

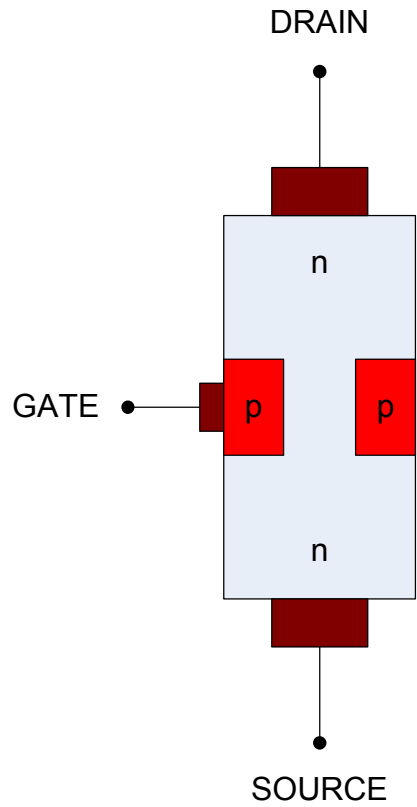
JFET  
(Junction Field Effect Transistor)  
Transistor Efek Medan Persambungan

# Transistor Bipolar dan Unipolar

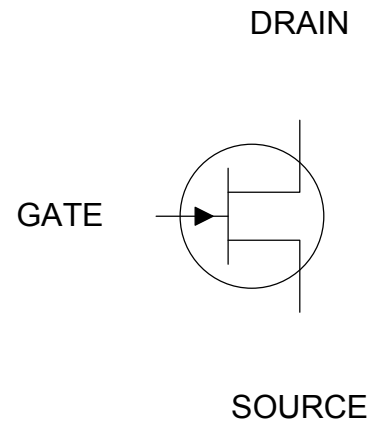
- Transistor *bipolar* bekerja berdasarkan adanya *hole* dan *electron*.
- Transistor ini cukup baik pada pemakaian-pemakaian yang umum.
- Pada pemakaian yang lain, adakalanya lebih baik menggunakan transistor *unipolar*.
- Transistor ini bekerja berdasarkan pada *hole* saja atau *electron* saja.

# Struktur JFET

- JFET terdiri dari suatu channel (saluran) yang terbuat dari sekeping semikonduktor (misalnya tipe N).
- Pada saluran ini ditempelkan dua pulau yang terbuat dari semikonduktor jenis yang berbeda (misalnya tipe P). Bagian ini disebut Gate.
- Ujung bawah disebut Source sedangkan ujung atas disebut Drain.



