antara empat atom H dengan satu atom C. Metana merupakan suatu alkana. Alkana secara umum mempunyai sifat sukar bereaksi (memiliki afinitas kecil) sehingga biasa disebut sebagai parafin. Sifat lain dari alkana adalah mudah mengalami reaksi pembakaran sempurna dengan oksigen menghasilkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan uap air (H<sub>2</sub>O) dengan reaksi:



Dimana:

CH<sub>4</sub>(g) : Gas Metana  
 O<sub>2</sub>(g) : Oksigen  
 CO<sub>2</sub>(g) : Karbon Dioksida  
 H<sub>2</sub>O(g) : Air

Metana merupakan gas yang tidak berwarna, sehingga tidak bisa dilihat dengan mata telanjang. Tetapi metana dapat diidentifikasi melalui indra penciuman karena baunya yang khas. Sifat – sifatnya di antaranya adalah:

1. Metana diklasifikasikan sebagai senyawa organik, zat yang terdiri terutama dari karbon dan hidrogen (hidrokarbon).
2. Ikatan kimia yang ditemukan adalah metana diklasifikasikan sebagai ikatan kovalen.
3. Pada umumnya alkana suka bereaksi dengan senyawa lainnya, karena ikatan C antar atomnya relatif stabil dan tidak mudah dipisahkan.
4. Metana sangat mudah terbakar, karena unsur penyusunan (karbon dan hidrogen) merupakan unsur yang mudah terbakar dan merupakan salah satu senyawa hidrokarbon alkana. Campuran dari metana dengan udara yang eksplosif dalam kisaran 5-15% volume metana.

Sebagian gas alam terdiri dari metana karena keberadaannya yang melimpah, biaya rendah, \kemudahan dalam penanganan, serta tingkat kebersihan, menjadikan gas tersebut banyak digunakan sebagai bahan bakar di rumah-rumah, perusahaan, dan pabrik-pabrik. Adapun manfaat dari gas metan adalah sebagai bahan bakar (biogas) untuk memasak., bahan bakar kendaraan, bahan pembuatan pupuk, pembangkit tenaga listrik, dan bahan pembuatan ban.

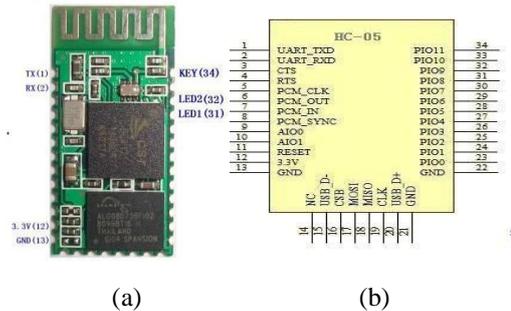
Dampak negatif dari gas metana adalah saat seseorang terkena paparan gas tersebut. Gejala seseorang yang terkena paparan gas ini antara lain adalah sakit kepala, berkurangnya tingkat oksigen dalam tubuh, dehidrasi, mual, muntah, jantung berdebar-debar, detak jantung lebih cepat, masalah kognitif (seperti mudah lupa, hilangnya memori), pusing, penglihatan kabur, kurangnya koordinasi motorik, mengalami flu, gelisah, lesu, dan lain sebagainya.

## 2.2 Sensor MQ-4

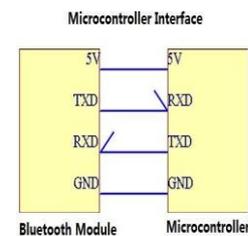
MQ-4 memiliki kemampuan mendeteksi konsentrasi gas metana (CH<sub>4</sub>) di udara. Sensor dapat digunakan untuk mendeteksi gas yang mudah terbakar. Sensor ini membutuhkan suplai daya sebesar 5V. Jangkauan deteksinya terhadap *natural*



Gambar 1 Sensor MQ-4



Gambar 2 Bluetooth HC-05, (a) bentuk modul; (b) konfigurasi pin



Gambar 3 Komunikasi antara bluetooth dan serial modul

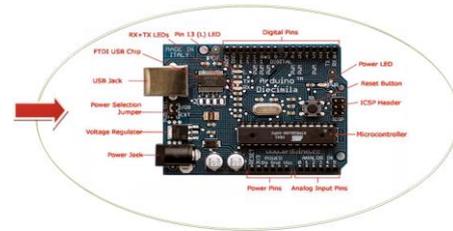
gas/metana adalah 200 sampai 10000 ppm. Karakteristik Sensor MQ-4 adalah sebagai berikut:

Type Sensor : Semikonduktor  
 Bahan Sensor : Bakelit dan Metal  
 Gas deteksi : Gas Metan  
 Range (Jangkauan) : 200 - 10000 ppm (CH<sub>4</sub>)  
 Tegangan Input : 5 V

## 2.3 Modul Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul Bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05 seperti ditunjukkan pada gambar 2a. Modul Bluetooth HC-05 merupakan salah satu modul Bluetooth yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relatif murah. Modul Bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda seperti pada gambar 2b. Komunikasi antara *Bluetooth-to-Serial-Module* HC-05 dapat dilihat pada gambar 3 di atas.

