



# **TRANSISTOR MOS**

**(METAL OXIDE SEMICONDUCTOR)**

---

*Pertemuan Minggu ke-2*

# PENGERIAN

- ❖ MOS atau MOSFET adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu.
- ❖ Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS).

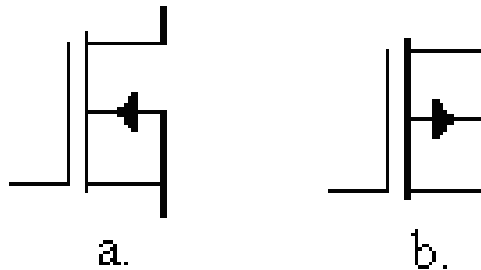
## LANJUTAN PENGERTIAN

- ❖ Bahan silicon digunakan sebagai landasan (*substrat*) dari penguras (*drain*), sumber (*source*), dan gerbang (*gate*).
- ❖ Transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya dibatasi oleh oksida silikon yang sangat tipis.
- ❖ Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri dari kanal → kelebihan MOSFET dibanding BJT yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah.

# JENIS-JENIS MOS

❖ Dilihat dari cara kerjanya

- Transistor Mode Pengosongan (*Transistor Mode Depletion*)

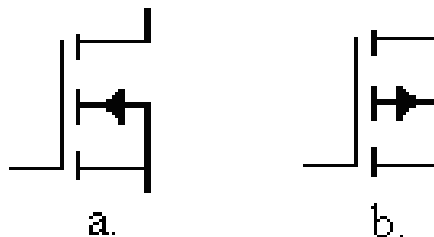


Simbol Transistor MOSFET Mode *Depletion*  
(a). *N-Channel Depletion* (b). *P-Channel Depletion*

## LANJUTAN JENIS-JENIS MOS

### ❖ Dilihat dari cara kerjanya

- Transistor Mode peningkatan (Transistor Mode Enhancement)



Simbol Transistor MOSFET Mode *Enhancement*  
(a). *N-Channel Enhancement* (b). *P-Channel Enhancement*

## LANJUTAN JENIS-JENIS MOS

❖ Dilihat dari jenis saluran yang digunakan

- NMOS (Negatif MOS)
- PMOS (Positif MOS)
- CMOS (Complementary MOS)

**CMOS = NMOS + PMOS**

struktur CMOS adalah campuran transistors NMOS et PMOS digunakan untuk sebuah operasi logika menjadi sederhana

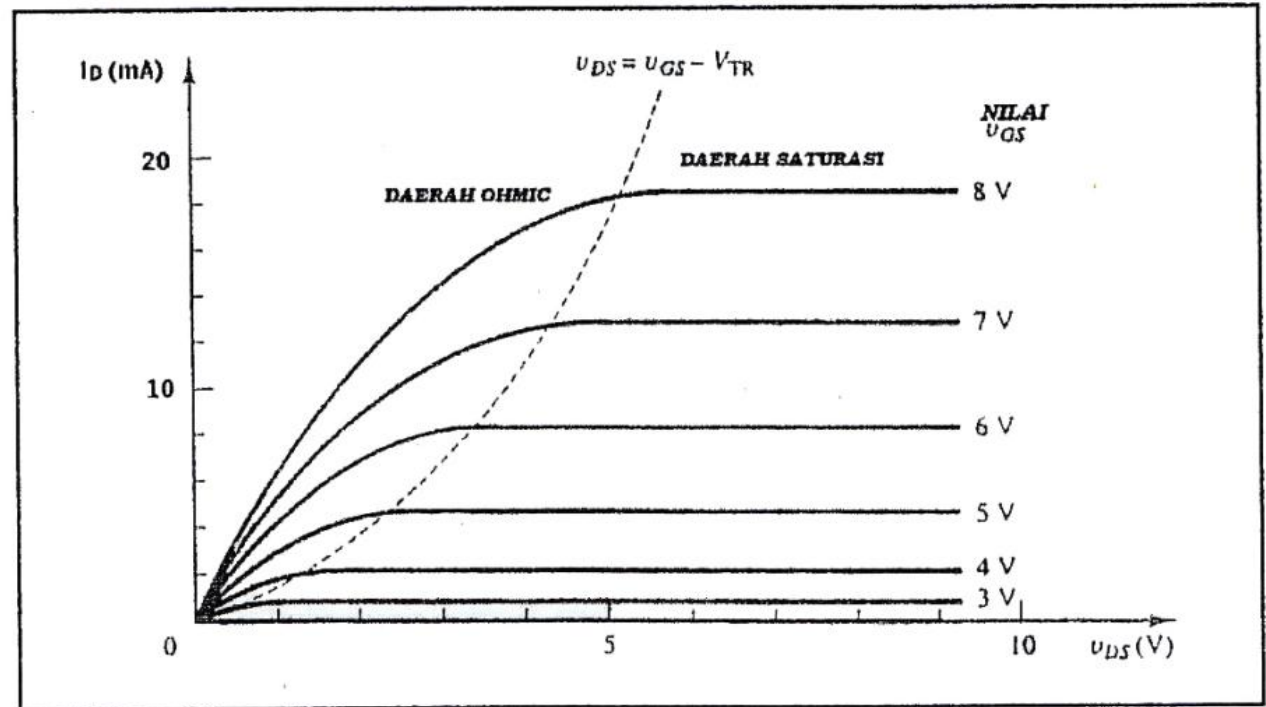
# KELEBIHAN CMOS

- ❖ Konsumsi energi rendah
- ❖ Sedikit noise
- ❖ Beroperasi pada beberapa puluh MHz
- ❖ Logika ditentukan oleh nilai tegangan
- ❖ Transisi waktu simetri
- ❖ Skematik relatif sederhana

# KARAKTERISTIK & OPERASI MOSFET

❖ Pada MOSFET terdapat 3 daerah kerja, yaitu:

- Cut-off
- Linier
- saturasi





# DAERAH CUT-OFF

❖ Tegangan gerbang lebih kecil dari tegangan ambang, sehingga tidak terbentuk saluran, dan arus tidak dapat mengalir ( $ID = 0$ ).