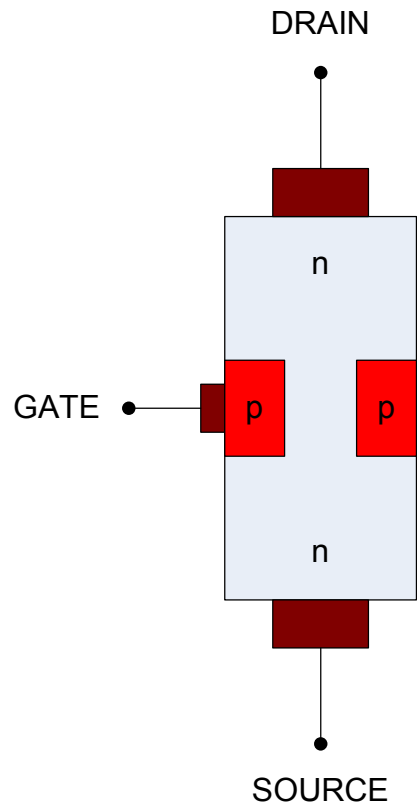
STRUKTUR JFET



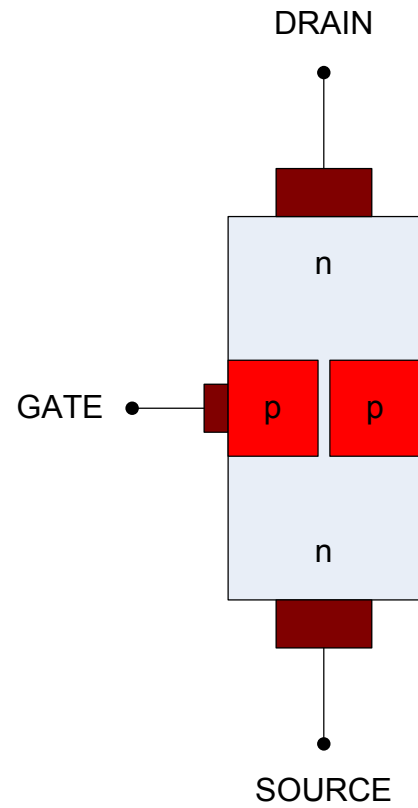
SIMBOL JFET

# Pengaturan Arus Drain ( $I_D$ )

- Jika channel antara Source dengan Drain cukup lebar maka elektron akan mengalir dari Source ke Drain.
- Jika channel ini menyempit, maka aliran elektron akan berkurang atau berhenti sama sekali.
- Lebar channel ditentukan oleh  $V_{GS}$  (tegangan antara Gate dengan Source).

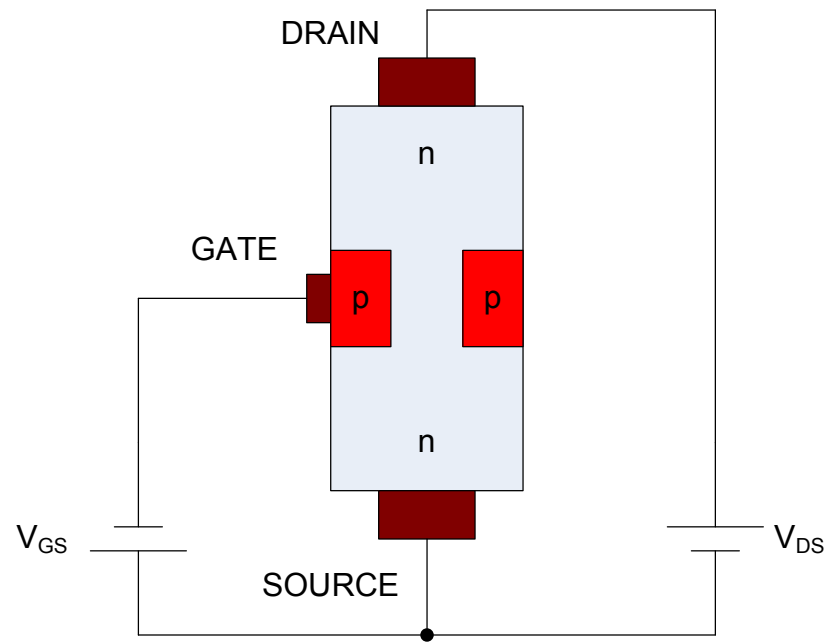


Menghantar



Tidak Menghantar

# Prategangan pada JFET



Drain harus lebih positif dari Source sedangkan Gate harus lebih negatif dari Source

# Tegangan cut-off $V_{GS}$

- Jika tegangan Gate cukup negatif, maka lapisan pengosongan akan saling bersentuhan sehingga saluran akan terjepit sehingga  $I_D = 0$ .
- Tegangan  $V_{GS}$  ini disebut  $V_{GS(\text{cutoff})}$ . Tegangan ini kadang-kadang disebut sebagai tegangan *pinch-off (pinch-off voltage)*.
- Besarnya tegangan ini ditentukan oleh karakteristik JFET.



