

## PERCOBAAN 1

### ENCODER DAN DECODER PULSE CODE MODULATION (PCM) (SIMULASI MENGGUNAKAN SOFTWARE MULTISIM)

#### A. TUJUAN

- Dapat menggambarkan proses konversi sinyal analog menjadi sinyal PCM melalui proses PCM encoding
- Dapat menggambarkan proses mengembalikan menjadi sinyal analog melalui proses PCM decoding

#### B. PERALATAN YANG DIGUNAKAN

- Software Multisim

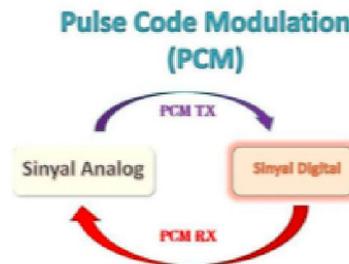
#### C. TEORI DASAR

PCM : Pulse Code Modulation, percobaan ini akan memperkenalkan tentang PCM encoder. Percobaan ini akan menghasilkan sinyal output berupa sinyal PCM dari input berupa sinyal analog.

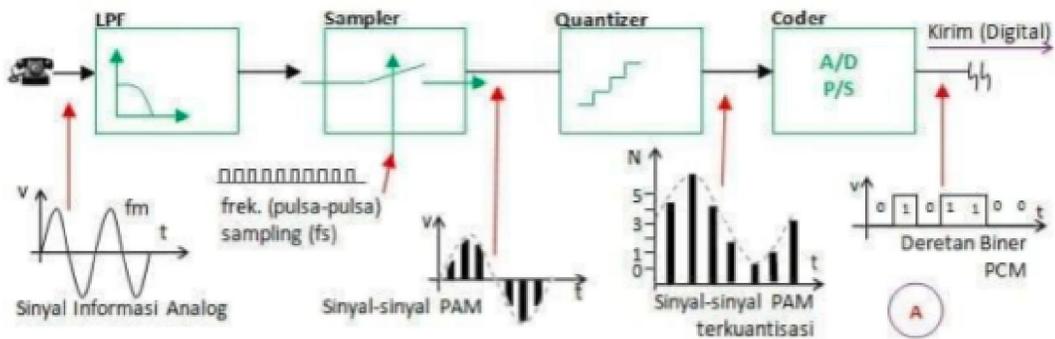
PCM Encoding : input PCM encoder adalah sinyal analog, sedangkan output encoding berupa sinyal sample and hold. Sinyal input harus dibatasi untuk bandwidth dan range amplitude tertentu. Bandwidth maximum yang diijinkan tergantung dari kecepatan sampling yang digunakan berdasarkan criteria Nyquist. Sedangkan range amplitude disesuaikan dengan tampilan yang memungkinkan.

PCM Decoding : input PCM decoding berupa sinyal PCM, sedangkan outputnya akan serupa dengan sinyal input dari sumber. Kalau terjadi distorsi, hal ini disebabkan karena proses kuantisasi dari encodernya

**Proses PCM :**



Gambar 1.1 Encoder dan Decoder PCM

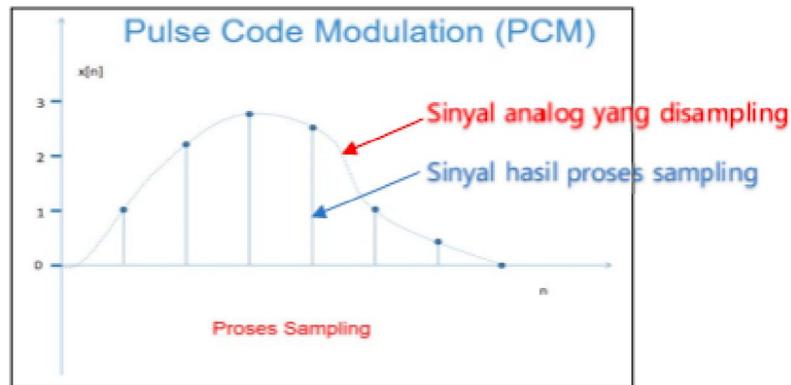


Gambar 1.2 Proses PCM

Berdasarkan blok diagram proses konversi sinyal analog menjadi sinyal PCM pada gambar 1.2, maka dapat diuraikan seperti proses berikut ini :