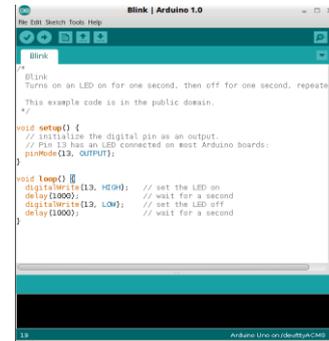
Konfigurasi pin modul *Bluetooth* HC-05 dapat dilihat pada table 1 di bawah. Untuk mengeset perangkat *Bluetooth* dibutuhkan perintah-perintah *AT Command* yang mana perintah *AT Command* tersebut akan di respon oleh perangkat *Bluetooth* jika modul *Bluetooth* tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain. Table 2 di bawah adalah table *AT Command Module Bluetooth CH-05*.



Gambar 4 Board Arduino uno

2.4 Arduino Uno

Arduino adalah sebuah *board microcontroller* yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mampu *men-support microcontroller*; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Gambar *board* arduino uno terdapat pada gambar 4.



Gambar 5 Tampilan IDE Arduino dengan sebuah sketch

1. Input & Output Arduino Uno

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi *pin Mode ()*, *digital Write ()*, dan *digital Read ()*. Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima *maximum* 40 mA dan memiliki *internal pull-up resistor (disconnected oleh default)* 20-50 KΩ. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data *serial*. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL *chip serial*.
- b. *Interrupt eksternal*: 2 dan 3. Pin ini dapat *dikonfigurasi* untuk *trigger* sebuah *interap* pada *low value*, *rising* atau *falling edge*, atau *perubahan nilai*.

- c. *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit *output PWM* dengan fungsi *analogWrite ()*.
- d. *SPI*: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini *mensuport komunikasi SPI*, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada *bahasa arduino*.
- e. *LED*: 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai *high*, LED hidup, ketika *pin low*, LED mati.

2. Komunikasi

Arduino uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau *microcontroller* lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada *windows*, *file*. Ini diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akanberkedip ketika data sedang dikirim melalui *chipUSB-to-serial* dan koneksi USB ke komputer.

3. Software Arduino

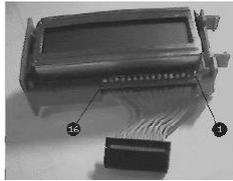
Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan untuk meng-*upload* kode baru tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*. Tampilan IDE arduino dengan sebuah *sketch* terdapat pada gambar 5 di atas.

Tabel 1 Konfigurasi pin modul bloetooth CH-05

No.	Nomor Pin	Nama	Fungsi
1.	Pin 1	Key	-
2.	Pin 2	VCC	Sumber tegangan 5V
3.	Pin 3	GND	Groud tegangan
4.	Pin 4	TXD	Mengirim data
5.	Pin 5	RXD	Menerima data
6.	Pin 6	STATE	-

Tabel 2 Command modul bloetooth CH-05

No	Perintah	Kirim	Terima	Keterangan
1.	Test Komunikasi	AT	ON	-
2.	Ganti Nama Bluetooth	AT+NAMEnamaBT	OKnamaBT	-
3.	Ubah Pin Code	AT+PINxxxx	OKsetpin	Xxxx digit key
4.	Ubah Baudrate	AT+BAUD1 AT+BAUD2 AT+BAUD3 AT+BAUD4 AT+BAUD5 AT+BAUD6	OK1200 OK2400 OK4800 OK9600 OK19200 OK19200 OK38400	1-----1200 2-----2400 3-----4800 4-----9600 5-----19200 6-----38400 7-----57600 8-----115200



Gambar 6 LCD dengan 16 pin

Tabel 3 Susunan dan fungsi pin LCD

No	Nama Pin	Deskripsi	Port
1.	VCC	+5 V	VCC
2.	GND	0 V	GND
3.	VEE	Tegangan kontras LCD	
4.	RS	Registe slect, 0 = input instruksi, 1=input data	Pin 12
5.	R/W	1=Read, 0 = Write	GND
6.	E	Enable Clock	Pin 11
7.	D4	Data bus 4	Pin 10
8.	D5	Data bus 5	Pin 9
9.	D6	Data bus 6	Pin 8
10.	D7	Data bus 7	Pin 7
11.	Anode	Tegangan positif backlight	VCC
12.	Katode	Tegangan negative backlight	GND

**2.5 Bahasa Pemrograman Arduino Berbasis Bahasa C**

Seperti yang telah dijelaskan diatas program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. Walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) seperti *pascal*, *basic*, *cobol*, dan lainnya.