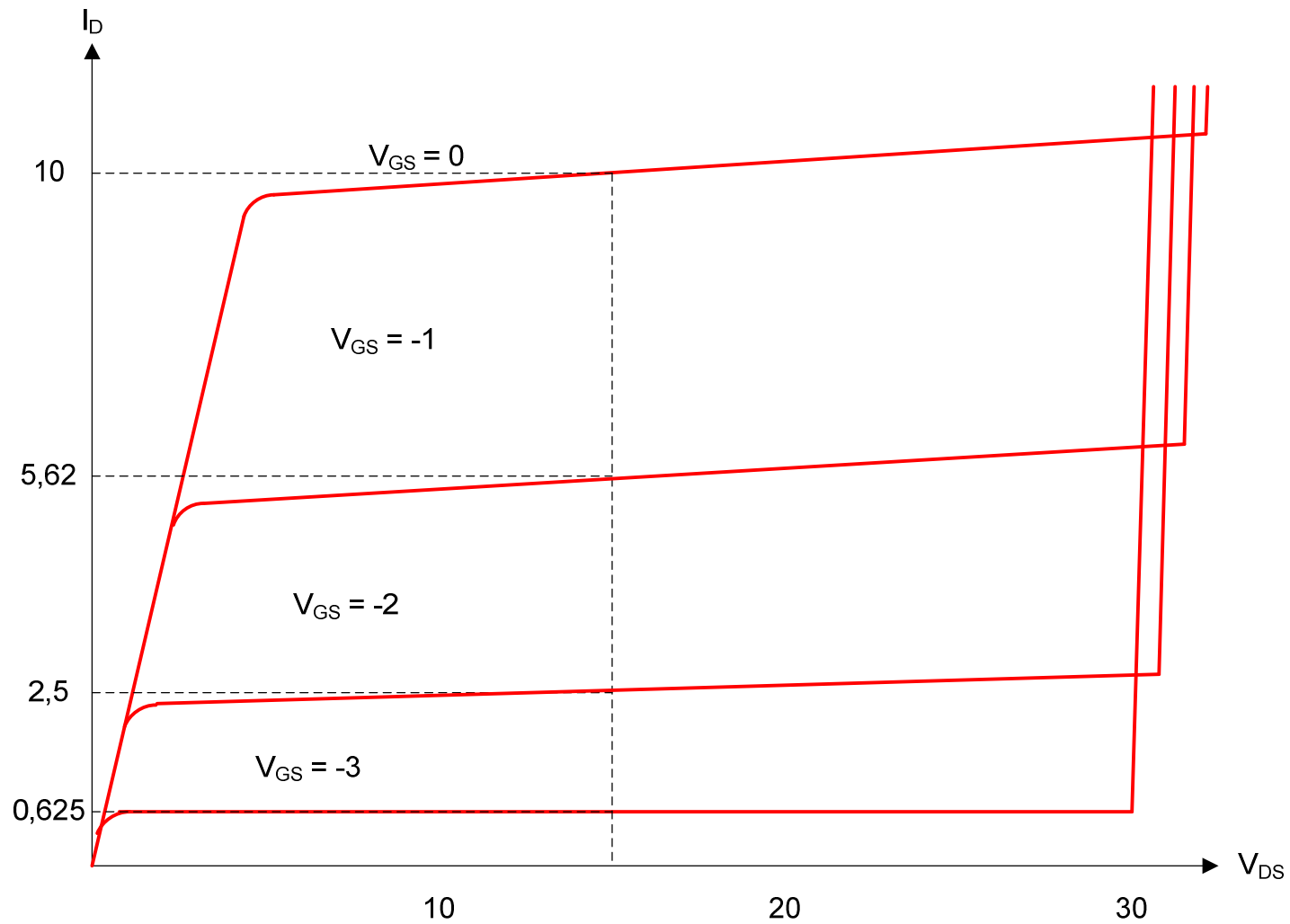
# Arus bocor gate

- Sambungan Gate dengan Source merupakan dioda silikon yang diberi prategangan terbalik sehingga idealnya tidak ada arus yang mengalir. Dengan demikian maka  $I_S = I_D$ .
- Kalaupun ada arus mengalir dari Gate, maka arus ini hanya disebabkan adanya kebocoran isolasi antara Gate dengan Source.

# Resistansi Masukan

- Karena tidak ada arus yang mengalir ke Gate, maka resistansi masukan dari JFET sangat tinggi (puluhan sampai ratusan  $M\Omega$ ).
- JFET sangat sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan resistansi masukan yang tinggi.
- Kekurangannya ialah untuk menghasilkan perubahan  $I_D$  yang besar, diperlukan perubahan  $V_G$  yang besar, sehingga  $AV$  umumnya lebih rendah dari transistor Bipolar.