### 1. Proses Sampling

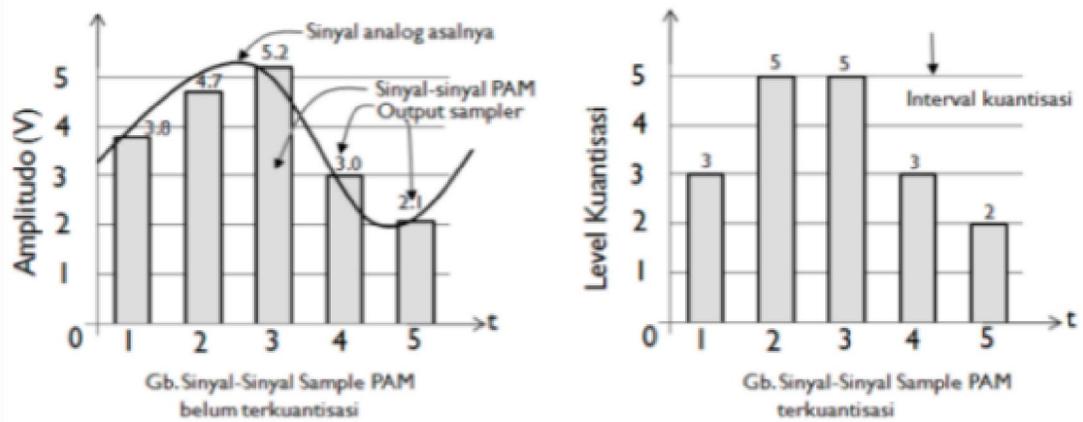
Proses sampling adalah proses yang mengubah sinyal analog menjadi sinyal diskrit agar sesuai dengan format digital. Proses pengambilan sample atau contoh besaran sinyal analog pada titik tertentu secara teratur dan berurutan. Frekuensi sampling harus lebih besar dari 2x frekuensi yang disampling atau memperoleh puncak dan lembah berdasarkan Theorema Nyquist. Hasil proses sampling berupa sinyal PAM (Pulse Amplitude Modulation), seperti terlihat pada gambar 1.3.



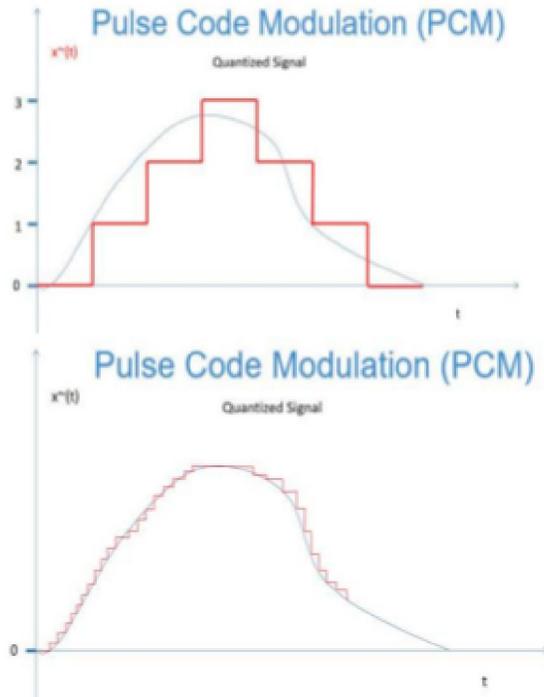
Gambar 1.3 Proses Sampling

### 2. Proses Kuantisasi

Kuantisasi adalah suatu tahap pemetaan dari sinyal yang telah disampling menjadi sinyal dengan level tertentu berdasarkan bit ADC yang digunakan. Amplitudo dari masing masing sample dinyatakan dengan nilai integer dari level kuantisasi yang terdekat sesuai pada gambar 1.4.



