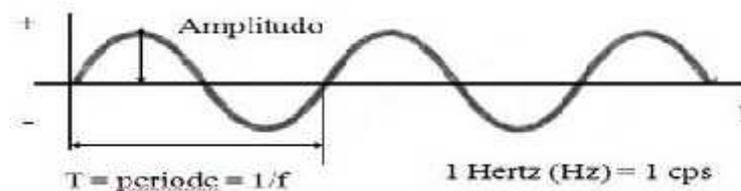


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sinyal Analog

Signal analog adalah signal yang berupa gelombang elektro magnetik dan bergerak atas dasar fekuensi. Frekuensi adalah jumlah getaran bolak balik sinyal analog dalam satu siklus lengkap per detik. Satu siklus lengkap terjadi saat gelombang berada pada titik bertegangan nol, menuju titik bertegangan positif tertinggi pada gelombang, menurun ke titik tegangan negatif dan menuju ke titik nol kembali (lihat gambar). Semakin tinggi kecepatan atau frekuensinya semakin banyak siklus lengkap yang terjadi pada suatu periode tertentu. Kecepatan frekuensi tersebut dinyatakan dalam hertz. Sebagai contoh sebuah gelombang yang berayun bolak balik sebanyak sepuluh kali tiap detik berarti memiliki kecepatan sepuluh hertz.



Gambar 2.1 Gambar Sinyal Analog  
(sumber : <https://itsac.academia.edu/DigdyoSantoso>)

Sinyal analog merupakan sinyal untuk menampilkan data analog. Sinyal analog berupa berbagai macam gelombang elektromagnetik yang langsung, terus menerus disebarkan terus menerus melalui berbagai media transmisi.

Sinyal analog juga disebut dengan broadband merupakan gelombang-gelombang elektronik yang bervariasi dan secara kontinu di transmisikan melalui beragam media tergantung transmisinya. sinyal analog bisa di ubah ke bentuk sinyal digital dengan dimodulasi terlebih dahulu.

Sinyal analog bekerja dengan mentransmisikan suara dan gambar dalam bentuk gelombang kontinu (continuous varying). Dua parameter/karakteristik

terpenting yang dimiliki oleh isyarat analog adalah amplitudo dan frekuensi. Isyarat analog biasanya dinyatakan dengan gelombang sinus, mengingat gelombang sinus merupakan dasar untuk semua bentuk isyarat analog. Hal ini didasarkan kenyataan bahwa berdasarkan analisis fourier, suatu sinyal analog dapat diperoleh dari perpaduan sejumlah gelombang sinus. Dengan menggunakan sinyal analog, maka jangkauan transmisi data dapat mencapai jarak yang jauh, tetapi sinyal ini mudah terpengaruh oleh noise. Gelombang pada sinyal analog yang umumnya berbentuk gelombang sinus memiliki tiga variable dasar, yaitu amplitudo, frekuensi dan phase.

Sinyal analog bekerja dengan mentransmisikan suara dan gambar dalam bentuk gelombang kontinu (continuous varying). Misalnya ketika seseorang berkomunikasi dengan menggunakan telepon, maka suara yang dikirim melalui jaringan telepon tersebut dilewatkan melalui gelombang. Dan kemudian, ketika gelombang ini diterima, maka gelombang tersebutlah yang diterjemahkan kembali ke dalam bentuk suara, sehingga si penerima dapat mendengarkan apa yang disampaikan oleh pembicara lainnya dari komunikasi tersebut.

Sinyal analog merupakan pemanfaatan gelombang elektromagnetik. Proses pengiriman suara, misalnya pada teknologi telepon, dilewatkan melalui gelombang elektromagnetik ini, yang bersifat variable dan berkelanjutan.

Pada sistem analog, terdapat amplifier di sepanjang jalur transmisi. Setiap amplifier menghasilkan penguatan (gain), baik menguatkan sinyal pesan maupun noise tambahan yang menyertai di sepanjang jalur transmisi tersebut. Pada sistem digital, amplifier digantikan regenerative repeater. Fungsi repeater selain menguatkan sinyal, juga “membersihkan” sinyal tersebut dari noise. Pada sinyal “unipolar baseband”, sinyal input hanya mempunyai dua nilai – 0 atau 1. Jadi repeater harus memutuskan, mana dari kedua kemungkinan tersebut yang boleh ditampilkan pada interval waktu tertentu, untuk menjadi nilai sesungguhnya di sisi terima.

- Amplitudo merupakan ukuran tinggi rendahnya tegangan dari sinyal analog.
- Frekuensi adalah jumlah gelombang sinyal analog dalam satuan detik.

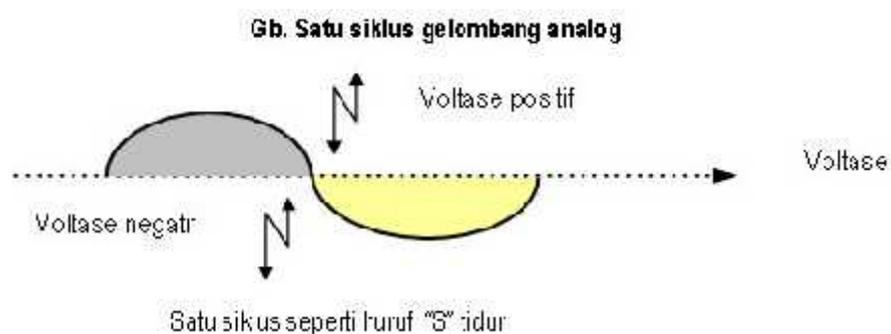
- Phase adalah besar sudut dari sinyal analog pada saat tertentu

Keuntungan utama dari sebuah sinyal analog adalah bahwa itu jauh lebih murah daripada sinyal digital. Jika Anda memiliki TV lebih tua, telepon atau sistem stereo, tidak akan mampu menerjemahkan kejelasan digital dengan cara yang sama. Analog juga mereproduksi kehalusan dan varians dari suara lebih mudah, karena sinyal yang dapat bervariasi dalam nada. Bagi mereka yang tidak terlalu khawatir tentang kejelasan tambahan, analog dapat bekerja dengan baik, hal itu dilakukan sehingga cukup untuk sementara tanpa banyak keluhan.

Kerugian Sinyal analog adalah pengiriman signal analog dapat dianalogikan mengirim air lewat pipa. Aliran pipa kehilangan tenaganya saat disalurkan melalui sebuah pipa. Semakin jauh pipa semakin banyak tenaga yang berkurang dan aliran semakin menjadi lemah. Demikian pula signal analog akan menjadi lemah setelah melewati jarak yang jauh. Selain bertambah jauh signal analog juga memungut interferensi elektrik atau “noise” dari dalam jalur. Kabel listrik, petir dan mesin-mesin listrik semua menginjeksikan noise dalam bentuk elektrik pada signal analog. Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka diperlukan alat penguat signal yang disebut *amplifier*.

Berbagai contoh sistem analog :

- Perekam pita magnetic
- Penguat audio
- Suara

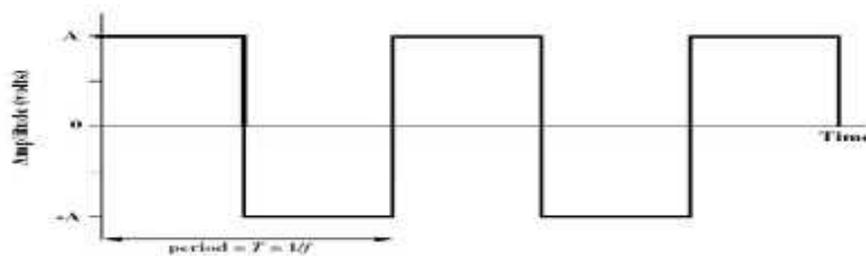


Gambar 2.2 Gambar Satu Siklus Sinyal Analog

(sumber : <https://itsac.academia.edu/DigdyoSantoso>)

## 2.2 Sinyal Digital

Sinyal digital merupakan hasil teknologi yang dapat mengubah signal menjadi kombinasi urutan bilangan 0 dan 1 (juga dengan biner), sehingga tidak mudah terpengaruh oleh derau, proses informasinya pun mudah, cepat dan akurat, tetapi transmisi dengan sinyal digital hanya mencapai jarak jangkauan pengiriman data yang relatif dekat. Biasanya sinyal ini juga dikenal dengan sinyal diskret. Sinyal yang mempunyai dua keadaan ini biasa disebut dengan bit. Bit merupakan istilah khas pada sinyal digital. Sebuah bit dapat berupa nol (0) atau satu (1). Kemungkinan nilai untuk sebuah bit adalah 2 buah ( $2^1$ ). Kemungkinan nilai untuk 2 bit adalah sebanyak 4 ( $2^2$ ), berupa 00, 01, 10, dan 11. Secara umum, jumlah kemungkinan nilai yang terbentuk oleh kombinasi n bit adalah sebesar  $2^n$  buah.



