

Elektronika Lanjut

DAC - ADC

Digital to Analog Converter

Analog to Digital Converter



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.



Konverter

- ✦ 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



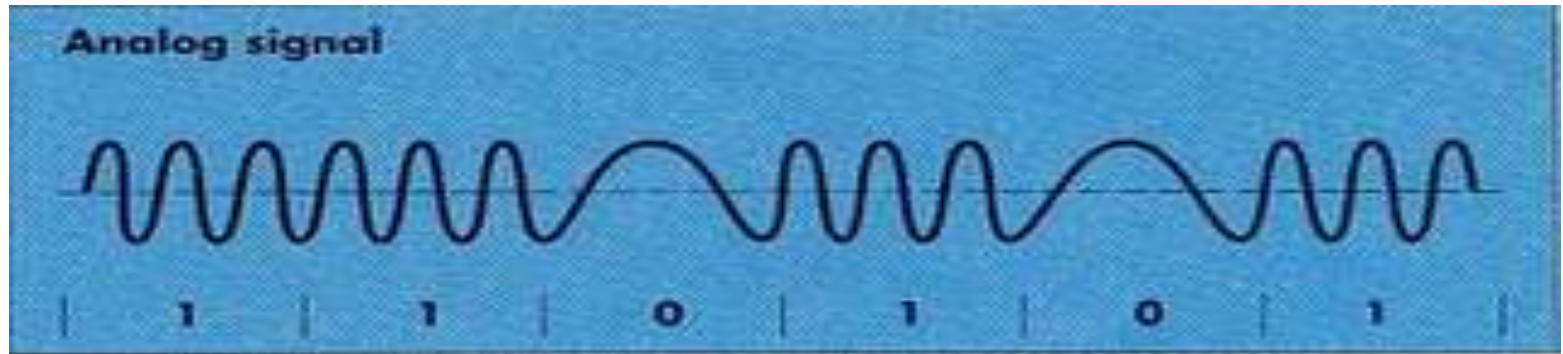
Analog VS Digital

- + Sinyal Analog: Sinyal data dalam bentuk gelombang kantinyu, yang memiliki parameter amplitudo dan frekuensi
- + Sinyal Digital adalah sinyal data dalam bentuk pulsa yang dapat mengalami perubahan tiba-tiba dan mempunyai besaran 0 dan 1

