

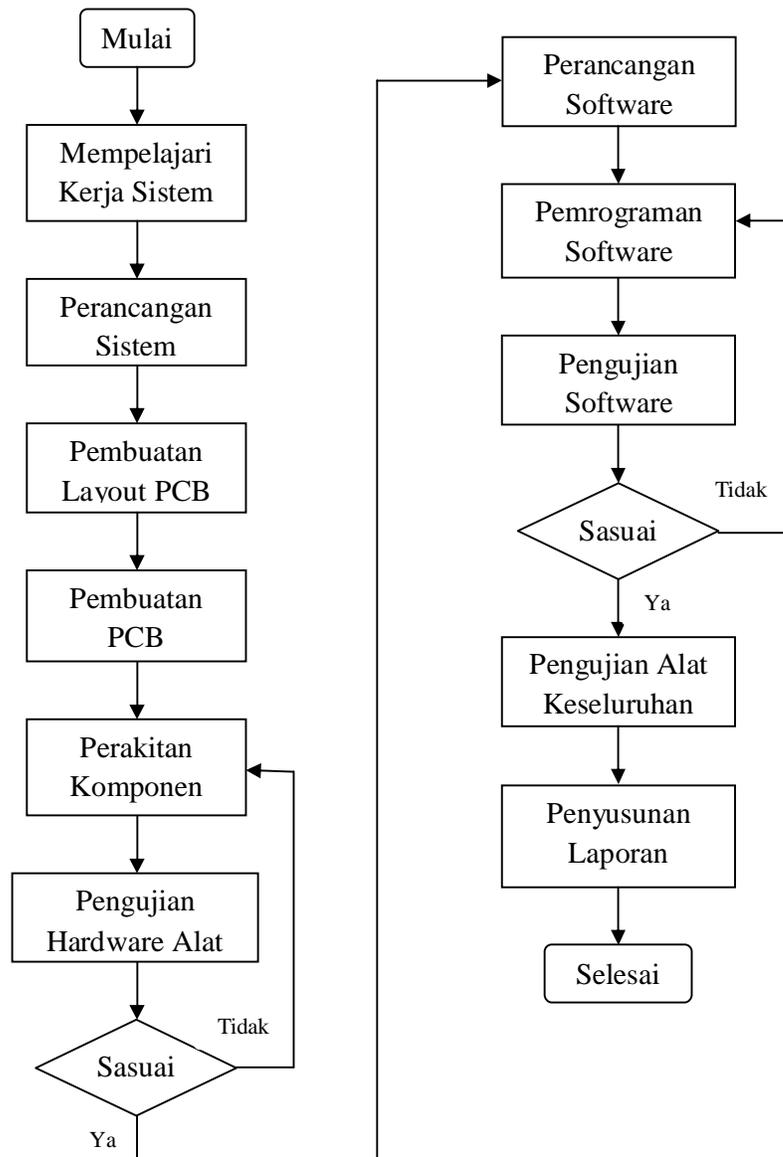
## BAB III

### PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

#### 3.1 Perancangan Alat

Dalam merealisasikan sebuah sistem elektronik diperlukan tahapan perencanaan yang baik dan matang. Tahapan-tahapan yang dilakukan secara langsung ataupun tidak langsung tetap akan menjadi langkah-langkah penting dalam proses pembuatan maupun perancangannya. Sebelum memasuki tahap pembuatan alat, terlebih dahulu melakukan tahap perancangan. Perancangan ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, sehingga menjadi pedoman dalam mengimplementasikan rangkaian dan aplikasi fungsi perangkat lunak agar dapat sesuai dengan yang diharapkan.