Gambar 2.3 Gambar Sinyal Digital

(sumber : <https://itsac.academia.edu/DigdyoSantoso>)

Sinyal digital juga disebut dengan baseband, memuat denyut voltase yang ditransmisikan melalui media kawat. Sebuah sistem digital adalah sebuah teknologi data yang menggunakan diskrit (diskontinu) nilai. Kata digital berasal dari sumber yang sama seperti kata digit dan digitus (dalam bahasa Latin kata untuk jari), seperti jari diskrit digunakan untuk menghitung. Semua informasi digital memiliki sifat-sifat umum yang membedakannya dari metode komunikasi analog.

Sinkronisasi adalah informasi digital yang disampaikan oleh simbol urutan yang diperintahkan, semua skema digital memiliki beberapa metode untuk menentukan awal sebuah urutan, capitalization, and punctuation. Semua komunikasi digital memerlukan bahasa, yang dalam konteks ini terdiri dari semua

informasi bahwa pengirim dan penerima harus komunikasi digital kedua miliki, di muka, agar komunikasi untuk sukses.

Gangguan (noise) dalam komunikasi analog selalu memperkenalkan beberapa, umumnya penyimpangan atau kesalahan kecil antara dimaksudkan dan komunikasi aktual. Gangguan dalam komunikasi digital tidak mengakibatkan gangguan kecuali kesalahan sangat besar untuk menghasilkan sebuah simbol yang disalahartikan sebagai simbol lainnya atau mengganggu urutan simbol-simbol. Kesalahan dalam komunikasi digital dapat mengambil bentuk kesalahan substitusi di mana simbol digantikan dengan simbol lain.

Ketika variabel yang terus-menerus nilai analog direpresentasikan dalam bentuk digital selalu ada keputusan mengenai jumlah simbol yang akan ditetapkan untuk nilai. Jumlah simbol menentukan presisi atau resolusi yang dihasilkan datum. Perbedaan antara nilai analog aktual dan representasi digital dikenal sebagai kesalahan kuantisasi.

Meskipun sinyal-sinyal digital umumnya terkait dengan biner sistem digital elektronik yang digunakan dalam elektronika dan komputasi modern, sistem digital benar-benar kuno, dan tidak perlu biner maupun elektronik. Teks tertulis dalam buku-buku (karena keterbatasan karakter set dan penggunaan simbol-simbol diskrit - alfabet dalam banyak kasus). The Braille Sistem ini yang pertama format binari untuk penyandian karakter, menggunakan kode enam-bit diterjemahkan sebagai pola titik. Bendera semaphore menggunakan batang atau bendera yang diadakan di posisi tertentu untuk mengirim pesan ke penerima mengawasi mereka agak jauh. Bendera isyarat maritim internasional memiliki tanda khas yang mewakili huruf alfabet untuk mengizinkan kapal untuk mengirim pesan satu sama lain.

Sinyal-sinyal digital dapat disimpan pada media magnetik (berupa tape atau disk) tanpa mengalami pelemahan atau distorsi data sinyal yang bersangkutan. Metode-metode pemrosesan sinyal digital juga membolehkan implementasi algoritma-algoritma pemrosesan sinyal yang lebih canggih. Implementasi digital sistem pemrosesan sinyal lebih murah dibandingkan secara analog. Hal ini disebabkan karena perangkat keras digital lebih murah, atau

mungkin karena implementasi digital memiliki fleksibilitas untuk dimodifikasi. Kelebihan-kelebihan pemrosesan sinyal digital yang telah disebutkan sebelumnya menyebabkan pemrosesan sinyal digital lebih banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Namun implementasi digital tersebut memiliki keterbatasan, dalam hal kecepatan konversi A/D dan pengolahan sinyal digital yang bersangkutan.

System digital merupakan bentuk sampling dari sytem analog. digital pada dasarnya di code-kan dalam bentuk biner (atau Hexa). besarnya nilai suatu system digital dibatasi oleh lebarnya / jumlah bit (bandwidth). jumlah bit juga sangat mempengaruhi nilai akurasi system digital.

Signal digital ini memiliki berbagai keistimewaan yang unik yang tidak dapat ditemukan pada teknologi analog yaitu :

- Mampu mengirimkan informasi dengan kecepatan cahaya yang dapat membuat informasi dapat dikirim dengan kecepatan tinggi.
- Penggunaan yang berulang – ulang terhadap informasi tidak mempengaruhi kualitas dan kuantitas informsi itu sendiri.
- Informasi dapat dengan mudah diproses dan dimodifikasi ke dalam berbagai bentuk.
- Dapat memproses informasi dalam jumlah yang sangat besar dan mengirimnya secara interaktif.

Pengolahan sinyal digital memerlukan komponen-komponen digital, register, counter, decoder, mikroprosessor, mikrokontroler dan sebagainya.

Keuntungan dari sistem komunikasi digital adalah bahwa kita berhubungan dengan nilai-nilai, bukan dengan bentuk gelombang. Nilai-nilai bisa dimanipulasi dengan rangkaian rangkaian logika, atau jika perlu, dengan mikroprosesor. Operasi-operasi matematika yang rumit bisa secara mudah ditampilkan untuk mendapatkan fungsi-fungsi pemrosesan sinyal atau keamanan dalam transmisi sinyal. Keuntungan ketiga berhubungan dengan range dinamis. Kita dapat mengilustrasikan hubungan ini dalam sebuah contoh. Perekaman disk piringan hitam analog mempunyai masalah terhadap range dinamik yang terbatas. Suara-suara yang sangat keras memerlukan variasi bentuk alur yang ekstrim, dan sulit bagi jarum perekam untuk mengikuti variasi-variasi tersebut. Sementara

perekaman secara digital tidak mengalami masalah, karena semua nilai amplitudonya, baik yang sangat tinggi maupun yang sangat rendah, ditransmisikan menggunakan urutan sinyal terbatas yang sama. Namun di dunia ini tidak ada yang ideal, demikian pula halnya dengan sistem komunikasi digital. Kerugian sistem digital dibandingkan dengan sistem analog adalah, bahwa sistem digital memerlukan bandwidth yang besar. Sebagai contoh, sebuah kanal suara tunggal dapat ditransmisikan menggunakan single -sideband AM dengan bandwidth yang kurang dari 5 kHz. Dengan menggunakan sistem digital, untuk mentransmisikan sinyal yang sama, diperlukan bandwidth hingga empat kali dari sistem analog. Kerugian yang lain adalah selalu harus tersedia sinkronisasi. Ini penting bagi sistem untuk mengetahui kapan setiap simbol yang terkirim mulai dan kapan berakhir, dan perlu meyakinkan apakah setiap simbol sudah terkirim dengan benar.

Karena sinyal digital terdiri dari kode biner, mereka dapat melakukan perjalanan melalui jalur digital yang jauh lebih cepat. Hal ini memungkinkan lebih banyak data yang akan ditransfer, yang menghasilkan sinyal, lebih tajam lebih jelas. Sinyal digital juga tidak memiliki distorsi dan "mendesis" dari sinyal analog, yang selanjutnya meningkatkan kejelasan (meskipun beberapa akan berpendapat pada biaya nuansa). Dalam hal sinyal telepon, 1s 0s dan membuatnya lebih sulit bagi penyadap untuk mendengarkan, serta meningkatkan jangkauan telepon nirkabel dan ponsel.

Secara mudahnya, digital itu adalah 0 dan 1, atau logika biner, atau diskrit, sedang analog adalah continuous. Digital bisa dilihat sebagai analog yang dicuplik/di sampling, kalau samplingnya semakin sering atau deltanya makin kecil, katakan mendekati nol, maka sinyal digital bisa terlihat menjadi analog kembali. Menghitung sinyal digital lebih gampang karena diskrit, sedang analog anda harus menggunakan diferensial integral.

Kalau alat-alat yang digital, itu yang dibuat dan bekerja didasarkan pada prinsip digital, ini lebih gampang dari analog, tapi sekarang ini analog menjadi trend lagi, karena digital dengan clock yg makin kecil Gega Herzt atau lebih, perilakunya sudah menjadi seperti rangkaian analog, jadi diperlukan ahli-ahli

rangkaian analog. Kalau untuk telekomunikasi, mau tidak mau masih melibatkan analog, karena harus menggunakan sinyal pembawa (carrier), komunikasi digitalpun hanya datanya yg didigitalkan (data digital (0-1) dimodulasi dengan carrier sinyal analog) di akhirnya harus diubah lagi jadi analog. Kalau contoh komponen yg bekerja dengan prinsip analog : Transistor, Tabung TV, IC-IC TTL, IC Catu daya. Digital : IC logika, microcontroller, FPGA. Rangkaian analog adalah kebutuhan dasar yang tak tergantikan di banyak sistem yang kompleks, dan menuntut kinerja yang tinggi.

