


(b)

**Gambar 3.1** (a) Blok Diagram Sistem Telemetri Bagian Pengirim Data

(b) Blok Diagram Sistem Telemetri Bagian Penerima Data

### 3.2 Perancangan Perangkat Keras (hardware)

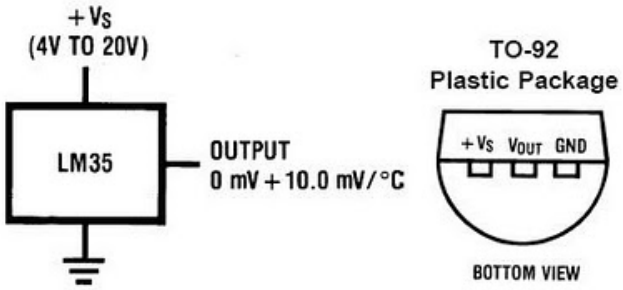
Perancangan perangkat keras ini meliputi perancangan komponen-komponen yang dibutuhkan serta tata letak komponen pada masing-masing rangkaian baik secara manual maupun menggunakan *software* elektronika hingga menjadi rangkaian elektronika yang dipasang pada PCB.

#### 3.2.1 Sensor Suhu LM 35

Pada Tugas Akhir ini sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu seri LM 35, LM 35 adalah sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear berpadanan dengan perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10 mV /°C yang berarti bahwa kenaikan suhu 1° C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV. IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari – 55°C sampai dengan 150°C, IC LM35 penggunaannya sangat mudah. IC LM 35 dapat dialiri arus 60 m A dari

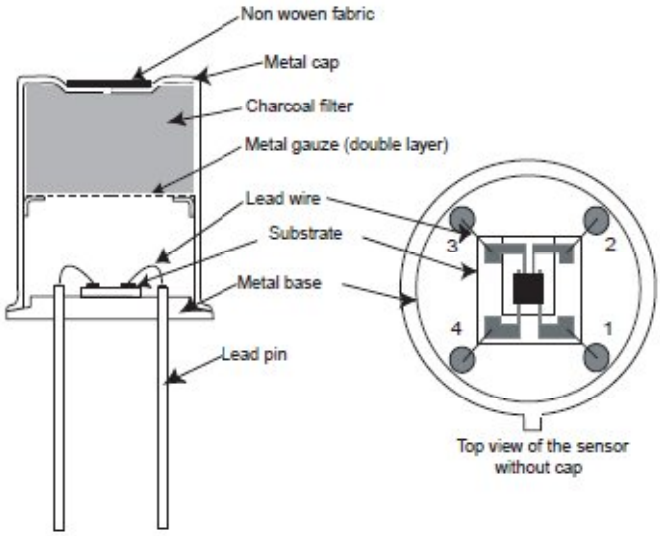
*supply* sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0 ° C di dalam suhu ruangan. Adapun keistimewaan dari IC LM 35 adalah :

- Kalibrasi dalam satuan derajat celcius.
- Lineritas +10 mV/ º C.
- Akurasi 0,5 º C pada suhu ruang.
- Range +0 º C – 150 º C.
- Dioperasikan pada catu daya 4 V – 20 V.
- Arus yang mengalir kurang dari 60 µA




**Gambar 3.2** Konfigurasi Sensor Suhu LM35

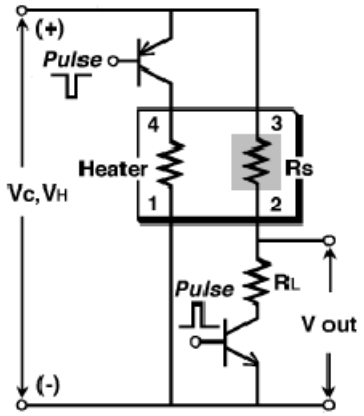
### 3.2.2 Sensor Gas TGS 2442




**Gambar 3.3** Bentuk Fisik dan Konfigurasi Sensor TGS 2442

Sensor gas yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah sensor TGS 2442 yang berfungsi sebagai pendeteksi gas *KarbonMonoksida* (CO). Sensor ini mempunyai nilai resistansi *Rx* yang akan berubah bila terkena gas *Karbon Monoksida* (CO). Selain itu sensor ini juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Elemen dari sensor terdiri dari bahan semikonduktor, *metaloksida* dan *aluminasubtrate* yang digabung bersama *heater* (pemanas). Dalam pendeteksian gas Karbon Monoksida (CO), perubahan daya konduksi sensor tergantung pada konsentrasi gas yang dideteksi. Rangkaian eletronika sederhana dapat merubah daya konduksi menjadi sinyal keluaran dengan penyesuaian pada konsentrasi gas. Berikut ini spesifikasi dari sensor TGS 2442 :