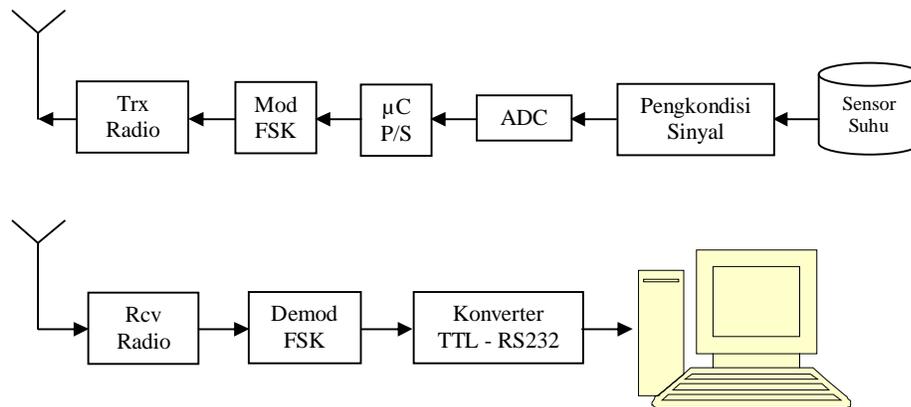
Langkah awal yang dilakukan adalah mempelajari kerja sistem secara menyeluruh dan terperinci, selanjutnya melakukan perancangan sistem berdasarkan kinerja komponen dengan mempertimbangkan faktor kesesuaian komponen dalam sistem, pembuatan *layout* PCB, pembuatan PCB, perakitan komponen, pengujian *hardware* alat, perancangan serta pemrograman perangkat lunak, termasuk pemrograman untuk display, serta pengujian fungsi kerja alat secara keseluruhan, dan terakhir adalah penyusunan laporan. Untuk memenuhi tahap-tahap tersebut, maka diperlukan sebuah diagram alir (Gambar 3.1) yang memberikan panduan dalam menjalankan tahap-tahap pembuatan alat secara terarah.



Bagan 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pembuatan perangkat keras elektronik dibuat berdasarkan blok yang telah dirancang terlebih dahulu. Blok diagram perangkat yang dibangun diperlihatkan oleh gambar 3.2.



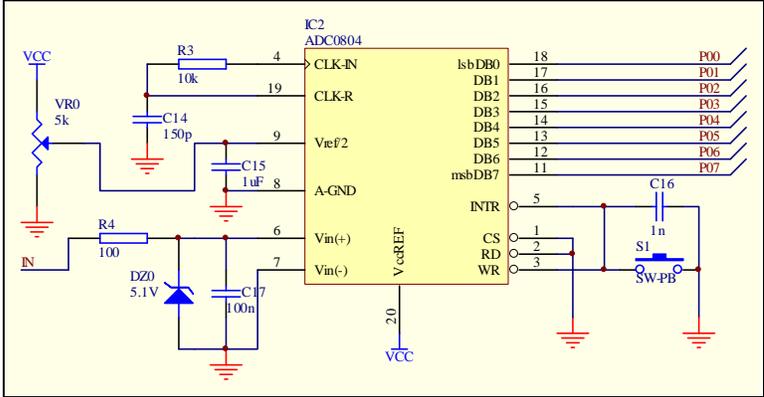
Bagan 3.2 Blok Diagram Perancangan Sistem Telemetri

Pada bagian pengirim, sistem tersusun dari sensor suhu, pengkondisi sinyal, ADC,  $\mu\text{C}$  (P/S), modulator FSK, pemancar gelombang radio. Sedangkan pada bagian penerima tersusun dari penerima gelombang radio, demodulator FSK, pengubah level tegangan TTL ke level tegangan RS-232 dan komputer (PC).

### 3.2.1 Sensor Suhu dan Pengkondisi Sinyal

LM 35 ialah sensor temperatur yang paling banyak digunakan untuk praktek, karena selain harganya cukup murah, linearitasnya lumayan bagus. LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal, LM35 menyediakan akurasi  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  pada temperatur ruangan dan  $\pm 3/4^\circ\text{C}$  pada kisaran  $-55^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$ . LM35 dimaksudkan untuk beroperasi pada  $-55^\circ\text{C}$  hingga  $+150^\circ\text{C}$ , sedangkan LM35DZ pada kisaran  $0^\circ\text{C}$  -  $100^\circ\text{C}$ . LM35DZ juga tersedia pada paket 8 kaki dan paket TO - 220. Sensor LM35 umumnya akan naik sebesar 10mV setiap kenaikan  $1^\circ\text{C}$  (300 mV pada  $30^\circ\text{C}$ ). Keluaran tegangan maksimum LM 35 adalah sekitar 1,5 V.



