- 30 buah di Bali dan Nusa Tenggara
- 16 buah di Maluku
- 18 buah di Sulawesi

Gunung berapi terdapat dalam beberapa bentuk sepanjang masa hidupnya. Gunung berapi yang aktif mungkin berubah menjadi separuh aktif, istirahat, sebelum akhirnya menjadi tidak aktif atau mati. Bagaimanapun gunung berapi mampu istirahat dalam waktu 610 tahun sebelum berubah menjadi aktif kembali. Oleh itu, sulit untuk menentukan keadaan sebenarnya daripada suatu gunung berapi itu, apakah gunung berapi itu berada dalam keadaan istirahat atau telah mati. Apabila gunung berapi meletus, magma yang terkandung di dalam kamar magma di bawah gunung berapi meletus keluar sebagai lahar atau lava. Selain aliran lava, kehancuran oleh gunung berapi disebabkan melalui berbagai cara seperti berikut:

- Aliran lava.
- Letusan gunung berapi.
- Aliran lumpur.
- Abu.
- Kebakaran hutan.
- Gas beracun.
- Gelombang tsunami.
- Gempa bumi.

Di bawah ini adalah tingkatan status aktifitas untuk gunung berapi serta makna dari tiap status tersebut :

Tabel 2.1 Tingkat Isyarat Gunung Berapi di Indonesia

Status	Makna
AWAS	• Menandakan gunung berapi yang segera atau sedang meletus atau ada keadaan kritis yang menimbulkan bencana • Letusan awal dimulai dengan abu dan asap • Letusan berpeluang terjadi dalam waktu 24 jam
SIAGA	• Menandakan gunung berapi yang sedang bergerak ke arah letusan atau menimbulkan bencana • Peningkatan intensif kegiatan seismik • Semua data menunjukkan bahwa aktivitas dapat segera berlanjut ke letusan atau menuju pada keadaan yang dapat menimbulkan bencana
WASPADA	• Terdapat kenaikan aktivitas di atas level normal • Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya • Sedikit perubahan aktivitas yang diakibatkan oleh aktivitas magma, tektonik dan hidrotermal
NORMAL	• Tidak ada gejala aktivitas tekanan magma • Level aktivitas dasar

Tak seperti gempa yang tak bisa diprediksi kehadirannya, bencana gunung berapi meletus sebenarnya lebih dapat dipantau dan diprediksi. Setiap gunung berapi memiliki pos pemantauan yang bertugas memantau aktivitas gunung berapi

secara fisik dan kimiawi. Dari pantauan ini pula status gunung berapi bisa ditentukan, waspada, siaga, dan awas. Selain hasil pantauan seismik di pos-pos pemantau gunung berapi, beberapa tanda gunung berapi meletus dapat dipantau oleh mata awam, misalnya:

- Suhu di sekitar kawah naik (normalnya rata-rata berkisar antara 10^0C-40^0C).
- Mata air menjadi kering.
- Frekuensi getaran yang meningkat.
- Tumbuhan di sekitar gunung layu.
- Binatang di sekitar gunung bermigrasi.

Selain itu tanda-tanda gunung api meletus juga dapat disertai dengan keluarnya gas vulkanik dari dalam kawah antara lain gas *Karbonmonoksida* (*CO*), *Karbondioksida* (*CO*2), *Hidrogen Sulfida* (*H2S*), *Sulfurdioksida* (*SO2*), dan *Nitrogen* (*NO2*) yang dapat membahayakan manusia. Dengan mengetahui tanda-tanda tersebut maka para pemantau gunung berapi dapat memberitahukan kepada masyarakat atau para wisatawan agar tidak mendekati gunung tersebut sehingga tidak menimbulkan korban.

2.2 *Telemetri*

Telemetri berasal dari akar bahasa Yunani yaitu *tele* = jarak jauh, dan *metron* = pengukuran, jadi *telemetri* adalah sistem pengukuran jarak jauh dari parameter suatu obyek (benda, ruang, kondisi alam), yang hasil pengukurannya di kirimkan ke tempat lain melalui proses pengiriman data baik dengan menggunakan kabel maupun tanpa menggunakan kabel (*wireless*), selanjutnya

data tersebut dapat dimanfaatkan langsung atau perlu dianalisa. Jadi pada dasarnya sistem telemetri ini dapat membantu pekerjaan manusia untuk memantau atau mengumpulkan data dari tempat yang jauh atau sulit dijangkau tanpa bersusah payah datang ke lokasi. Dengan sistem telemetri ini kita hanya perlu membawa alat ukur dari sistem telemetri ini tanpa perlu membawa perangkat pengolah datanya. Secara umum sistem *telemetri* terdiri atas enam bagian pendukung yaitu objek ukur, sensor, pemancar, saluran transmisi, penerima dan tampilan/display. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam telemetri adalah teknik modulasi dan saluran transmisi.

Modulasi merupakan proses konversi sinyal informasi menjadi suatu gelombang sinus, atau penumpangan suatu sinyal (sinyal informasi) ke sinyal pembawa (*carrier*). Ada beberapa macam teknik modulasi yang biasa digunakan, tergantung pada parameter yang dimodulasi. Saluran transmisi adalah alat (*device*) yang dipakai untuk menghubungkan antara sumber data dan penerima data (penampil). Pada bagian ini komponen berhubungan langsung dengan media transmisinya, komponen yang dipakai adalah *modem* (*modulator/demodulator*). Komponen yang digunakan sebagai pengirim data adalah modulator digital FSK yang memodulasi data yang berasal dari sensor untuk kemudian dikirimkan ke pemancar FM. Data yang telah dipancarkan lalu dikirimkan ke penerima FM untuk kemudian dimodulasi kembali oleh demodulator FSK. Setelah itu data yang berupa tegangan TTL (*Transistor Transistor Logic*) masuk ke dalam rangkaian pengolah data yang kemudian mengubahnya ke level tegangan *RS232* untuk komunikasi serial komputer. Rangkaian ini kemudian dihubungkan secara seri melalui *serial port* (COM) menggunakan DB9 dengan komputer. Komputer disini

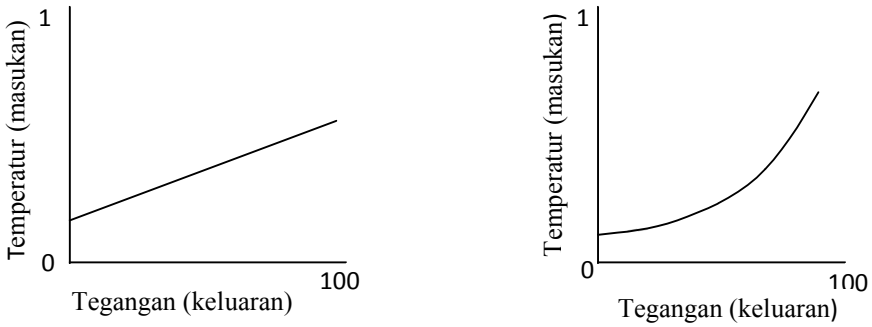
adalah sebagai penampil data untuk keperluan analisa atau dapat diolah untuk keperluan lebih lanjut.