**2.6 Analog to Digital Converter (ADC)**

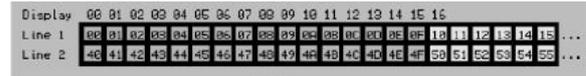
ADC adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer). Rumus *Analog Digital Converter*:

$$ADC = \frac{1023}{V_{ref}} \times V_{in}$$

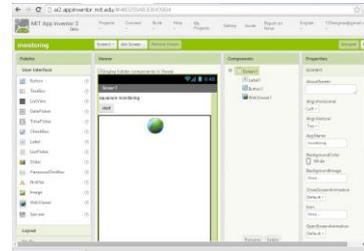
- Ket: ADC = Analog digital converter
- Vin = Tegangan input
- Vref = Tegangan reverensi

**2.7 Liquid Crystal Display (LCD)**

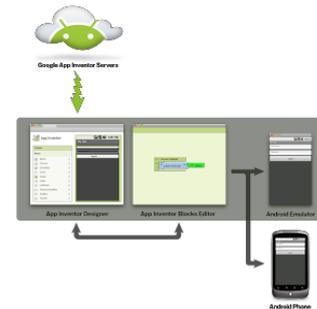
LCD adalah suatu *display* dari bahan cairan Kristal yang pengoperassiannya menganut sistem *dot-matrix*. LCD seperti terlihat pada gambar 6 banyak diaplikasikan untuk alat-alat elektronika seperti kalkulator, laptop, *handphone*. Komunikasi data yang dipakai menggunakan mode *teks*, artinya semua informasi yang dikomunikasikan memakai kode ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Huruf dan angka yang



Gambar 7 Susunan alamat pada LCD



Gambar 8 Tampilan utama pada MIT App inventor



Gambar 9 Blok diagram kerja MIT App inventor

akan ditampilkan dalam bentuk kode ASCII, kode ini diterima dan diolah oleh mikroprosesor LCD menjadi titik-titik pada *dot matrix* yang terbaca sebagai huruf dan angka. Pin-pin yang terdapat pada LCD 2x16 memiliki fungsi masing-masing dapat dilihat pada tabel 3 susunan dari kaki-kaki LCD.

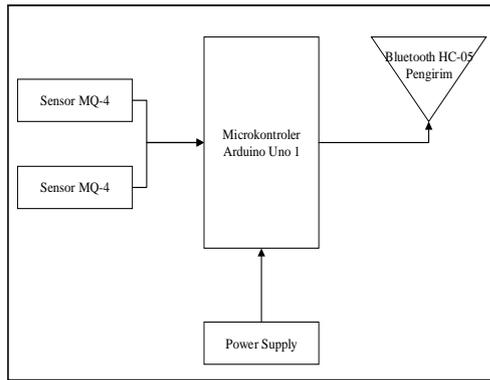
LCD 2x16 tersusun oleh 2 baris dan 6 kolom alamat yang nantinya akan membentuk karakter. Dapat dilihat pada gambar 7 yang memperlihatkan susunan alamat pada LCD 2x16.

**2.8 MIT App Inventor 2**

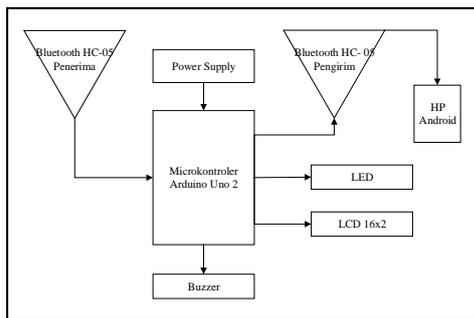
App Inventor merupakan sebuah tool online untuk membuat aplikasi android, app inventor kini dikembangkan oleh MIT, universitas yang bergerak di bidang teknologi. App Inventor awal mula dikembangkan oleh google, namun sekarang MIT yang memegang kendali terhadap pengembangan tools app inventor. Tampilan utama pada MIT App Inventor dapat dilihat pada gambar 8. Diagram blok pada gambar 9 menggambarkan proses dari Pembuatan aplikasi android.