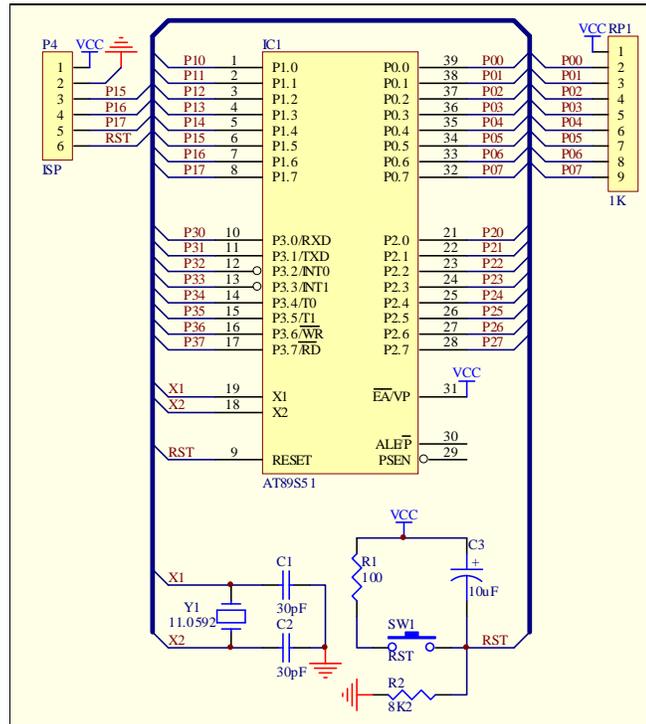


Gambar 3.3 Rangkaian ADC

Rangkaian ini akan mengkonversi tegangan analog dari LM358 menjadi bilangan biner (1 dan 0). Pin 6 ADC merupakan penghubung dengan tegangan analog tersebut. Untuk keperluan sinyal *clock*, pin 4 dan pin 19 dihubungkan dengan sebuah resistor 10kΩ, dan kapasitor 150pF. Jika proses konversi telah selesai, pin11 sampai pin 18 mengirimkan bilangan biner ke port 0 mikrokontroler secara paralel untuk selanjutnya diolah.

**3.2.3 Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S51**

Sistem ini merupakan pusat pemrosesan dari beberapa sistem pendukung lainnya, dimana sistem rangkaian ini mengendalikan input dan output dari pentransperan data suhu, dan juga pengaturan baudrate. Selain itu, mikrokontroler AT89S51 digunakan untuk mengubah data digital keluaran ADC yang masih paralel ke data serial. Pada gambar 3.4 diperlihatkan rangkaian sistem minimum AT89S51.



Gambar 3.4 Sistem Minimum AT89S51

Pin EA yang dihubungkan dengan Vcc berfungsi untuk menjalankan program yang ada di memori internal dari AT89S51. Keterangan mengenai bagian osilator dan reset adalah sebagai berikut :

a. Osilator

Bagian ini merupakan subsistem dari mikrokontroler yang berfungsi untuk membangkitkan *clock* pada mikrokontroler. *Clock* diperlukan oleh mikrokontroler untuk mensinkronkan proses yang sedang berlangsung dalam mikrokontroler. Rangkaian ini tersusun atas komponen kristal dan dua buah kapasitor. Frekuensi kristal yang digunakan adalah 11,0592 MHz untuk mempermudah dalam perhitungan timer. Sedangkan kapasitornya menggunakan kapasitor yang bernilai 30 pF. Fungsi kapasitor adalah untuk menstabilkan osilasi yang dihasilkan oleh

kristal. Penempatan kristal dan kapasitor diusahakan sedekat mungkin dengan bagian mikrokontroler untuk menghindari kemungkinan terjadinya *noise*.

