

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam merancang suatu transmitter sistem Scada untuk pengontrolan miniatur mesin secara wireless dengan menggunakan RF Modem maka dibutuhkan pemahaman tentang beberapa hal yang mendukung. Pemahaman ini akan bermanfaat untuk merancang perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Pengetahuan yang mendukung perencanaan dan realisasi alat meliputi dasar teori Transmitter, Sistem Scada, *FSK(Frequency Shift Keying)*, *Handy Talky*, Microcontroller AT89s51, Sensor infrared

2.1 Transmitter

Transmitter dalam istilah bahasa indonesia biasa disebut dengan pemancar, dimana prinsip kerja kerjanya adalah bagaimana suatu data dapat dikirimkan dari suatu alat dan diterima oleh alat lain. Proses pengiriman data ini sendiri biasa disebut dengan transmisi yang merupakan salah satu konsep penting dalam sistem komputer sehingga suatu perangkat bisa berkomunikasi dengan perangkat lainnya. Misalnya dari perangkat input ke pemroses, pemroses ke storage, pemroses ke media output, atau bahkan dari suatu sistem komputer ke sistem komputer lainnya.

Data disalurkan melalui media transmisi, media transmisi ini merupakan jalur dimana data akan dilewatkan. Kita bisa menganggap media transmisi ini sebagai sebuah kabel dimana pada kabel tersebut akan dilewatkan data-datanya. Dalam media transmisi ini dikenal dua mode transmisi, yaitu: komunikasi serial dan komunikasi paralel.

2.1.1 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi dimana data yang dikirimkan dan data yang diterima secara berurutan tiap bitnya. Tiap *byte* data ditransmisikan pada suatu waktu dengan *interval* waktu yang ditentukan untuk tiap bit. Bit-bit dikirimkan secara berurutan dan tidak serempak, kecepatan pemindahan data lebih rendah dibanding pengiriman secara *paralel*. Pengiriman akan dimulai dari LSB

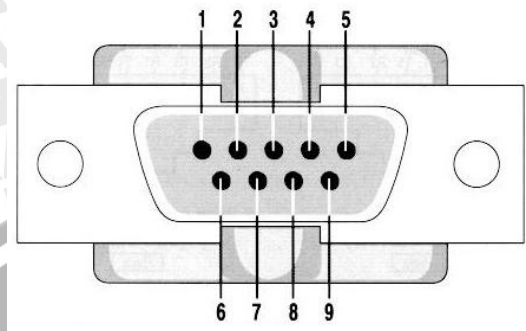
(Least Significant Bit), dan diakhiri dengan MSB (Most Significant Bit). Setiap karakter yang dikirimkan, disusun sesuai dengan suatu urutan bit tertentu.

Adapun kelebihan dari komunikasi serial port dibandingkan parallel port adalah :

1. Kabel serial *port* bisa lebih panjang dibanding kabel parallel *port*. Ini karena serial *port* mengirimkan logika “1” sebagai -3 Volt hingga -25 Volt dan logika “0” sebagai +3 Volt hingga +25 Volt, sedangkan parallel *port* hanya menggunakan TTL, yakni hanya 0 Volt untuk logika 0 dan +5 Volt untuk logika 1. Berrati serial *port* memiliki daerah kerja 50 Volt sehingga kehilangan daya karena panjang kabel bukan merupakan masalah serius jika dibanding parallel *port*.
2. Tidak diperlukan banyak “Wire” (kabel) untuk transmisi dibandingkan dengan parallel *port*.
3. Memungkinkannya digunakan sinar infra merah. Karena sinyal infra merah ditransmisikan secara serial. 1 bit persatu kali transmisi data, maka akan lebih murah, hanya diperlukan sumber sebuah infra merah (pemancar) dan sebuah penerima. Jika menggunakan parallel *port* untuk infra merah maka harus menggunakan 8 pemancar (juga penerima) dalam satu paket, karena semuanya harus bisa bekerja secara serempak
4. Banyak mikrkontroller menggunakan SCI (*Serial Communication Interface*) untuk berkomunikasi dengan “dunia luar“. Alasan ini adalah lebih hemat dibanding jika menggunakan parallel *port* yang harus menggunakan 8 jalur data (minimal, bisa lebih banyak karena harus juga ada sinyal kontrol).

Komunikasi serial memanfaatkan *port-port* yang sudah tersedia pada komputer yaitu *port* DB9 sehingga tidak memerlukan *hardware* lain selain konektor dan kabel data. Konektor serial *port* pada komputer adalah jenis jantan

atau *male*, konektornya yaitu DB9 adapun bentuk konektor dan keterangan pin-nya sebagai berikut :



Gambar 2.1 Diagram Pin DB-9
Sumber: www.lammertbies.com

Tabel 2.1 Keterangan Pin DB9
Sumber: www.lammertbies.com

PIN	KETERANGAN
1.	Data Carrier Detect (DTD)
2.	Received Data (RD)
3.	Transmitted Data (TD)
4.	Data Terminal Ready (DTR)
5.	Signal Ground
6.	Data Set Ready (DSR)
7.	Request To Send (RTS)
8.	Clear To Send (CTS)
9.	Ring Indicator (RI)

Adapun penjelasan singkat dari sinyal-sinyal serial *port* adalah sebagai berikut :

TD : Jalur output data serial

RD : Jalur input data serial

RTS : Memberitahu modem bahwa UART (*universal asynchronous receiver / transmitter*) siap bertukar data.

CTS : Menunjukkan bahwa modem siap bertukar data.

DSR : Memberitahu UART bahwa modem siap membangun hubungan.

DCD : Aktif jika modem mendeteksi *carrier* dari modem lain yang terhubung di ujung lain.

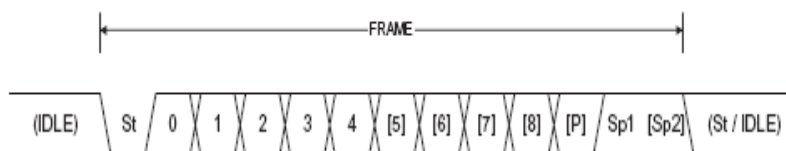
DTR : Kebalikan DSR, memberitahu atau menjawab modem bahwa UART siap berhubungan.

RI : Aktif jika modem mendeteksi bel telepon (*phone call*).

Berdasarkan formatnya, pengiriman data komunikasi serial dibedakan dalam dua bentuk yaitu : *synchronous transmission* dan *asynchronous transmission*.

Komunikasi bertipe *sinkron* merupakan sebuah tipe komunikasi serial yang selalu mengirimkan karakter atau penanda setiap selang waktu tertentu untuk menjaga sinkronisasi antara dua alat yang saling berkomunikasi. Bahkan ketika data tidak benar-benar dikirimkan, aliran karakter atau penanda tersebut harus tetap dikirimkan agar sinkronisasi tetap terjaga. Komunikasi *sinkron* memungkinkan untuk transfer data yang lebih cepat daripada komunikasi *asinkron* karena pada komunikasi *sinkron* tidak membutuhkan tambahan bit pada awal dan akhir untuk setiap karakter. Serial *port* pada IBM PC adalah *asinkron* karena itu komunikasi yang bisa dilakukan adalah komunikasi serial *asinkron*.

Komunikasi *asinkron* merupakan suatu komunikasi serial yang tidak membutuhkan *sinkronisasi* untuk melakukan komunikasi antara dua buah alat yang berkomunikasi. Tetapi komunikasi tersebut membutuhkan karakter *idle* yang harus dikirim atau diterima setiap pengiriman satu karakter. Untuk mengirimkan sebuah karakter dalam komunikasi *asinkron* pada awal dan akhir dari byte data harus ditambahkan *start* dan *stop* bit. *Start* bit menandakan bahwa data tersebut akan mulai dikirim sedangkan *stop* bit menandakan bahwa data tersebut telah berakhir. Pengiriman *start* dan *stop* bit ini akan menyebabkan komunikasi *asinkron* berjalan lebih lambat daripada komunikasi *sinkron*. Pada jalur komunikasi *asinkron* jika sedang *idle* ditandai dengan logika 1 (*mark*). Logika tersebut menunjukkan bahwa tidak ada data yang sedang dikirimkan. Ketika sebuah karakter akan dikirimkan maka *start* bit akan dikirimkan. *Start* bit berlogika 0 (*space*). Jika jalur berubah dari logika 1 menjadi logika 0 maka penerima bersiap-siap karena akan ada data yang diterima.