- Target Gas : Carbon monoxide
- Output : Resistance
- Typical Detection Range : 30ppm - 1.000ppm
- Heater Voltage : 5 ± 0.2 (DC/AC)
- Sensor resistance : 6.81KW - 68.1KW (pada 100ppm)



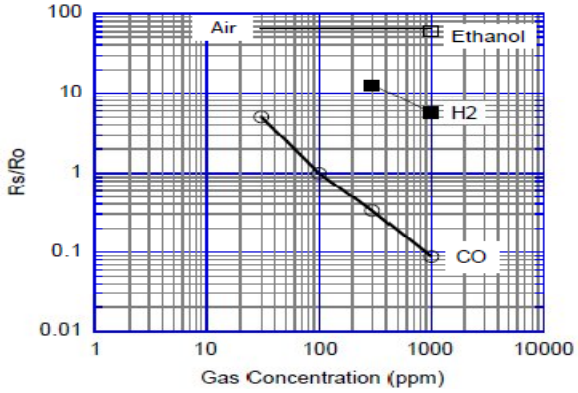

**Gambar 3.4** Rangkaian Dasar TGS 2442

Sensor membutuhkan tegangan (*Vc*) input 5V yang dihubungkan pada *heater* (*Vh*) dan *Rs*, tegangan *Vc* digunakan sebagai tegangan input *Rs* di dalam sensor. *Rs* merupakan resistansi sensor yang terhubung pada pin 2 dan pin 3 pada sensor, dan merupakan elektroda sensor. Pada pin 2 diberikan hambatan (*RL*) dan sebagai output tegangan dari sensor yang kemudian dihubungkan pada rangkaian ADC. Tegangan *Vc* juga digunakan sebagai input pada elemen *heater* (pemanas) yang terhubung pada pin 1 dan 2 di dalam sensor.

Untuk menentukan nilai konsentrasi gas *KarbonMonoksida* terlebih dahulu harus mengetahui nilai *Rs*, nilai *Rs* merupakan nilai konsentrasi gas untuk menentukan nilai satuan yang diukur, dalam hal ini nilai satuan gas dinyatakan sebagai *ppm*. Satuan ppm merupakan *Part per Milion* yang artinya partikel per sejuta, dan nilai Rs dapat ditentukan dengan rumus seperti berikut :

$$Rs = ((Vcc \times RL) / Vout) - RL \quad \text{.....(3.1)}$$

*Vcc* merupakan tegangan input yang dibutuhkan pada rangkaian, dalam hal ini *Vcc* diberikan tegangan 5V. *RL* merupakan hambatan pada sensor dan diberikan hambatan sebesar 20 K *ohm*, sedangkan *Vout* merupakan nilai output sensor yang nilainya selalu berubah-ubah. Sebagai acuan atau pembanding untuk mengetahui nilai ppm dibutuhkan tabel *Rs* dan nilai konsentrasi gas Karbon Monoksida (*ppm*), dan nilai tersebut dapat dilihat pada gambar 3.4 karena kepekaan sensor TGS 2442 berada pada 30 – 1000 *ppm* maka nilai *Rs* tertinggi berada pada 5 dan nilai konsentrasi gas CO berada pada 30 *ppm*, sedangkan nilai *Rs* terendah berada pada 0.08 dan nilai konsentrasi gas CO berada pada 1000 *ppm*.