Berbagai contoh sistem digital saat ini (sebelumnya sistem analog):

1. Audio recording (CDs, DAT, mp3)
2. Phone system switching
3. Automobile engine control

## **2.3 Gerbang Logika**

### **2.3.1 Pengertian Gerbang Logika**

Gerbang Logika atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Logic Gate* adalah dasar pembentuk Sistem Elektronika Digital yang berfungsi untuk mengubah satu atau beberapa Input (masukan) menjadi sebuah sinyal Output (Keluaran) Logis. Gerbang Logika beroperasi berdasarkan sistem bilangan biner yaitu bilangan yang hanya memiliki 2 kode simbol yakni **0** dan **1** dengan menggunakan Teori Aljabar Boolean.

Gerbang Logika yang diterapkan dalam Sistem Elektronika Digital pada dasarnya menggunakan Komponen-komponen Elektronika seperti Integrated Circuit (IC), Dioda, Transistor, Relay, Optik maupun Elemen Mekanikal.

### **2.3.2 Macam-macam Gerbang Logika**

#### **2.3.2.1 Gerbang logika Inverter**

Inverter (pembalik) merupakan gerbang logika dengan satu sinyal masukan dan satu sinyal keluaran dimana sinyal keluaran selalu berlawanan dengan keadaan sinyal masukan. Ketika input yang masuk adalah 1, maka hasil output-nya adalah 0. Jika input yang masuk adalah 0, maka hasil

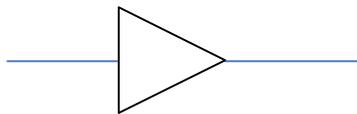
output-nya adalah 1. Banyak sekali penerapan gerbang NOT ini pada rangkaian digital, meskipun fungsinya sangat sederhana.

Table 2.1. Table Kebenaran/Logika Inverter

Input (A)	Output (Y)
Rendah	Tinggi
0	1
Tinggi	rendah
1	0

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Inverter disebut juga gerbang NOT atau gerbang **komplemen** (*lawan*) disebabkan keluaran sinyalnya tidak sama dengan sinyal masukan.



Gambar 2..4 simbol Inverter (NOT)

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Fungsi gerbang NOT

$$Y = \text{NOT } A \quad Y = \bar{A} \text{ atau } Y = \neg A$$

Misal : A = 1, maka = 0 atau Y = NOT 1 = 0.

A = 0, maka = 1 atau Y = NOT 0 = 1.

### 2.3.2.2 Gerbang logika non-Inverter

Berbeda dengan gerbang logika Inverter yang sinyal masukannya hanya satu untuk gerbang logika non-Inverter sinyal masukannya ada dua atau lebih sehingga hasil (output) sinyal keluaran sangat tergantung oleh sinyal masukannya dan gerbang logika yang dilaluinya. Yang termasuk gerbang logika non-Inverter adalah :( AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR).

## 1. Gerbang AND

Gerbang AND mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya satu sinyal keluaran. Gerbang AND mempunyai sifat bila sinyal keluaran ingin tinggi (1) maka semua sinyal masukan harus dalam keadaan tinggi (1). Gerbang AND memiliki karakteristik logika di mana jika input yang masuk adalah bernilai 0, maka hasil outputnya pasti akan bernilai 0. Jika kedua input diberi nilai 1, maka hasil output akan bernilai 1 pula.



Gambar 2.5 (a) simbol Gerbang AND, (b) simbol Gerbang AND dengan tiga inputan (sumber : Permana, Jaka. 2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Table 2.2. Logika AND dengan dua masukan

Input A	Input B	Output
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(sumber : Permana, Jaka. 2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Tabel 2.3 Logika AND dengan tiga masukan

Input (A)	Input (B)	Input (C)	Output (Y)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

(sumber : Permana, Jaka. 2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

\* untuk mempermudah mengetahui jumlah kombinasi sinyal yang harus dihitung berdasarkan inputnya, gunakan rumus ini :

-  $2^n$  , dimana n adalah jumlah input.

Contoh :

$n = 2$  maka  $2^2 = 4$ , jadi jumlah kombinasi sinyal yang harus dihitung sebanyak 4 kali.

Fungsi gerbang AND

$$Y = A \text{ AND } B \quad Y = A \cdot B \quad AB$$

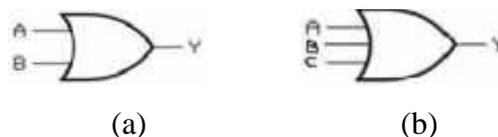
$$Y = A \cdot B \text{ atau } Y = AB$$

$$\text{Misal : } A = 1, B = 0 \text{ maka } Y = 1 \cdot 0 = 0.$$

$$A = 1, B = 1 \text{ maka } Y = 1 \cdot 1 = 1.$$

## 2. Gerbang OR

Gerbang OR mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya satu sinyal keluaran. Gerbang OR mempunyai sifat bila salah satu dari sinyal masukan tinggi (1), maka sinyal keluaran akan menjadi tinggi (1) juga. Gerbang OR dapat dikatakan memiliki karakteristik “memihak 1”, di mana karakteristik logikanya akan selalu mengeluarkan hasil output bernilai 1 apabila ada satu saja input yang bernilai 1. Jadi gerbang logika ini tidak peduli berapa nilai input pada kedua sisinya, asalkan salah satunya atau kedua-duanya bernilai 1, maka outputnya pasti juga akan bernilai 1.



Gambar 2.6 (a).simbol Gerbang OR.(b).simbol Gerbang OR dengan tiga masukan.  
(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Fungsi Gerbang OR

$$- Y = A \text{ OR } B \quad Y = A + B.$$

$$Y = A + B$$

$$\text{Misal : } A = 1, B = 1 \text{ maka } Y = 1$$

$A = 1$  ,  $B = 0$  maka  $Y = 1 + 0 = 0$ .

Tabel 2.4 Logika Gerbang OR dengan dua masukan

Input (A)	Input (B)	Output (Y)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Tabel 2.5 Logika Gerbang OR dengan tiga masukan.

Input (A)	Input (B)	INPUT (C)	Output (Y)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

### 3. Gerbang NOT

Gerbang NOT berfungsi sebagai pembalik (Inverter), yang mana outputnya akan bernilai terbalik dengan inputnya.



Gambar 2.7. Gerbang NOT

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Tabel 2.6. Tabel Kebenaran Gerbang NOT

Input	Output
0	1
1	0

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

### 4. Gerbang NAND

Gerbang NAND mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya satu sinyal keluaran. Gerbang NAND mempunyai sifat bila sinyal keluaran ingin rendah (0) maka semua sinyal masukan harus dalam keadaan tinggi (1). Di dalam gerbang logika NAND, jika salah satu input atau keduanya bernilai 0 maka hasil output-nya adalah 1. Jika kedua input bernilai 1 maka hasil output-nya adalah 0. Fungsi gerbang NAND :

$$Y = \overline{A \wedge B} \text{ atau } Y = A \wedge B \text{ atau } Y = \overline{A B}$$

$$\text{Misal : } A = 1, B = 1 \text{ maka } Y = \overline{A B} = 1 \cdot 1 = \overline{1} = 0.$$

Tabel 2.7. Tabel Kebenaran Gerbang NAND dua masukan

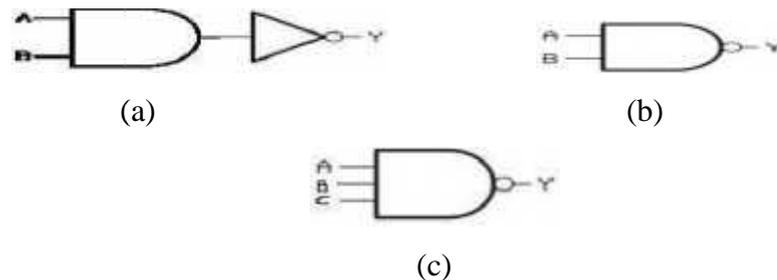
Input (A)	Input (B)	Output(AB)
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017).

Tabel 2.8. Tabel Kebenaran Gerbang NAND tiga masukan

Input (A)	Input (B)	Input (C)	Output(ABC)
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

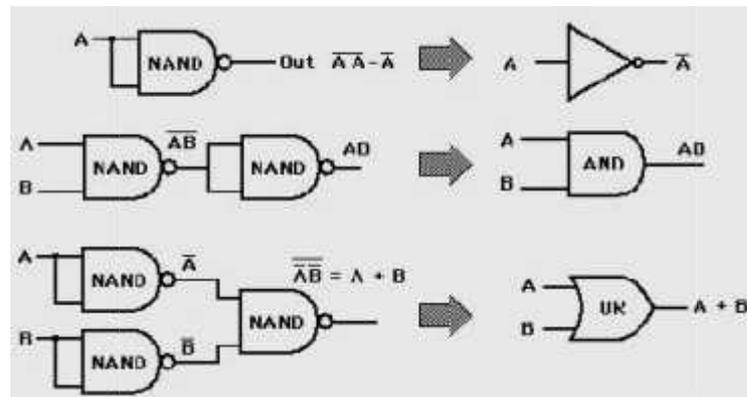
(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara*. Diunduh 24 April 2017).