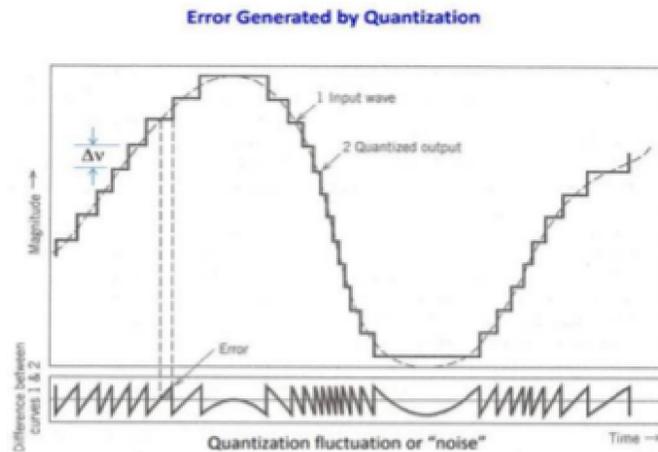
Gambar 1.4 Proses Quantisasi



Gambar 1.5 Sinyal hasil quantisasi

Pada gambar 1.5 merupakan sinyal hasil quantisasi yang tampak berbeda, perbedaan tersebut dikarenakan pada proses quantisasi menggunakan level quantisasi yang berbeda. Dimana level quantisasi akan menyebabkan jumlah bit kode dari sinyal yang di hasilkan menjadi berbeda.  $N$  adalah jumlah level sinyal (level quantisasi) yang di ambil dan  $n$  adalah jumlah bit yang digunakan untuk mengkodekan satu sinyal terkuantisasi, maka  $N = 2^n$ . Misalkan sinyal-sinyal terkuantisasi tersebut akan dikodekan menjadi 4 bit maka jumlah level quantisasi yang akan diperoleh sebesar  $N = 2^4 = 16$ .

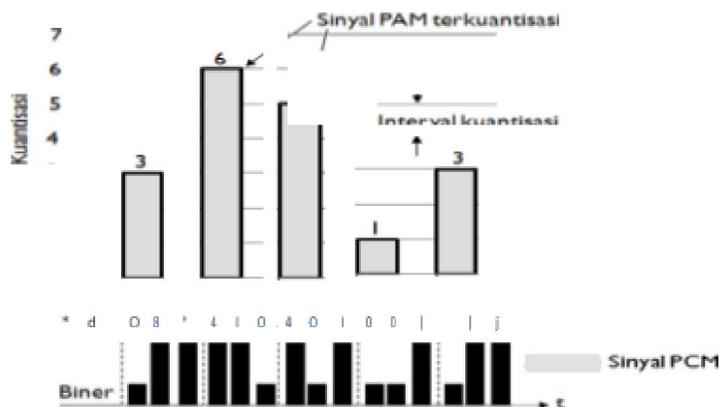
Yang perlu diperhatikan pada saat pemilihan level kuantisasi harus disesuaikan dengan bentuk sinyal yang akan diquantisasi karena setiap level kuantisasi yang ditentukan pada proses kuantisasi akan menghasilkan error kuantisasi. Pilihlah level kuantisasi yang menyebabkan error kuantisasi sekecil mungkin. Munculnya error pada proses kuantisasi dapat dilihat seperti gambar 1.6.



Gambar 1.6 Tampilan error kuantisasi

### 3. Encode (pengkodean)

Pengkodean merupakan proses mengubah suatu besaran tertentu kedalam bentuk lain yang dikenali berdasarkan ketentuan yang teratur. Pengkodean NRZ adalah suatu pengkodean dimana sinyal tidak kembali ke 0 volt di tengah-tengah bit. Dalam pengkodean NRZ, bit 0 direpresentasikan oleh sinyal dengan tegangan 0 volt, sedangkan bit 1 direpresentasikan oleh sinyal dengan tegangan +V volt. Seperti dapat dilihat pada gambar 1.7.