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini memakai dua metode, yaitu metode studi literatur dan metode eksperimen. Metode studi literatur pada penelitian ini adalah mencari data, bahan dan penelitian sebelumnya mengenai pendeteksi gas. Metode eksperimen yang dimaksud adalah merancang, merakit dan menguji alat.



Gambar 10 Blok diagram sistem pendeteksi gas metan



Gambar 11 Blok diagram sistem monitoring gas metan

#### 4. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Data-data yang dibutuhkan dalam studi ini mencakup beberapa hal yang nantinya akan disimulasikan di perangkat lunak ETAP 12.6.0 adalah sebagai berikut.

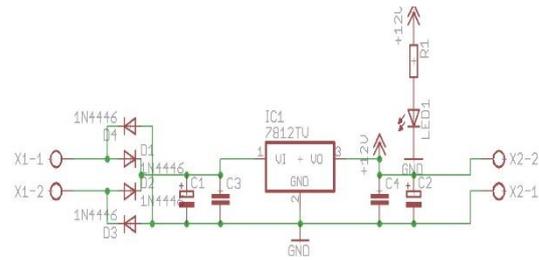
##### 4.1 Blok Diagram Sistem

Perancangan alat meliputi bagian pekerjaan yang berhubungan dengan blok diagram, perancangan *hardware*, dan perancangan *software*. Sebelum membuat suatu rangkaian dan sistem, terlebih dahulu direncanakan suatu blok diagram nantinya mempunyai suatu tujuan agar rangkaian yang direncanakan mengarah pada tujuan yang diinginkan. Blok diagram alat pendeteksi gas metan di dalam tambang batu bara dapat dilihat pada gambar 10 dan blok diagram alat monitoring gas metan dapat dilihat pada gambar 11.

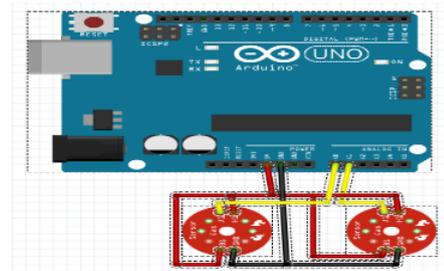
##### 4.2 Perancangan Pembuatan Perangkat Keras

###### 4.2.1 Rangkaian Power Suplai

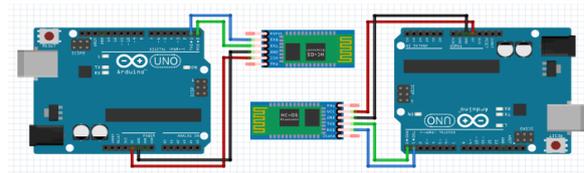
Power suplai berfungsi sebagai sumber tegangan. Untuk sistem ini menggunakan output 12V DC dan 5V DC. Output ini telah mendapatkan stabilitas dari IC Regulator (7812 dan 7805), sedangkan transformator yang digunakan yaitu trafo 2A, unruk penyearah yang digunakan adalah dioda 2A, Untuk menyaring tegangan menggunakan kapasitor sedangkan ic regulator digunakan untuk



Gambar 12 Skematik rangkaian power suplai



Gambar 13 Koneksi pin MQ-4 ke Arduino



Gambar 14 Koneksi pin Bluetooth HC-05 ke Arduino

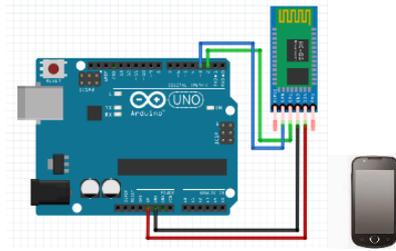
menstabilkan tegangan yang keluar dari ic regulator LED yang dipasang seri dengan resistor digunakan untuk lampu indikator power supply aktif. Gambar rangkaian power suplai terdapat pada gambar 12 di atas.

###### 4.2.2 Rangkaian Sensor MQ-4

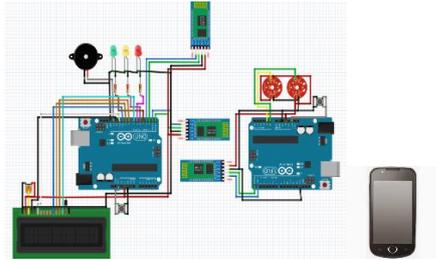
Sensor MQ-4 berfungsi untuk mendeteksi gas metan yang ada di dalam tambang menggunakan pin analog pada arduino uno. Pada sensor MQ-4 (1) ini Pin A0 pada pin Arduino Uno dan Sensor MQ-4 (2) pada pin A1 pin Arduino Uno untuk mengirim hasil percobaan data analog dari sensor MQ-4 ke Arduino Uno, Pin VCC untuk memberi tegangan masuk 5 Volt, sensor MQ-4 dari arduino uno dan pin GND untuk memberi sinyal GND pada sensor MQ-4 dari arduino uno. Untuk koneksi Sensor MQ-4 dan arduino terdapat pada gambar 13.