2.3 Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mendeteksi ataupun mengukur ukuran dari sebuah obyek penelitian, yaitu dengan mengubah besaran fisik atau kimia menjadi suatu sinyal listrik. Sensor umumnya dikategorikan menurut obyek yang diukur dan memiliki peranan penting, baik dalam sebuah proses monitoring maupun proses pengendalian modern.

Dalam memilih peralatan sensor yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor berikut ini :

a. Linearitas



(a) Tanggapan linier (b) Tanggapan non linier

Gambar 2.1. Keluaran dari Sensor Panas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinyu sebagai tanggapan terhadap masukan yang berubah secara kontinyu. Sebagai contoh, sebuah sensor panas dapat menghasilkan tegangan sesuai dengan panas yang dirasakannya. Dalam kasus seperti ini, biasanya dapat

diketahui secara tepat bagaimana perubahan keluaran dibandingkan dengan masukannya berupa sebuah grafik. Gambar 2.1 memperlihatkan hubungan dari dua buah sensor panas yang berbeda. Garis lurus pada gambar 2.1(a). memperlihatkan tanggapan linier, sedangkan pada gambar 2.1(b). adalah tanggapan non-linier.

b. Sensitivitas

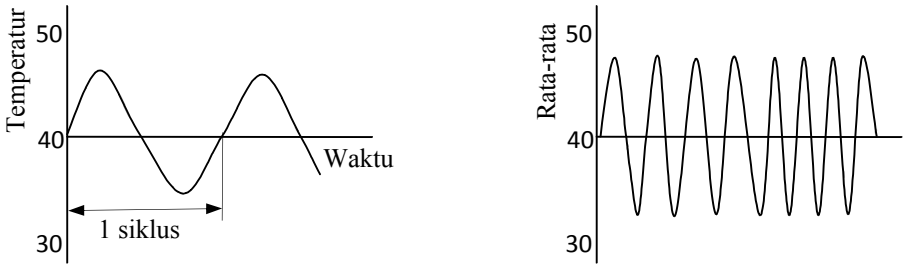
Sensitivitas akan menunjukan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas sering juga dinyatakan dengan bilangan yang menunjukan "perubahan keluaran dibandingkan unit perubahan masukan". Beberepa sensor panas dapat memiliki kepekaan yang dinyatakan dengan "satu volt per derajat", yang berarti perubahan satu derajat pada masukan akan menghasilkan perubahan satu volt pada keluarannya. Sensor panas lainnya dapat saja memiliki kepekaan "dua volt per derajat", yang berarti memiliki kepekaan dua kali dari sensor yang pertama. Linieritas sensor juga mempengaruhi sensitivitas dari sensor. Apabila tanggapannya linier, maka sensitivitasnya juga akan sama untuk jangkauan pengukuran keseluruhan. Sensor dengan tanggapan pada gambar 2.1(b) akan lebih peka pada temperatur yang tinggi dari pada temperatur yang rendah.

c. Tanggapan Waktu

Tanggapan waktu pada sensor menunjukan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan. Sebagai contoh, instrumen dengan tanggapan frekuensi yang jelek adalah sebuah termometer merkuri. Masukannya adalah temperatur dan keluarannya adalah posisi merkuri. Misalkan perubahan

temperatur terjadi sedikit demi sedikit dan kontinyu terhadap waktu, seperti tampak pada gambar 2.2(a).

Frekuensi adalah jumlah siklus dalam satu detik dan diberikan dalam satuan hertz (Hz).{ 1 hertz berarti 1 siklus per detik, 1 kilohertz berarti 1000 siklus per detik}. Pada frekuensi rendah, yaitu pada saat temperatur berubah secara lambat, termometer akan mengikuti perubahan tersebut dengan "setia". Tetapi apabila perubahan temperatur sangat cepat lihat gambar 2.2(b) maka tidak diharapkan akan melihat perubahan besar pada termometer merkuri, karena ia bersifat lamban dan hanya akan menunjukan temperatur rata-rata.



(a) Perubahan lambat (b) Perubahan cepat

Gambar 2.2 Temperatur Berubah Secara Kontinyu

Ada bermacam cara untuk menyatakan tanggapan frekuensi sebuah sensor. Misalnya "satu milivolt pada 500 hertz". Tanggapan frekuensi dapat pula dinyatakan dengan "*decibel* (db)", yaitu untuk membandingkan daya keluaran pada frekuensi tertentu dengan daya keluaran pada frekuensi referensi.

Klasifikasi Sensor

Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokan menjadi 3 bagian yaitu:

a. Sensor thermal (panas)

Sensor thermal adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas/temperature/suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu, Contohnya; *bimetal, termistor, termokopel, RTD, photo transistor, photo dioda, photo multiplier, photovoltaik, infrared pyrometer, hygrometer,* dsb.

b. Sensor mekanis

Sensor mekanis adalah sensor yang mendeteksi perubahan gerak mekanis, seperti perpindahan atau pergeseran atau posisi, gerak lurus dan melingkar, tekanan, aliran, level dsb, Contoh; *strain gage*, *linear variable deferential transformer* (*LVDT*), *proximity*, *potensiometer, load cell, bourdon tube,* dsb.

c. Sensor optik (cahaya)

Sensor optik atau cahaya adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengernai benda atau ruangan, Contoh; *photo cell, photo transistor, photo diode, photo voltaic, photo multiplier, pyrometer optic,* dsb.