Gambar 2.2 Blok diagram max232
Sumber: Maxim, 2000: 17

2.1.2 RS-232

RS-232 merupakan salah satu jenis antarmuka (*interface*) dalam proses pengiriman data antar komputer dalam bentuk serial. RS-232 merupakan kependekan dari *Recommended Standart Number 232*. Antarmuka ini dibuat untuk *interface* antara peralatan terminal data dan peralatan komunikasi data, dengan menggunakan data biner serial sebagai data yang ditransmisikan. Serial *interface* RS-232 memberi ketentuan logika tegangan sebagai berikut :

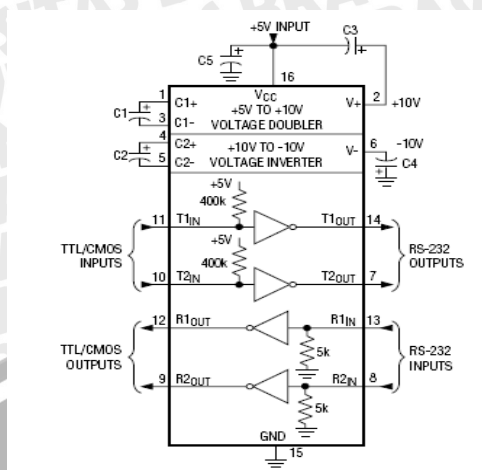
Logika 1 disebut “*mark*” merupakan tegangan antara -3 V hingga -15 V .

Logika 0 disebut “*space*” merupakan tegangan antara $+3\text{ V}$ hingga $+15\text{ V}$.

Daerah tegangan antara -3 V hingga $+3\text{ V}$ adalah *invaled level*, yaitu daerah tegangan yang tidak memiliki logika sehingga daerah itu harus dihindari. Suatu saluran data RS-232 yang memberi keadaan tegangan ini berarti ada kesalahan. Demikian pula pada saluran pada daerah lebih negatif dari -15 V daerah lebih positif dari $+15\text{ V}$. Komponen yang dipakai adalah IC MAX232. Agar IC tersebut berfungsi sebagai konverter maka ada beberapa komponen yang harus ditambahkan ke dalam IC tersebut. Tambahan tersebut berupa kapasitor sebesar $1\text{ }\mu\text{F}$.

Gambar 2.2. merupakan blok diagram IC MAX232. IC MAX232 memiliki empat bagian yaitu *dual charge pump*, konverter tegangan, RS-232 *driver* dan RS-232 *receiver*. *Dual charge pump* merubah tegangan masukan $+5\text{ V}$ menjadi $\pm 10\text{ V}$ (tak terbebani) pada RS-232 *driver*. Konverter pertama menggunakan kapasitor C1 untuk menggandakan tegangan $+5\text{ V}$ menjadi $+10\text{ V}$ di C3 pada keluaran V+. Konverter kedua menggunakan kapasitor C2 untuk membalik $+10\text{ V}$ menjadi -10 V di C4 pada keluaran V.

Keluaran dari RS-232 *driver* berayun dari $\pm 8\text{ V}$ ketika dibebani dengan $5\text{ k}\Omega$ (nominal) dengan V_{cc} sebesar 5 V . *Pull up* resistor yang tersambung dengan V_{cc} menyebabkan keluaran dari *driver* yang tidak digunakan pada kondisi rendah karena semua *driver* adalah terbalik. Spesifikasi dari EIA/TIA-232 E dan V.28 menentukan bahwa level tegangan yang lebih dari 3 V adalah berlogika 0. Jadi, semua *receiver* adalah terbalik. *Input Threshold* ditentukan pada $0,8\text{ V}$ dan $2,4\text{ V}$ sehingga keluaran dari *receiver* akan sesuai dengan level tegangan dari TTL.



Gambar 2.3 Komunikasi *asinkron*.

Sumber: Atmel, 2003: 147

2.2 Sistem Scada

Scada adalah suatu sistem pengendalian alat secara jarak jauh, dengan kemampuan memantau data-data dari alat yang dikendalikan. Scada merupakan bidang yang secara kontinyu selalu dikembangkan di seluruh bagian dunia pada berbagai tipe industri yang menghabiskan bertrilyun-trilyun rupiah.

Scada adalah singkatan dari ***Supervisory Control and Data Acquisition***.

Scada adalah sebuah sistem yang memungkinkan pengguna/operator untuk melakukan:

1. *Monitoring* (pengawasan)

Monitoring adalah proses mengawasi RTU (miniatur mesin) yang ditampilkan melalui HMI (*software* yang bisa menampilkan grafik data) pada MTU (PC)

2. *Controlling* (pengendalian)

Kontroling adalah proses pengendalian RTU (miniatur mesin) melalui HMI (*software* yang bisa menampilkan grafik data)

3. *Data Acquisition* (pengambilan dan perekaman data)

Akuisisi data adalah proses untuk mengumpulkan semua informasi dari RTU (miniatur mesin) ke Control Center, merubah data-data yang diterima menjadi data-data rekayasa serta menyimpannya sebagai real time database.

Scada digunakan untuk mengumpulkan informasi suatu jaringan dari sensor-sensor peralatan yang dikumpulkan menjadi suatu data/grafis sehingga memudahkan operator untuk mengevaluasi status suatu proses dan memutuskan

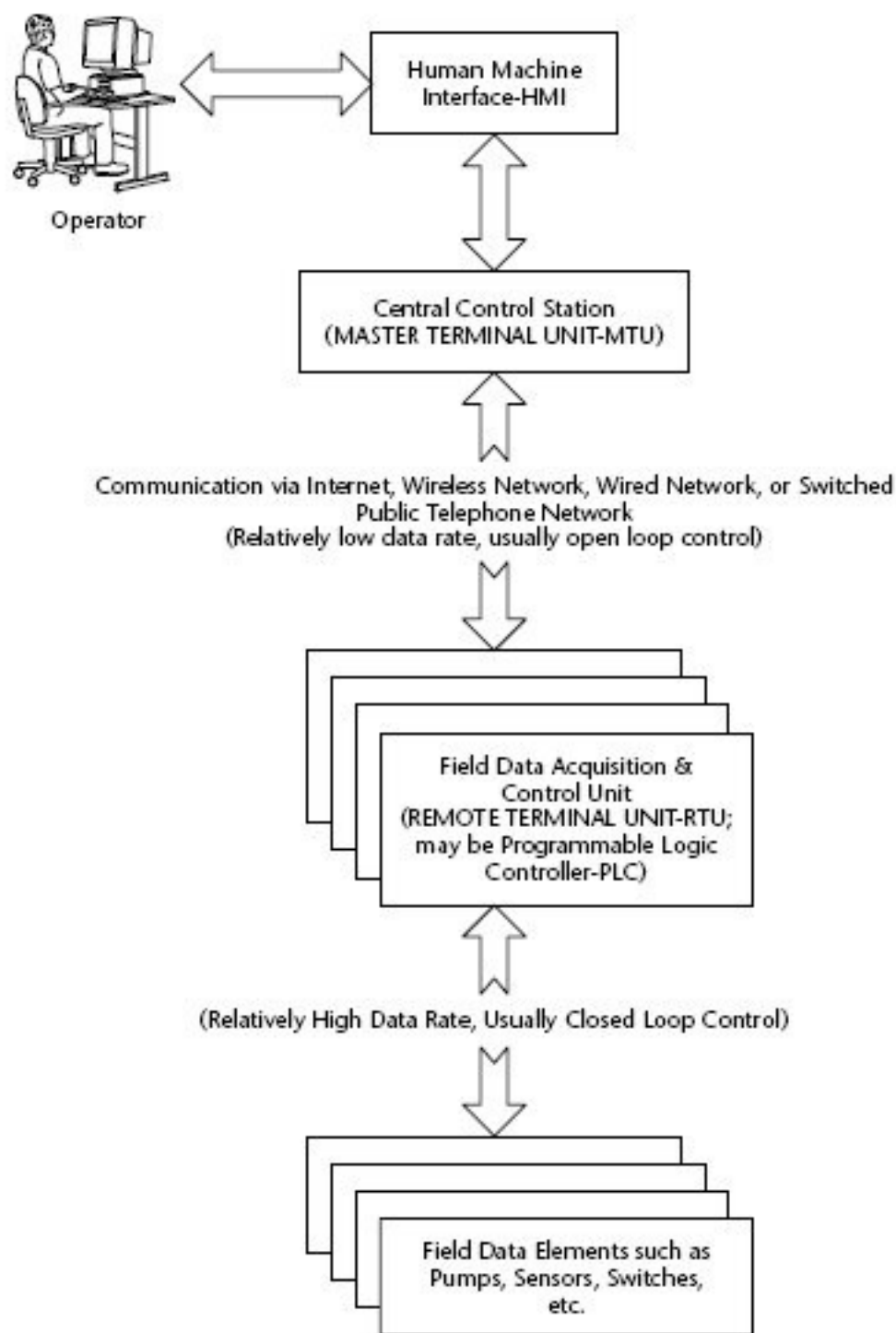
tindakan yang dilakukan dengan cara mengirim sinyal balik untuk mengendalikan peralatan yang merupakan bagian dari jaringan.