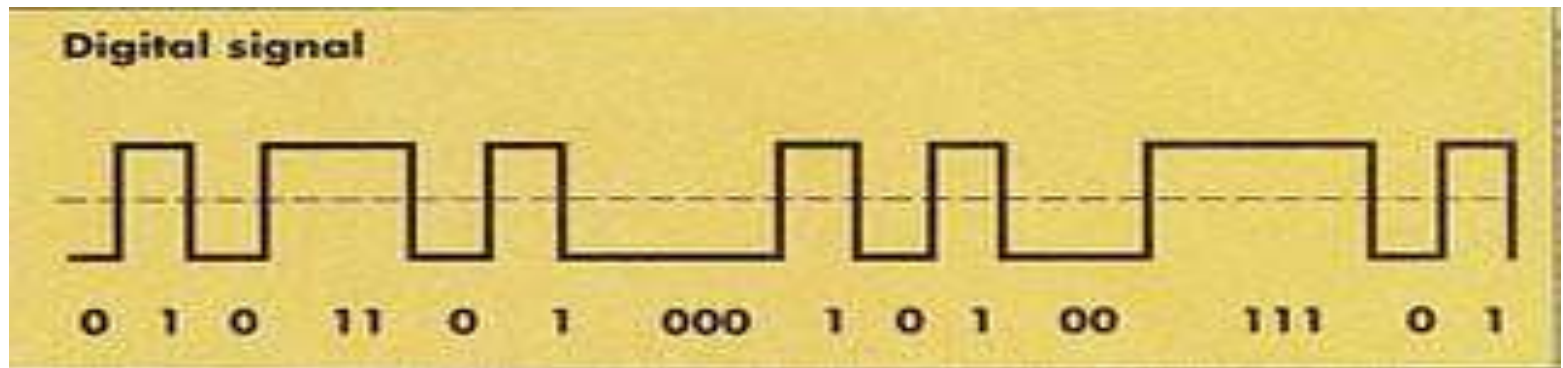


Analog VS Digital

+ Analog



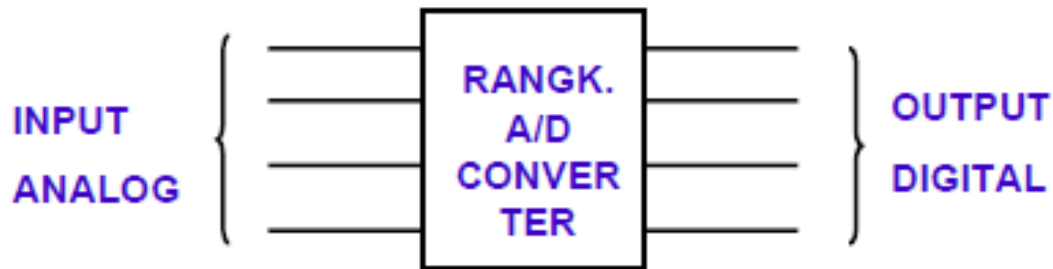
+ Digital



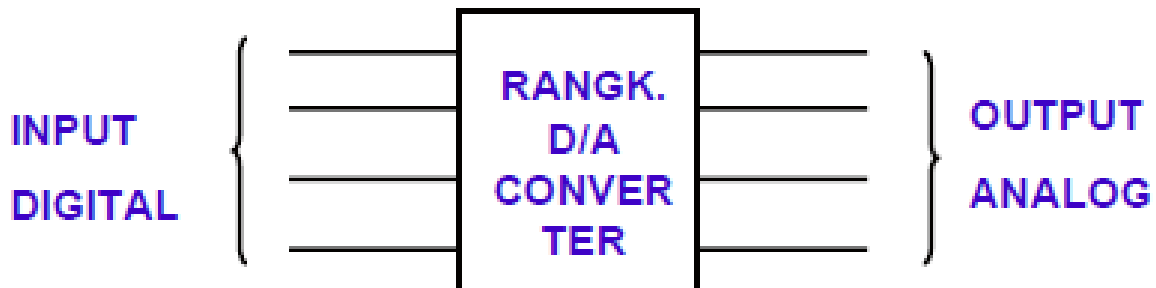


A/D – D/A Converter

- A/D CONVERTER: MENGKONVERSI TEGANGAN ANALOG MENJADI DIGITAL

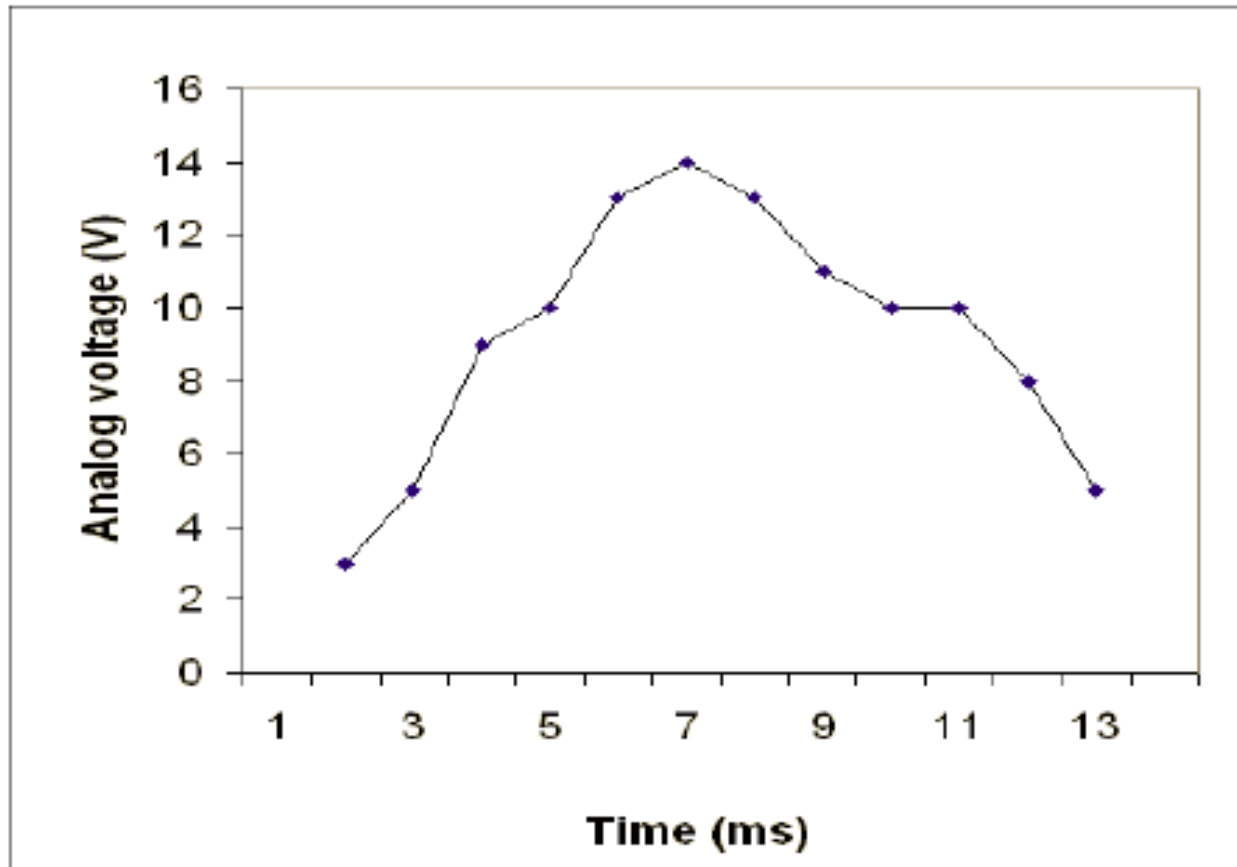


- D/A CONVERTER: MENGKONVERSI INPUT DIGITAL MENJADI OUTPUT ANALOG





Besaran Digital Dan Analog





Representasi Digital

Time (ms)	Representation	
	analog	digital
1	3	0011
2	5	0101
3	9	1001
4	10	1010
5	13	1101
6	14	1110
7	13	1101
8	11	1011
9	10	1010
10	10	1010
11	8	1000
12	5	0101