2.4 Penguat Operasional (Op-Amp)

Penguat operasional (*op-amp*) merupakan kumpulan puluhan transistor dan resistor dalam bentuk satu chip IC. *Op-Amp* merupakan komponen aktif linear yang merupakan penguat gandeng langsung (*direct coupling*), dengan penguatan terbuka (*open gain*) yang sangat besar dan dapat dipakai untuk

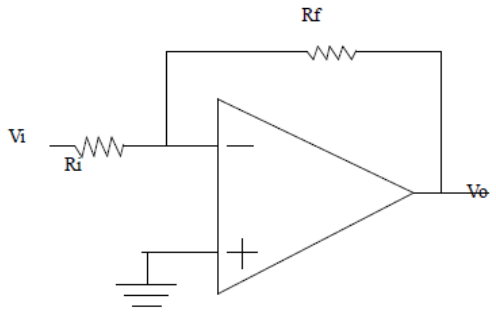
menjumlahkan, mengalikan, membagi, mendiferensialkan, serta mengintegralkan tegangan listrik. IC Op-Amp sering dipakai untuk perhitungan-perhitungan analog, instrumentasi, maupun berbagai macam aplikasi kontrol.

2.4.1 Penguat *Inverting*

Pada *inverting amplifier* ini, input dengan outputnya berlawanan polaritas. Jadi ada tanda minus pada rumus penguatannya.

Penguatan *inverting amplifier* adalah bisa lebih kecil nilai besaran dari 1, misalnya -0.2 , -0.5 , -0.7 , dst dan selalu negatif. Rumusnya :

= —. …….(2.1)



Gambar 2.3 Rangkaian I*nverting Amplifier*

2.4.2 Penguat *Non-Inverting*

Rangkaian *non-inverting* ini hampir sama dengan rangkaian *inverting* hanya perbedaannya adalah terletak pada tegangan inputnya dari masukan *non-inverting*.

Rumusnya seperti berikut :

= —— …….(2.2)

Sehingga persamaannya menjadi :

$$= — + 1 \quad . \quad \ldots\ldots\ldots\

Selektor pada MUX akan memilih saklar yang akan dihubungkan. Jumlah masukan selektor adalah ‘n’ yang dapat menyeleksi ‘2n’ saluran masukan. Contoh: Sebuah MUX 4 ke 1 akan memiliki dua buah Selektor, yaitu S1 dan S2. Ketika saluranEnable = 1, keluaran selalu bernilai ‘0’. Tetapi ketika saluran Enable = 0, maka keluaran F diatur melalui S1 dan S2. Tabel kebenaran MUX ini dinyatakan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Logika Kebenaran MUX 4 ke 1

$\overline{\text{Enable}}$	S2	S1	F
1	x	x	0
0	0	0	X0
0	0	1	X1
0	1	0	X2
0	1	1	X3

2.6 ADC (Analog to Digital Converter)

ADC adalah suatu rangkaian yang mengkonversikan sinyal analog menjadi sinyal digital. Ada beberapa jenis rangkaian ADC antara lain Servo ADC, *Successive Approximation dan Parallel Converter*. Keluaran dari sensor masih berupa besaran analog, untuk itu diperlukan sebuah komponen ADC yang berfungsi untuk mengubah besaran analog tersebut menjadi besaran digital, agar selanjutnya dapat diproses oleh mikrokontroler. ADC adalah komponen untuk mengubah sinyal listrik analog menjadi sinyal diskrit, yang diwakili oleh susunan bit-bit kombinasi tertentu. Komponen ini bertugas untuk membantu komputer

dalam pengambilan data analog, karena komputer hanya bekerja dalam domain digital, yang hanya mampu membaca sinyal diskrit saja, sedangkan banyak sistem yang ada di luar memakai sistem analog, sehingga sinyal analog harus diubah dulu ke dalam bentuk digital. Beberapa parameter Penting yang harus diperhatikan pada ADC ialah :

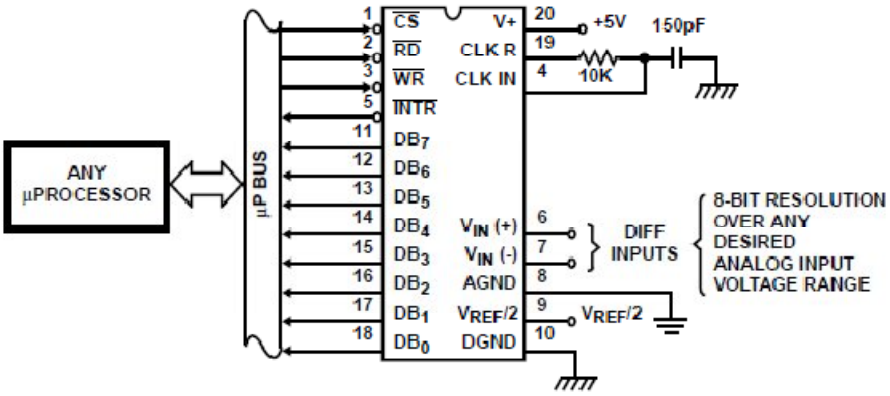
1. Resolusi konversi ADC

Resolusi konversi dari sebuah konverter analog ke digital adalah, dimana kita dapat mengkonversikan data analog kedalam bit-bit digital tersebut, apakah data analog tersebut akan dikonversikan ke dalam data 8bit, 16 bit atau 32bit, ini tergantung keinginan si perancang desain dan tergantung dari kekompatibelan *device* yang nanti akan di *interface* kan. Misalkan ingin menginterfacekan ADC dengan mikrokontroller maka harus dilihat *support* untuk berapa bit kah mikrokontroller tersebut, dan biasanya mikrokontroller *support* untuk ADC dengan resolusi 8 bit.

2. *Time Konversi*

Time konversi atau waktu konversi adalah waktu yang dibutuhkan oleh ADC untuk mengkonversi data analog ke digital, untuk menentukan time konversi ini tentunya kita harus melihat di datasheet nya, dan harus dilihat untuk kebutuhan seperti apa. *Time konversi* semakin tinggi mungkin semakin baik, tetapi harus didukung pula untuk interface nya seperti apa, misal untuk mikrokontroller yang *support* untuk *time* lebih besar maka tidak akan cocok bila menggunakan ADC dengan *time* yang lebih besar, penentuan time konversi ini perlu disesuaikan dengan design interface nya seperti apa. Jika semua device nya mendukung untuk time yang lebih cepat maka dengan menggunakan ADC yang time nya lebih cepat

itu akan menjadi lebih baik. di bawah ini adalah contoh rangkaian dasar dari ADC tipe 080x :



Gambar 2.6 Rangkaian Dasar dari ADC tipe 080x

2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut "pengendali kecil" dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Mikrokonktroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara automatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote control*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

- Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas.
- Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
- Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen *eksternal* yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem clock dan reset, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem *clock internal*, sehingga tanpa rangkaian *eksternal* pun mikrokontroler sudah beroperasi.