Secara umum sistem Scada dibagi atas beberapa elemen yakni :

1. Operator: Manusia yang menjadi operator, bertugas memonitor sistem Scada yang dapat melakukan kontrol terhadap fungsi-fungsi Scada
2. Human machine interface (HMI): interface Aplikasi pada Komputer yang akan menampilkan data (grafik, angka dst) kepada operator dan tersedia fungsi input kontrol sistem Scada.
3. Master terminal unit (MTU): Perangkat yang berfungsi sebagai Master pada arsitektur master/slave . MTU ini menampilkan data ke Operator melalui HMI, mengumpulkan data dari lokasi yang berjauhan dan mengirimkan sinyal kontrol ke remote site.
4. Communications: Metode komunikasi antar MTU dan remote controllers. Biasanya menggunakan internet, wireless, wired network atau bahkan PSTN.
5. Remote terminal unit (RTU): Perangkat PLC yang berfungsi sebagai slave pada arsitektur master/slave. Mengirimkan sinyal-sinyal kontrol ke perangkat yang akan dikendalikan, memperoleh data dari perangkat tersebut, kemudian mengirimkan data ke MTU. Komunikasi antara MTU dan RTU relative sangat tinggi.

Dari elemen-elemen di atas dapat dirangkai sebuah rangkaian yang biasa disebut dengan sistem Scada. Skema dari sistem Scada dapat dilihat pada gambar 2.4.

Skema dari elemen-elemen sistem Scada dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

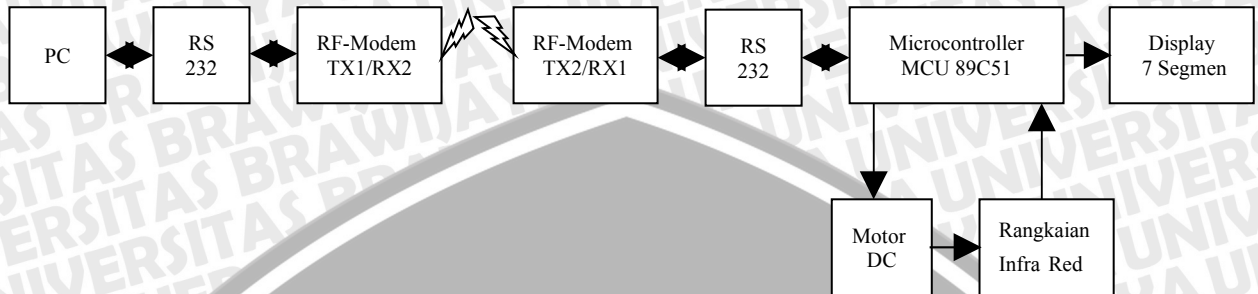


Gambar 2.4 Skema elemen-elemen sistem Scada
Sumber : www.juare97.wordpress.com/seputar-Scada

Human Machine Interface yang dipakai adalah borldlan delphi versi 7,
Master Terminal Unit yang digunakan berupa PC, metode komunikasi yang

digunakan adalah frekuensi radio, Remote Terminal Unit yang dipakai berupa mikrokontroler AT 89 s51 yang dihubungkan dengan miniatur konveyor.

Adapun blok diagram sistem keseluruhan sebagai berikut:

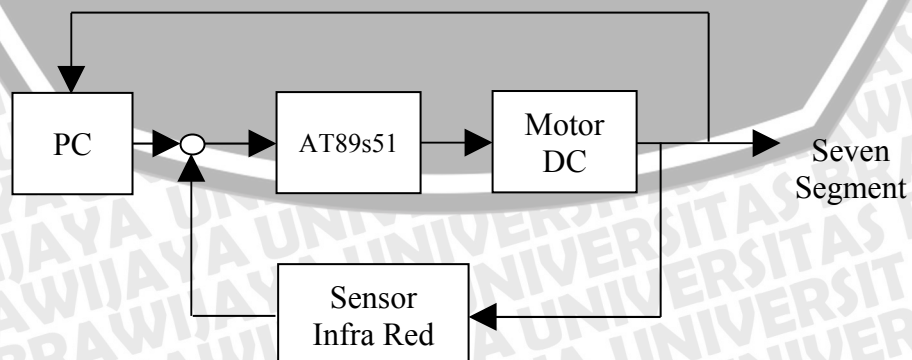


Gambar 2.5 Blok diagram keseluruhan sistem Scada
Sumber : Perencanaan

Pada sebuah PC yang telah disediakan *software* pengontrol mesin, yaitu Borland Delphi 7, saat tombol *Start* di tekan maka, secara otomatis data akan dibaca dan dikodekan oleh RF modem TX1/RX2 dan ditransmisikan lewat gelombang radio yang akan diterima oleh RF modem TX2/RX1 kemudian data akan dikirimkan ke MCU dan diterjemahkan untuk menggerakkan konveyor.

Pada saat simulasi, di atas konveyor akan diletakkan benda berupa kotak – kotak kecil yang akan dideteksi oleh *infrared* sebagai barang yang kemudian dihitung serta ditampilkan dalam *7 segment*, kemudian hasil hitungan akan dibaca oleh MCU dan ditransmisikan ke PC. *Software* yang ada di PC juga menampilkan jumlah barang yang telah melewati infra red. Ketika ditekan tombol *off* maka, semua proses pada miniatur mesin akan berhenti.

Dari blok diagram sistem keseluruhan di atas maka, dapat dibuat diagram kontrol sistem yang dapat dilihat pada gambar 2.6 sebagai berikut:



Gambar 2.6 Blok diagram kontrol sistem
Sumber : Perencanaan

Dari diagram kontrol di atas maka dapat dibuat persamaan berdasarkan perumusan, *Control Automatic*, Jilid 1 (Ogata) sebagai berikut:

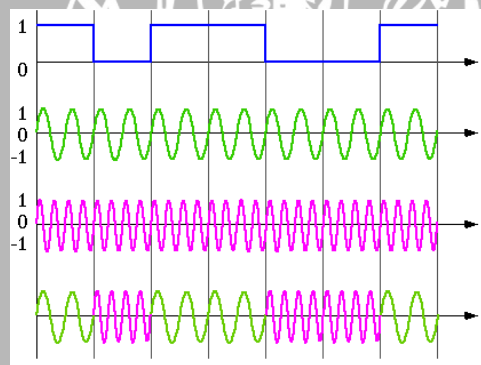
$$\frac{\text{seven segment}}{PC} = \frac{AT89s51 \times \text{Motor} \cdot DC}{1 + (AT89s51 \times \text{Motor} \cdot DC)}$$

Sehingga,

$$PC = \frac{\text{seven segment} \times (1 + (AT89s51 \times \text{Motor} \cdot DC))}{AT89s51 \times \text{Motor} \cdot DC}$$

2.3 FSK (*Frequency Shift Keying*)

Frequency Shift Keying (FSK) merupakan jenis modulasi digital yang relative sederhana. Sistem modulasi FSK dapat diartikan sebagai modulasi frekuensi dengan sinyal pemodulasi berupa data digital (pulsa biner) yang berubah pada dua kondisi level tegangan yaitu antara biner 1 dan 0, seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.7 Sinyal FSK
Sumber: www.zwei_25.co.uk

Dengan FSK biner frekuensi pembawa digeser atau didefasikan oleh input data biner. Output modulator adalah fungsi step pada kawasan frekuensi (*Frequency domain*).

Ekpresi yang umum untuk sebuah sinyal FSK biner adalah diperlihatkan pada persamaan berikut :

$$v(t) = V_c \cos \left[\left(\omega_c + \frac{fm(t)\Delta\omega}{2} \right) t \right] \quad (2.1)$$

dengan :

$v(t)$ = adalah bentuk gelombang FSK biner

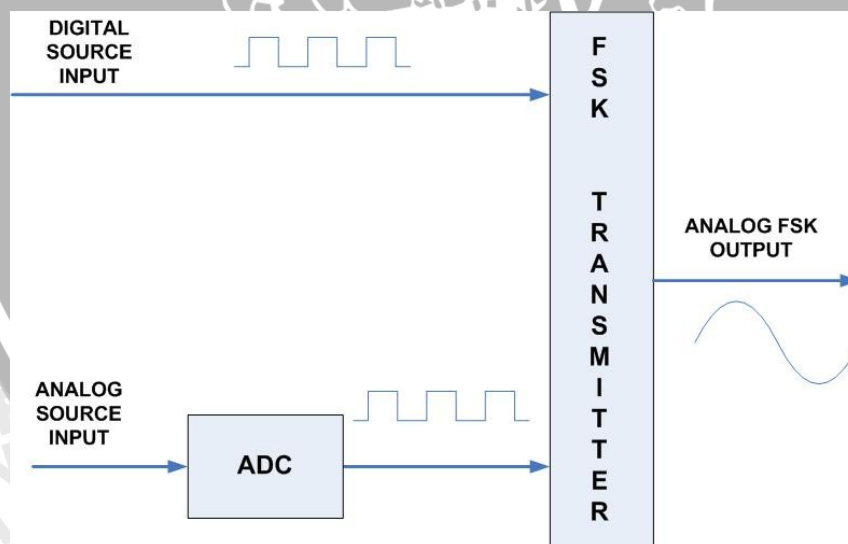
V_c = puncak amplitudo carrier tanpa termodulasi

ω_c = carrier frekuensi (dalam radian)