b. Reset

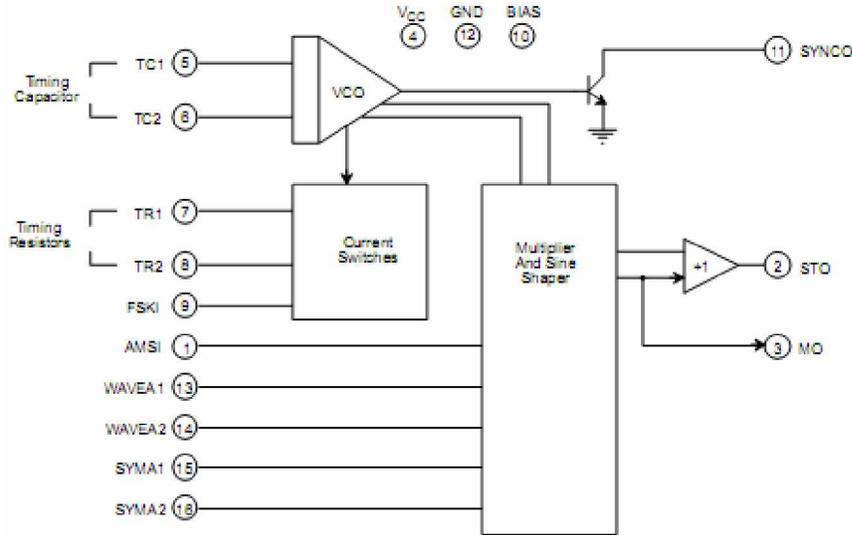
Rangkaian reset dibuat untuk me-reset sistem sehingga proses bias dijalankan mulai dari awal program. Resistor dan kapasitor yang digunakan adalah sebesar  $100\ \Omega$  dan  $10\ \mu\text{F}$ .

### 3.2.4 Modulator FSK

Modulator yang dirancang dalam sistem ini menggunakan rangkaian terpadu IC XR-2206 yang memiliki jenis modulasi *Frequency Shift Keying* (FSK). Teknik FSK memiliki rangkaian *switching* sederhana dan *bandwidth* rendah, sehingga modem yang sesuai dengan teknik ini adalah modem dengan kecepatan transfer tidak terlalu tinggi.

XR-2206 mampu menghasilkan bentuk gelombang sinus, *square*, *triangle*, dan pulsa berkualitas tinggi dengan ketepatan dan stabilitas tinggi. Gelombang yang keluar memiliki dua nilai frekuensi dengan amplitudo yang sama. Amplitudo dan frekuensi dimodulasikan oleh suatu tegangan eksternal. Frekuensi operasi dapat dipilih pada daerah kerja antara 0,01 Hz sampai 1 MHz.

IC XR-2206 memiliki pin sebanyak 16 buah, fungsi tiap pin dicantumkan pada tabel :



Gambar 3.5 Blok Diagram IC XR-2206

Tabel 3.1 Deskripsi Pin IC XR-2206

Pin	Symbol	Type	Deskripsi
1	AMSI	1	Input Sinyal Modulasi Amplitudo
2	STO	0	Keluaran Gelombang Sinus Atau Segitiga
3	MO	0	Positif Power Supply
4	Vcc		Tegangan Input
5	TC1	1	Timing Capacitor Input
6	TC2	1	Timing Capacitor Input
7	TR1	0	Timing Resistor Output 1
8	TR2	0	Timing Resistor Output 2
9	FSKI	1	Input FSK
10	BIAS	0	Internal Voltage Reference
11	SYNCO	0	Output Sinus
12	GND		Kaki Ground
13	WAVEA1	1	Pengatur Bentuk Gelombang Input 1
14	WAVE A2	1	Pengatur Bentuk Gelombang Input 2
15	SYMA1	1	Pengatur Kesimetrian Gelombang 1
16	SYMA2	1	Pengatur Kesimetrian Gelombang 2

Sebagaimana terlihat pada gambar 3.5, rangkaian monolithik dibagi dalam empat blok fungsi yaitu : *Voltage Controlled Oscillator* (VCO), pengali analog dan pembentuk gelombang sinusoidal, rangkaian penyangga (buffer) yang

sekaligus berfungsi sebagai penguat dan kontak arus. Kontak arus (*Current Switches*) akan mengirimkan arus osilator ke salah satu dari dua resistor timing luar untuk menghasilkan dua frekuensi diskrit yang dipilih dengan menggunakan level logika pada terminal masukan FSK (pin 9).