Gambar 1.7 Proses Pengkodean

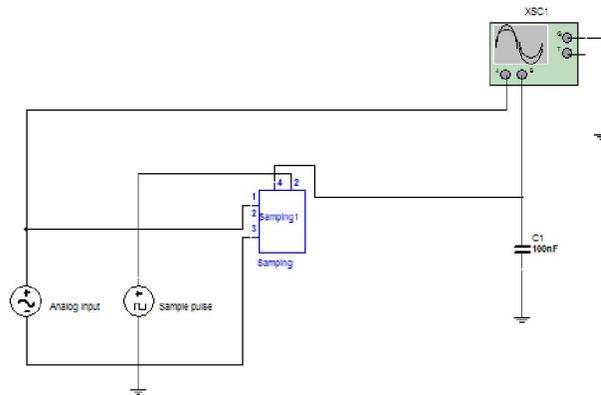
#### 4. Decode (pengkodean kembali)

Proses decoding berada pada sisi terima, dimana proses ini akan merubah sinyal PCM menjadi sinyal analog kembali. Pada prakteknya sebelum mendapatkan sinyal analog, maka diperlukan proses filtering yaitu untuk mendapatkan sinyal dengan frekuensi yang sama dengan sinyal analog yang diinputkan. Sedangkan filter yang digunakan bisa beragam sesuai dengan frekuensi sinyal yang dikehendaki (LPF, HPF, BPF dsb).

### D. PROSEDUR PERCOBAAN

#### I. Proses Sampling

1. Buatlah rangkaian seperti gambar di bawah ini:

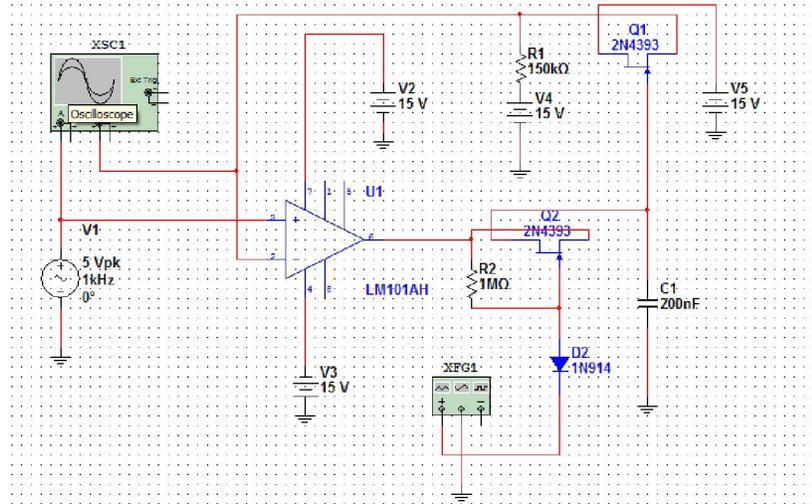


2. Double klik generator sinyal informasi analog kemudian atur sebagai berikut:
  - frekuensi informasi sebesar 60 Hz ,
  - voltage (volt) sebesar 0,71V ,
  - AC analysis magnitude sebesar 1V,
  - distortion frequency 1 magnitude sebesar 1V ,
  - distortion frequency 2 magnitude sebesar 1V ,
  - double klik generator sinyal sampling kemudian atur:
    - frekuensi pulsa sebesar 360Hz , duty cycle 50% dan amplitude 5V.
3. Double klik alat ukur oscilloscope dan atur beberapa tombol sebagai berikut :
  - Time/div : 10ms/div
  - Channel A: 1V/div
  - Yposition: 1
  - AC coupling
  - Channel B : 1V/div
  - Yposition :-1
  - AC Coupling

4. Jalankan multisim dan amatilah serta gambar hasil outputnya pada osiloskop
5. Ganti kapasitor dengan nilai 100mF dan tanpa adanya kapasitor, kemudian bandingkan hasil outputnya dengan hasil sebelumnya.
6. Amati dan gambar hasilnya.