$f_m(t)$ = frekuensi sinyal digital biner pemodulasi

$\Delta\omega$ = beda sinyal pemodulasi (dalam radian)

Sinyal input biner berubah dari logik 0 ke logik 1, dan sebaliknya, output FSK bergeser antara dua frekuensi (*mark* untuk logika 1 dan *space* untuk logika 0). Pada FSK perubahan frekuensi output tiap waktu kondisi logik sinyal input biner berubah. Perubahan kecepatan (*rate*) output sama dengan perubahan kecepatan input. Dalam modulasi digital, perubahan kecepatan pada input modulator disebut bit rate dan mempunyai satuan *bit per second* (bps). Kecepatan perubahan pada output modulator disebut *baud rate* dan sama dengan penjumlahan waktu elemen satu sinyal output. Dalam FSK, kecepatan input dan output perubahan sama, demikian juga *bit rate* dan *baud rate*-nya sama, pemancar FSK seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.8 Blok diagram transmitter FSK

Sumber: www.zwei_25.co.uk

Gambar diatas menunjukkan modulator FSK. Modulator ini merupakan jenis pemancar FM dan sering menggunakan osilator pengendali tegangan (*Voltage Control Oscillator, VCO*). Dapat dilihat bahwa input rate cepat

perubahannya saat input biner adalah seri 1 dan 0 gelombang kotak, frekuensi fundamental dari gelombang kotak sama dengan $\frac{1}{2}$ bit rate. Oleh karena itu, bila frekuensi fundamental adalah input, frekuensi modulasi lebih tinggi pada modulator FSK sama dengan $\frac{1}{2}$ input bit rate.

Pemancar FSK hampir sama dengan modulasi frekuensi (FM) dan juga mempunyai prinsip kerja yang hampir sama. Secara umum sinyal termulasi dapat ditulis sebagai berikut:

$S(t) = A \cdot \cos(\omega_c t + \phi)$ dimana $\omega_c t$ atau ϕ diubah-ubah. Bila ϕ diubah oleh sinyal biner informasi maka akan menghasilkan apa yang disebut dengan phase shift keying (PSK). Sedangkan jika ϕ dijaga konstant dan $\omega_c t$ dimodulasi oleh sinyal biner informasi maka akan menghasilkan frequency shift keying (FSK).

Sinyal termulasi FSK dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_1(t) = A \cdot \cos \omega_1 t \quad \text{untuk binary 1}$$

$$S_0(t) = A \cdot \cos \omega_0 t \quad \text{untuk binary 0}$$

Sinyal FSK merupakan sinyal periodik yang frekuensi sesaat (f_i) dari sinyal tersebut dideviasikan dari harga rata-rata f_c oleh sinyal informasi $m(t)$

$$f_i = f_c + k_o \cdot m(t)$$

Bila $m(t)$ dinyatakan sebagai $V_m(t)$ maka $f_i = f_c + \Delta f_c$ dengan $\Delta f_c = k_o \cdot V_m(t)$ yang merupakan harga deviasi frekuensi. Apabila V_m berharga nol, maka nilai frekuensi sesaat sama dengan frekuensi pembawa.

Pada FSK terdapat dua keadaan yaitu saat f_0 dan f_1 sehingga dapat ditulis:

$$f_1 = f_c - \Delta f \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$f_0 = f_c + \Delta f \quad \dots\dots\dots(2)$$

Besar f_c dapat dinyatakan sebagai:

$$f_c = \frac{f_{mark} + f_{space}}{2}$$

Frekuensi angular sesaat ω_i dinyatakan sebagai $\omega_i \equiv \frac{d\theta}{dt}$, sehingga:

$$\frac{d\theta}{dt} = 2\pi f_c + 2\pi k_o V_m(t) \rightarrow d\theta = 2\pi f_c \cdot dt + 2\pi k_o \cdot V_m(t) \cdot dt$$

Dengan cara integrasi kedua sisi diperoleh $\theta(t) = 2\pi f_c t + \theta_0 + 2\pi k_o \int V_m(t) \cdot dt$

dimana θ_0 adalah fasa awal $t = 0$. Bila $V_m(t) = V \cdot \cos 2\pi f_m t$, diperoleh:

$$\theta(t) = 2\pi f_c t + \frac{k_o V}{f_m} \cdot \sin 2\pi f_m t \rightarrow \theta(t) = 2\pi f_c t + \frac{\Delta f_c}{f_m} \cdot \sin 2\pi f_m t$$

Jadi persamaan sinyal termodulasi FSK mengacu pada persamaan 1 dan 2 menjadi

$$S_1(t) = A \cdot \cos(2\pi f_c - m_f \cdot \sin 2\pi f_m t)$$

$$S_1(t) = A \cdot \cos(2\pi f_c + m_f \cdot \sin 2\pi f_m t)$$

Dimana $m_f = m_{FSK} = \frac{\Delta f_c}{f_m}$ adalah indeks modulasi FSK

Dengan:

m_{FSK} = indeks modulasi FSK

Δf_c = deviasi frekuensi

f_p = frekuensi spot (frekuensi fundamental)

Dalam sinyal biner, semua logic '1' mempunyai tegangan yang sama dan semua logic '0' juga mempunyai tegangan yang sama, oleh karena itu deviasi frekuensi adalah selalu konstant dan pada harga maksimumnya. Besarnya deviasi frekuensi puncak adalah setengah dari selisih antara frekuensi *mark* dan frekuensi *space*. Oleh karena itu, index modulasi dapat juga dinyatakan sebagai

$$m_{FSK} = \frac{\left| \frac{f_m - f_s}{2} \right|}{\frac{f_b}{2}} = \frac{|f_m - f_s|}{f_b}$$

Dengan:

$\left| \frac{f_m - f_s}{2} \right|$ = deviasi frekuensi puncak

f_b = laju bit masukan

$\frac{f_b}{2}$ = frekuensi *spot* atau frekuensi *fundamental* sinyal masukan

biner

Bandwidth dapat ditentukan melalui persamaan:

$$m_{FSK} = \frac{\Delta f}{B}$$

Dan B_T (Bandwidth transmisi) dapat dicari dari persamaan:

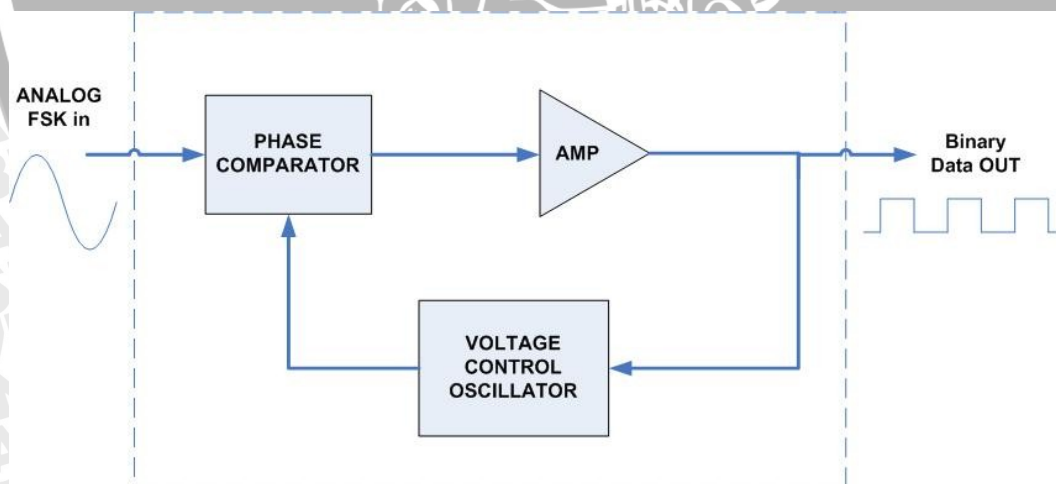
$$B_T = 2B(1 + m_{FSK})$$

Dengan FM konvensional, *bandwidth* berbanding langsung dengan index modulasi. Karena itu dalam FSK, index modulasi secara umum dijaga agar berada di bawah 1,0 sehingga menghasilkan keluaran spektrum FM yang relatif sempit (narrowband). Dari tabel fungsi Bessel, pada index modulasi sebesar 1,0 dibangkitkan tiga set frekuensi sisi utama. Jadi bandwidth minimum yang diperlukan untuk perambatan sinyal adalah tiga kali frekuensi fundamental laju bit masukannya. Tabel 2.2 menunjukkan tabel grafik fungsi Bessel dengan nilai index modulasi dan komponen sisi yang bersesuaian.

Tabel 2.2 Grafik fungsi Bessel
Sumber : Prinsip Dasar Elektronik : Hal 524

m_{FSK}	J_0	J_1	J_2	J_3	J_4
0,0	1,0				
0,25	0,98	0,12			
0,5	0,94	0,24	0,03		
1,0	0,77	0,44	0,11	0,02	
1,5	0,51	0,56	0,23	0,06	0,01
2,0	0,22	0,58	0,35	0,13	0,03

Pada umumnya rangkaian yang digunakan untuk demodulator FSK adalah *Phase Lock Loop*, seperti gambar berikut ini :



Gambar 2.9 Blok diagram receiver FSK
Sumber: www.zwei_25.co.uk

demodulator PLL FSK dapat diasumsikan dengan PLL FM. Masukan PLL bergeser antara frekuensi *mark* dan *space*, tegangan pada keluaran dari pembanding fasa (*phase comparator*) mengikuti pergeseran frekuensi. Karena

hanya dua masukan (*mark* dan *Space*), sehingga mempunyai dua tegangan kesalahan (*error voltage*).