Untuk merancang sebuah sistem berbasis mikrokontroler, kita memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu:

1. Sistem minimum mikrokontroler.
2. Software pemrograman dan *kompiler*, serta *downloader*.

Yang dimaksud dengan sistem minimum adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri.

2.7.1 Jenis-jenis Mikrokontroller

Secara teknis, hanya ada 2 macam mikrokontroller. Pembagian ini didasarkan pada kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler tersebut. Pembagian itu yaitu RISC dan CISC.

- RISC merupakan kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer.*Instruksi yang dimiliki terbatas, tetapi memiliki fasilitas yang lebih banyak.
- CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer*. Instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya.

Masing-masing mempunyai keturunan atau keluarga sendiri-sendiri. Berikut ini adalah pembagian jenis-jenis mikrokonktroler yang telah umum digunakan :

1. **Keluarga MCS51**

Mikrokonktroler ini termasuk dalam keluarga mikrokonktroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur *Harvard* dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler chip tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah

ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data. Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasukan sebuah mesin pemroses boolean yang mengijikan operasi logika boolean tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (*Programmable Logic Control*).

2. AVR

Mikrokonktroler *Alv and Vegard's Risc processor* atau sering disingkat AVR merupakan mikrokonktroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral* dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega dan AT86RFxx.

3. PIC

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller.* Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Programmable Intelligent Computer*. PIC termasuk keluarga mikrokonktroler berarsitektur *Harvard* yang dibuat oleh Microchip Technology. Awalnya dikembangkan oleh

Divisi Mikroelektronik General Instruments dengan nama PIC1640. PIC cukup popular digunakan oleh para *developer* dan para penghobi elktronika karena biayanya yang rendah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, database aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan serial pada komputer.

2.7.3 Mikrokontroler AT89S52

AT89S52 adalah salah satu anggota dari keluarga MCS-51/52 yang dilengkapi dengan internal 8 Kbyte *Flash* PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), yang memungkinkan memori program untuk dapat diprogram kembali. Mikrokontroler AT89S52 memiliki :

- Sebuah CPU (*Central Processing Unit*) 8 Bit.
- 256 byte RAM (*Random Acces Memory*) internal.
- Empat buah port I/O, yang masing masing terdiri dari 8 bit.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Dua buah *timer/counter* 16 bit.
- Lima buah jalur interupsi (2 buah interupsi eksternal dan 3 interupsi internal).
- Sebuah port serial dengan *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).
- Mampu melaksanakan proses perkalian, pembagian, dan Boolean.
- EPROM yang besarnya 8 KByte untuk memori program.

- Kecepatan maksimum pelaksanaan instruksi per siklus adalah 0,5 μs pada frekuensi *clock* 24 MHz. Apabila frekuensi *clock* mikrokontroler yang digunakan adalah 12 MHz, maka kecepatan pelaksanaan instruksi adalah 1 μs.

CPU (*Central Processing Unit*)

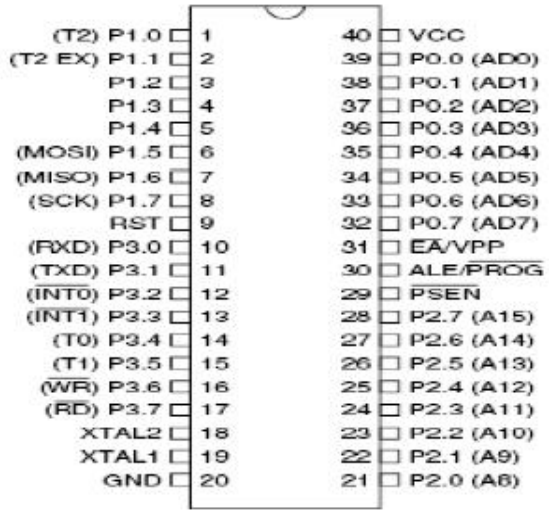
Bagian ini berfungsi mengendalikan seluruh operasi pada mikrokontroler. Unit ini terbagi atas dua bagian, yaitu unit pengendali atau CU (*Control Unit*) dan unit aritmatika dan logika atau ALU (*Aritmetic logic Unit*) Fungsi utama unit pengendali adalah mengambil instruksi dari memori (*fetch*) kemudian menterjemahkan susunan instruksi tersebut menjadi kumpulan proses kerja sederhana (*decode*), dan melaksanakan urutan instruksi sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditentukan program (*execute*). Unit aritmatika dan logika merupakan bagian yang berurusan dengan operasi aritmatika seperti penjumlahan, pengurangan, serta manipulasi data secara logika seperti operasi AND, OR, dan perbandingan.

Bagian Masukan/Keluaran (I/O)

Bagian ini berfungsi sebagai alat komunikasi serpih tunggal dengan piranti di luar sistem. Sesuai dengan namanya, perangkat I/O dapat menerima maupun memberi data dari /ke serpih tunggal. Ada dua macam piranti I/O yang digunakan, yaitu piranti untuk hubungan serial UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) dan piranti untuk hubungan pararel yang disebut dengan PIO (*Pararel Input Output*).

Konfigurasi Pin

Mikrokontroler AT89S52 mempunyai 40 pin dengan catu daya tunggal 5 Volt. Ke-40 pin tersebut digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89S52

Berikut adalah penjelasan mengenai fungsi dari tiap-tiap pin (kaki) yang ada pada mikrokontroller AT89S52 :

a. Port 0

Merupakan *dual-purpose* port (port yang memiliki dua kegunaan). Pada disain yang minimum (sederhana), port 0 digunakan sebagai port *Input/Output* (I/O). Port 0 terdapat pada pin 32-39

b. Port 1

Merupakan port yang hanya berfungsi sebagai port I/O (*Input/Output*). Port 1 terdapat pada pin 1-8.

c. Port 2

Merupakan *dual-purpose port*. Pada desain minimum digunakan sebagai port I/O (*Input/Output*). Sedangkan pada desain lebih lanjut digunakan sebagai *high byte* dari *address* (alamat). Port 2 terdapat pada pin 21-28.

d. Port 3

Merupakan *dual-purpose port*. Selain sebagai port I/O (*Input/Output*), port 3 juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus tersebut diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Data Port 3 pin 10 -17