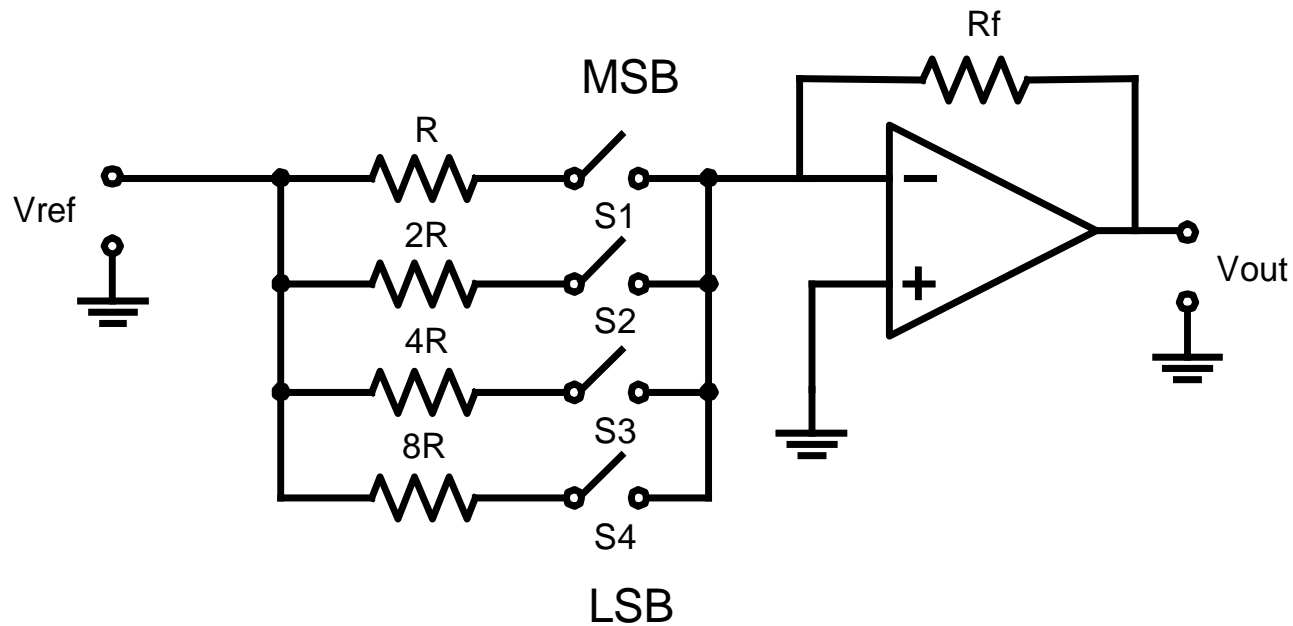
DAC - Digital to Analog Converter

- ✚ *Digital To Analog Converter (DAC)* adalah pengubah kode / bilangan digital menjadi tegangan keluaran analog.
- ✚ DAC banyak digunakan sebagai rangkaian pengendali (driver) yang membutuhkan input analog; seperti motor AC maupun DC, tingkat kecerahan pada lampu, Pemanas (Heater) dan sebagainya.
- ✚ Umumnya DAC digunakan untuk mengendalikan peralatan aktuator.



DAC - Digital to Analog Converter

- + Dua jenis DAC yang umum
 - + Binary-weighted DAC
 - + R/2R Ladder DAC





DAC - Digital to Analog Converter

DAC Resistor Berbobot (Weighted Resistor DAC)

- Prinsip dasar dari rangkaian ini adalah rangkaian penjumlah (summing circuit) yang dibentuk dengan menggunakan Operasional Amplifier
- Rangkaian diatas memenuhi rumus

$$V_{out} = -V_{ref} \cdot \left(\frac{R_f}{R + 2R + 4R + 8R} \right)$$



DAC - Digital to Analog Converter

DAC Resistor Berbobot (Weighted Resistor DAC)