Gambar 2.8. (a) NAND dalam arti logikanya, (b) simbol Gerbang NAND standar, (c) simbol Gerbang NAND tiga masukan

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara*. Diunduh 24 April 2017)

Gerbang NAND juga disebut juga Universal Gate karena kombinasi dari rangkaian gerbang NAND dapat digunakan untuk memenuhi semua fungsi dasar gerbang logika yang lain.



Gambar 2.9 Kombinasi Gerbang Logika NAND  
(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

## 5. Gerbang NOR

Gerbang NOR atau NOT-OR juga merupakan kebalikan dari gerbang logika OR. Semua input atau salah satu input bernilai 1, maka output-nya akan bernilai 0. Jika kedua input bernilai 0, maka output-nya akan bernilai 1. Gerbang NOR mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya satu sinyal keluaran. Gerbang NOR mempunyai sifat bila sinyal keluaran ingin tinggi (1) maka semua sinyal masukan harus dalam keadaan rendah (0). Jadi gerbang NOR hanya mengenal sinyal masukan yang semua bitnya bernilai nol. Fungsi gerbang NOR :

$$Y = A \vee B \text{ atau } Y = A \nabla B \text{ atau } Y = \overline{A + B}$$

Misal:  $A = 1$  ,  $B = 1$  maka  $Y = \overline{A + B} = \overline{1 + 1} = \overline{1} = 0$ .

Tabel 2.9 Tabel Kebenaran Logika Gerbang NOR dengan dua masukan.

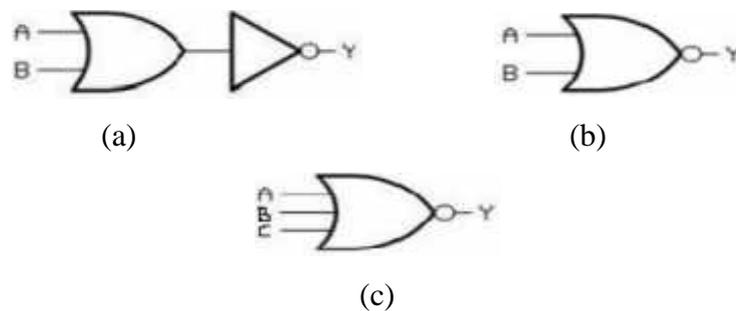
Input (A)	Input (B)	Output (A+B)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Tabel 2.10. Tabel Kebenaran gerbang logika tiga masukan

Input (A)	Input (B)	Input (C)	Output (A+B+C)
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika, (STIMIK)*Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

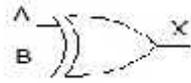


Gambar 2.10 (a) gerbang NOR dalam arti logikanya, (b) simbol Gerbang NOR standar, (c) simbol Gerbang NOR tiga masukan

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika, (STIMIK)* Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

## 6. Gerbang XOR

Gerbang XOR merupakan kepanjangan dari **Exclusive OR** yang mana keluarannya akan berlogika 1 apabila inputannya berbeda, namun apabila semua inputannya sama maka akan memberikan keluarannya 0.



Gambar 2.11 Gerbang Logika XOR

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK) Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Tabel 2.11. Tabel Kebenaran gerbang logika XOR

Input A	Input B	Output X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

## 7. Gerbang XNOR

Gerbang XOR merupakan kepanjangan dari **Exclusive NOR** yang mana keluarannya akan berlogika 1 apabila semua inputannya sama, namun apabila inputannya berbeda maka akan memberikan output berlogika 0.



Gambar 2.12 Gerbang Logika XNOR

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK) Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

Tabel 2.12. Tabel Kebenaran gerbang logika XOR

Input A	Input B	Output X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(sumber : Permana,Jaka.2011. *Makalah Gerbang Logika*, (STIMIK)Tunas Bangsa: Banjarnegara. Diunduh 24 April 2017)

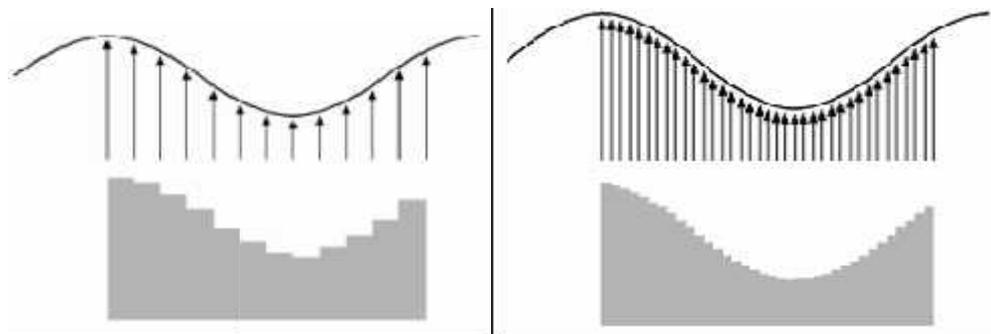
## 2.4 Analog to Digital Converter (ADC)

### 2.4.1 Konverter

Alat bantu digital yang paling penting untuk teknologi kontrol proses adalah yang menerjemahkan informasi digital ke bentuk analog dan juga sebaliknya. Sebagian besar pengukuran variabel-variabel dinamik dilakukan oleh piranti ini yang menerjemahkan informasi mengenai variabel ke bentuk sinyal listrik analog. Untuk menghubungkan sinyal ini dengan sebuah komputer atau rangkaian logika digital, sangat perlu untuk terlebih dahulu melakukan konversi analog ke digital (A/D). Hal-hal mengenai konversi ini harus diketahui sehingga ada keunikan, hubungan khusus antara sinyal analog dan digital.

### 2.4.2 Konverter ADC (Analog To Digital Converter)

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai Pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/ pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer). ADC (Analog to Digital Converter) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu **kecepatan sampling** dan **resolusi**. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam **sample per second (SPS)**.



Gambar 2.13. ADC dengan kecepatan sampling rendah dan kecepatan sampling tinggi

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ( $2^n - 1$ ) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit. Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio input terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar  $60\% \times 255 = 153$  (bentuk decimal) atau 10011001 (bentuk biner).  $\text{signal} = (\text{sample}/\text{max\_value}) * \text{reference\_voltage}$

$$= (153/255) * 5$$

$$= 3 \text{ Volts}$$

### 2.4.3 Komparator

Bentuk komunikasi yang paling mendasar antara wujud digital dan analog adalah piranti (biasanya berupa IC) disebut *komparator*. Piranti ini, yang diperlihatkan secara skematik dalam Gambar 2, secara sederhana membandingkan dua tegangan pada kedua terminal inputnya. Bergantung pada tegangan mana yang lebih besar, outputnya akan berupa sinyal digital 1 (high) atau 0 (low). Komparator ini digunakan secara luas untuk sinyal alarm ke komputer atau sistem pemroses digital. Elemen ini juga merupakan satu bagian dengan konverter analog ke digital dan digital ke analog yang akan didiskusikan nanti.



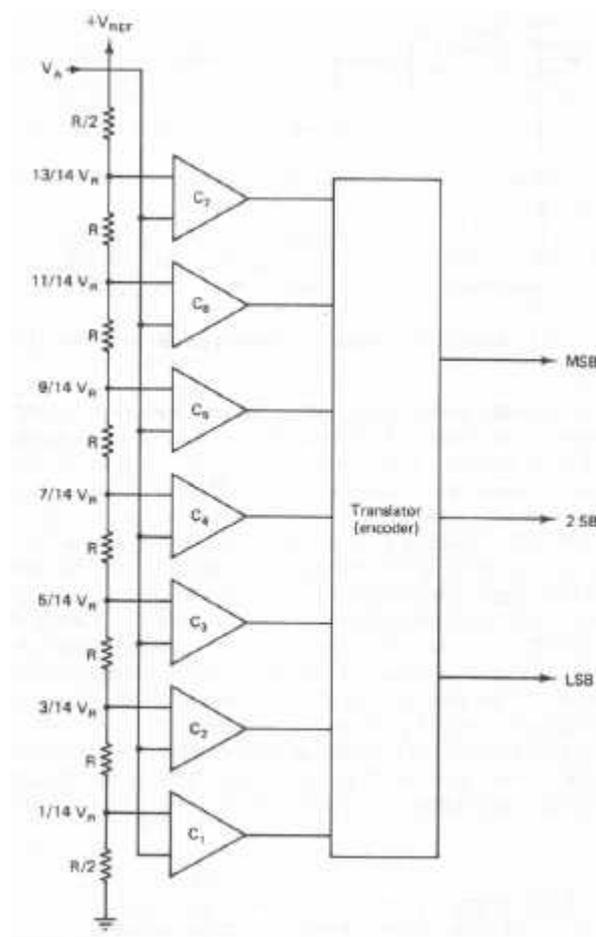
Gambar 2.14. Sebuah komparator merubah keadaan logika output sesuai fungsi tegangan input analog

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

Sebuah komparator dapat tersusun dari sebuah opamp yang memberikan output terpotong untuk menghasilkan level yang diinginkan untuk kondisi logika (+5 dan 0 untuk TTL 1 dan 0). Komparator komersil didesain untuk memiliki level logika yang diperlukan pada bagian outputnya.