No.Pin	Port Pin	Nama Port	Fungsi Alternatif
10	P3.0	RXD	Menerima data untuk port serial
12	P3.1	TXD	Mengirim data untuk port serial
17	P3.2	$\overline{\text{INT 0}}$	Interupsi eksternal 0
18	P3.3	$\overline{\text{INT 1}}$	Interupsi eksternal 1
19	P3.4	T0	Interupt eksternal waktu /pencacah 0
20	P3.5	T1	Interupt eksternal waktu/pencacah 1
21	P3.6	$\overline{\text{WR}}$	Sinyal tanda baca memori data eksternal
22	P3.7	$\overline{\text{RD}}$	Sinyal tanda tulis memori data eksternal

e. PSEN (*Program Store Enable*)

PSEN adalah sinyal kontrol yang mengizinkan untuk mengakses program (*code*) memori eksternal. Pin ini dihubungkan ke pin OE (*Output Enable*) dari EPROM. Sinyal PSEN akan “0” (*LOW*) pada tahap *fetch* (penjemputan) instruksi.

PSEN akan selalu bernilai “1” (*HIGH*) pada pembacaan program memori internal. PSEN terdapat pada pin 29.

f. ALE (*Address Latch Enable*)

ALE digunakan untuk men-*demultiplex address* (alamat) dan data bus. ketika menggunakan program memori eksternal, port 0 akan berfungsi sebagai *address* (alamat) dan data bus. Pada setengah paruh pertama memori *cycle* ALE akan bernilai “1” (*HIGH*) sehingga mengizinkan penulisan *address* (alamat) pada register eksternal. Dan pada setengah paruh berikutnya akan bernilai “1” (*HIGH*) sehingga port 0 dapat digunakan sebagai data bus. ALE terdapat pada pin 30.

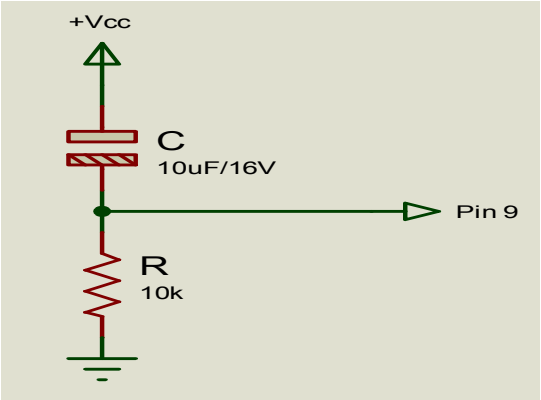
g. EA (*External Access*)

Jika EA diberi input “1” (*HIGH*), maka mikrokontroller menjalankan program memori internal saja. Jika EA diberi input “0” (*LOW*), maka AT89S52 menjalankan program memori eksternal (PSEN akan bernilai “0”). EA terdapat pada pin 31.

h. RST (*Reset*)

RST terdapat pada pin 9. Jika pada pin ini diberi input “1” (*HIGH*) selama minimal 2 *machine cycle*, maka sistem akan di-reset dan register internal AT89S52 akan berisi nilai *default* tertentu. Proses *reset* merupakan proses untuk mengembalikan sistem ke kondisi semula. *Reset* tidak mempengaruhi *internal program memory*. Reset terjadi jika pin RST bernilai *high* selama minimal dua siklus lalu kembali bernilai *low*. *Power on reset* merupakan proses reset yang berlangsung secara otomatis pada saat sistem pertama kali diberi suplai. Proses ini mempengaruhi semua register dan *internal data memory*. Untuk mendapatkan

proses ini, maka pin RST harus diberi tambahan rangkaian seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.8 Rangkaian Reset AT89S52

i. On-Chip oscillator

AT89S52 telah memiliki *on-chip oscillator* yang dapat bekerja jika *drive* menggunakan kristal. Tambahan kapasitor diperlukan untuk menstabilkan sistem. Nilai kristal yang biasa digunakan pada AT89S52 ini adalah 12 MHz. *On-chip oscillator* tidak hanya dapat di-*drive* dengan menggunakan kristal, tetapi juga dapat dengan menggunakan *TTL Oscillator*.

j. XTAL1

XTAL1 berfungsi sebagai masukan dari rangkaian osilasi mikrokontroler. XTAL1 terdapat pada pin 19.

k. XTAL2

XTAL2 berfungsi sebagai keluaran dari rangkaian osilasi mikrokontroler. XTAL2 terdapat pada pin 18.

l. VCC

VCC merupakan masukan sumber tegangan positif bagi mikrokontroler yang terdapat pada pin 40.

Memori Program

Memori program merupakan suatu ruang memori yang digunakan untuk menyimpan kode program dan konstanta yang sifatnya tetap. Memori program hanya bisa dibaca saja (*Read Only Memori*), dalam artian ketika sedang melakukan eksekusi program memori hanya bersifat di baca saja namun tidak dapat diubah isinya, sebagian memori program terdapat didalam chip mikrokontroler (*On-chip*) dan sebagian lagi berada diluar (*off-chip*). Mikrokontroler ATMEL AT89S52 mempunyai kapasitas memori program on-chip sebesar 8 kB.

Memori Data

RAM merupakan memori data *internal (on-chip).* Untuk AT89S52 mempunyai memori sebesar 256 byte. Pada segment data ini dibagi menjadi tiga bagian, dimulai dari alamat 0×00 sampai dengan 0xFh dikenal sebagai *register* R0 sampai dengan R7 yang diorganisasikan menjadi 4 *bank*. Pemilihan *bank* yang dilakukan dengan memberikan kombinasi logika pada register *Program Status Word* (PSW). Bagian berikutnya adalah mulai alamat 0×20 sampai dengan 0x2f sebanyak 128 bit merupakan lokasi memori yang dapat dimanipulasi perbit *(bit addressable*) juga dikenal dengan segment bit (BDATA). Bagian berikutnya adalah *general purpose RAM* mulai alamat 0×30 sampai dengan 0x7fh.