VCO menghasilkan frekuensi osilasi  $f_0$  yang ditentukan oleh harga *Timing Resistor* yang menghubungkan pin 7 dan pin 8 dengan ground dan *Timing Capacitor* yang menghubungkan pin 5 dan pin 6. Osilasi yang dihasilkan sesuai dengan persamaan :

$$f_0 = \frac{1}{R C} Hz$$

Modulasi FSK, dapat dioperasikan dengan cara memisahkan timing resistor yang menghubungkan pin 7 ( $VR_2$ ) dan pin 8 ( $VR_3$ ) dengan ground. Logika sinyal masukan pada pin 9 menentukan resistor mana yang bekerja dari dua buah timing resistor tersebut. Jika pin 9 pada keadaan rangkaian dihubungkan dengan level tegangan lebih besar atau sama dengan 2 volt, maka hanya  $R_2$  saja yang bekerja. Sedangkan bila pin 9 mempunyai level tegangan lebih kecil atau sama dengan 1 volt, maka hanya  $R_3$  yang bekerja. Dengan demikian maka akan dihasilkan dua buah frekuensi yang berbeda untuk masing-masing level yaitu :

$$f_2 = \frac{1}{R_2 C} Hz$$

$$f_3 = \frac{1}{R_3 C} Hz$$

Harga R yang diijinkan berkisar antara 1 K $\Omega$  sampai 2 M $\Omega$  dan untuk kestabilan temperatur yang optimum diperoleh jika harga berkisar antara 4 K $\Omega$

sampai 200 K $\Omega$ . Sedangkan harga untuk kapasitor berkisar antara 1000 pF sampai 100  $\mu$ F.

Amplitudo sinyal FSK yang keluar melalui pin 2 dapat diatur dengan mengatur tahanan variabel  $R_1$  yang berfungsi memberikan arus bias pada pin 3. Level tegangan panjar pada pin 3 maksimum merupakan pertengahan dari level  $V^+$  dengan ground, atau sebanding dengan level  $V^+/2$ . Tegangan ditentukan dengan memperhatikan tingkat akomodasi demodulator yang akan dibuat. Untuk demodulator IC XR-2211 tingkat akomodasinya berkisar antara 10 mV sampai 3 Volt dan dalam penelitian ini di tentukan sebesar 3 Volt.

Dalam perancangan modem FSK digunakan rangkaian terintegrasi IC XR-2206 dengan menggunakan baudrate 1200. Pada baudrate tersebut harga frekuensi mark (masukan logika tinggi "1") 1200 Hz dan frekuensi space ( masukan logika rendah "0" ) 2200 Hz.

Untuk mendapatkan harga resistor yang akan digunakan dalam perancangan ini, ditentukan terlebih dahulu harga kapasitor. Harga kapasitor C yang ditentukan sebesar 100 nF.