###### 4.2.3 Rangkaian Komunikasi 2 Arduino dengan Bluetooth HC-05

Bluetooth HC-05 berfungsi untuk mengirim dan menerima data. Pada rangkaian ini Arduino Uno (1) dipasang dengan Bluetooth HC-05 (1) dan Arduino Uno (2) dengan Bluetooth HC-05 (2) menggunakan pin RX, TX, VCC dan GND pada gambar 14.



**Gambar 15** Konfigurasi pin Bluetooth HC-05 dan Arduino uno



**Gambar 16** Rangkaian sistem secara keseluruhan

4.2.4 Rangkaian Bluetooth HC-05 Pengirim ke handphone Android

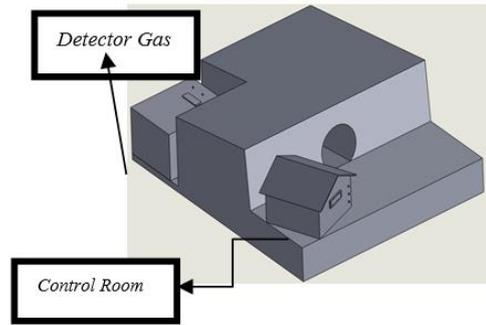
Bluetooth HC-05 digunakan untuk mengirim data dari Arduino Uno ke *handphone* Android menggunakan komunikasi serial. Koneksi pin RX Bluetooth HC-05 dihubungkan dengan pin 3 Arduino Uno, pin TX Bluetooth HC-05 dihubungkan ke pin 2 Arduino Uno, Pin VCC Bluetooth HC-05 dihubungkan ke pin VCC Arduino Uno dan pin GND Bluetooth HC-05 dihubungkan ke pin GND Arduino Uno. Kofigurasi pin Bluetooth HC-05 dengan Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 15 di atas.

4.2.5 Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

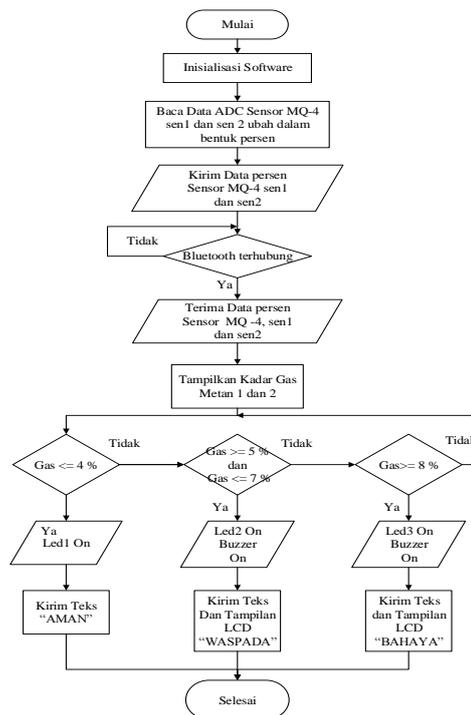
Rangkaian ini merupakan gambaran dari sistem monitoring Gas metan di dalam secara keseluruhan, dimana Arduino Uno (1) sebagai otak alat pendeteksi di dalam tambang dan Arduino Uno (2) sebagai otak dari alat monitoring Gas metan Di luar tambang. Gambar 16 menunjukkan rangkaian dari sistem alat monitoring gas metan di dalam tambang batu bara secara keseluruhan.

4.3 Perancangan Mekanik

Dalam pemilihan dalam pembuatan mekanik juga berpengaruh dengan hasilnya. Bahan *acrylic* digunakan untuk pembuatan box *power suplai* dan juga box arduino, dengan pertimbangan sifatnya jernih, bersifat isolator, kuat atau kokoh dan mudah dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Perancangan mekanik pendeteksi kebocoran gas dalam tambang dapat dilihat pada gambar 17. Flowchart dari alat *monitoring* gas metan yang dapat dilihat pada gambar 18.