#### 2.4.4 ADC Simultan

ADC Simultan atau biasa disebut *flash converter* atau *parallel converter*. Input analog  $V_i$  yang akan diubah ke bentuk digital diberikan secara simultan pada sisi + pada komparator tersebut, dan input pada sisi – tergantung pada ukuran bit converter. Ketika  $V_i$  melebihi tegangan input – dari suatu komparator, maka output komparator adalah high, sebaliknya akan memberikan output low.



Gambar 2.15. ADC Simultan

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

Bila  $V_{ref}$  diset pada nilai 5 Volt, maka dari gambar 3 dapat didapatkan :

$$V(-) \text{ untuk } C7 = V_{ref} * (13/14) = 4,64$$

$$V(-) \text{ untuk } C6 = V_{ref} * (11/14) = 3,93$$

$$V(-) \text{ untuk } C5 = V_{ref} * (9/14) = 3,21$$

$$V(-) \text{ untuk } C4 = V_{ref} * (7/14) = 2,5$$

$$V(-) \text{ untuk } C3 = V_{ref} * (5/14) = 1,78$$

$$V(-) \text{ untuk } C2 = V_{ref} * (3/14) = 1,07$$

$$V(-) \text{ untuk } C1 = V_{ref} * (1/14) = 0,36$$

Misal :

$V_{in}$  diberi sinyal analog 3 Volt, maka output dari  $C7=0$ ,  $C6=0$ ,  $C5=0$ ,  $C4=1$ ,  $C3=1$ ,  $C2=1$ ,  $C1=1$ , sehingga didapatkan output ADC yaitu 100 biner

Tabel 2.12 Output Comparator dan Translator

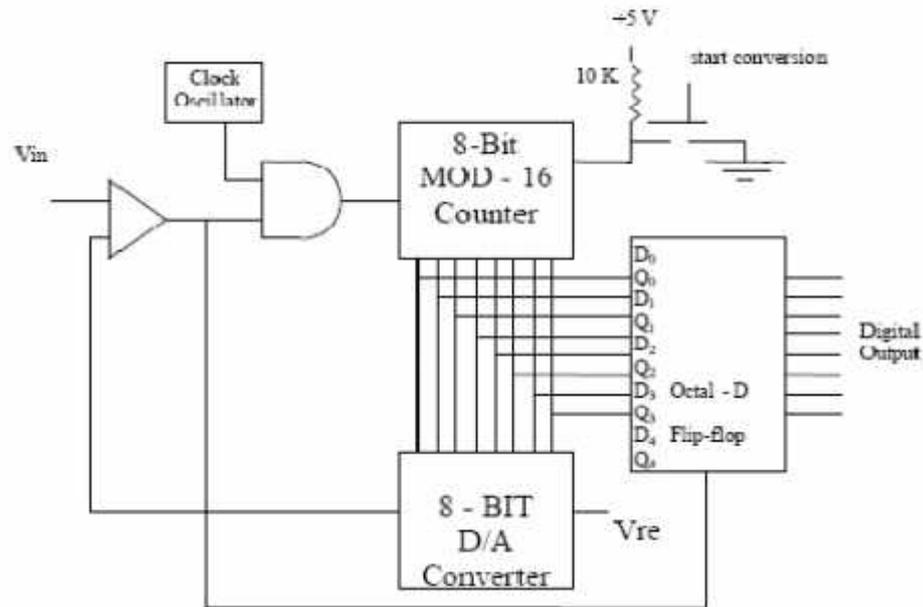
Output Comparator							Output Translator		
C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	$2^2$	$2^1$	$2^0$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

#### 2.4.5 Counter Ramp ADC

Ada beberapa konsep dasar dari ADC adalah dengan cara Counter Ramp ADC, Successive Aproximation ADC dan lain sebagainya. Pada gambar 4, ditunjukkan blok diagram Counter Ramp ADC didalamnya terdapat DAC yang diberi masukan dari counter, masukan counter dari sumber Clock dimana sumber Clock dikontrol dengan cara meng AND kan dengan keluaran Comparator. Comparator membandingkan antara tegangan masukan analog dengan tegangan

keluaran DAC, apabila tegangan masukan yang akan dikonversi belum sama dengan tegangan keluaran dari DAC maka keluaran comparator = 1 sehingga Clock dapat memberi masukan counter dan hitungan counter naik.



Gambar 2.16. Blok Diagram Counter Ramp ADC

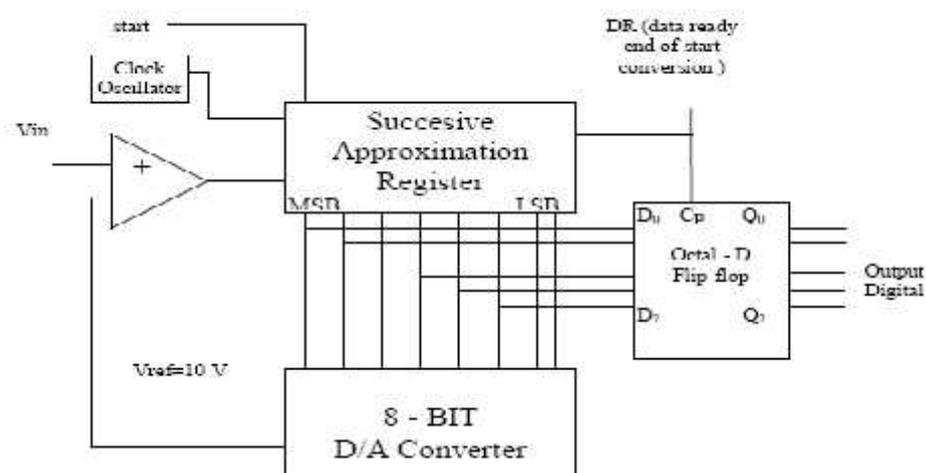
( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

Misal akan dikonversi tegangan analog 2 volt, dengan mengasumsikan counter reset, sehingga keluaran pada DAC juga 0 volt. Apabila konversi dimulai maka counter akan naik dari 0000 ke 0001 karena mendapatkan pulsa masuk dari Clock oscillator dimana saat itu keluaran Comparator = 1, karena mendapatkan kombinasi biner dari counter 0001 maka tegangan keluaran DAC naik dan dibandingkan lagi dengan tegangan masukan demikian seterusnya nilai counter naik dan keluaran tegangan DAC juga naik hingga suatu saat tegangan masukan dan tegangan keluaran DAC sama yang mengakibatkan keluaran komparator = 0 dan Clock tidak dapat masuk. Nilai counter saat itulah yang merupakan hasil konversi dari analog yang dimasukkan. Kelemahan dari counter tersebut adalah lama, karena harus melakukan trace mulai dari 0000 hingga mencapai tegangan yang sama sehingga butuh waktu.

### 2.4.6 SAR (Successive Approximation Register) ADC

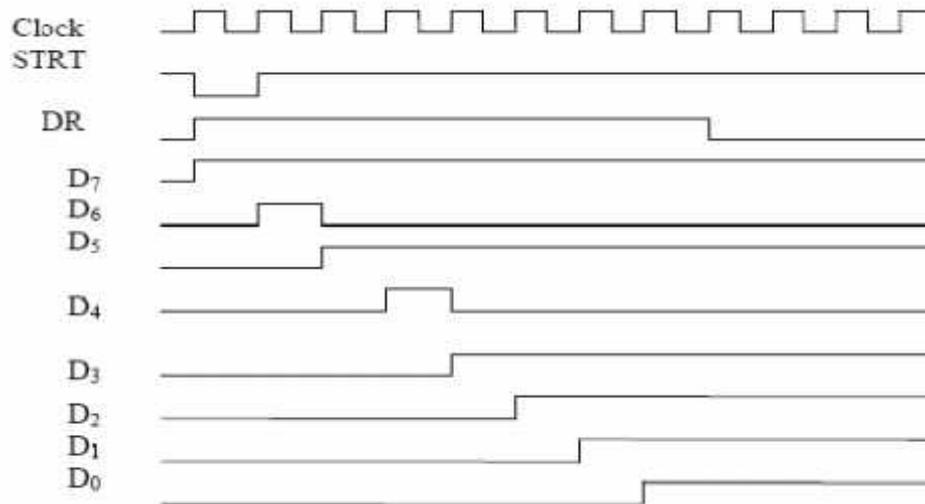
Pada gambar 5 ditunjukkan diagram ADC jenis SAR, Yaitu dengan memakai konfigurasi yang hampir sama dengan counter ramp tetapi dalam melakukan trace dengan cara tracking dengan mengeluarkan kombinasi bit MSB = 1 =====> 1000 0000. Apabila belum sama (kurang dari tegangan analog input maka bit MSB berikutnya = 1 =====>1100 0000) dan apabila tegangan analog input ternyata lebih kecil dari tegangan yang dihasilkan DAC maka langkah berikutnya menurunkan kombinasi bit =====> 10100000. Untuk mempermudah pengertian dari metode ini diberikan contoh seperti pada timing diagram gambar 6 Misal diberi tegangan analog input sebesar 6,84 volt dan tegangan referensi ADC 10 volt sehingga apabila keluaran tegangan sbb :