# Lengkungan Arus Drain

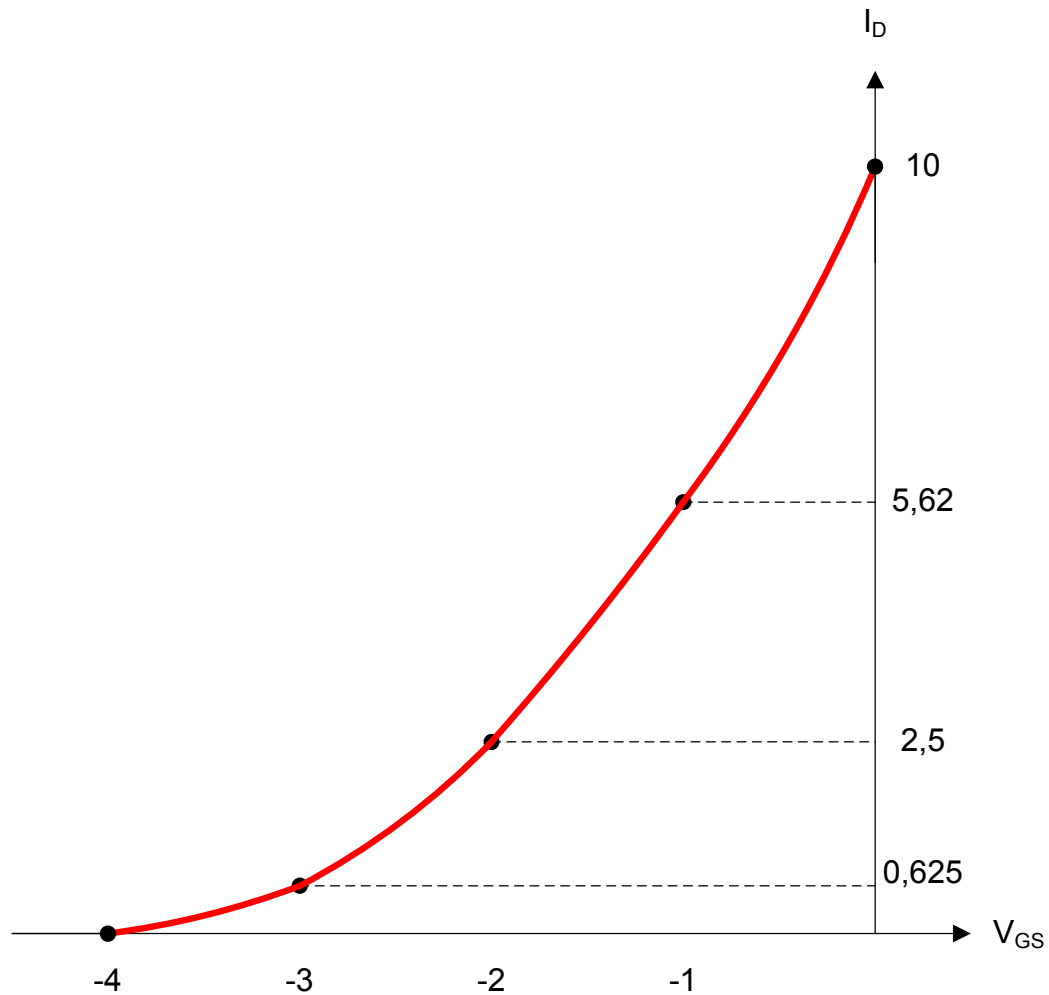


# Lengkungan Transkonduktansi

- Yang dimaksud dengan lengkungan transkonduktansi adalah grafik  $I_D$  sebagai fungsi dari  $V_{GS}$ .

- Persamaannya adalah : 
$$I_D = I_{DSS} \left[ 1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(cutoff)}} \right]$$

# Lengkungan Transkonduktansi



# Contoh 12-1

Jika  $I_{GSS} = 5\text{pA}$ , hitunglah resistansi masukan DC.

$$R_{GS} = 20\text{V}/5\text{pA} = 4 \cdot 10^{12} \Omega$$

# Contoh 12-2

Jika  $I_{DSS} = 10\text{mA}$  dan  $V_{GS(\text{cutoff})} = -3,5\text{V}$

hitunglah  $I_D$  untuk  $V_{GS} = -1\text{V}$ ,  $-2\text{V}$  dan  $-3\text{V}$ .