2.3.1 Modulator FSK

Modulator FSK yang dipakai adalah XR-2206. IC ini merupakan sebuah IC *function generator* yang serbaguna yang mampu menghasilkan gelombang sinusoida, kotak, segitiga, ramp dan pulsa. Frekuensi operasi dapat dipilih dari frekuensi 0.01 Hz sampai lebih dari 100 MHz. IC ini cocok untuk pembangkit FM, AM maupun FSK. Blok diagram IC ini dapat dilihat dalam Gambar 2.10. Dengan keterangan masing-masing pin dalam Tabel 2.3. IC XR-2206 memiliki 4 buah blok antara lain: *voltage-controlled oscillator (VCO)*, *analog multiplier and sine-shaper*; 1 unit *gain buffer amplifier*; dan satu set *current switches*.

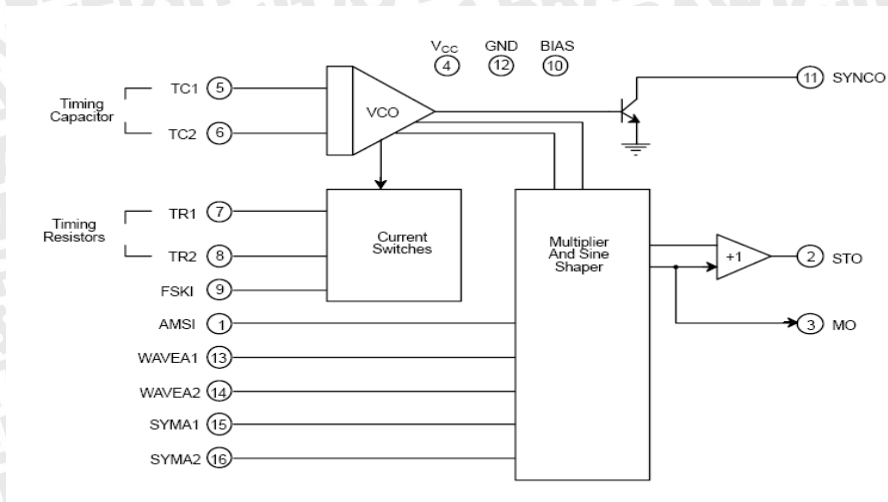
VCO berfungsi untuk menghasilkan frekuensi yang setara dengan perubahan arus masukan. Arus masukan ini diatur oleh sebuah resistor pada pin *timing* (pin 7 dan 8). IC ini bisa menghasilkan 2 buah frekuensi berbeda tergantung dari resistor pada pin mana yang dihubungkan dengan VCO. Pin kontrol yang berfungsi untuk memilih resistor mana yang tersambung dengan VCO adalah pin 9.

Agar XR-2206 dapat difungsikan sebagai modulator FSK maka ada aturan konfigurasi dan penambahan komponen luar yang perlu diterapkan untuk IC ini. Aturan konfigurasi dan nilai komponen tambahan dapat dilihat dalam Gambar 2.11. Untuk menghasilkan frekuensi f_1 dan f_2 dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$f_1 = \frac{1}{R_1 C} \quad (2-2)$$

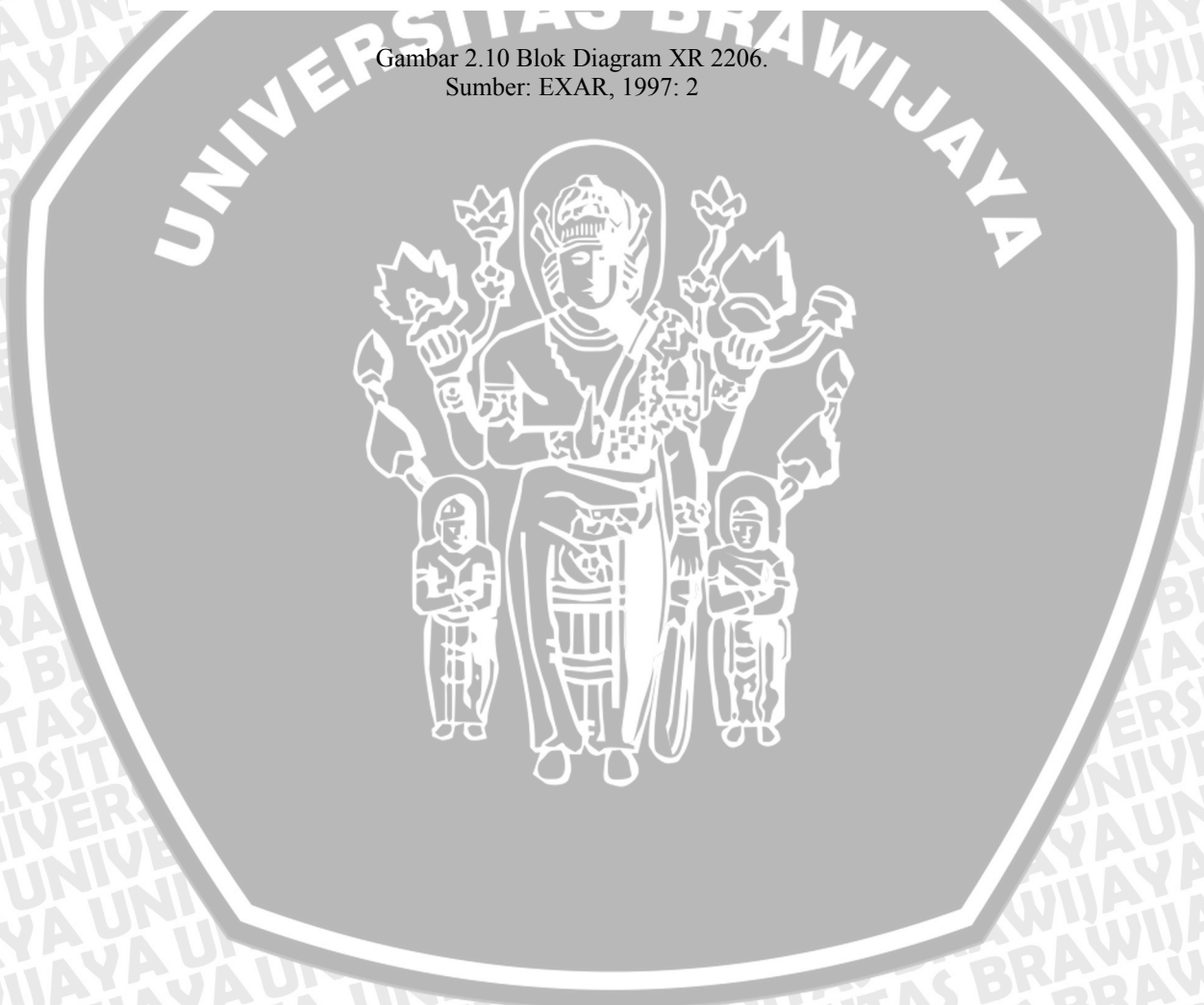
$$f_2 = \frac{1}{R_2 C} \quad (2-3)$$

Dengan R_1 adalah resistor yang harus terpasang pada pin 7, C adalah kapasitor yang harus terpasang pada pin 5 dan 6, dan R_2 adalah resistor yang harus terpasang pada pin 6. Untuk menghasilkan f_1 pada keluaran pin 2 adalah dengan memberikan tegangan lebih besar dari 2 V pada pin 9, sedangkan untuk menghasilkan f_2 pada keluaran pin 2 adalah dengan memberikan tegangan kurang dari 1 V.



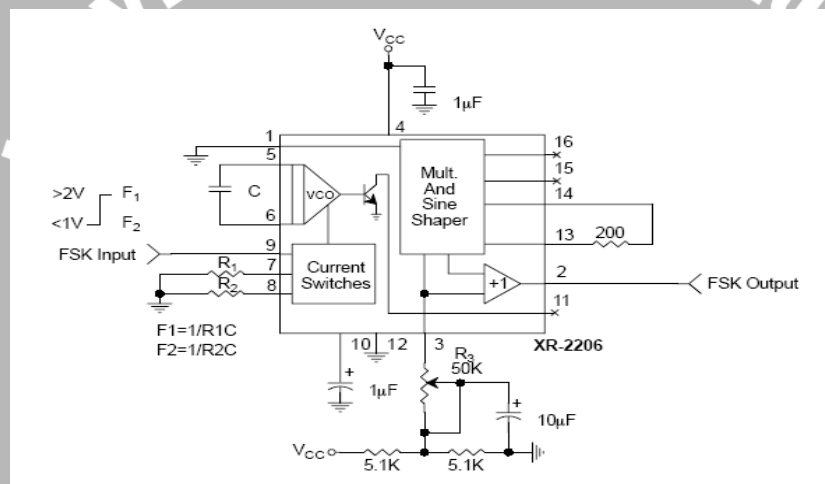
Gambar 2.10 Blok Diagram XR 2206.