- Jika D7 = 1 Vout=5 volt
- Jika D6 = 1 Vout=2,5 volt
- Jika D5 = 1 Vout=1,25 volt
- Jika D4 = 1 Vout=0,625 volt
- Jika D3 = 1 Vout=0,3125 volt
- Jika D2 = 1 Vout=0,1625 volt
- Jika D1 = 1 Vout=0,078125 volt
- Jika D0 = 1 Vout=0,0390625 volt



Gambar 2.17. Blok Diagram SAR ADC

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)



Gambar 2.18. Timing diagram urutan Trace

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

Setelah diberikan sinyal start maka konversi dimulai dengan memberikan kombinasi 1000 0000 ternyata menghasilkan tegangan 5 volt dimana masih kurang dari tegangan input 6,84 volt, kombinasi berubah menjadi 1100 0000 sehingga  $V_{out}=7,5$  volt dan ternyata lebih besar dari 6,84 sehingga kombinasi menjadi 1010 0000 tegangan  $V_{out} = 6,25$  volt kombinasi naik lagi 1011 0000 demikian seterusnya hingga mencapai tegangan 6,8359 volt dan membutuhkan hanya 8 clock.

#### 2.4.7 ADC Dalam Bentuk IC

Chip ADC yang banyak digunakan serta tersedia dipasar adalah jenis ADC 0804, ADC 0808 dan 0809 chip ini dibuat dengan teknologi CMOS mempunyai kemampuan melakukan konversi sebanyak 8 buah chanel input analog secara multiplexing. Adapun data keluaran digital yang dihasilkan adalah 8 bit bersifat tristate output. Chip ini menawarkan beberapa keistimewaan antara lain *high speed* ( kecepatan tinggi ), konsumsi daya yang rendah. Karenanya chip ini banyak digunakan pada proses control peralatan mesin-mesin serta aplikasi automotif. ADC 0804 merupakan salah satu Analog to Digital Converter yang banyak digunakan untuk menghasilkan data 8 bit. Adapun metode pengukur aras

tegangan cuplikan dan mengubahnya ke dalam sandi biner menggunakan metode pengubahan dengan tipe pembandingan langsung atau *successive approximation*. IC ADC 0804 mempunyai dua input analog,  $V_{in}(+)$  dan  $V_{in}(-)$ , sehingga dapat menerima input diferensial. Input analog sebenarnya ( $V_{in}$ ) sama dengan selisih antara tegangan-tegangan yang dihubungkan dengan ke dua pin input yaitu  $V_{in} = V_{in}(+) - V_{in}(-)$ . Kalau input analog berupa tegangan tunggal, tegangan ini harus dihubungkan dengan  $V_{in}(+)$ , sedangkan  $V_{in}(-)$  digroundkan. Untuk operasi normal, ADC 0804 menggunakan  $V_{cc} = +5$  Volt sebagai tegangan referensi. Dalam hal ini jangkauan input analog mulai dari 0 Volt sampai 5 Volt (skala penuh), karena IC ini adalah SAC 8-bit, resolusinya akan sama dengan

$$\left| \text{Resolusi} = \left( \frac{\text{tegangan skala penuh}}{2^n - 1} \right) = \frac{5 \text{ Volt}}{255} = 19,6 \text{ mVolt} \right.$$

(n menyatakan jumlah bit output biner IC *analog to digital converter*)

IC ADC 0804 memiliki *generator clock internal* yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pin CLK R/CLK OUT dan CLK IN serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara CLK IN dan *ground* digital. Frekuensi clock yang diperoleh sama dengan :

$$\left| f = \frac{0,91}{RC} \right.$$

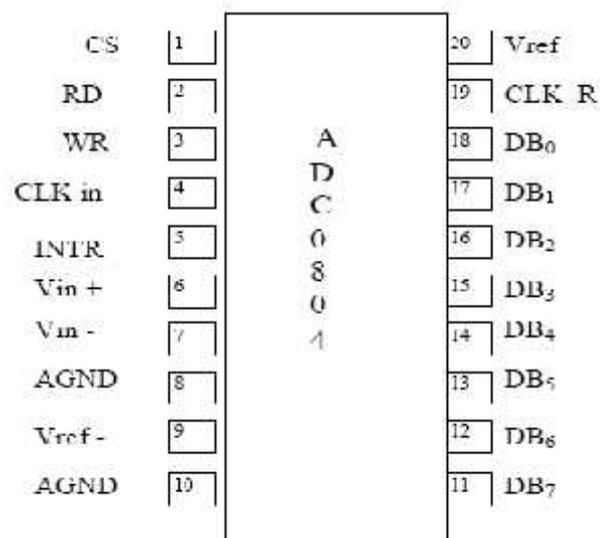
Untuk sinyal clock ini dapat juga digunakan sinyal eksternal yang dihubungkan ke pin CLK IN. ADC 0804 memiliki 8 output digital sehingga dapat langsung dihubungkan dengan saluran data mikrokomputer. Input *Chip Select* (aktif LOW) digunakan untuk mengaktifkan ADC 0804. Jika berlogika HIGH, ADC 0804 tidak aktif (*disable*) dan semua output berada dalam keadaan impedansi tinggi. Input *Write* atau *Start Conversion* digunakan untuk memulai proses konversi. Untuk itu harus diberi pulsa logika 0. Sedangkan output *interrupt* atau *end of conversion* menyatakan akhir konversi. Pada saat dimulai konversi, akan berubah ke logika 1. Di akhir konversi akan kembali ke logika 0.

ADC ini relatif cepat dan mempunyai ukuran kecil. Keuntungan tambahan adalah setiap cuplikan diubah dalam selang waktu yang sama tidak tergantung

pada arus masukan dan secara keseluruhan ditentukan oleh frekuensi yang mengendalikan detak dan resolusi dari pengubah. Sebagai contoh, pengubah 8 bit digunakan untuk menentukan arus logika setiap bit secara berurutan mulai dari bit signifikan terbesar jika frekuensi detak 10 KHz, waktu pengubahan  $8 \times$  periode detak =  $8 \times 0,1$  mdetik. Jika frekuensi detak dinaikkan menjadi 1 MHz, waktu pengubahan akan berkurang menjadi 8 udetik.

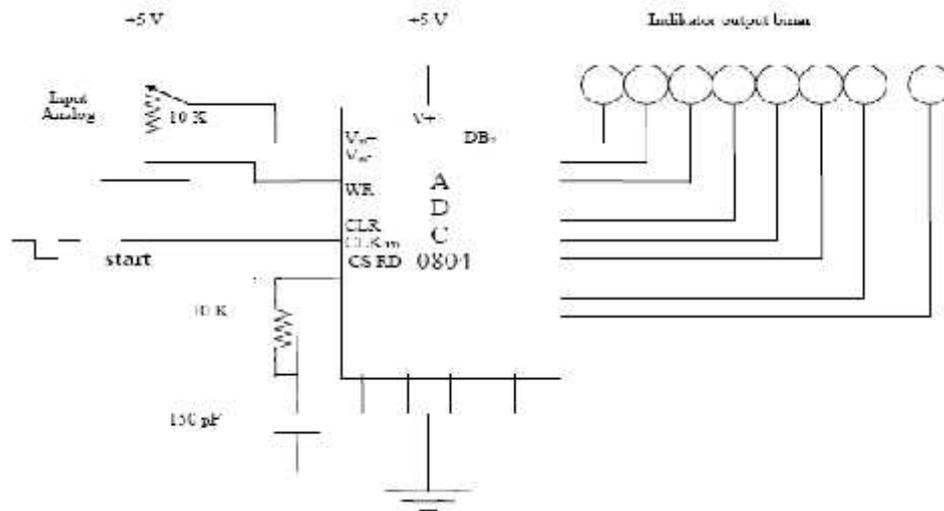
Kekurangan pengubahan jenis ini adalah mempunyai kekebalan rendah terhadap derau dan diperlukan adanya pengubah digital ke analog yang tepat dan pembanding dengan unjuk kerja yang tinggi.