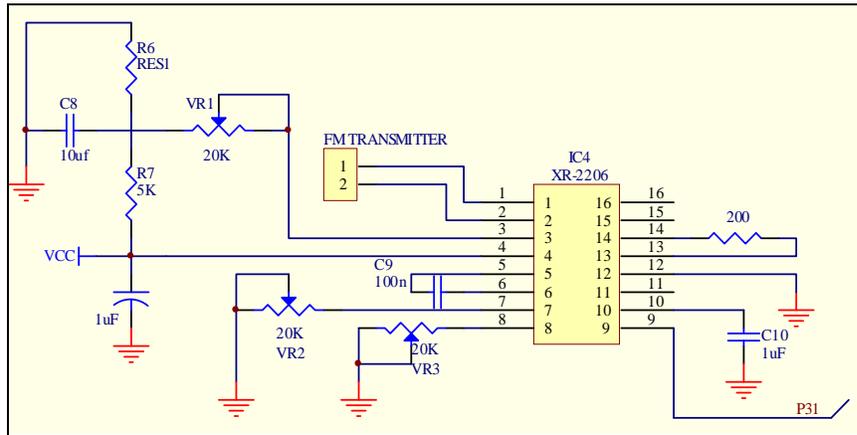
Maka untuk frekuensi space 2200 Hz,

$$R_2 = \frac{1}{2200 \times 100 \cdot 10^{-9}} = 4,54 K\Omega$$

Dengan cara yang sama, resistor  $R_3$  untuk frekuensi mark 1200 Hz diperoleh

dengan cara :

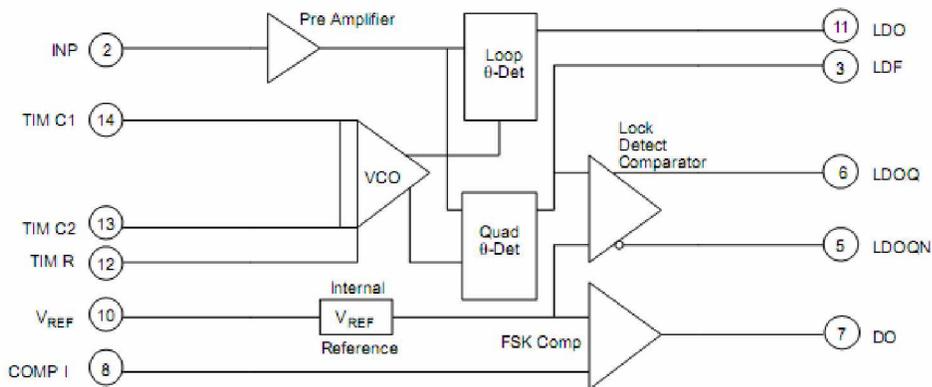
$$R_3 = \frac{1}{1200 \times 100 \cdot 10^{-9}} = 8,33 K\Omega$$



Gambar 3.6 Rangkaian Modulator FSK dengan IC XR-2206

### 3.2.5 Demodulator FSK

Demodulator yang dirancang menggunakan rangkaian terintegrasi IC XR-2211 dengan tambahan komponen luar. Komponen IC XR-2211 merupakan komponen terintegrasi dengan sistem Phase Locked Loop (PLL) yang secara khusus di desain untuk komunikasi data terutama digunakan untuk modem FSK.



Gambar 3.7 Blok Diagram IC XR-2211

Tabel 3.2 Deskripsi Pin IC XR-2211

Pin	Simbol	Tipe	Deskripsi
1	Vcc		Tegangan Input
2	INP	1	Input Sinyal FSK
3	LDF	0	Lock Detect Filter

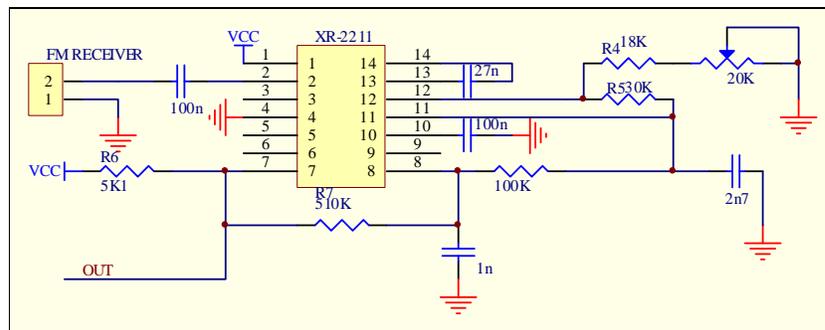
4	GND		Kaki Ground
5	LDOQN	0	<i>Lock Detect Output Not</i> . Keluaran akan rendah Jika VCO dalam range
6	LDOQ	0	<i>Lock Detect Output</i> . Keluaran akan tinggi jika VCO dalam range
7	DO	0	<i>Data Output</i> . Keluaran dekode FSK
8	COMP I	1	<i>FSK Comparator Input</i>
9	NC		Tidak terkoneksi
10	Vref	0	<i>Internal Voltage Reference</i> . Nilai dari Vref adalah $V_{cc}/2-650$ mV.
11	LDO	0	<i>Loop Detect Output</i> . Keluaran dari kuadrat fase gelombang yang terdeteksi.
12	TIM R	1	<i>Timing Resistor Input</i> . Kaki ini terkoneksi pada <i>timing resistor</i> VCO
13	TIM C2	1	<i>Timing Capacitor Input</i> . Dipasang antara pin 13 dan pin 14
14	TIM C1	1	<i>Timing Capacitor Input</i> Dipasang antara pin 14 dan pin 13