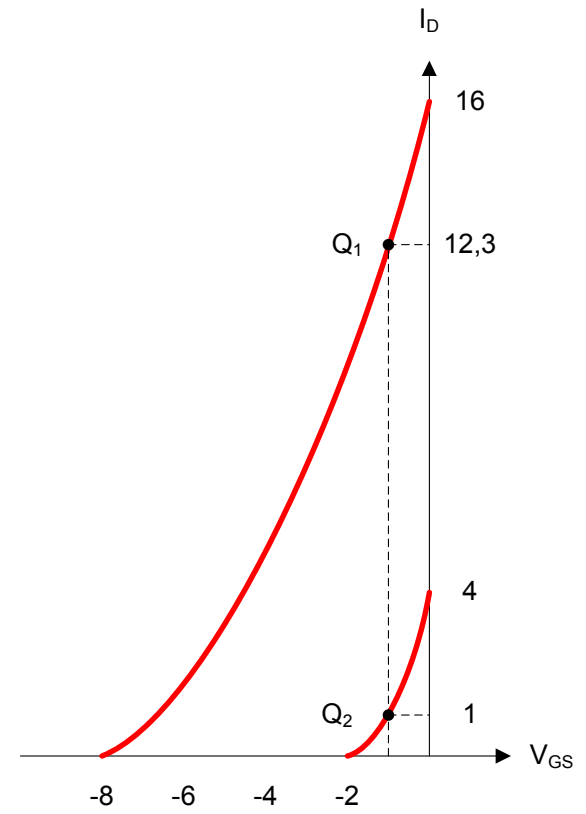
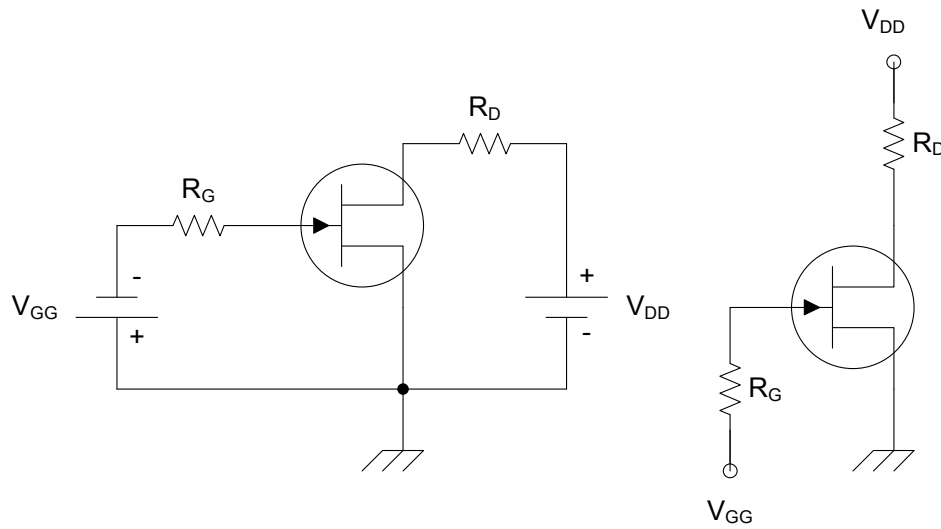
**Penyelesaian :**

$$V_{GS} = -1\text{V} \text{ maka } I_D = 0,01\{1 - (-1/-3,5)^2\} = 5,1\text{mA}$$

$$V_{GS} = -2\text{V} \text{ maka } I_D = 0,01\{1 - (-2/-3,5)^2\} = 1,84\text{mA}$$