**Gambar 17** Rancang bangun simulasi alat monitoring gas metan di dalam tambang batu bara

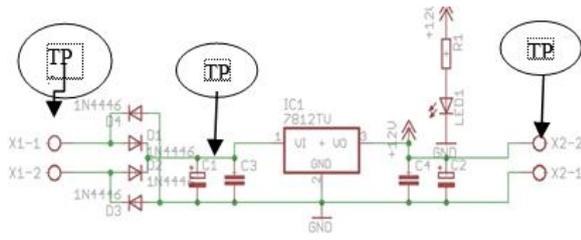


**Gambar 18** Flowchart alat monitoring gas metan

5. PENGUJIAN DAN ANALISA

Proses pengujian sistem dilakukan pada tiap bagian sesuai dengan blok diagram sistem. Hal ini dimaksudkan agar dapat mengetahui apakah sistem yang telah dirancang berjalan dengan baik atau belum. Pengujian dibagi menjadi dua bagian yakni pengujian *hardware* (perangkat keras) dan pengujian system keseluruhan. Beberapa pengujian pada alat rancang bangun alat *monitoring* gas metan di dalam tambang batu bara berbasis android ini adalah sebagai berikut.

1. Pengujian *power suplai*.
2. Pengujian sensor MQ-4.
3. Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*).
4. Pengujian pengiriman data menggunakan Bluetooth HC-05.
5. Pengujian aplikasi android.



**Gambar 19** Titik pengukuran pada rangkaian power suplai

**Tabel 4** Hasil pengukuran power suplai

No.	Pengukuran	Tegangan	Titik ukur
1.	Sekunder travo	13 V AC	TP 1
2.	Output setelah penyearah	16.47 V DC	TP 2
3.	Output IC7812	11.99 V DC	TP 3

**Tabel 5** Hasil pengujian sensor MQ-4 dengan gas

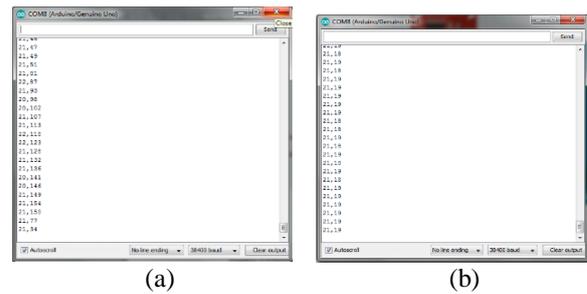
Kondisi	Kadar Gas (%)	Nilai ADC
Normal	1	18
Normal	2	25
Normal	3	32
Normal	4	44
Waspada	5	69
Waspada	7	72
Bahaya	9	97
Bahaya	10	105
Bahaya	20	210
Bahaya	30	319

### 5.1 Pengujian Power suplai

Pengujian *power suplai* bertujuan untuk mengetahui dan membutuhkan tegangan keluaran ( $V_{out}$ ) dari rangkaian (keluaran dioda) dan tegangan keluaran setelah memakai kapasitor atau setelah penyearah serta tegangan setelah memakai IC LM7812. Titik pengukuran pada *power suplai* bisa di lihat pada gambar 19 di atas.

### 5.2 Pengujian Sensor MQ-4

Sensor MQ-4 merupakan sensor yang nilainya di p engaruhi oleh gas metan. Tegangan pada pin analog yang akan di hubungkan dengan sensor MQ-4 akan di konversikan menjadi digital agar dapat di proses oleh mikrokontroler. Sehingga menggunakan ADC (*analog digital converter*) yang akan mengubah tegangan analog menjadi pulsa digital. Pengujian sensor MQ-4 dilakukan untuk mengetahui kadar gas yang di dihasilkan oleh gas korek api dan gas tabung karena di dalam gas korek api dan gas tabung terdapat gas metan, berikut hasil percobaan pengujian sensor MQ-4 pada tabel 5. Hasil *serial print* mikrokontroler ADC dari sensor MQ-4 saat normal dan gas terdeteksi. Tampilan pada saat sensor MQ-4 mendeteksi gas dan kondisi normal dapat dilihat pada gambar 20.



**Gambar 20** Tampilan serial print sensor MQ-4 pada saat, (a) gas terdeteksi; (b) normal

### 5.3 Analisa pengujian sensor MQ-4

Pada saat pengujian sensor MQ-4 ini menggunakan gas dari korek api dan gas tabung karena pada gas korek api terdapat gas metan dan data yang di baca pada arduino adalah data adc dan pada pengujian untuk menguji data adc yang dibaca arduino dengan rumus yang didapat berikut ini adalah untuk mencari data adc adalah:

$$\text{data ADC} = \frac{1023}{V_{ref}} \times V_{in}$$

$$\text{data ADC} = \frac{1023}{5} \times 1$$

$$\text{data ADC} = 204.6$$

Data ADC adalah data sensor yang terbaca oleh arduino, jika tegangan sumber yang gunakan ( $V_{ref}$ ) adalah 5 V sedangkan jika tegangan 5 V maka data adc max adalah 1023 sedangkan  $V_{in}$  adalah tegangan yang dibaca arduino pada percobaan kali ini tegangan yang dibaca arduino adalah 1 V maka dari rumus yang didapat maka data adc yang di dapat adalah 204.6. Dari rumus yang digunakan maka data yang dibaca sama dengan hasil pembacaan adc pada arduino maka sensor yang digunakan dapat digunakan sebagai sensor yang dapat membaca gas metan di dalam tambang batu bara.