## II. Pengamatan prinsip kerja rangkaian Sample and Hold

1. Buatlah rangkaian seperti gambar di bawah ini:



2. Double klik generator sinyal informasi analog V5 kemudian atur sebagai berikut:

- frekuensi informasi sebesar 1 kHz ,
- voltage (volt) sebesar 5v ,
- AC analysis magnitude sebesar 1v,
- distortion frequency 1 magnitude sebesar 1v ,
- distortion frequency 2 magnitude sebesar 1v ,
- double klik generator sinyal sampling XFG1 kemudian atur:

frekuensi pulsa sebesar 5kHz , duty cycle 50% dan amplitude 15v

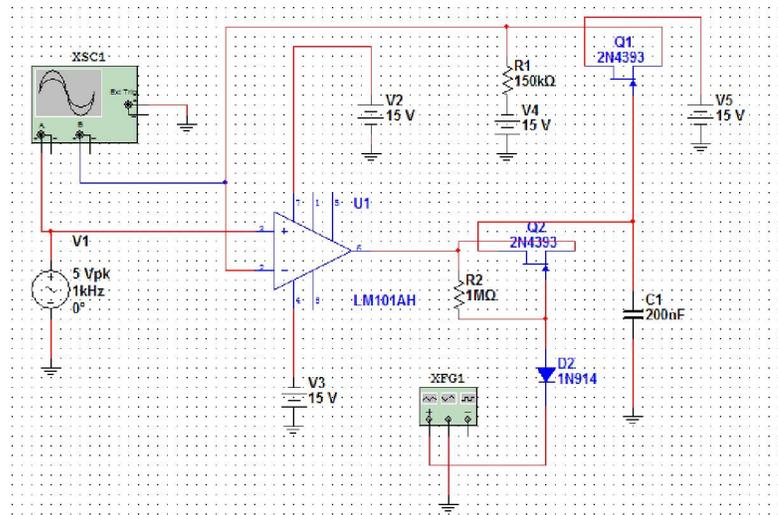
3. Double klik alat ukur oscilloscope dan atur beberapa tombol sebagai berikut :

- Time/div : 500us/div
- Channel A: 5V/div
- Yposition: 1
- AC coupling
- Channel B : 5v/div
- Yposition :-1
- AC Coupling

4. Jalankan multisim dengan klik start dan amatil hasil outputnya pada osiloskop
5. Jelaskan maksud kedua hasil output tersebut.
6. Double klik generator sinyal XFG1 kemudian atur sebagai berikut:
  - frekuensi pulsa sebesar 500Hz,1kHz,2kHz ; duty cycle 10% dan amplitude sebesar 15v
7. Ulangi langkah 5 sampai 6.
8. Jelaskan mengapa sinyal sampling tidak sempurna dan bagaimana agar sinyal hasil sampling sesuai dengan yang diharapkan.