**Gambar 3.5** Grafik Konsentrasi Gas (*ppm*) Terhadap Nilai *Rs*

### 3.2.3 Sensor Getar

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi getaran yang terjadi di suatu tempat, karena sulitnya mencari komponen tesebut serta keterbatasan anggaran maka penulis memakai komponen sensor getar sederhana yang bekerja secara mekanik. Sensor getar ini adalah sensor getar air raksa yang akan bekerja jika ada getaran yang mengenainya. Berikut ini adalah gambar dari sensor getar tersebut :



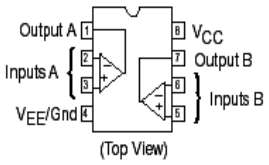
**Gambar 3.6** Sensor getar dengan air raksa

Seperti terlihat pada gambar di atas, di dalam sensor getar tersebut terdapat air raksa yang akan menghubungkan kedua kawat di dalam sensor tersebut jika ada getaran yang mengenainya, sehingga komponen ini dapat berfungsi layaknya

sebuah *switching* yang akan memberikan informasi berupa peringatan bahwa ada suatu pergerakkan atau getaran.

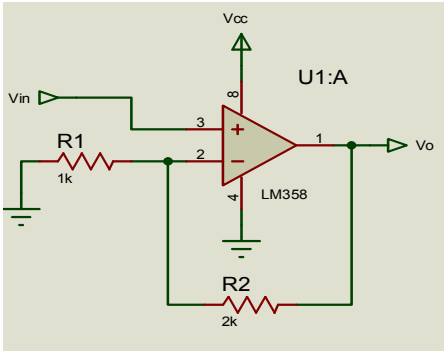
### 3.2.4 Penguat Operasional (*Op-Amp*)

Tegangan yang dihasilkan dari output LM 35 sangat kecil, yaitu hanya sebesar 10mV setiap kenaikan $1^0$C, untuk memudahkan pembacaan pada alat ukur dan agar tingkat kenaikan tegangan berada di atas toleransi ketelitian dari rangkaian ADC maka diperlukan rangkaian Op-Amp. IC Op-Amp yang akan digunakan disini adalah IC LM 358 yang memiliki keunggulan dalam pemakaian daya yang lebih rendah, kemampuan penggunaan saluran input yang berkorelasi dengan saluran pentanahan, dapat dicatu menggunakan mode catu daya tunggal maupun catu daya ganda.




**Gambar 3.7** Simbol Diagram LM 358

Besarnya penguatan yang diharapkan oleh penulis adalah sebesar 3 kali sehingga rangkaiannya adalah seperti di bawah ini :




**Gambar 3.8** Skema Rangkaian Op-Amp (*non-inverting*) LM358

Dari rangkaian tersebut, besarnya penguatan yang dihasilkan didapatkan dari persamaan :

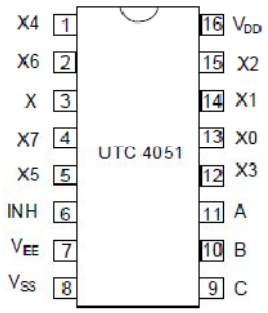
$$= — + 1 \quad . \quad \text{.....(3.2)}$$

$$= — + 1 \qquad 10 \qquad = 30 \quad \text{.....(3.3)}$$

$$= — = \text{——} = 3 \text{ kali} \text{.....(3.4)}$$

### 3.2.5 *Multiplekser* (IC 4051)

Rangkaian ini berfungsi untuk menggabungkan beberapa input data ke dalam satu keluaran agar dapat diterima oleh rangkaian ADC 0804. Berikut ini adalah bentuk dari IC 4051 beserta tabel kebenarannya :




(a)

| Control Inputs | | | | ON Switches |
|---|---|---|---|---|
| INHIBIT | C | B | A | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | X0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | X1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | X2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | X3 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | X4 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | X5 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | X6 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | X7 |
| 1 | x | x | x | None |

(b)

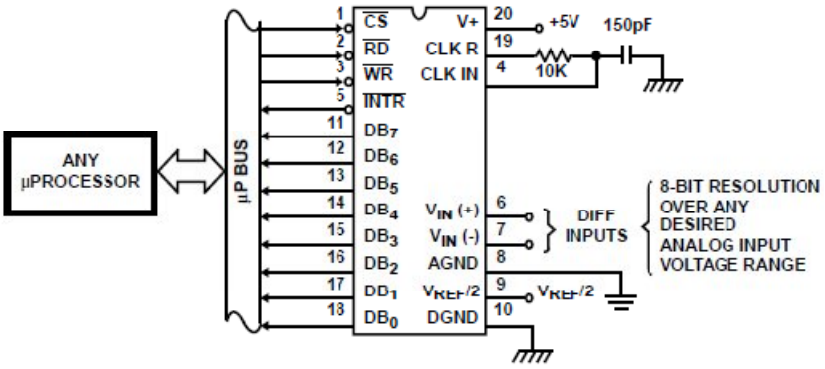
**Gambar 3.9** (a) Bentuk Fisik dari IC 4051