### 5.4 Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan berdasarkan koneksi pin LCD ke arduino uno dengan potongan sketch pengujian LCD seperti berikut ini :

1. `#include <LiquidCrystal.h> // menggunakan / mengimpor librari LiquidCrystal`
2. `LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7); //Lcd(Rw, E, D4, D5, D6, D7) inialisasi pin LCD yang terhubung dengan pin Arduino`
3. `void setup() { // kumpulan instruksi atau pernyataan yang hanya perlu dipanggil satu kali saja`
4. `lcd.begin(16,2); // menggunakan lcd karakter ukuran 16 x 2 }`



Gambar 21 Hasil pengujian LCD 16x2

Tabel 6 Hasil pengujian jarak komunikasi bloetooth HC-05

No.	Jarak (m)	Data kadar gas metan yang dikirim (%)	Data kadar gas metan yang diterima (%)
1	1	2	2
2	2	2	2
3	4	1	1
4	5	2	2
5	10	12	12
6	12	9	9
7	15	28	28
8	20	17	17
9	25 *	5	5
10	30	-	-

Tabel 7 Hasil pengujian jarak bloetooth dengan Android

No.	Jarak (m)	Data kadar gas metan yang dikirim (%)	Data kadar gas metan yang diterima (%)
1	1	2	2
2	2	2	2
3	4	1	1
4	5	2	2
5	10	12	12
6	12	9	9
7	15	28	28
8	20	17	17
9	25 *	5	5
10	30	-	-

\*Terkadang sampai terkadang tidak

5. void loop() { //kumpulan instruksi atau pernyataan yang dilakukan secara berulang-ulang
6. lcd.clear();// menghapus isi memori pada LCD
7. lcd.setCursor(1,0);// digunakan untuk memposisikan cursor pada lokasi (kolom,baris) disini menggunakan kolom 1 dan baris 0
8. delay(1000); // menggunakan waktu selama 1000 ms = 1 detik
9. }

Berdasarkan sktech diatas maka LCD akan menampilkan hasil untuk menampilkan kadar gas metan diluar tambang batu bara seperti di tunjukkan pada gambar 21 di atas. Pada pengujian ini hanya menampilkan kalimat kadar dari gas metan dan status bahaya dari kadar yang terdeteksi.

### 5.5 Pengujian pengiriman data menggunakan bluetooth HC-05.

Pada pengujian komunikasi bluetooth HC-05 ini menggunakan komunikasi serial dimana data yang dikirim dari bluetooth berupa data persenan dari



Gambar 22 Pengujian aplikasi Android

kadar gas. Pada pengujian ini digunakan untuk mengirimkan data pembacaan sensor gas oleh alat pendeteksi yang terdapat di dalam tambang batu bara ke luar tambang yang diterima oleh alat monitoring gas metan sehingga para penambang mengetahui kadar gas metan yang terdapat didalam tambang sebelum memasuki tambang batu bara. Pada pengujian ini dengan melakukan percobaan pengiriman jarak komunikasi yang dapat dilakukan menggunakan bluetooth HC-05 ini. Berikut ini dapat dilihat hasil pengujian jarak komunikasi menggunakan bluetooth HC-05 pada tabel 6.

### 5.6 Pengujian Aplikasi Android

Pada pengujian aplikasi ini penulis menggunakan android untuk menginformasikan ke penambang yang akan melakukan aktifitas tambang pengiriman data menggunakan bluetooth HC-05 dan diterima oleh bluetooth handphone android menggunakan aplikasi yang dibuat menggunakan App Inventor. Aplikasi ini digunakan untuk memberikan informasi kadar gas metan di dalam tambang batu bara kepada penambang batubara yang memiliki handphone Android sehingga penambang batu bara tidak perlu ke ruang kontrol untuk melihat kadar gas metan. Untuk melihat jarak komunikasi bluetooth Hc-05 dalam mengirim data ke handphone android dapat dilihat pada tabel 7. Hasil pengujian aplikasi dapat dilihat pada gambar 22.