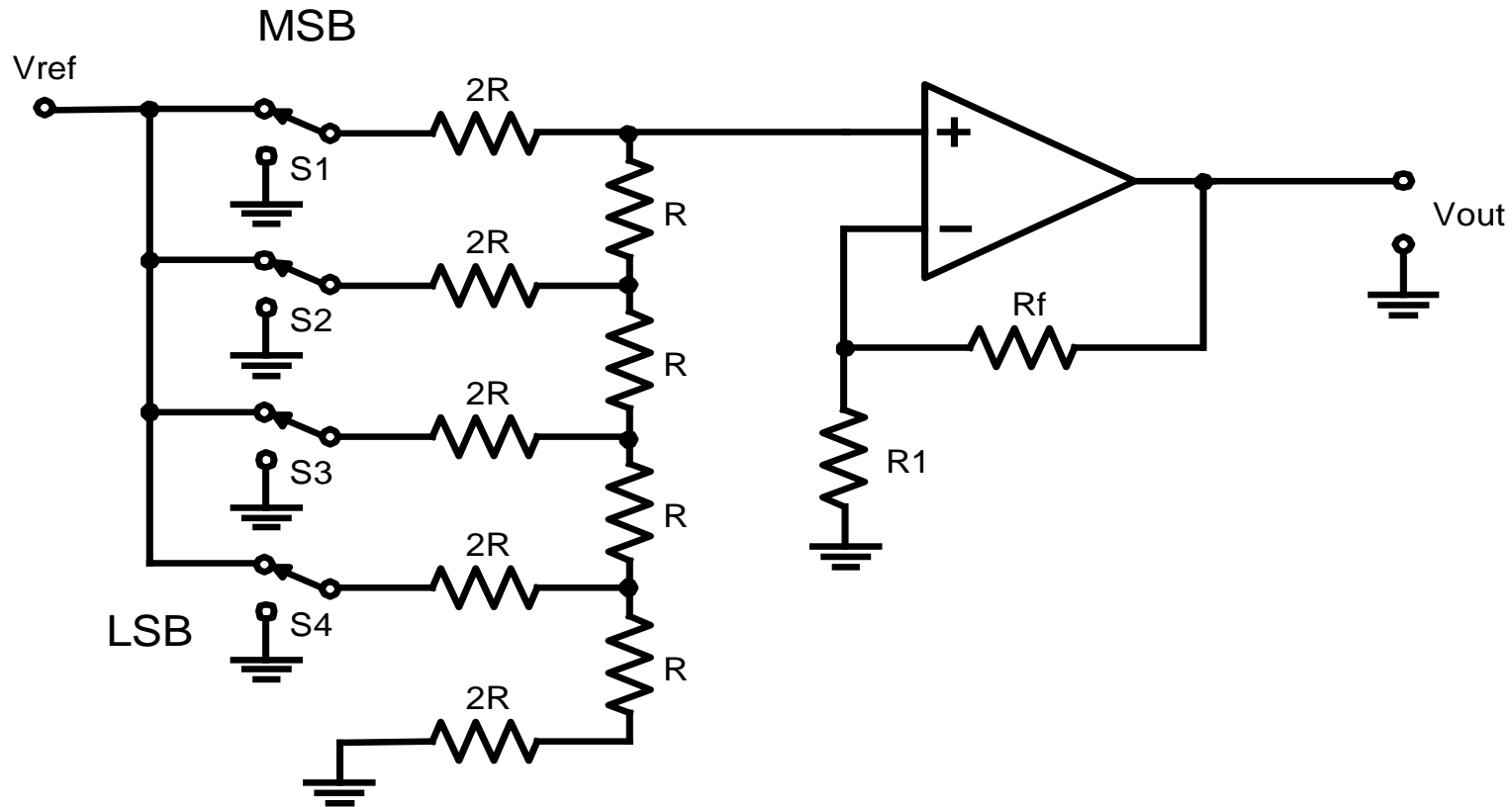
- ✚ Bila terdapat input digital 1010 (10 desimal) maka saklar 1 (S1) dan saklar 3 (S3) tertutup; didapat :

$$\mathbf{V_{out} = -V_{ref} \cdot \left(\frac{R_f}{R + 4R} \right)}$$



DAC - Digital to Analog Converter

DAC – Pasangan R-2R





DAC - Digital to Analog Converter

DAC – Pasangan R-2R

- + Prinsip dasar dari rangkaian ini dibentuk karena mengatasi hambatan besar resistor yang terjadi bila jumlah bit rangkaian bertambah. Rangkaian ini hanya menggunakan dua nilai resistor
- + Sama seperti rangkaian diatas, prinsip dasar rangkaian ini menggunakan rangkaian penjumlah langsung (Direct summing circuit) yang dibentuk dengan menggunakan Operasional Amplifier



DAC - Digital to Analog Converter

DAC – Pasangan R-2R

- + Rangkaian diatas memenuhi rumus :

$$\mathbf{V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right) \cdot (V_{ref}) \cdot (Rasio_Pembagi)}$$