Sinyal FSK termodulasi terlebih dahulu melewati kopleng kapasitor C untuk menghilangkan level DC, kemudian masuk melalui input demodulator FSK pada pin 2. Selanjutnya dikuatkan oleh sinyal pre-amplifier (sesuai dengan kebutuhan input detektor fasa yang selalu menguji fasa dan frekuensi sinyal input kemudian membandingkannya dengan frekuensi dan fasa yang dihasilkan VCO.

Pada saat frekuensi input detektor fasa sama dengan frekuensi keluaran VCO, maka detektor (pembanding) fasa akan mengeluarkan outputnya sebagai beda fasa sinyal input FSK dan sinyal output VCO. Setelah sinyal output detektor fasa melalui low pass filter (LPF), akan menghasilkan sinyal dengan frekuensi rendah sebagai pengontrol bagi VCO, yang mana frekuensi tengah ( $f_0$ ) tergantung kepada nilai  $R_0$  dan  $C_0$ .

Sinyal output detektor fasa kemudian dilewatkan pada filter data yang di bentuk oleh kapasitor dan resistor, selanjutnya masuk pada FSK komparator, pada komparator kedua ini data output di bandingkan.

Data keluaran pin 7 merupakan data output demodulator. Tegangan keluarannya Vcc dan 0 volt yang diskrit. Tegangan keluaran ini menunjukkan logika-logika data yang dikirim. Prinsip keluaran pin 7 yaitu FSK data output akan “High” atau keadaan “off” ketika masukan frekuensi rendah dan “low” atau keadaan “on” untuk masukan frekuensi tinggi. Jika tidak ada input sinyal maka keadaan keluaran pin 7 tidak bisa menunjukkan keadaan apa-apa.



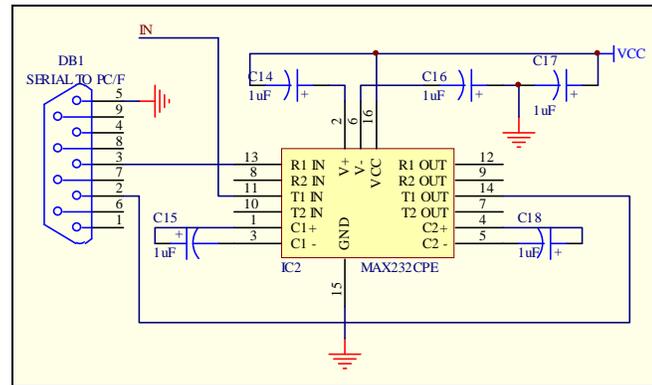
Gambar 3.8 Rangkaian Demodulator FSK dengan IC XR-2211

### 3.2.6 Pengubah Level Tegangan TTL ke Level Tegangan RS-232

Rangkaian pengubah tegangan IC MAX232 ditunjukkan pada gambar 3.11. Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah level keluaran tegangan yang keluar dari komputer yaitu level RS232 menjadi level tegangan TTL. Dimana tegangan pada level RS232 menjadi level logika "1" didefinisikan -3 volt sampai -15 dan logika "0" didefinisikan +3 volt sampai +15 volt. Pada level TTL yang didefinisikan untuk kondisi "0" tegangannya 0 volt sampai 0,4 volt dan untuk kondisi "1", tegangannya 2,4 volt sampai 5 volt.