Interuksi

Terdapat beberapa kelompok fungsi pada instruksi keluarga MCS – 52, yaitu :

a. Instruksi Aritmatika

Kelompok intruksi ini melakukan operasi aritmatika seperti penjumlahan, pembagian, pengurangan. Misalnya adalah: *add, mul, subb, inc dan dec* Contohnya :

Mov a,#10h

Mov b,#05h

Mov a,#10h artinya salin data 10h ke a

Mov b,#05h artinya salin data 05h ke b

Mul ab artinya kalikan nilai akumulator dengan nilai register b

b. Instruksi Logika

Intruksi ini melakukan operasi logika seperti and, or, exor dan clear Misalnya adalah : *anl, orl, xrl, clr,* Contohnya : clr p3.5 Clr p3.5, artinya nolkan p3.5.

c. Instruksi Transfer Data

Kelompok instruksi ini digunakan untuk memindahkan data antara lain :

1. Register – register
2. Memori – memori
3. Register – memori
4. Interface – register
5. Interface – memori

Contoh:

MOV A, R1 : memindahkan isi register R1 ke accumulator

MOV A, @R2 : memindahkan isi memori yang alamatnya ditunjukkan oleh register R2 ke accumulator.

2.8 Modulasi

Modulasi adalah suatu proses penumpangan sinyal-sinyal informasi baik berupa suara, gambar atau data ke dalam sinyal pembawa (*carrier*) yang berfrekuensi lebih tinggi, sehingga dapat ditransmisikan ke tujuan. Informasi yang ditransmisikan bisa berupa data analog maupun data digital sehingga terdapat dua jenis modulasi yaitu:

1. Modulasi Analog
2. Modulasi Digital

Adapun tujuan dari modulasi itu adalah :

- Agar transmisi menjadi efisien atau memudahkan pemancaran.
- Untuk Menekan derau atau interferensi.
- Untuk memudahkan pengaturan alokasi frekuensi radio.
- Sebagai *multiplexing* yaitu proses penggabungan beberapa sinyal informasi untuk disalurkan secara bersama-sama melalui satu kanal transmisi.

2.8.1 Modulasi Analog

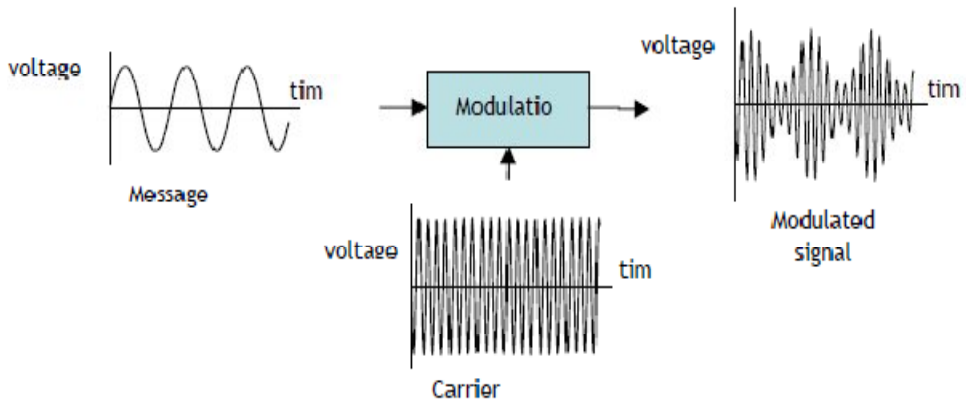
Dalam modulasi analog, proses modulasi merupakan respon atas informasi sinyal analog. Modulasi analog yang umum dikenal ada beberapa macam bentuk modulasi antara lain :

- Modulasi Amplitudo (*Amplitude Modulation* - AM)
- Modulasi Frekuensi (*Frequency Modulation* - FM)

- Modulasi Amplitudo Pulsa (*Pulse Amplitudo Modulation* - PAM)

2.8.1.1 Modulasi Amplitudo

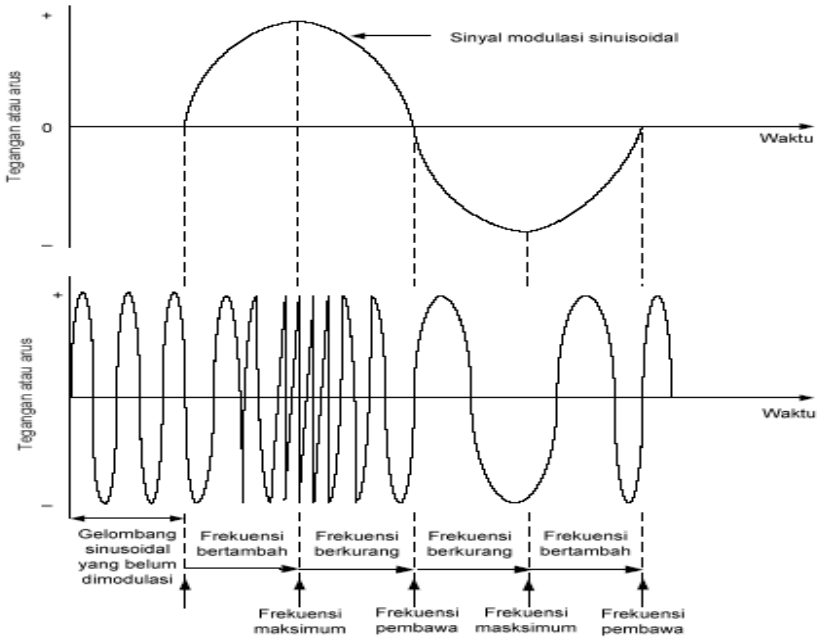
Modulasi ini adalah modulasi yang paling sederhana, dimana frekuensi pembawa atau *carrier* diubah amplitudonya sesuai dengan sinyal informasi atau *message signal* yang akan dikirimkan. Dengan kata lain AM adalah modulasi yang mana amplitudo dari sinyal pembawa (carrier) berubah karakteristiknya sesuai dengan amplitudo sinyal informasi. Modulasi ini disebut juga *linear modulation*, artinya bahwa pergeseran frekuensinya bersifat linier mengikuti sinyal informasi yang akan ditransmisikan. Frekuensi sinyal pemodulasi biasanya merupakan sinyal pada rentang frekuensi audio (*Audio Frequency* - AF) yaitu antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz. Sedangkan frekuensi sinyal pembawa biasanya berupa sinyal radio (*Radio Frequency* - RF) pada rentang frekuensi tengah (*Mid-Frequency – MF*) yaitu antara 300 kHz sampai dengan 3 Mhz. Proses modulasi antara sinyal informasi dengan sinyal pembawa pada AM adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 9 Modulasi Amplitudo

2.8.1.2 Modulasi Frekuensi (FM)

Modulasi frekuensi adalah suatu proses modulasi dengan cara mengubah frekuensi gelombang pembawa sinusoidal yaitu dengan cara menyelipkan sinyal sinyal pemodulasi pada gelombang pembawa. Jika sinyal informasi (sinyal pemodulasi) telah diselipkan maka frekuensi gelombang pembawa akan naik menuju harga maksimum, sesuai dengan amplitudo dari sinyal pemodulasi yang naik menuju harga maksimum dalam arah positif. Kemudian frekuensi gelombang pembawa akan turun kembali menuju harga nol. Selanjutnya pada setengah siklus berikutnya, frekuensi gelombang pembawa akan turun ke harga minimum, sesuai dengan harga amplitudo sinyal pemodulasi yang menuju negatif, kemudian frekuensi gelombang pembawa akan naik kembali munuju harga aslinya sesuai dengan harga ampliduto sinyal pemodulasi yang turun kembali ke harga nol.