DAC - Digital to Analog Converter

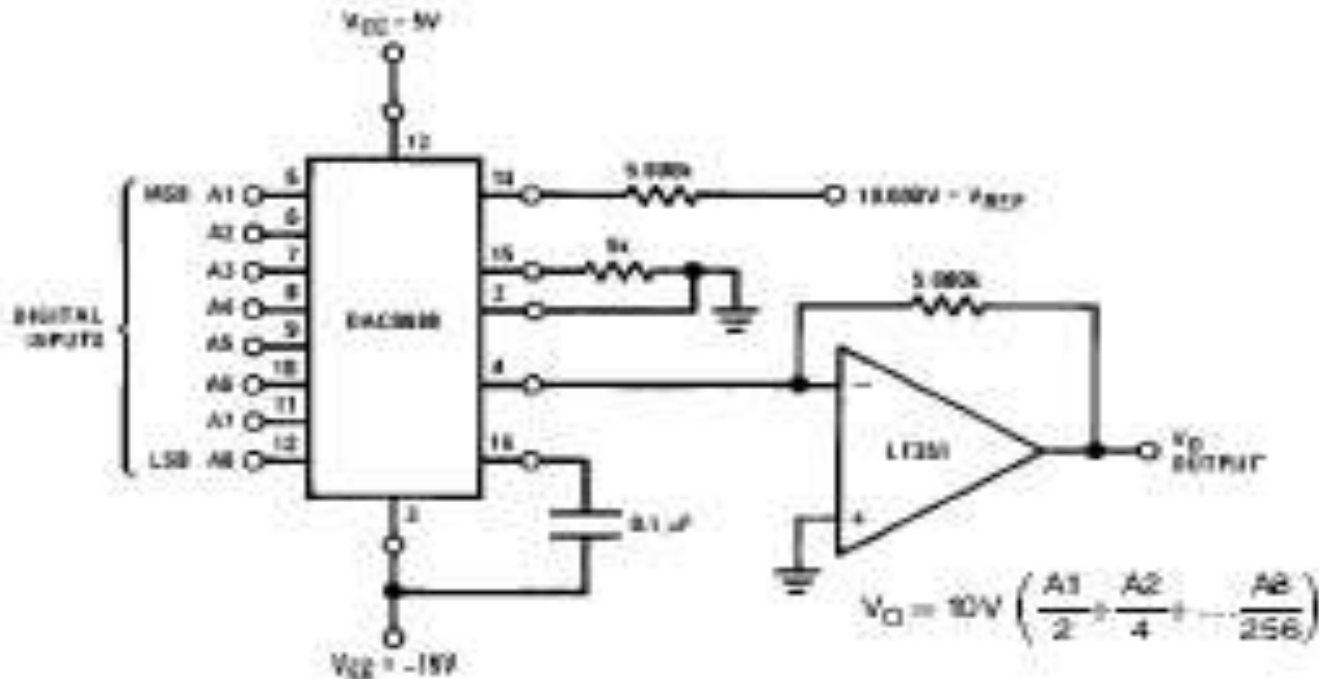
DAC – Pasangan R-2R

- ✚ Dari dua jenis DAC diatas, sudah banyak terdapat DAC yang terintegrasi menjadi suatu serpih (IC) yang mudah dalam penggunaannya. Contohnya adalah National Semiconductor DAC 0808 yang menggunakan prinsip R-2R



DAC - Digital to Analog Converter

DAC – Pasangan R-2R



Contoh Aplikasi DAC sebagai rangkaian Pengendali



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



ADC – Analog to Digital Converter

- ✚ 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

- ✦ Dalam menjelaskan prinsip dari ADC, terdapat dua hal penting yang menjadi dasar dari ADC yaitu :
 - ✦ Teorema Petik dan Genggam (Sample and Hold) / kecepatan sampling
 - ✦ Resolusi dari ADC
- ✦ Dan melalui penjelasan ini didapat dasar untuk mengubah sinyal analog menjadi digital.



ADC – Analog to Digital Converter

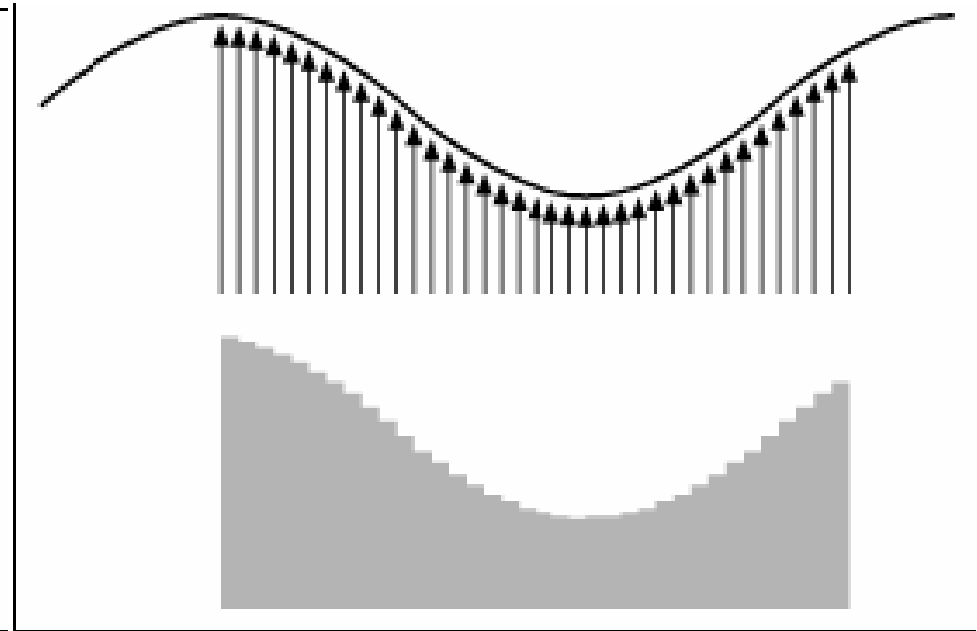
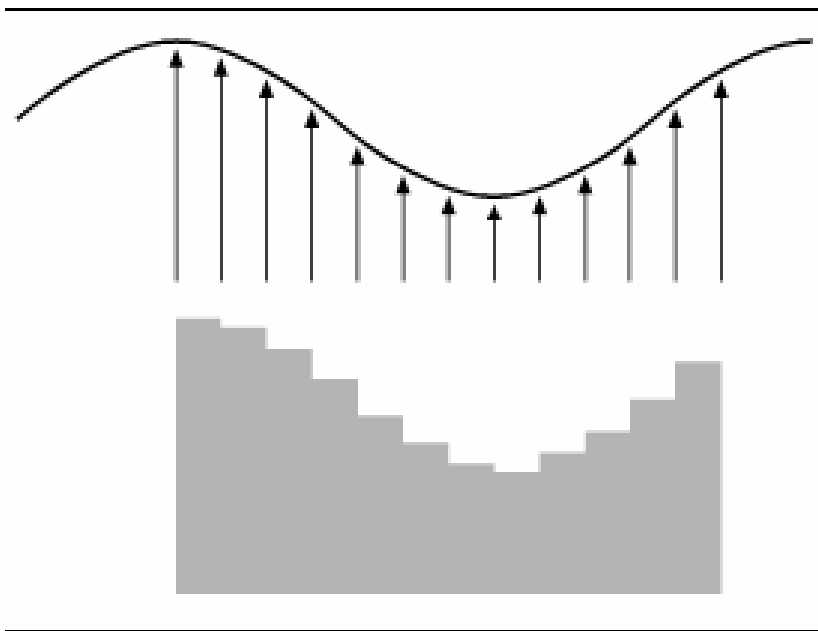
Kecepatan sampling

- ✚ 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)**



ADC – Analog to Digital Converter

Kecepatan sampling





ADC – Analog to Digital Converter

Resolusi ADC

- ✦ 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.