(b) Tabel Kebenaran Multiplekser IC 4051

IC 4051 ini merupakan multiplekser yang mempunyai 8 kanal input dan satu kanal output dan dapat bekerja pada rentang tegangan 3 – 18 *Volt DC*. IC ini harus diberi masukan berupa sinyal clock untuk mengontrol saluran input mana yang akan diaktifkan sesuai dengan tabel kebenaran diatas.

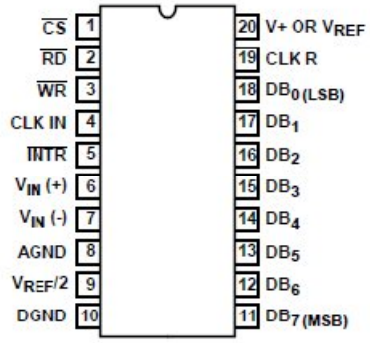
### 3.2.6 Pengubah Analog ke Digital (ADC 0804)

Sistem mikroprosesor hanya dapat mengolah (memproses) data dalam bentuk biner saja, atau lebih sering disebut besaran digital, oleh sebab itu setiap data analog yang akan diproses oleh mikroprosesor harus diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk kode biner (digital). Tegangan analog yang merupakan masukan dari ADC berasal dari sensor. Sensor inilah yang mengubah besaran fisis menjadi tegangan listrik. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sensor yang berubah secara kontinyu pada suatu *range* tertentu disebut tegangan analog, dan tegangan analog ini diubah oleh ADC menjadi bentuk digital yang sebanding dengan tegangan analognya. Pada perancangan ini digunakan IC ADC 0804 yang dapat mengubah tegangan analog yang berasal dari output penguat menjadi kode digital (biner 8 bit).




**Gambar 3.10** Skema Rangkaian ADC 0804

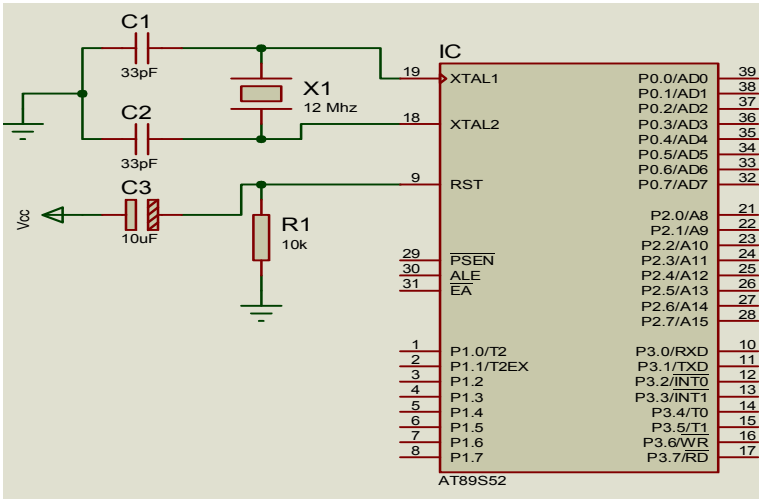
ADC 0804 mempunyai resolusi 8 bit dengan waktu konversi 100 $\mu s$ untuk *clock* 640 *Khz* serta mempunyai 8 kanal output. Pin 19 dan 4 dihubungkan dengan *R* dan *C* untuk membangkitkan *clock internal* sehingga tidak membutuhkan lagi pembangkit *clock eksternal.*