### III. Pengamatan fungsi kapasitor hold pada Rangkaian Sampling dan Hold

1. Buatlah rangkaian seperti dibawah ini:



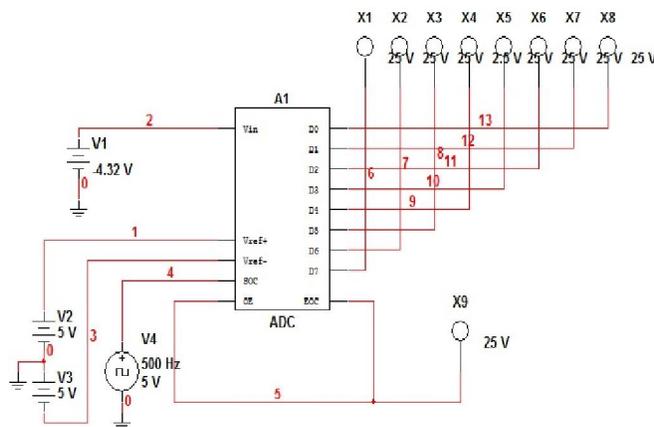
2. Double klik kapasitor hold C1 dan ubah nilai kapasitasnya antara 10nF s/d 200nF sebanyak sepuluh kali perubahan nilai kapasitansi. (harus berada dibawah 100nF dan berada di atas 100nF).
3. Double klik generator sinyal informasi analog V5 kemudian atur sebagai berikut:
  - frekuensi informasi sebesar 1 kHz ,
  - voltage (volt) sebesar 5V ,
  - AC analysis magnitude sebesar 1V,
  - distortion frequency 1 magnitude sebesar 1V ,
  - distortion frequency 2 magnitude sebesar 1V ,
  - double klik generator sinyal sampling XFG1 kemudian atur frekuensi pulsa sebesar 5kHz duty cycle 50% dan amplitude 15V.
4. Double clik alat ukur oscilloscope dan atur beberapa tombol sebagai berikut :
  - Time/div : 500us/div

- Channel A: 5V/div
- Yposition: 1
- AC coupling
- Channel B : 5V/div
- Yposition :-1
- AC Coupling

5. Jalankan rangkaian dan amati serta gambar hasil percobaannya
6. Ganti nilai pada kapasitor dua nilai dibawah 100nF dan dua nilai di atas 100nF. dalam bentuk digital atau diskrit.
7. Jalankan rangkaian dan amati serta gambar hasil percobaannya

#### IV. Encoder Analog to Digital Converter (ADC)

1. Buatlah rangkaian seperti gambar berikut dan simpan dengan nama file "01 ADC":



2. Amati dengan cermat bentuk rangkaian yang ditampilkan oleh software Multisim, dimana sinyal analog input (berupa sinyal dc yang mempunyai level berubah-ubah) sebagai sinyal informasi analog dan generator clock sebagai sinyal sampling.
3. Ubahlah tegangan analog input ( $0V_{dc}$  s/d  $5V_{dc}$ ) sebanyak 10 kali perubahan tegangan dan catat nilai tegangan tersebut serta perubahan LED.
4. Buatlah tabel pengukuran dan masukkan hasil percobaan dalam tabel pengukuran tersebut.