ADC – Analog to Digital Converter

Resolusi ADC

- ✚ 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%.



ADC – Analog to Digital Converter

Resolusi ADC

- ✚ 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)
- ✚ $\text{signal} = (\text{sample} / \text{max_value}) * \text{reference_voltage}$
- ✚ $= (153 / 255) * 5$
- ✚ $= 3 \text{ Volts}$



ADC – Analog to Digital Converter

D	C	B	A	N
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

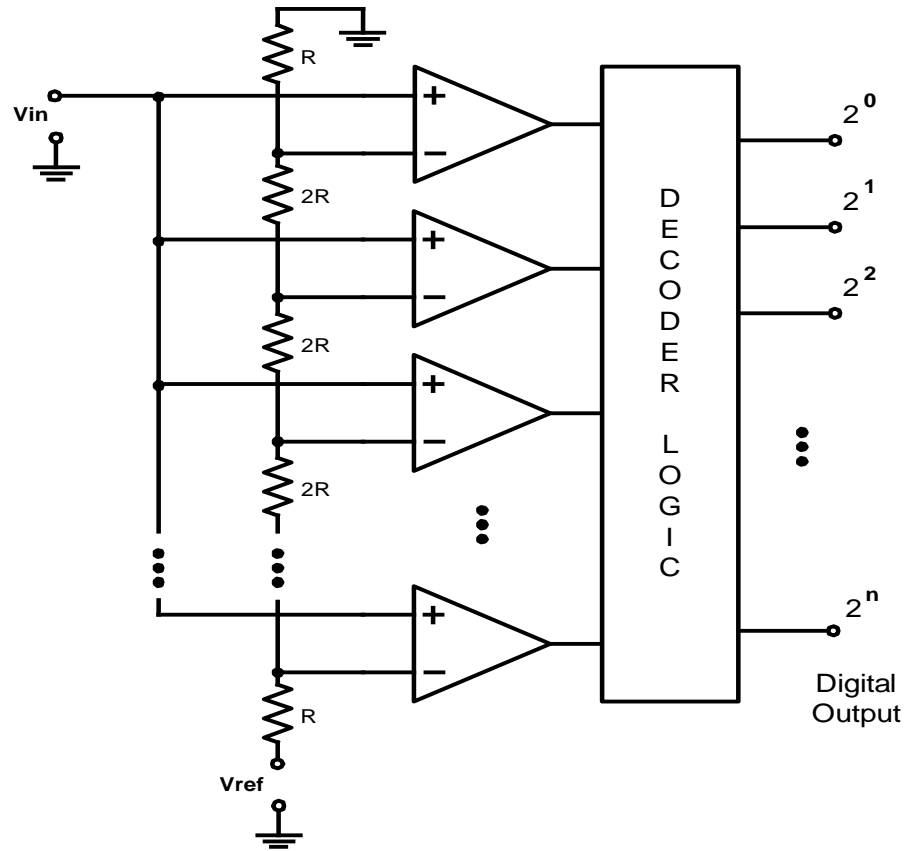


ADC – Analog to Digital Converter

- + Banyak sekali prinsip dari ADC, tetapi yang cukup terkenal dan banyak dipakai adalah :
 - + ADC Paralel / Langsung (Parallel / Flash ADC)
 - + ADC Integrasi (Dual Slope Integrating ADC)
 - + ADC Pendekatan berurutan (Successive Approximation ADC)