Sebuah contoh diagram pin ADC 0804 adalah ditunjukkan pada gambar 7, IC ADC 0804 adalah sebuah CMOS 8bit dan IC ADC ini bekerja dibawah 100 us. Gambar 8 ditunjukkan sebuah pengetes rangkaian yang menggunakan IC ADC 0804 dimana input tegangan analog dimasukkan dengan mengatur potensio 10 Kohm yang dihubungkan dengan ground dan tegangan (+5 volt). Hasil dari ADC adalah  $1/255 (2^8 - 1)$  dari skala penuh tegangan 5 Volt. Untuk setiap penambahan 0,02 volt ( $1/255 \times 5 \text{ volt} = 0,02 \text{ volt}$ ). Jika input analog diberi 0,1 volt maka keluaran binernya = 0000 0101 ( $0,1 \text{ volt}/0,02 \text{ volt} = 5$  maka binernya = 0000 0101).



Gambar 2.19. Pin ADC 0804 8bit

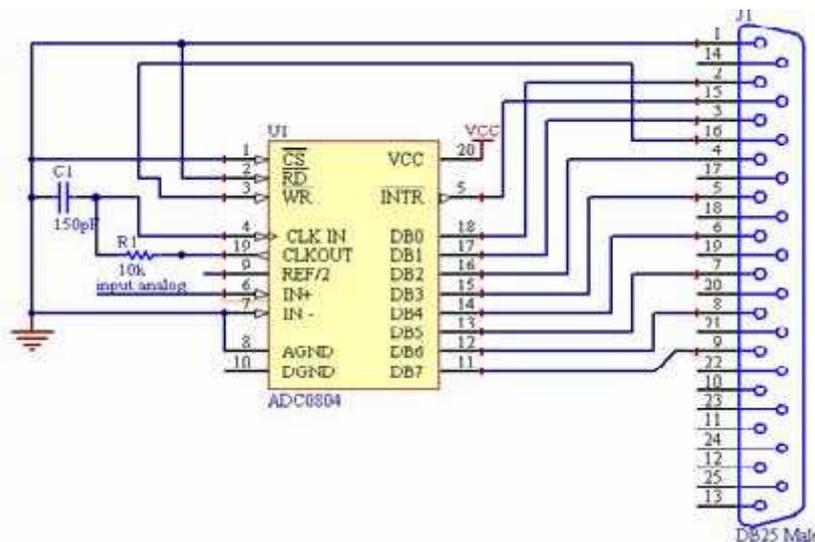
( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)



Gambar 2.20. Rangkaian dengan IC ADC 0804

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

Rangkaian ADC melalui port paralel ini tampak pada Gambar 9. Hubungan ke data komputer melalui pin data yaitu D0-D7. Sinyal status yang digunakan ialah ERROR yang digunakan dengan pin 5 ADC yaitu INTR'. Dua sinyal control yaitu STROBE' dan INIT' digunakan untuk mengaktifkan ADC. Pin 9 sebagai Vref tidak dihubungkan.



Gambar 2.21. Rangkaian ADC 0804 terhubung ke port paralel

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

```

Program ADC melalui port paralel (Adcparalel.pas)
const
    c0=1;c1=2;c2=4;c3=8;s1=2;s2=4;s3=8;
    base=$378; (menggunakan LPT1)
var
    data,stat,ctrl,eppdata :integer;
    sample,lc :integer;
begin
    data:=base;
    stat:=base+1;

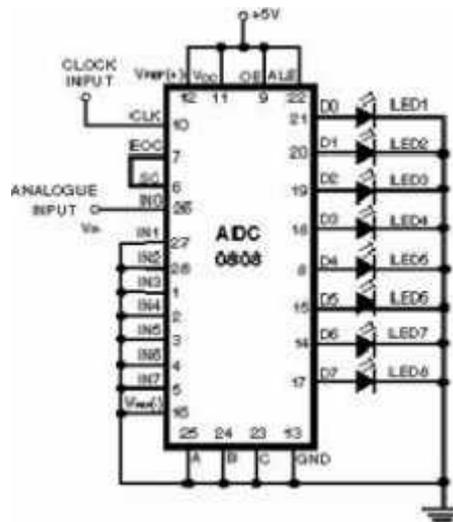
    ctrl:=base+2;

    for sample:=0 to 3000 do
    begin
        port[ctrl]:=32; (inisialisasi...)
        lc:=0;
        while (((port[stat] and s3)=0) or lc<255) do
            inc(lc);
            if lc>255 then write('time out, error pada hardware')
            else begin
                port[ctrl]:=37; (enable adc output)
                eppdata:=port[data];
                port[ctrl]:=36; (disable adc output)
                write('Hasil konversi ialah :',eppdata);
            end;
        end;
    end;
end.

```

Pada program diatas, digunakan alamat standar port paralel atau yang lebih dikenal sebagai port printer yaitu 378H (dalam pascal ditulis sebagai \$378). Program lalu menginisialisasi variable untuk data, stat dan ctrl dengan nilai alamat masing masing. Program kemudian looping untuk mengambil data lalu ditampilkan hasilnya.

Contoh IC ADC 8 bit yang mampu menerima 8 input dan banyak digunakan ialah ADC 0808 meskipun lebih mahal dibandingkan ADC 0804 . ADC ini selain mampu diprogram untuk mulai konversi melalui pin SC (*Start Conversion* ), mampu juga berjalan dalam mode *free running*, artinya ia akan konversi terus menerus sinyal input yang masuk dengan cara menghubungkan pin EOC (*End of Conversion*) ke SC.



Gambar 2.22. IC ADC 0808

( Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20-%20ADC.pdf>. Diunduh 24 april 2017)

## 2.4.8 Parameter-Parameter Penting Pada ADC

### a. 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 design dan tergantung dari kekompatibelan device yang nanti akan di interface kan.

Misalkan ingin meng interface kan ADC dengan mikrokontroller maka harus dilihat support untuk berapa bit kah mikrokontroller tersebut?, dan biasanya mikrokontroller support untuk ADC dengan resolusi 8 bit.

### b. Time Konversi

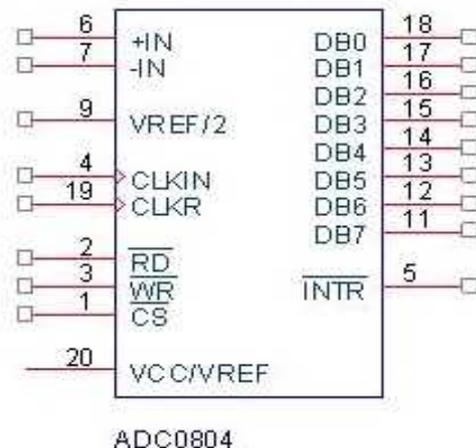
Time konversi atau waktu konversi adalah waktu yang dibutuhkan oleh ADC untuk mengkonversi data analaog ke digital, untuk menentukan time konversi ini tentunya kita harus melihat di datasheet nya, dan harus dilihat untuk kebutuhan seperti apa.

Time konversi semakin tinggi mungkin semakin baik, tetapi harus didukung pula untuk interface nya seperti apa, missal 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.

#### 2.4.9 ADC yang ada dipasaran

Konverter A/D tersedia secara komersial tersedia sebagai rangkaian terpadu dengan resolusi 8, 16 bit sampai dengan 32 bit. Dipasaran mungkin lebih banyak tersedia ADC yang 8 bit. Type-type ADC yang tersedia seperti: ADC080X dll.



Gambar 2.23. Konfigurasi Pin ADC 0804

(sumber : Eliezer, Putu Giovani. 2013. *ADC Mikrokontroler*. <http://Geyosoft.com>)

Deskripsi Fungsi Pin ADC 0804 :

- a. WR, pulsa transisi high to low pada input input write maka ADC akan melakukan konversi data, tegangan analog menjadi data digital. Kode 8 bit data akan ditransfer ke output lacht flip – flop.
- b. INT, bila konversi data analog menjadi digital telah selesai maka pin INT akan mengeluarkan pulsa transisi high to low. Perangkat ADC dapat dioperasikan dalam mode free running dengan menghubungkan pin INT ke input WR.

- c. CS, agar ADC dapat aktif , melakukan konversi data maka input chip select harus diberi logika low. Data output akan berada pada kondisi three state apabila CS mendapat logika high.
- d. RD, agar data ADC data dapat dibaca oleh sistem mikroprocessor maka pin RD harus diberi logika low.
- e. Tegangan analog input deferensial, input Vin (+) dan Vin (-) merupakan input tegangan deferensial yang akan mengambil nilai selisih dari kedua input. Dengan memanfaatkan input Vin maka dapat dilakukan offset tegangan nol pada ADC.
- f. Vref, tegangan referensi dapat diatur sesuai dengan input tegangan pada Vin (+) dan Vin (-),  $V_{ref} = V_{in} / 2$ .

$$V_{resolusi} = V_{in\ max} / 255.$$

## 2.5 Proteus

Proteus adalah sebuah software untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi PSpice pada level skematik sebelum rangkaian skematik di-upgrade ke PCB sehingga sebelum PCBnya di cetak kita akan tahu apakah PCB yang akan kita cetak apakah sudah benar atau tidak. Proteus mampu mengkombinasikan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program ARES untuk membuat layout PCB dari skematik yang kita buat. Software Proteus ini bagus digunakan untuk desain rangkaian mikrokontroler (Yurizal, 2013).