Sumber: EXAR, 1997: 2



Tabel 2.3 Keterangan pin XR-2206
Sumber: EXAR, 1997: 3

Pin #	Symbol	Type	Description
1	AMSI	I	Amplitude Modulating Signal Input.
2	STO	O	Sine or Triangle Wave Output.
3	MO	O	Multiplier Output.
4	V _{CC}		Positive Power Supply.
5	TC1	I	Timing Capacitor Input.
6	TC2	I	Timing Capacitor Input.
7	TR1	O	Timing Resistor 1 Output.
8	TR2	O	Timing Resistor 2 Output.
9	FSKI	I	Frequency Shift Keying Input.
10	BIAS	O	Internal Voltage Reference.
11	SYNCO	O	Sync Output. This output is a open collector and needs a pull up resistor to V _{CC} .
12	GND		Ground pin.
13	WAVEA1	I	Wave Form Adjust Input 1.
14	WAVEA2	I	Wave Form Adjust Input 2.
15	SYMA1	I	Wave Symetry Adjust 1.
16	SYMA2	I	Wave Symetry Adjust 2.



Gambar 2.11 Pembangkit FSK sinusoida.
Sumber: EXAR, 1997: 9

2.3.2 Demodulator FSK

Rangkaian demodulator (*Frequency Shift Keying*) berfungsi mengubah sinyal FSK (*Frequency Shift Keying*) yang diterima menjadi data biner. Untuk mendemodulasikan sinyal FSK (*Frequency Shift Keying*) tersebut digunakan IC MT-8841. Spesifikasi yang dimiliki MT-8841 antara lain :

- 1) Demodulasi FSK 1200 baud berdasarkan BELL 202 dan CCITT v.23
- 2) Sensitivitas input tinggi : -36 dBm
- 3) Penguat gain internal
- 4) Mode penurun daya
- 5) Keluaran pendeteksi status carier

- 6) Power supply tunggal 5V
- 7) Teknologi CMOS berdaya rendah

IC ini digunakan untuk aplikasi pengiriman data serial, biner maupun asinkron yang bersifat half duplex dengan kecepatan mencapai 1200 baud, dimana biner 1 untuk frekuensi 1200 Hz dan biner 0 untuk frekuensi 2200 Hz.

2.4 Handy Talky

Handy talky adalah sebuah alat yang digunakan untuk komunikasi radio. Kelebihan penggunaan komunikasi radio adalah lebih menghemat biaya dan relatif lebih mudah karena tidak menggunakan kabel (wireless) untuk menghubungkan miniatur mesin ke pengontrolnya. Di sisi lain kekurangan jika menggunakan komunikasi radio antara lain: antara pemancar dan penerima tidak boleh terhalang-halangi karena hal ini bisa menyebabkan sinyal dari pemancar ke penerima tidak sampai, yang kedua cuaca harus baik karena cuaca yang buruk bisa merusak sinyal radio. Tetapi masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan *repeater*.

Handy talky ini biasa disebut secara singkat dengan istilah HT. HT merupakan sebuah alat komunikasi yang bentuknya mirip dengan telepon genggam, tetapi sifatnya searah. Karena searah, maka si pengirim pesan dan si penerima tidak bisa berbicara pada saat yang bersamaan. HT menggunakan gelombang radio frekuensi khusus, dan sering dipakai untuk komunikasi yang sifatnya sementara karena salurannya dapat diganti-ganti setiap saat.

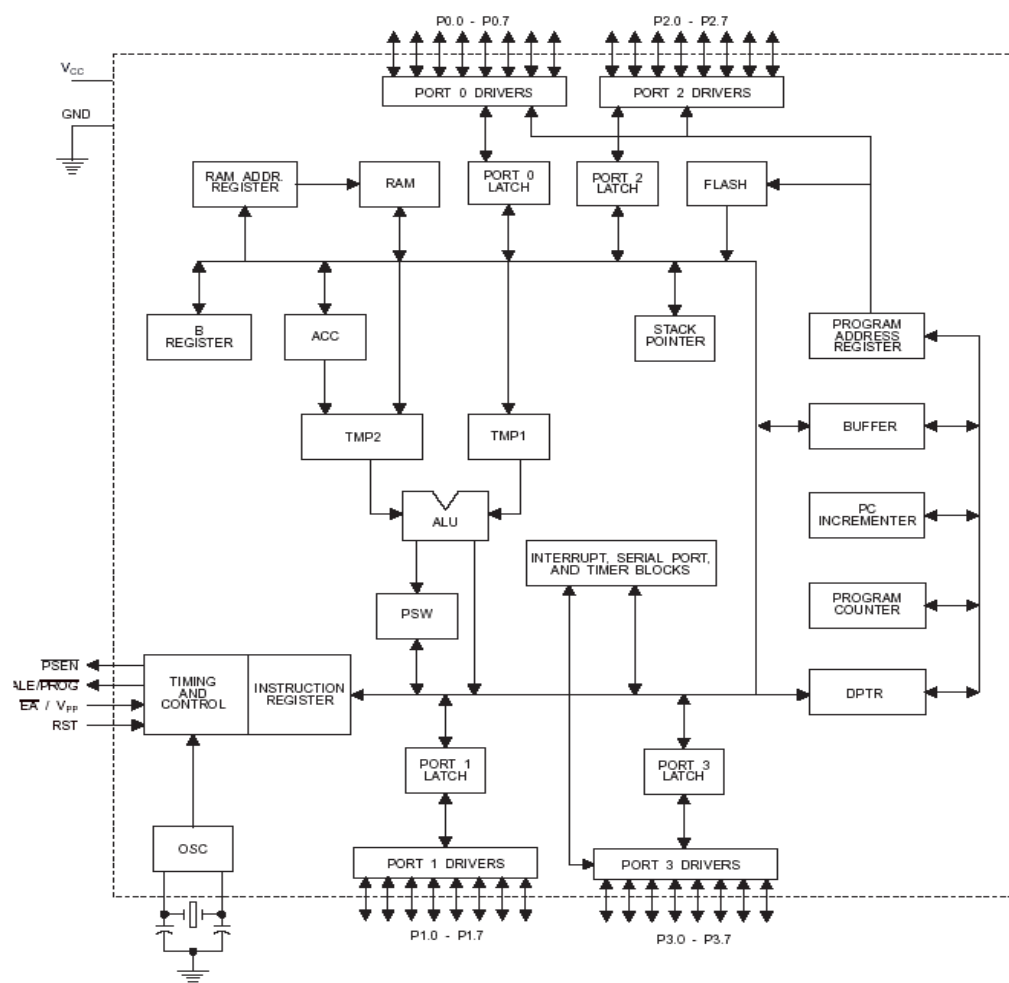
Pada dasarnya cara kerja HT sama dengan pemancar FM yang memiliki sinyal pembawa dan sinyal informasi, Frekuensi sinyal pembawa bisa diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan. Kelebihan dari HT, frekuensi sinyal kariernya bisa diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan. Agar komunikasi yang digunakan bebas dari campur tangan orang lain terlebih dahulu memesan frekuensi khusus ke badan yang mengurus pembagian frekuensi radio.

2.5 Mikrokontroler AT89s51

Mikrokontroler merupakan versi CHMOS (*complementary Metal Oxide Silicon*) dari 89s51 yaitu versi NMOS. NMOS merupakan kependekan dari *N-Channel Metal Oxide Silicon* dan kompatibel dengan MCS-51 mikrokomputer yang merupakan produksi dari ATMEL. Seri 89s51 terdiri dari beberapa jenis tingkat kecepatan mulai dari komersial, industri, otomotif atau militer.

Arsitektur dari MCU 89s51 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- ❖ 8 bit CPU (*Central Processing Unit*) dengan register A dan B
- ❖ 16 bit *program counter* (PC) dan *Data Pointer* (DPTR)
- ❖ 8 bit *program status word* (PSW)
- ❖ 8 bit *stack pointer* (SP)
- ❖ *Internal EPROM* dan *ROM* dari 0 sampai 4Kb
- ❖ 128 byte *Internal RAM*
 - 4 Register bank masing-masing 8 Register
 - 16 byte yang dapat dialamatkan pada *bit level*
 - 80 byte *memory general purpose*
- ❖ 32 pin *input/output* tersusun sebagai 4 port masing-masing 8 bit (P0 – P3)
- ❖ 2 x 16 bit timer (T0 dan T1)
- ❖ *Data Serial receiver / transmitter full duplex* yaitu SBUF
- ❖ *Control register* antara lain TCON, TMOD, SCON, PCON, IP, dan Ie
- ❖ 2 Eksternal dan 3 Internal sumber *interrupt*
- ❖ Rangkaian *osilator* dan *clock*



Gambar 2.12 Blok Diagram AT89s51.