**Gambar 3.11** Konfigurasi Pin dan Kaki ADC 0804

### 3.2.7 Mikrokontroler AT89S52

Data yang berasal dari ADC 0804 masih berupa data paralel, sehingga membutuhkan rangkaian mikrokontroler untuk mengubah data tersebut ke dalam bentuk serial. Rangkaian mikrokontroler ini merupakan pengolah data bagi sistem yang telah dibuat. Pada dasarnya rangkaian mikrokontroler ini merupakan sistem minimum dari mikrokontroler AT89S52. Agar mikrokontroler dapat bekerja, maka dibutuhkan suatu rangkaian osilator sebagai sumber *clock*, dan dalam hal ini digunakan *osilator internal* yang sudah ada dalam mikrokontroler AT89S52 yang langsung dihubungkan dengan sebuah kristal. Kristal yang digunakan adalah kristal 12 *Mhz* supaya mikrokontroler dapat bekerja dengan kecepatan maksimum. Fungsi dari kapasitor *C1* dan *C2* merupakan sebagai penstabil *clock*, seperti terlihat pada gambar 3.11 berikut :




**Gambar 3.12** Sistem Minimum AT89S52

### 3.2.8 *Modulator FSK* (XR 2206)

Data digital yang dikirimkan secara serial oleh mikrokontroler sebelum diteruskan ke pemancar harus dimodulasikan atau diubah parameternya dari parameter tegangan menjadi frekuensi. *Modulator FSK* akan mengubah data yang dikirimkan mikrokontroler menjadi sinyal sinusiodal dengan frekuensi yang bergantung pada data dari mikrokontroler. Nilai frekuensi yang dihasilkan bergantung pada nilai $R_1$, $R_2$ dan nilai $C$ yang merupakan komponen eksternal yang harus ditambahkan pada IC XR-2206. Nilai frekuensi yang dihasilkan akan sesuai dengan persamaan :

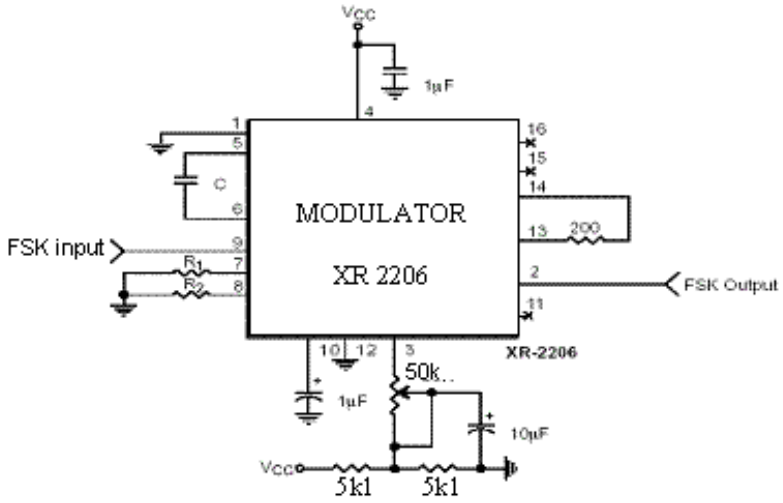
$$f_1 = 1/(R_1.C) \quad \text{.....(3.5)}$$

dan

$$f_2 = 1/(R_2.C) \quad \text{.....(3.6)}$$

$f_1$ merupakan frekuensi yang dihasilkan pada saat input berupa data logika *high*, sedangkan $f_2$ merupakan frekuensi yang dihasilkan pada saat input berupa data logika *low*. Rangkaian modulator FSK dapat dilihat pada gambar 3.12. Pulsa logika *high* pada penelitian ini akan setara dengan $f_1$ yaitu sebesar 1100 Hz. Nilai

dari *C* ditetapkan sebesar 33nF, karena itu nilai $R_1$ adalah sebesar 27,5 k ohm. Sedangkan data logika *low* akan setara dengan $f_2$ sebesar 2200 Hz, sehingga nilai $R_2$ adalah 13,7 k ohm. Untuk memudahkan pengesetan dan karena tidak ada nilai resistor sebesar itu maka untuk $R_1$ dan $R_2$ digunakan resistor variabel masing-masing sebesar 50 k ohm.