Dalam perancangan ini untuk mengubah level tegangan tersebut digunakan IC MAX232 dengan 5 buah kapasitor sebesar 1  $\mu$ F, dengan tegangan catunya sebesar 5 volt. Dengan perangkat tersebut diharapkan dapat digunakan

untuk mengirimkan data/karakter dari komputer ke mikrokontroller dengan sempurna.



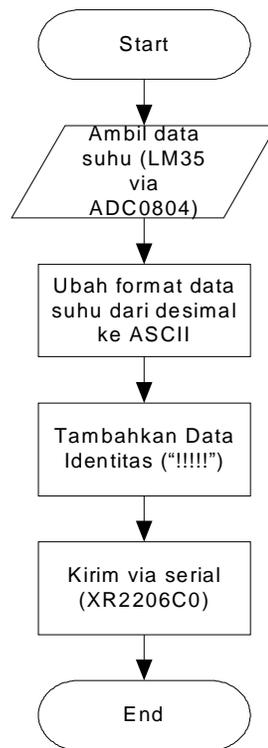
Gambar 3.9 Skema Interface Serial menggunakan IC MAX 232

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

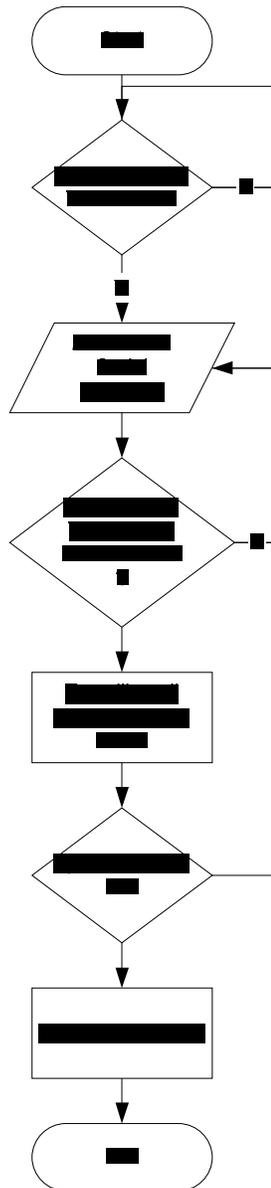
Perangkat lunak berfungsi untuk mengendalikan seluruh sistem elektronika. Pada tahap awal pembuatan perangkat lunak sistem, diperlukan rancangan diagram alir sebagai panduan dalam hal penyusunan instruksi serta untuk mengaktifkan program agar tidak tumpang tindih sehingga hal tersebut mempengaruhi pemakaian memori program. Tingkat keakuratan kerja sistem, tergantung pendekatan dan algoritma perangkat lunak yang dibuat, selain sensor yang digunakan.

#### 3.3.1 Flowchart Program

Dalam tugas akhir ini, flowchart atau diagram alir perancangan perangkat lunak terbagi menjadi dua, yaitu diagram alir software untuk mikrokontroler dan diagram alir software untuk Visual Basic.



Bagan 3.3 Diagram Alir *Software* Untuk Mikrokontroler



Bagan 3.4 Diagram Alir *Software* Untuk Visual Basic

### 3.3.2 Listing Program

Listing program yang ditampilkan adalah program-program utama yang berpengaruh dalam proses pengiriman data.

### 3.3.2.1 Inisialilasi Serial Untuk Baudrate 1200

```

mov  scon, #01010000b
mov  a, pcon
clr  acc.7
mov  pcon, a
mov  tmod, #20h
mov  th1, #-24
setb tr1
ret

```

### 3.3.2.2 Pengiriman Data ke Komputer Melalui Komunikasi Serial

```

Begin:  acall  Serial_1200
Loop:   mov   a, #'!'
        mov   r5, #5
Loop1:  acall  SendCh
        djnz  r5, Loop1
        mov   a, P2
        acall Dec2ASCII
        mov   a, ASCIIHi
        acall SendCh
        mov   a, ASCIIMid
        acall SendCh
        mov   a, ASCIILo
        acall SendCh

sjmp  Loop
end

```