Sumber : A.N.Paulus, Panduan Praktis Mikrokontroler AT89s51 :Hal 12

2.5.1 Organisasi Memori Mikrokontroler AT89s51

Mikrokontroler keluarga MCS 51 memiliki memori program dan memori data yang terpisah. Pemisahan dilakukan secara logika sehingga CPU dapat mengakses sampai 64 Kbyte memori program dan 64 Kbyte memori data. Lebar memori data internal adalah 8 bit dan 16 bit (register PC dan Register DPTR).

2.5.2 Memori Program

Memori program merupakan tempat penyimpanan data yang permanen. Memori program merupakan memori yang hanya dapat dibaca atau lebih dikenal dengan nama *Read Only Memory* (ROM). Data dalam ROM tidak akan terhapus

meskipun catu daya dimatikan (bersifat *non volatile*). Karena sifatnya yang demikian maka ROM hanya dapat digunakan untuk menyimpan program.

Ada beberapa tipe ROM, diantaranya :

- ❖ ROM (*Read Only Memory*)
Yaitu memori yang sudah diprogram oleh pabrik (ROM murni)
- ❖ PROM (*Programmable Read Only memory*)
Merupakan memori yang dapat diprogram oleh pemakai tetapi tidak dapat diprogram ulang.
- ❖ EPROM (*Erase Programmable Read Only Memory*)
Merupakan PROM yang dapat diprogram ulang. ROM ini terdapat pada mikrokontroler 8751, hal ini ditandai dengan adanya jendela kaca pada konstruksi IC 8751 yang digunakan untuk menghapus atau memperbaiki program yang sudah ada

2.5.3 Memori data

Memori data adalah tempat menyimpan data yang bersifat sementara dengan kata lain memori data bersifat *volatile*, yaitu data akan hilang bila tidak dicatu. Memori data lebih dikenal dengan nama RAM yaitu dapat dilakukan pembacaan dan penulisan data alamat yang tersedia.

Memori data MCS 51 mempunyai 128 Bytes *internal* ditambah sejumlah register fungsi khusus atau *Special Function Register* (SFR). (*Advanced Mikrodevidees*, 1988.1.6).

FF

SFR DIRECT ADDRESSING ONLY

DIRECT & INDERECT ADDRESSING

80

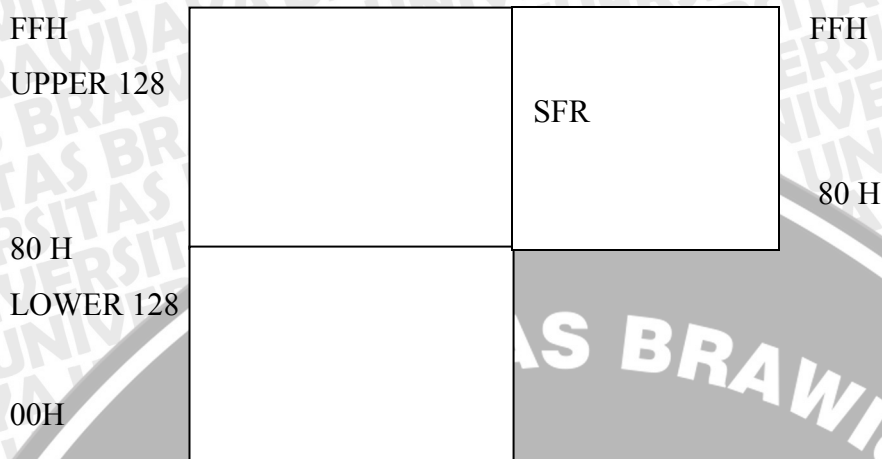
7F

00

Gambar 2.13 Memori Data MCS 51.

Sumber : A.N.Paulus, Panduan Praktis Mikrokontroler AT89s51 ; Hal 13

Pada mikrokontroler MCS 51, ruang memori data *internal* terbagi menjadi 3 blok yang disebut *lower* 128, *upper* 128 dan ruang SFR sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.14 Internal Memori.
Sumber : A.N.Paulus, Panduan Mikrokontroler AT89s51 ; Hal 14

Pada *lower* 128 lokasi memori terbagi menjadi 3 bagian yaitu :

1. Register bank 0-3
Lokasi bank register dimulai dari alamat 00H -1FH yang terdiri dari 32 bytes. Register bank ini terdiri dari 4 buah register 8 bit yang dapat dipilah melalui pengaturan *program status word* register.
2. Bit Addressing Area
Terdiri dari 16 bytes yang dimulai dari 20H-2FH. Masing-masing dari 128 bit lokasi ini dapat dialamati secara langsung yaitu dari 00H sampai 7FH.
3. Scratch Pad Area
Lokasi dari alamat 30H sampai 7FH atau sebanyak 80 bytes yang dapat digunakan sebagai alamat bagi RAM.

Pada 128 bytes atas (*Upper* 128) ditempati oleh register yang mempunyai fungsi khusus yang disebut dengan *Special Function Register* (SFR). Ruang dari register fungsi khusus ini adalah dari 80h sampai FFh. Berikut ini adalah contoh isi vector alamat pada FR

1. *Akumulator* (Acc) atau register A dan register B
Kedua operasi tersebut digunakan untuk perkalian dan pembagian.

2. *Program Status Word* Register ini meliputi bit-bit : CY (*carry*), AC (*auxillary Carry*), FO sebagai *flag*, RS0 dan RS1 untuk pemilihan register bank, OV (*Over Flow*) dan *Parity Flag*.

3. *Stack Pointer (IP)*

SP merupakan register yang digunakan untuk penunjuk alamat. Register ini berguna apabila digunakan sebagai *routine* dalam program utama.

4. *Data Pointer High (DPH)* dan *Data Pointer Low (DPL)*

DPTR adalah register yang digunakan untuk pengalamatan tidak langsung. Register ini digunakan untuk mengakses memori program, baik internal maupun eksternal. DPTR dikontrol oleh 2 buah register 8 bit yaitu DPH dan DPL.

5. *Port 0, Port 1, Port 2, Port 3*

Pada keluarga 8051 masing-masing *port* dapat dialamati baik secara *byte* atau bit. Masing-masing port merupakan *port bidirectional (input/output)*:

- *Port 0* digunakan sebagai I/O dari mikrokontroler
- *Port 1* digunakan sebagai I/O dari mikrokontroler
- *Port 2* digunakan sebagai I/O dari mikrokontroler
- *Port 3* digunakan sebagai I/O dari mikrokontroler

6. *Register Prioritas Interupt (Interupt Priority Register/IP)*

Merupakan register yang berisi bit-bit untuk mengaktifkan prioritas dari suatu *Interpt* yang ada pada mikrokontroller pada taraf yang diinginkan.

7. *Interp Enable Register*

Merupakan register yang berisi bit-bit untuk menghidupkan atau mematikan sumber-sumber interupt.

8. *Timer/Counter Cotrol Register*

TCON merupakan register yang berisi bit-bit memulai atau menghentikan pencacah atau pewaktu.

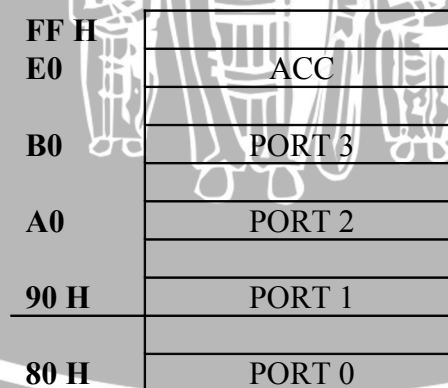
9. *Serial Control Buffer (SBUF)*

Register ini digunakan untuk menampung data dari masukan (SBUF in) atau (SBUF out) dari serial port.