**Gambar 3.13** Rangkaian *Modulator FSK*

### 3.2.9 *Demodulator FSK* (XR 2211)

Rangkaian *demodulator FSK* menerima sinyal yang berasal dari *receiver*. Seperti pada waktu dipancarkan, sinyal ini berupa sinyal sinusiodal yang berubah-ubah frekuensinya sesuai dengan data yang dikirimkan. *Demodulator* akan mengubah kembali sinyal sinusoidal tersebut menjadi sinyal digital (*biner*) yang dapat diterima mikrokontroler melalui pin *RxD*. Pengubahan oleh demodulator dilakukan dengan membandingkan dengan frekuensi tengah ($f_0$). Frekuensi yang lebih besar dari frekuensi tengah akan menghasilkan output logika *high*, sedangkan frekuensi input yang kurang dari frekuensi tengah akan menghasilkan output logika *low*. Frekuensi tengah ditentukan dengan mengatur besarnya

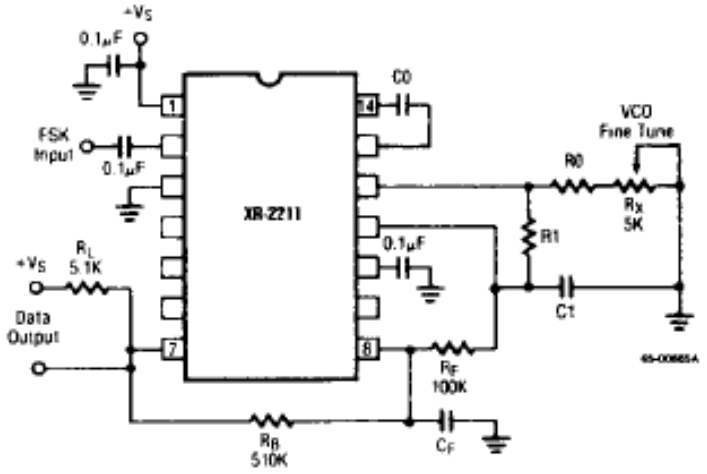
hambatan pada $R_0$ dan besarnya $C_0$ (kondensator yang terhubung pada pin 13 dan 14 IC XR 2211). Nilai frekuensi tengah ditentukan berdasarkan nilai kedua frekuensi yang dihasilkan oleh modulator FSK. Penentuan nilai frekuensi tengah dihitung dengan persamaan :

$$= \overline{\quad} . \quad \text{.....(3.7)}$$

Pemilihan nilai $R_0$ dan $C_0$ dilakukan berdasarkan persamaan :

$$f_0 = 1/(R_0.C_0)\text{.....(3.8)}$$

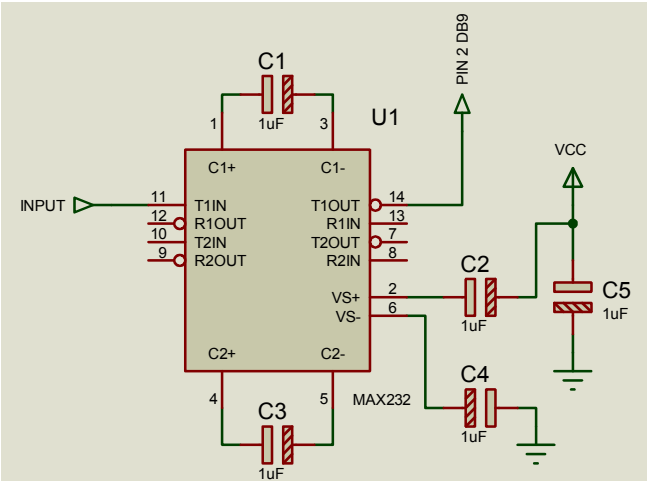
Nilai $f_1$ dan $f_2$ berturut-turut adalah 1100 Hz dan 2200 Hz sehingga didapatkan nilai $f_0$ adalah sebesar 1556 Hz. Berdasarkan nilai $f_0$ ini, ditentukan nilai $C$ sebesar 33 nF dan $R_0$ sebesar 19,4 k ohm, dengan demikian $R_0$ yang digunakan dalam rangkaian adalah variabel resistor sehingga dapat diubah-ubah nilainya untuk pengesetan.