### 5.7 Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan baik dan sesuai dengan keinginan. Pada sensor yang terletak dalam terowongan tambang, perangkat yang digunakan adalah Arduino Uno sebagai pengolah ADC, serta Bluetooth Hc-05 untuk mengirim ke alat monitoring dan MQ-4 sebagai sensor pendeteksi pada alat pendeteksi. Sedangkan pada alat monitoring terdapat LCD untuk menampilkan kadar gas, LED tampilan dalam bentuk cahaya dan buzzer untuk memberi peringatan dalam bentuk suara dan Bluetooth Hc-05 sebagai penerima dan pengirim ke handphone android. Pada percobaan keseluruhan ini untuk



**Gambar 23** Proses pengujian dengan tabung gas portable

**Tabel 8** Hasil pengujian dengan tabung gas portable

ADC		Data %	LED	Keterangan
Sensor 1	Sensor 2			
29 - 48	28 - 47	1 - 4%	Hijau	Aman
68 - 73	69 - 72	5 - 7%	Kuning	Hati - hati
98	96	> 9%	Merah	Bahaya

pengujian menggunakan tabung gas *portable* sebagai gas metannya. Pada gambar 23 berikut proses pengujian gas metan secara keseluruhan.

Pada pengujian sensor, pengambilan data dilakukan dengan cara menyempatkan tabung gas *portable* ke dalam terowongan tambang kemudian sensor akan mengukur keadaan tambang dan menginformasikan ke alat *monitoring* di luar tambang dan aplikasi android. Dari pengujian tersebut apabila kadar gas metan di dalam tambang sudah melebihi batas normal maka data adc yang dibaca arduino akan semakin besar dan tegangan output dari sensor juga akan semakin besar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 8 di atas yang merupakan hasil pengujian keseluruhan.

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 5.4 merupakan hasil dari pengujian pendeteksi kebocoran dengan menggunakan tabung *portable*. Dijelaskan bahwa sinyal aman pada kandungan gas 1– 4 % dengan status “Aman” dan LED hijau serta *buzzer* mati. Kandungan gas 5 – 7 % status pada tampilan LCD “Waspada/Hati-Hati” dengan tampilan LED kuning serta *buzzer* hidup dengan jeda 1 detik setiap kali hidup. Kandungan gas diatas 9 % tampilan pada LCD “Bahaya” dengan LED merah dan *buzzer* hidup tanpa jeda sebelum kandungan gas dibawah 4 % atau zona aman. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa apabila semakin besar kadar gas yang terdeteksi oleh sensor maka akan semakin besar juga tegangan yang dihasilkan.

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan pembuatan dan pengujian alat yang penulis lakukan ini maka penulis dapat menyimpulkan bahwa alat monitoring gas metan dirancang untuk mengetahui kadar gas metan yang terdapat di dalam tambang batu bara untuk penambang batu bara yang melakukan penambangan batu bara dimana aplikasi android berfungsi untuk mengirimkan informasi keadaan tambang ke penambang batu bara yang digunakan dapat menerima keadaan kadar gas metan dari alat monitoring sejauh 20- 25 meter. Alat monitoring ini berfungsi sebagai alat peringatan dini sebelum penambang melakukan aktifitas penambangan batu bara.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahtiar. 2010. *Gas metan pada batu bara*. tugas akhir. Makasar: universitas muslim Indonesia. (Online), (<http://www.litbang.esdm.go.id/buku-km/rancangan-alat-untuk-mendeteksi-gas-metana-pada-tambang-batubara-bawah-tanah-dengan-teknologi-sinar-infra-merah> 1 januari 2017)
- [2] Buku TA tahun 2009, judul “*pendeteksi dan penanggulangan kebocoran gas LPG berbasis Mikrokontroller*”.
- [3] Heriyadi, Bambang. 2002. *Peranginan (Ventilasi) tambang*, Sawahlunto: Balai pendidikan dan pelatihan tambang bawah tanah.
- [4] Kadir, Abdul. 2014. *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Yogyakarta. Mediacom.
- [5] Zain Ruri Hartika. 2013. “Sistem Keamanan Ruang Menggunakan Sensor *Passive Infrared* (PIR) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruang Berbas Mikrokontroller ATmega8535 Dan Real Time Clock DS1307”. *Jurnal Teknologi Informasi & pendidikan*. 6(1):147
- [6] Linarti, Lusi. 2014. Aplikasi Bluetooth pada Pengontrol Alat Elektronik Rumah Tangga Dengan Smartphone Android. *Laporan Akhir*, (Online), (<http://eprints.polsri.ac.id/143/3/BAB%20II%20L%20Lusi.pdf>), diakses 20 September 2017