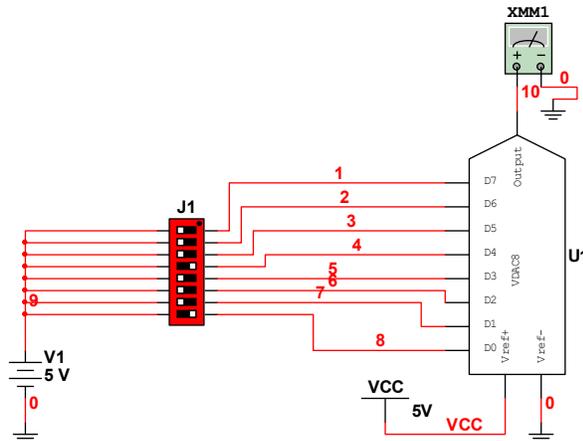
Tabel 11.3 Level Quantisasi

LED	Tegangan Analog Input (V)	Perbedaan Tegangan (V)
0 0 0 0 0 0 0 0		
0 0 0 0 0 0 0 1		
0 0 0 0 0 0 1 0		
0 0 0 0 0 0 1 1		
0 0 0 0 0 1 0 0		
0 0 0 0 0 1 0 1		
0 0 0 0 0 1 1 0		
0 0 0 0 0 1 1 1		
0 0 0 0 1 0 0 0		
0 0 0 0 1 0 0 1		
0 0 0 0 1 0 1 0		
0 0 0 0 1 0 1 1		
0 0 0 0 1 1 0 0		
0 0 0 0 1 1 0 1		
0 0 0 0 1 1 1 0		
0 0 0 0 1 1 1 1		
0 0 0 1 0 0 0 0		
0 0 0 1 0 0 0 1		
0 0 0 1 0 0 1 0		
0 0 0 1 0 0 1 1		
0 0 0 1 0 1 0 0		
0 0 0 1 0 1 0 1		
0 0 0 1 0 1 1 0		
0 0 0 1 0 1 1 1		
0 0 0 1 1 0 0 0		
0 0 0 1 1 0 0 1		
0 0 0 1 1 0 1 0		
0 0 0 1 1 0 1 1		
0 0 0 1 1 1 0 0		
0 0 0 1 1 1 0 1		
0 0 0 1 1 1 1 0		
0 0 0 1 1 1 1 1		
0 0 0 1 0 0 0 0		
0 0 0 1 0 0 0 1		
Level Quantisasi	Total	
	Rata-Rata	

5. Analisa hasilnya dan buatlah kesimpulan dari hasil percobaan tersebut.

### V. Decoder Digital to Analog Converter (DAC)

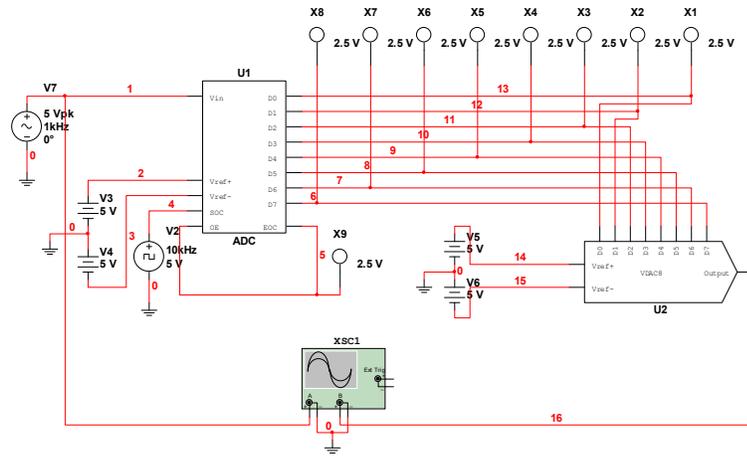
1. Buat rangkain seperti gambar berikut dan simpan dengan nama file "01 DAC"



- Amati dan cermati bentuk rangkaian yang ditampilkan oleh software Multisim, dimana sinyal input (berupa DIP SWITCH dengan kode biner yang dapat diubah-ubah).
- Ubahlah biner DIP SWITCH antara 0 0 0 0 0 0 s/d 1 1 1 1 1 1 1 1 (ambil sebanyak 18 data biner ) dan catat nilai tegangan output DAC menggunakan multimeter.
- Buatlah tabel pengukuran dan masukkan hasil percobaan dalam tabel pengukuran tersebut.
- Analisa hasilnya dan buatlah kesimpulan dari hasil percobaan tersebut.

**a. Kombinasi Encoder dan Decoder PCM (A-D dan D-A Converter)**

1. Dari kedua rangkaian ADC dan DAC, buatlah rangkaian kombinasi A-D dan D-A converter seperti gambar berikut:



2. Berikan sinyal input analog pada rangkaian ADC dan amati output rangkaian DAC.
3. Ubahlah frekuensi dan amplitudo sinyal input analog sebanyak 4 kali perubahan.
4. Catatlah hasil pengukuran pada tabel hasil pengukuran.
5. Berikan analisa dan kesimpulan dari hasil percobaan tersebut.

• **PERTANYAAN DAN TUGAS**

1. Jelaskan konsep proses sampling and hold
2. Jelaskan bentuk gelombang yang dihasilkan oleh rangkaian sampling and hold...
3. Jelaskan konsep proses ADC dan DAC.
4. Carilah dan jelaskan penerapan rangkaian ADC dan DAC pada bidang Teknik Telekomunikasi.