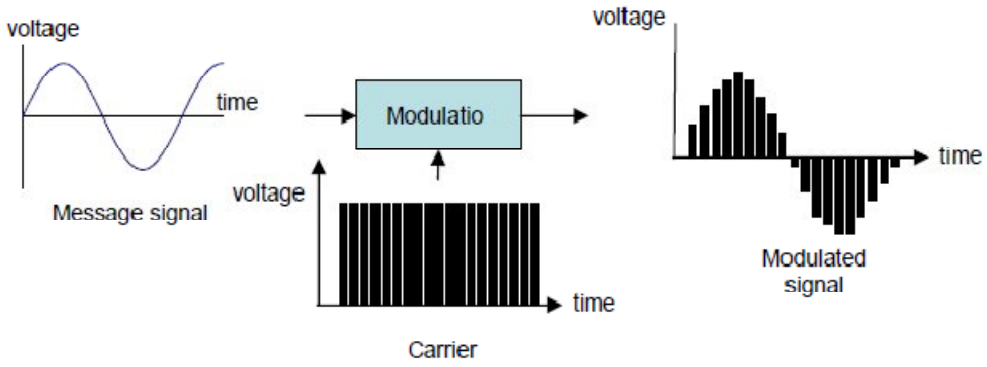


Gambar 2.10 Modulasi Frekuensi (FM)

Modulasi FM merupakan modulasi analog yang sangat banyak digunakan, hal ini dikarenakan noise yang rendah, tahan terhadap perubahan amplitudo yang berubah-ubah sebagai akibat *fading*.

2.8.1.3 Modulasi Amplitudo Pulsa (PAM)

Konsep dasar PAM adalah merubah amplitudo sinyal pembawa yang masih berupa deretan pulsa (*diskrit*) dimana perubahannya mengikuti bentuk amplitudo dari sinyal informasi yang akan dikirimkan ketempat tujuan. Sehingga sinyal informasi yang dikirim tidak seluruhnya tapi hanya sampelnya saja *(sampling signal)*.



Gambar 2.11 Modulasi Amplitudo Pulsa (PAM)

2.8.2 Modulasi Digital

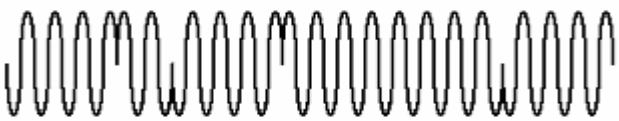
Pada modulasi digital, suatu sinyal analog dimodulasi berdasarkan aliran data digital. Modulasi sinyal digital dengan gelombang pembawa analog akan meningkatkan *Sinyal to Noise Ratio* (SNR) jika dibandingkan dengan modulasi analog. Modulasi gelombang pembawa sinyal digital merupakan pergeseran kunci, karena hal tersebut disebabkan adanya perubahan nilai *diskrit* dalam

parameter gelombang pembawa. Ada tiga macam teknik umum yang dipakai dalam sistem modulasi digital antara lain :

- Phase Shift Keying (PSK), digunakan suatu jumlah terbatas berdasarkan fase.
- Frekeunsi Shift Keying (FSK), digunakan suatu jumlah terbatas berdasarkan frekuensi.
- Amplitudo Shift Keying (ASK), digunakan suatu jumlah terbatas amplitudo.

2.8.2.1 Phase Shift Keying (PSK)

Pada modulasi PSK (diterjemahkan sebagai penguncian penggeseran phasa), sinyal pemodulasi yang berupa sinyal digital digunakan untuk memodulasi fase sinyal pembawa sinusoidal. Jika sinyal informasi mempunyai logika "1" maka sistem akan mentransmisikan sinyal pembawa dengan suatu fase tertentu misalnya fase 0, sedangkan jika sinyal informasi mempunyai logika "0" maka sistem akan mentransmisikan sinyal pembawa dengan suatu fase yang lain, misalnya fase 180°. Dengan demikian, maka sinyal PSK yang ditransmisikan adalah sinyal sinusoidal dengan amplitudo konstan dengan fase yang sesuai dengan arus data pada sinyal informasi. Berikut ini adalah gambar dari sinyal termodulasi PSK.



Gambar 2.12 Sinyal Modulasi PSK

2.8.2.2 Frekuency Shift Keying (FSK)

Frequency Shift Keying (FSK) merupakan sistem modulasi digital yang relatif sederhana, dengan kinerja yang kurang begitu bagus dibandingkan sistem PSK dan QAM. FSK biner adalah sebuah bentuk modulasi sudut dengan *envelope* konstan yang mirip dengan FM konvensional, kecuali bahwa dalam modulasi FSK, sinyal pemodulasi berupa aliran pulsa biner yang bervariasi diantara dua level tegangan diskrit sehingga berbeda dengan bentuk perubahan yang kontinyu pada gelombang analog. Ekspresi yang umum sebuah sinyal FSK biner adalah :

$$v(t) = V_c \cos\left[\left(\omega_c + \frac{fm(t)\Delta\omega}{2}2\right)t\right] \quad \text{.....(2.4)}$$