Tabel 2.4 Pembagian Alamat Pada SFR.
Sumber, Mikrokontroler Elex Media Komputindo, 2002

SIMBOL	NAMA	ALAMAT
ACC	ACCUMULATOR	0E0h
B	B REGISTER	0F0h
PSW	PROGRAM STATUS WORD	0D0h
SP	STACK POINTER	81h
DPTR	DATA POINTER 2 BYTES	
DPL	LOW BYTE	82h
DPH	HIGH BYTE	83h
P0	PORT 0	80h
P1	PORT 1	90h
P2	PORT 2	0A0h
P3	PORT 3	0B0h
IP	INTERUPT PRIORITY CONTROL	0B8h
IE	INTERUPT ENABLE CONTROL	ABh
TMOD	T/C MODE CONTROL	89h
TCON	T/C CONTROL	88h
TH0	T/C 0 HIGH CONTROL	8Ch
TL0	T/C 0 LOW CONTROL	8Ah
TH1	T/C 1 HIGH CONTROL	8Dh
TL1	T/C 1 LOW CONTROL	8Bh
SCON	SERIAL CONTROL	98h
SBUF	SERIAL BUFFER	99h
PCON	POWER CONTROL	87h

Adapun diagram blok dari SFR adalah sebagai berikut :



Gambar 2.15 Ruang Special Function Register.
Sumber : A.N.Paulus, Panduan Praktis Mikrokontroler AT89s51 ; Hal 26

2.5.4 Konfigurasi Kaki-Kaki Mikrokontroler AT89s51.

Berikut ini adalah fisik dan konfigurasi dari kaki-kaki MCU AT89s51

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

Gambar 2.16 Gambar Fisik MCU AT89s51.
Sumber : Data Sheet IC MCU AT89s51 ; Hal 2

Fungsi dari tiap-tiap pin sebagai berikut :

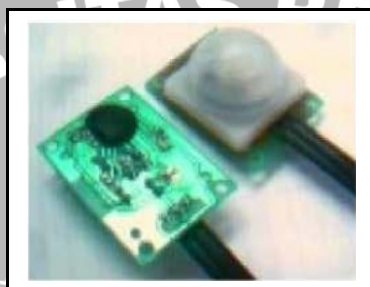
- ❖ VSS
- ❖ Dihubungkan dengan ground rangkaian
- ❖ VCC
- ❖ Dihubungkan dengan sumber tegangan +5V
- ❖ Port 0 (P0.0 – P0.7)
- ❖ Port 0 merupakan port I/O 8 bit dua arah. Port ini digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah dan bus data selama pengaksesan ke memori luar.
- ❖ Port 1 (P1.0 – P1.7)
- ❖ Port 1 dapat berfungsi sebagai input maupun output dan bekerja baik untuk operasi bit maupun byte, tergantung dari pengaturan *software*.
- ❖ Port 2 (P2.0 – P2.7)
- ❖ Port 2 dapat digunakan sebagai alamat BUS baik BUS byte tinggi selama adanya akses ke memori program atau memori data luar.
- ❖ Port 3 (P3.0 – P3.7)
- ❖ Port ini selain mempunyai fungsi sebagai I/O juga mempunyai fungsi khusus sebagai berikut :

- RD : sinyal pembacaan memori dari luar
- WR : sinyal penulisan memori dari luar
- T1 : masukan dari pewaktu/pencacah 1
- T0 : masukan dari pewaktu/pencacah 0
- INT1 : masukan interrupt 1
- INT0 : masukan interrupt 0
- TXD : keluaran pengiriman data untuk serial port (*asynchronous*) atau sebagai keluaran clock (*synchronous*).
- RXD : masukan data serial atau sebagai keluaran data.
- RST/VPD : merupakan pin input yang aktif jika pin aktif tinggi selama dua siklus mesin maka ketika osilator bekerja akan mereset peralatan.
- ALE (*Address Latch Enable*), pin ALE (aktif tinggi) mengeluarkan pulsa output untuk *latch* satu byte alamat rendah selama mengakses ke memori eksternal. ALE dapat mengendalikan 8 beban TTL. Pada operasi normal, ALE dikeluarkan pada suatu kecepatan yang konstan yaitu $1/6$ dari frekuensi osilator dan dapat digunakan untuk *timing* eksternal atau untuk tujuan membuat *clock*.
- PSEN (*Program Strobe Enable*). Pin ini aktif rendah yang merupakan *strobe* pembacaan ke program memori eksternal.
- XTAL, pin XTAL 1 merupakan pin input ke penguat osilator pembalik dan pin XTAL 2 merupakan output dari penguat osilator pembalik.

EA/VPP (*Eksternal Access/Programming Supply Voltage*), pin EA di VC agar 89s51 dapat mengakses kode mesin dari program memori.

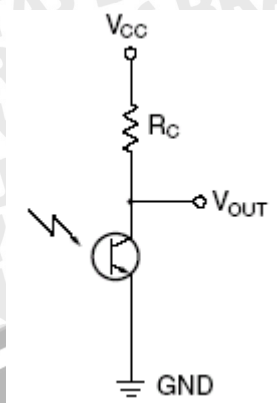
2.6 Sensor *Infrared*

Sensor infrared pada aplikasinya digunakan sebagai detector ada atau tidaknya dari suatu barang yang akan dideteksi, sebab prinsip kerja dari suatu infrared ini, pada penerima akan menghasilkan resistansi yang berubah ketika cahaya yang diterima terhalang atau tidak dan hal inilah yang menyebabkan infrared difungsikan sebagai suatu detector, dimana sensor infrared modul ini terdiri dari *Led infrared* dan *Phototransistor*, adapun bentuk gambar sensor infrared seperti tertera dibawah ini :



Gambar 2.17 Sensor Infrared.
Sumber www.digi-ware.com

Di dalam www.fairchildsemi.com, rangkaian penguat *comon emitter* dengan menggunakan *phototransistor* (seperti gambar 14) akan menghasilkan *output* dari transisi rendah ke transisi tinggi ketika *phototransistor* tersebut mendeteksi cahaya pada *range infrared*, panjang *range* cahaya dari *infrared* berkisar antara 700 nm (nano meter) sampai 1100 nm. *Output* dihasilkan dengan menghubungkan resistor antara tegangan *supply* dengan pin kolektor dari komponen. Tegangan *output* membaca terminal dari kolektor. Ini disebut rangkaian penguat karena arus yang dihasilkan oleh komponen ketika cahaya dideteksi sangat kecil. Namun *phototransistor* mempunyai penguat sendiri di dalamnya.



Gambar 2.18 Rangkaian penguat *common emitter*.
Sumber : www.fairchildsemi.com

Pada rangkaian diatas *phototransistor* dapat digunakan dalam dua mode, mode *aktif* dan mode *switch*. Operasi dalam *aktif mode* berarti bahwa *phototransistor* menghasilkan respon yang tepat untuk menerima cahaya sampai diatas *level* cahaya yang memungkinkan. Ketika cahaya melewati batas *levelnya*, *phototransistor* akan saturasi dan *outputnya* tidak akan bertambah walaupun *level* cahayanya bertambah. Mode ini berguna dalam aplikasi yang dibutuhkan untuk mendeteksi dua *level* dari *input* untuk dibandingkan. Operasi dalam mode *switch* berarti bahwa *phototransistor* akan berkondisi off (*cutt off*) atau on (saturasi) pada saat *merespon* cahaya. Mode ini berguna ketika output digital dibutuhkan untuk mendeteksi obyek atau *encoder sensing*. Dengan mengatur resistor beban pada rangkaian diatas, maka kita dapat memilih mode yang diinginkan. Nilai yang benar untuk resistor beban dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Mode aktif : } V_{cc} > R_I \times I_{cc} \quad (2.5)$$

$$\text{Mode switch : } V_{cc} < R_I \times I_{cc} \quad (2.6)$$

Nilai tipikal untuk R_I adalah 5 K Ω atau lebih besar untuk *phototransistor* yang dioperasikan pada mode *switch*. Pada mode ini untuk level tegangan *output high* seharusnya hampir sama dengan V_{cc} , dan untuk tagangn *output level low* adalah kurang dari 0,8 V. *Phototransistor* yang dipakai adalah jenis *phototransistor* SFH 300 dan dioperasikan dalam mode *switch*.

Semua sensor yang digunakan adalah rangkaian sensor yang menggunakan fototransistor. Dengan rangkaian seperti di bawah menurut hukum kircoff II

adalah jumlah aljabar semua tegangan pada suatu lintasan tertutup dalam suatu rangkaian adalah sama dengan jumlah tegangan jatuh pada masing-masing tahanan (Budiono Mismail, 1995:83), atau dapat ditulis dengan rumus

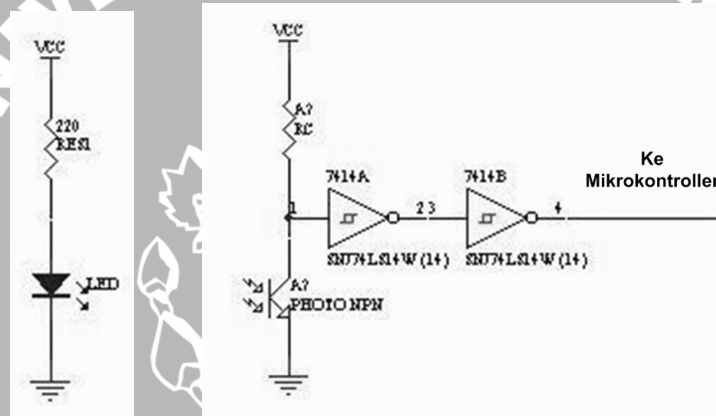
$$\bullet \quad V_{cc} = V_{R1} + V_{led} \quad (2.7)$$

$$\bullet \quad V_{R1} = V_{cc} - V_{led} \quad (2.8)$$

$$R1 \cdot I_F = V_{cc} - V_{led} \quad (2.9)$$

$$R1^{(3)} = \frac{(V_{cc} - V_{led})}{I_F} \quad (2.10)$$

$$V_{cc} = I_{led} \cdot R \quad (2.11)$$



Gambar 2.19 Rangkaian Sensor.
Sumber : Perencanaan