# DAERAH LINIER

- ❖ Pada awalnya gerbang diberi tegangan hingga terbentuk saluran. Apabila *drain* diberi tegangan yang kecil, maka elektron akan mengalir dari *source* menuju *drain* atau arus akan mengalir dari *drain* ke *source*.
- ❖ Selanjutnya saluran tersebut akan bertindak sebagai suatu tahanan, sehingga arus *drain* ( $I_D$ ) akan sebanding dengan tegangan *drain*.

## LANJUTAN DAERAH LINIER

$$I_D (\text{LIN}) = k_n \left[ (V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

### Keterangan:

- $I_D$  = Arus drain
- $V_{GS}$  = Tegangan gate-source
- $V_{DS}$  = Tegangan drain-source
- $V_T$  = Tegangan threshold

# DAERAH SATURASI

❖ Apabila tegangan *drain* tersu ditingkatkan hingga tegangan pada *gate* menjadi netral, lapisan inversi saluran pada sisi *drain* akan hilang, dan mencapai suatu titik yang disebut titik pinch-off. Pada titik pinch-off ini merupakan permulaan dari daerah kerja saturasi. Apabila melebihi titik ini, peningkatan tegangan *drain* tidak akan mengubah arus *drain*, sehingga arus *drain* tetap (konstan).

$$I_D (\text{SAT}) = \frac{k_n}{2} (V_{GS} - V_{Tn})^2$$

❖ Bentuk operasi untuk MOSFET saluran-p adalah sama seperti pada transistor MOSFET saluran-n. pernyataan arus *drain* identik dengan polaritas tegangan dan arah arus terbalik.

• Cutoff =  $V_{SG,p} \leq -V_{Tp}$

$I_D (\text{OFF}) = 0$

• Linear =  $V_{SG,p} \geq -V_{Tp}$ , dan  $V_{SD,p} \leq V_{SG,p} + V_{TP}$

$$I_{D,p}(\text{LIN}) = k_p \left[ (V_{SG,p} - V_{TP}) V_{SD,p} - \frac{V_{SD,p}^2}{2} \right]$$

• Saturasi =  $V_{SG,p} \geq -V_{Tp}$ , dan  $V_{SD,p} \geq V_{SG,p} + V_{TP}$

$$I_D(\text{SAT}) = \frac{k_p}{2} (V_{SG,p} - V_p)^2$$



# LATIHAN

---

1. Jelaskan mengapa transistor mode pengosongan drain dan source saling terhubung?
2. Jelaskan mengapa pada transistor mode peningkatan disimbolkan dengan garis putus-putus?
3. Mengapa pada CMOS disebut komplemen MOS?

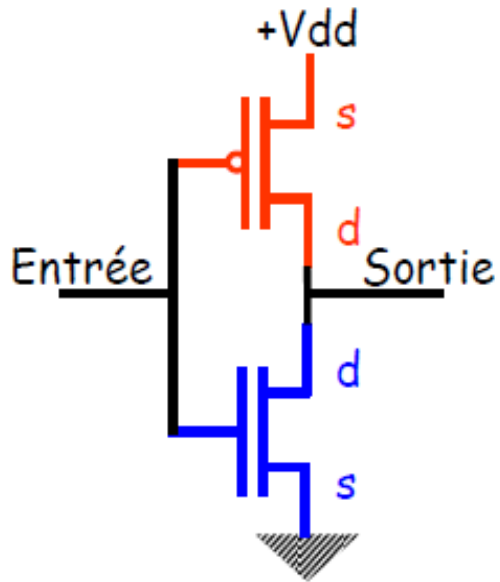
# JAWABAN

1. Pada transistor mode depletion, antara drain dan source saling terhubung yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya elektron. Lebar dari saluran itu sendiri dapat dikendalikan oleh tegangan gerbang.
2. Transistor mode enhancement ini pada fisiknya tidak memiliki saluran antara drain dan sourcena karena lapisan bulk meluas dengan lapisan SiO<sub>2</sub> pada terminal gate.

# JAWABAN

3. Karena setiap jaringan transistor bisa di setting 0 ataupun 1
- Jaringan P melakukan setting ke 1 nilai outputnya adalah  $V_{dd}$
  - Jaringan N melakukan setting ke 0 nilai outputnya adalah  $V_{ss}$





1 - **Source** dari **PMOS** adalah sebuah **Vdd**

2 - **Source** dari **NMOS** adalah sebuah ground

3 - **gate** terhubung sebagai input

4 - **Drains** terhubung ke **output**

- Konstanta dari MOS pada teknologi AMS adalah variabel ( $K_n = 155 \mu\text{A/V}$  s/d  $195 \mu\text{A/V}$  dan  $K_p = 50 \mu\text{A/V}$  s/d  $70 \mu\text{A/V}$  ), dan digunakan dalam perhitungan  $K_n = 189 \mu\text{A/V}$  dan  $K_p = 64 \mu\text{A/V}$ , sehingga diperlukan eksperimen simulasi.
- Tegangan threshold dari MOS juga variabel ( $V_{THn} = 0,4\text{V}$  s/d  $0,64\text{V}$  dan  $V_{THp} = -0,53\text{V}$  s/d  $0,77\text{V}$ ). dan digunakan  $V_{THn} = 0,46\text{V}$  dan  $V_{THp} = -0,68\text{V}$ .