**Gambar 3.14** Rangkaian *Demodulator FSK*

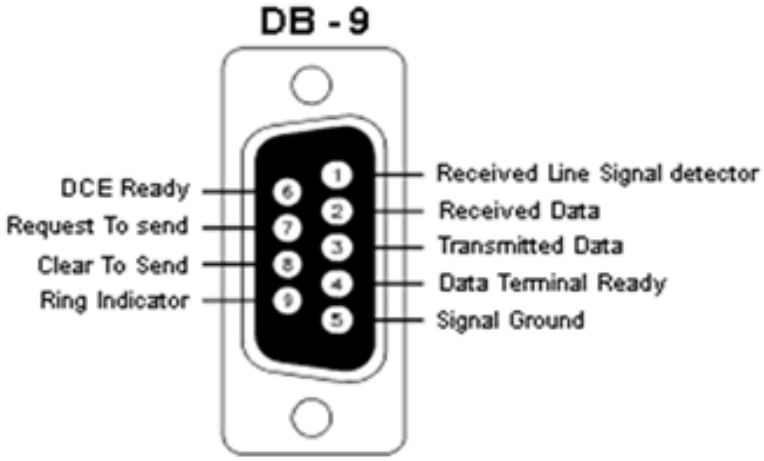
### 3.2.10 Antarmuka Serial *RS232*

Data yang berasal dari *demodulator FSK* adalah pada level tegangan *TTL* (*Transistor Transistor Logic*), sedangkan komputer hanya dapat menerima data dalam bentuk level tegangan *RS232*. Oleh karena itu digunakanlah IC MAX232 yang dapat mengubah level tegangan *TTL* menjadi level tegangan *RS232* dan sebaliknya sehingga data dapat terbaca. Seperti kita ketahui bahwa level tegangan pada *TTL* adalah antara 0 sampai 5 volt, dimana tegangan 0 volt mewakili kondisi *low* dan 5 volt mewakili kondisi *high.* Sedangkan pada RS232 level tegangannya berkisar antara -3 sampai -25 *volt* untuk mewakili kondisi *low* dan +3 sampai +25 *volt* untuk kondisi *high*. Gambar 3.14 merupakan gambar aplikasi dari IC MAX232 sebagai antarmuka serial RS232.




**Gambar 3.15** Antarmuka Serial RS232 dengan IC MAX232

Komunikasi serial membutuhkan port sebagai saluran data, salah satunya dengan menggunakan port serial DB9. Berikut tampilan port serial DB9 yang umum digunakan sebagai port serial :




**Gambar 3.16** Port Serial DB9

Keterangan mengenai fungsi pada konektor DB-9 adalah sebagai berikut :

- *Received Line Signal Detect*, dengan saluran ini DCE memberitahukan ke DTE bahwa pada terminal masukan ada data masuk.
- *Receive Data*, digunakan DTE menerima data dari DCE.
- *Transmit Data*, digunakan DTE mengirimkan data ke DCE.
- *Data Terminal Ready*, pada saluran ini DTE memberitahukan kesiapan terminalnya.
- *Signal Ground*, saluran ground
- *DCE ready*, sinyal aktif pada saluran ini menunjukkan bahwa DCE sudah siap.
- *Request to Send*, dengan saluran ini DCE diminta mengirim data oleh DTE.
- *Clear to Send*, dengan saluran ini DCE memberitahukan bahwa DTE boleh mulai mengirim data.
- *Ring Indicator*, pada saluran ini DCE memberitahukan ke DTE bahwa sebuah stasiun menghendaki hubungan dengannya.

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak pada sistem telemetri ini berfungsi sebagai pengolah dan penampil data. Untuk mengolah data digunakan program lunak mikrokontroller menggunakan bahasa *assembly* MCS51. Program mikrokontroler ini berfungsi sebagai pengolah data, sedangkan untuk menampilkan data pada PC, program yang digunakan adalah program *Borland Delphi*. Sebelum melakukan perancangan *software*, hal pertama yang harus dilakukan adalah membuat skematik diagram alur (*flowchart*) agar program yang dibuat dapat berjalan seperti yang diharapkan.