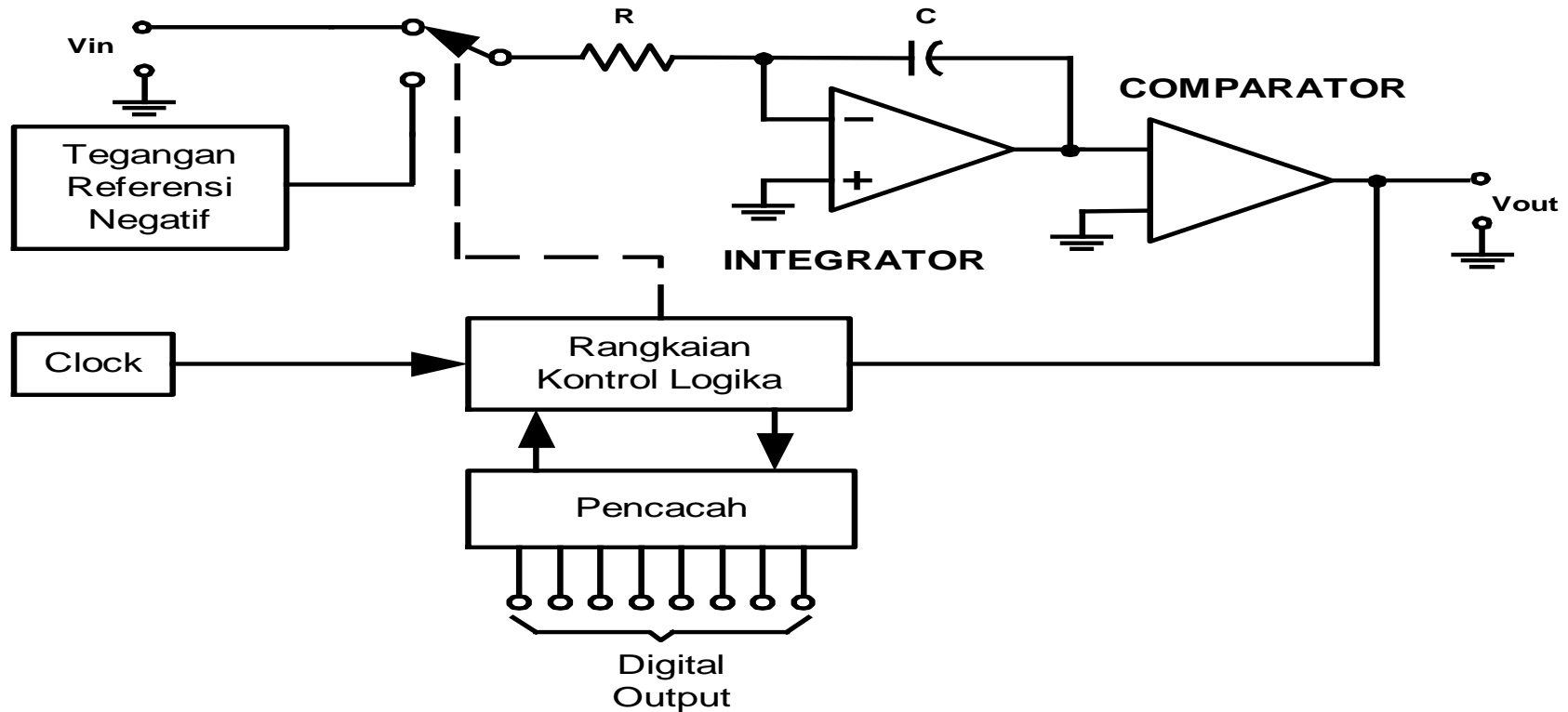


ADC – Analog to Digital Converter



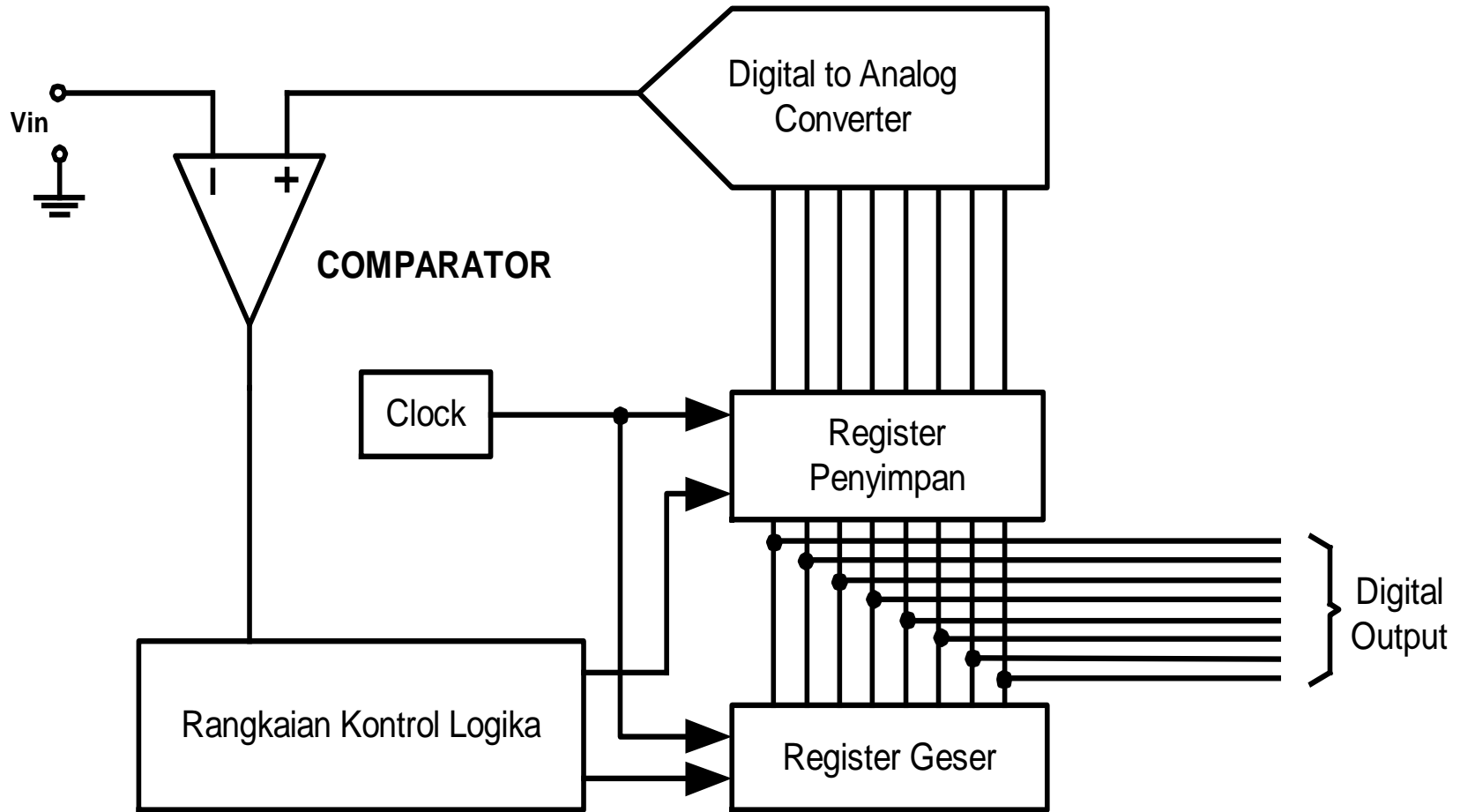


ADC – Analog to Digital Converter





ADC – Analog to Digital Converter



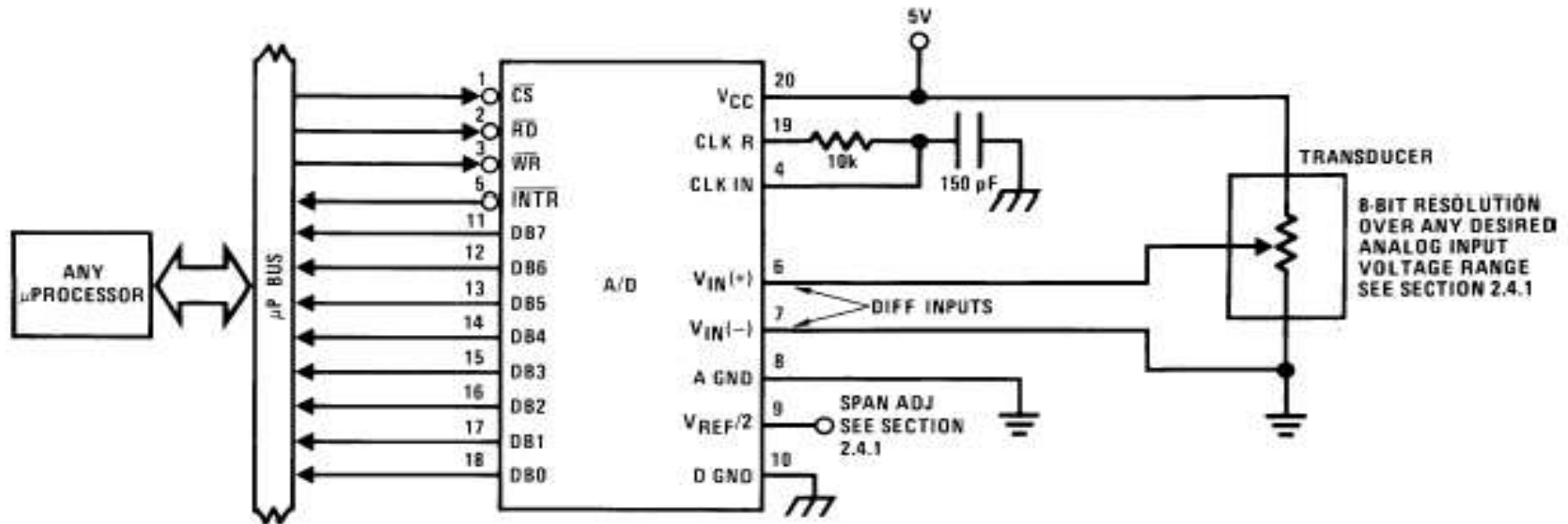


ADC – Analog to Digital Converter

- + Dari tiga jenis ADC diatas, sudah banyak terdapat ADC yang terintegrasi menjadi suatu serpih (IC) yang mudah dalam penggunaannya.
- + Contohnya adalah National Semiconductor ADC



ADC – Analog to Digital Converter



Contoh Aplikasi ADC sebagai rangkaian pengendali sensor yang terhubung ke komputer

$$\text{DATA ADC} : \frac{v_{in}}{v_{ref}} \times \text{Max Data}$$



ADC – Analog to Digital Converter

- ✦ Dari empat jenis ADC diatas, sudah banyak terdapat ADC yang terintegrasi menjadi suatu serpih (IC) yang mudah dalam penggunaannya. Contohnya adalah National Semiconductor ADC 0801 yang menggunakan prinsip Successive Approximation



Latihan

- + Suatu rangkaian ADC dengan IC 0804 diberikan input tegangan Analog sebesar 3 volt, tegangan referensi di set 5 volt. Berapa data digital outputnya?

$$\text{IC 0804} = 8 \text{ bit}$$

$$= 2^8 - 1 = 255$$

$$\text{Data ADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times \text{Max Data}$$

$$= \frac{3}{5} \times 255$$

$$= 153_{(10)}$$

$$= 1001 \ 1001_{(2)}$$



Latihan

- ✚ Suatu rangkaian mikrokontroler AVR ATMEGA16 membaca data digital di salah satu pin ADCnya adalah 011110100. Dengan diketahui bahwa pin AREFnya dihubungkan ke tegangan sumber 5 volt. Berapakah tegangan input pada pin ADCnya ?

$$2^{10} - 1 = 1023$$

$$\text{Data digital output} = 011110100_{(2)} = 500_{(10)}$$

$$\text{Data ADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times \text{Max Data}$$

$$500 = \frac{V_{in}}{5} \times 1023$$

$$\begin{aligned} V_{in} &= \frac{(500 \times 5)}{1023} \\ &= 2,44 \end{aligned}$$





Alhamdulillah....

Thanks!

A blue line-art cartoon drawing of a person with a large, round head, a wide smile, and their arms raised in a gesture of joy or gratitude. A small '©' symbol is visible at the bottom right of the drawing.