Dimana :

v(t) = bentuk gelombang FSK biner

Vc = puncak amplitudo carrier tanpa termodulasi

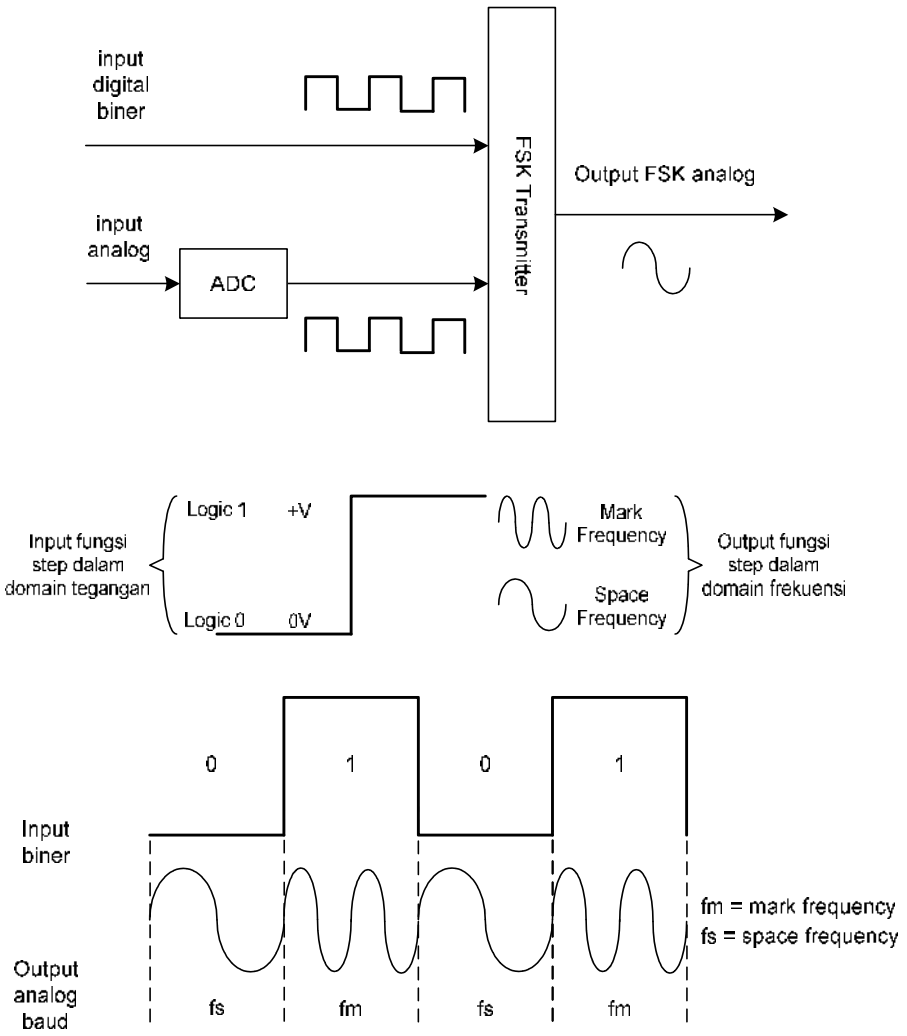
ω_c = carrier frekuensi (dalam radian)

fm(t) = frekuensi sinyal digital biner pemodulasi

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

Pada sebuah modulator FSK*center* dari frekuensi *carrier* tergeser oleh masukan data biner, maka keluaran pada modulator FSK adalah sebuah fungsi *step* pada domain frekuensi. Sesuai perubahan sinyal masukan biner dari suatu logika “0” ke logika “1” dan sebaliknya, dalam metode FSK angka tersebut kemudian dipresentasikan ke dalam bentuk frekuensi, dan keluaran FSK bergeser diantara dua frekuensi tersebut, yaitu *mark frequency* atau logika “1” dan *space*

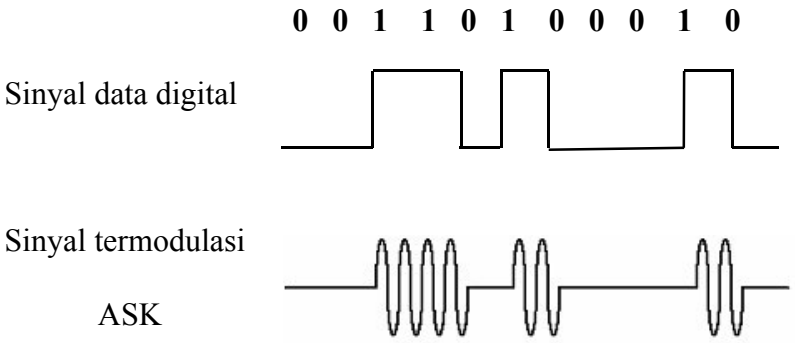
frequency atau logika "0". Terdapat perubahan frekuensi output setiap adanya perubahan kondisi *logic* pada sinyal input. Sebagai konsekuensinya, laju perubahan output adalah sebanding dengan laju perubahan input, maka perubahan output pada FSK sebanding dengan perubahan yang terjadi pada sinyal inputnya. Dalam modulasi digital, laju perubahan input pada modulator disebut *bit rate* dan memiliki satuan *bit per second.* Sedangkan laju perubahan pada output modulator disebut *baud rate.* Sehingga pada modulasi FSK *bit rate* sama dengan *baud rate*.



Gambar 2.13 Modulasi FSK Biner

2.8.2.2 Amplitudo Shift Keying (ASK)

Pada modulasi ASK (diterjemahkan sebagai penguncian penggeseran amplitudo), sinyal pemodulasi yang berupa sinyal digital digunakan untuk memodulasi amplitudo sinyal pembawa sinusoidal. Jika sinyal informasi mempunyai logika "1" maka sistem akan mentransmisikan sinyal pembawa dengan suatu amplitudo, sedangkan jika sinyal informasi mempunyai logika "0" maka sistem akan mentransmisikan sinyal pembawa dengan suatu amplitudo yang lain. Dengan demikian, maka sinyal ASK yang ditransmisikan adalah sinyal sinusoidal dengan frekuensi dan fase konstan namun dengan amplitudo yang berubah-ubah sesuai dengan arus data pada sinyal informasi. Dalam modulasi ASK, amplitudo *carrier* tersaklar *ON* dan *OFF* sesuai dengan kecepatan sinyal pemodulasi. Sinyal direpresentasikan dalam dua kondisi perubahan amplitudo gelombang pembawa, yaitu logika "1" dan "0". Logika "1" direpresentasikan dengan status "*ON*" (ada gelombang pembawa) sedangkan logika "0" direpresentasikan dengan status "*OFF*" (tidak ada gelombang pembawa). Dari dua kondisi tersebut, maka didapatkan sebuah sinyal yang termodulasi ASK. Berikut adalah gambar hubungan sinyal digital dengan sinyal termodulasi ASK :



Gambar 2.14 Hubungan Sinyal Digital dan Sinyal Modulasi ASK