Proteus juga bagus untuk belajar elektronika seperti dasar-dasar elektronika sampai pada aplikasi pada mikrokontroler. Software Proteus ini menyediakan banyak contoh aplikasi desain yang disertakan pada instalasinya. Sehingga memungkinkan kita bisa belajar dari contoh-contoh yang sudah ada.

Fitur-fitur yang terdapat dalam Proteus adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki kemampuan untuk mensimulasikan hasil rancangan baik digital maupun analog maupun gabungan keduanya.

- b. Mendukung simulasi yang menarik dan simulasi secara grafis.
- c. Mendukung simulasi berbagai jenis microcontroller seperti PIC 8051 series.
- d. Memiliki model-model peripheral yang interactive seperti LED, tampilan LCD, RS232, dan berbagai jenis library lainnya.
- e. Mendukung instrument-instrument virtual seperti voltmeter, ammeter, oscilloscope, logic analyser, dan lain-lainnya.
- f. Memiliki kemampuan menampilkan berbagai jenis analisis secara grafis seperti transient, frekuensi, noise, distorsi, AC dan DC, dan lain-lainnya.
- g. Mendukung berbagai jenis komponen-komponen analog.
- h. Mendukung open architecture sehingga kita bisa memasukkan program seperti C++ untuk keperluan simulasi.
- i. Mendukung pembuatan PCB yang di-update secara langsung dari program ISIS ke program pembuat PCB-ARES.

ISIS dipergunakan untuk keperluan pendidikan dan perancangan.

Beberapa fitur umum dari ISIS adalah sebagai berikut :

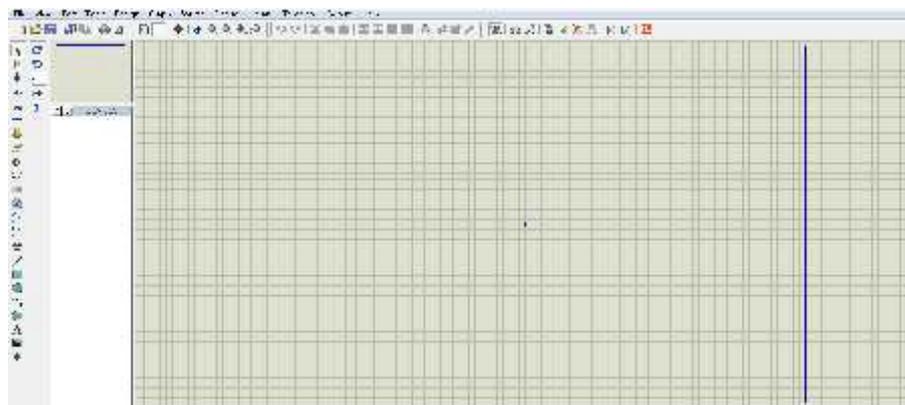
- a. Windows dapat dioperasikan pada Windows 98/Me/2k/XP dan Windows terbaru.
- b. Routing secara otomatis dan memiliki fasilitas penempatan dan penghapusan dot.
- c. Sangat powerful untuk pemilihan komponen dan pemberian properties-nya.
- d. Mendukung untuk perancangan berbagai jenis bus dan komponen-komponen pin, port modul dan jalur.
- e. Memiliki fasilitas report terhadap kesalahan-kesalahan perancangan dan simulasi elektrik.
- f. Mendukung fasilitas interkoneksi dengan program pembuat PCB-ARES.
- g. Memiliki fasilitas untuk menambahkan package dari komponen yang belum didukung.

ARES (Advanced Routing and Editing Software) digunakan untuk membuat modul layout PCB. Adapun fitur-fitur dari ARES adalah sebagai berikut

- a. Memiliki database dengan tingkat keakuratan 32-bit dan memberikan resolusi sampai 10 nm, resolusi angular 0,1 derajat dan ukuran maksimum board sampai 10 m.
- b. ARES mendukung sampai 16 layer.
- c. Terintegrasi dengan program pembuat skematik ISIS, dengan kemampuan untuk menentukan informasi routing pada skematik.
- d. Visualisasi board 3-Dimensi.
- e. Penggambaran 2-Dimensi dengan simbol library.

Proteus lebih memiliki kelebihan pada desainnya yang sederhana, sangat mudah dan bagus digunakan untuk perancangan rangkaian mikrokontroler yang akan sangat membantu digunakan oleh mahasiswa yang mengambil mata kuliah berhubungan dengan mikrokontroler. Kelebihannya yang lain adalah sebelum PCB dicetak skematisnya bisa disimulasikan dulu. Desain-desainnya bisa digabungkan dan masih banyak lagi kelebihan yang dimiliki Proteus.

MCS51 berteknologi CISC (Complex Instruction Set Computing). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama (Yurizal, 2013).



Gambar 2.24. Tampilan Awal dari Aplikasi Proteus  
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

Tampilan window Proteus Profesional ISIS 7 seperti dibawah ini, dan memiliki fungsi difitur-fiturnya yang sering digunakan sebagai berikut;



Gambar 2.25. Tampilan Menu dari Aplikasi Proteus

(Sumber : Dokumentasi Penulis)

1. Menu Bar : merupakan list menu yang dapat digunakan dalam perancangan/pengolahan gambar rangkaian.
2. Open Save Data meliputi:



New File: membuat file baru dengan area gambar baru.



Open File: membuka file yang pernah disimpan.



Save : menyimpan file yang telah dibuat.

3. Togle Grid : menampilkan bantuan titik-titik panduan pada area gambar.
4. Zoom Sheet meliputi: (*dapat menggunakan scroll mouse*)



Centre at Cursor: Menentukan area tengah tampilan gambar dengan bertumpu pada cursor.



Zoom in : memperbesar gambar



Zoom out: memperkecil gambar



Zoom to view sheet: menampilkan keseluruhan gambar dalam layar monitor



Zoom to area: memperbesar gambar dengan memilih area yang dikehendaki.

5. Mini view: menampilkan gambar dalam bentuk tampilan kecil seluruh area gambar.
6. Component List: daftar komponen yang telah diambil dari library.



Pick From Library: mengambil komponen pada library yang akan diletakkan pada component list.

7. Componen Mode meliputi:



Selection mode: memilih dan melakukan aksi pada komponen yang dipilih



Component Mode: mengambil komponen pada library



Terminal Mode: mengambil dan menggunakan terminal yang dibutuhkan dalam rangkaian (VCC,Gnd,Input,Output)



Generator Mode: Memilih pembangkit pulsa yang akan digunakan



Voltage Probe: Terminal dengan tampilan nilai dari jalur koneksi komponen dengan menampilkan besaran tegangan



Current Probe: Terminal dengan tampilan nilai dari jalur koneksi komponen dengan menampilkan besaran arus



Virtual Instrument Mode: Mengambil alat ukur yang akan digunakan (CRO, Voltmeter, Ampere meter, AFG, Signal Analyzer).

#### 8. Drawing Tool and Text meliputi:

-  2D Graphic line Mode: membuat garis jalur rangkaian 2D
-  2D Graphic box Mode: membuat gambar kotak/persegi 2D pada area gambar
-  2D Graphic Circle Mode: membuat gambar lingkaran 2D pada area gambar
-  2D Graphic Arc Mode: membuat gambar Arc/garis lengkung 2D pada area gambar
-  2D Graphic Text Mode: menambahkan tulisan text 2D pada area gambar

#### 9. Rotate And Mirror meliputi:

-  Rotate Clockwise: Merotasi obyek searah jarum jam
-  Rotate Anticlockwise: Merotasi obyek berlawanan dengan arah jarum jam
-  X mirror: Mencerminkan obyek kearah X
-  Y mirror: Mencerminkan obyek kearah Y

#### 10. Play and Simulation Operation

-  Play: Menjalankan simulasi rangkaian yang telah dibuat
-  Step: Menjalankan simulasi secara tahap pertahap
-  Pause: Memberhentikan simulasi rangkaian
-  Stop: Menghentikan simulasi rangkaian.

## 2.6 Hardware yang Digunakan

Perangkat keras yang digunakan untuk membuat simulator ini adalah laptop acer aspire v5-431. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

Operating system : windows 7 Ultimate 32-bit (6.1,buld 7601)

System manufacture : Acer

System model : Aspire V5-431

Memory : 2048MB RAM

Processor : Intel Pentium

Manufacturer : Intel Corporation

Current Display Mode : 1366 x 768 (32 bit) (60 Hz)

Monitor : Generic PnP Monitor