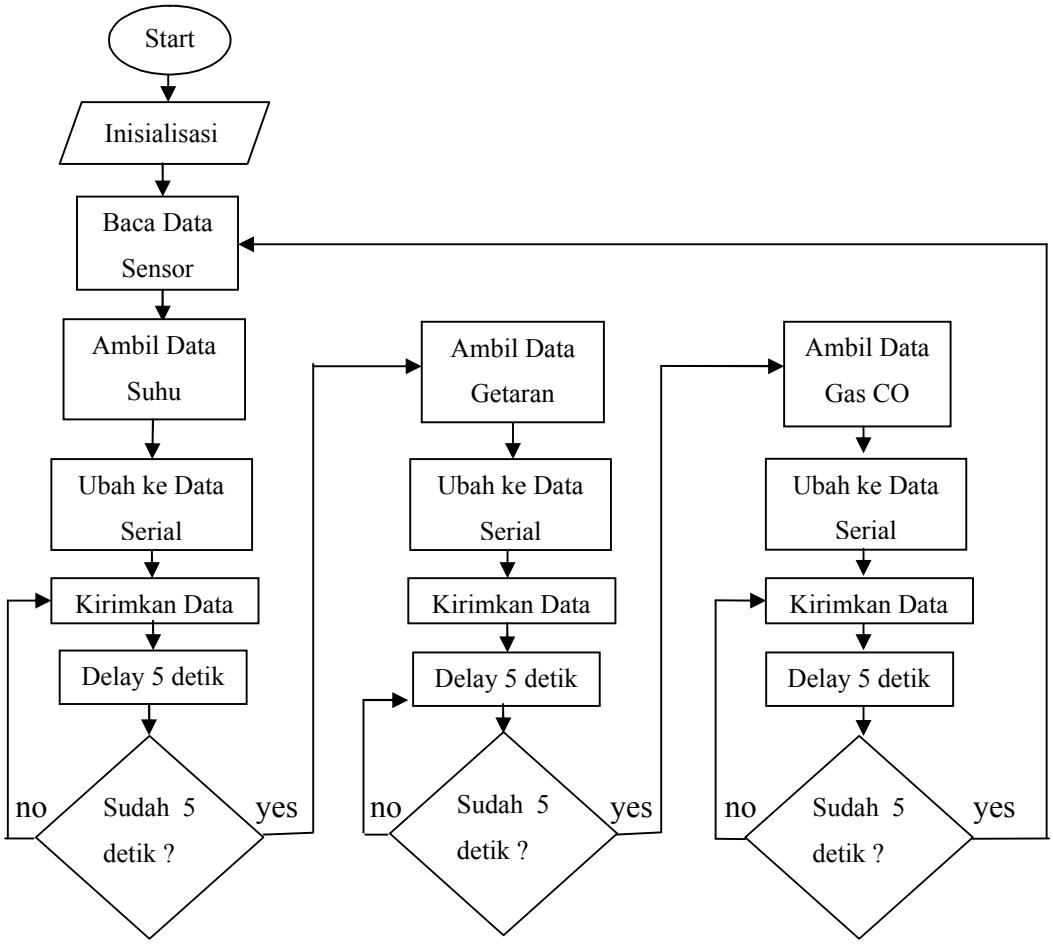
Pada program pengolah data ini tahapan pertama dimulai dengan fungsi *start* yaitu tahap dimana memulai keadaan pada pemrograman yang dalam bahasa *assembler* yaitu dengan mengetikkan *org 00h.* Selanjutnya diikuti oleh proses *initialisasi* untuk mempersiapkan parameter apa saja yang dibutuhkan untuk proses selanjutnya, setelah itu program mulai membaca data. Setelah data terbaca lalu diteruskan oleh fungsi selanjutnya sampai data ditampilkan pada PC selama selang waktu beberapa detik kemudian menampilkan data selanjutnya secara bergantian. Berikut ini adalah contoh potongan program *initialisasi* untuk menghasilkan *baudrate* sebesar 1200 bps :

```
Initserial :    mov scon,#52h
                mov tmod,#20h
                mov th1,#0e6h
                setb tr1
                ret
```

Untuk mendapatkan *baudrate* sebesar 1200 *bps* maka kita harus menentukan nilai dari *th*1 yaitu dengan menggunakan rumus :

$$1 = 256 \text{ ——————} \quad \text{.....(3.9)}$$

Di bawah ini adalah *flowchart* program utama dari sistem telemetri untuk pendeteksi keadaan gunung berapi :




**Gambar 3.17** Flowchart Program Utama Sistem Telemetri Pendeteksi Keadaan Gunung Berapi

Dari gambar *flowchart* diatas dapat disimpulkan bahwa pada sistem telemetri yang dibuat ini keadaan pertama yang akan dideteksi sistem adalah perubahan data atau besaran suhu kemudian disusul oleh perubahan data getaran dan kemudian adalah perubahan besaran gas CO.