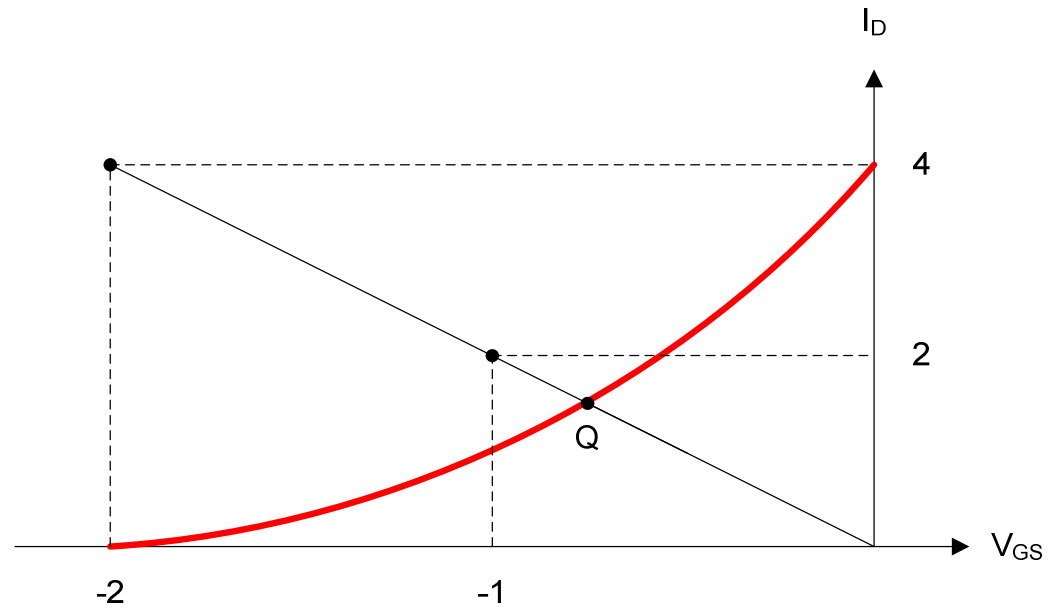
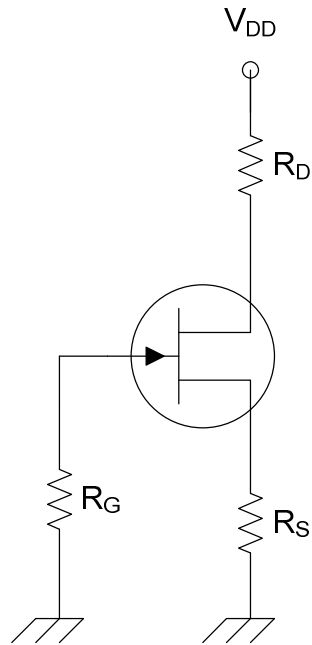
$$V_{GS} = -3\text{V} \text{ maka } I_D = 0,01\{1 - (-3/-3,5)^2\} = 0,204\text{mA}$$

# Prategangan Gate





# Self Bias



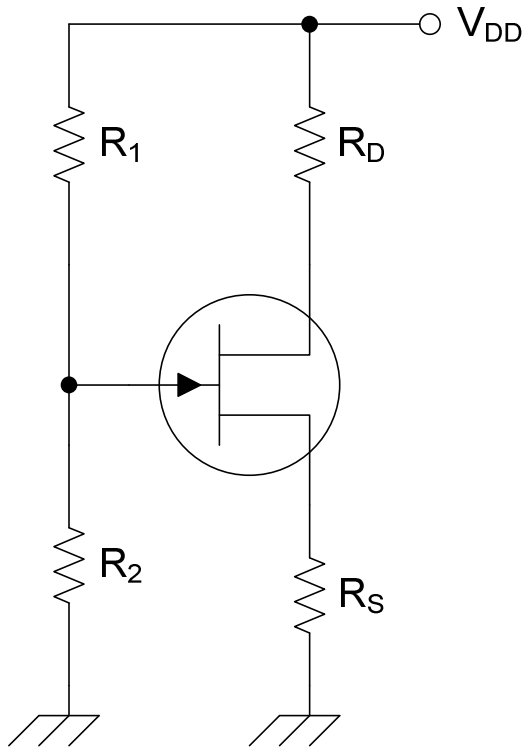
Pada rangkaian ini  $V_G = 0$  dan  $V_S = I_S \cdot R_S$

Karena  $I_S = I_D$  maka  $V_S = I_D \cdot R_S$

Karena  $V_G = 0$  maka  $V_{GS} = -I_D \cdot R_S$

Atau  $I_D = -V_{GS} / R_S$

# Prategangan dengan Pembagi Tegangan



$$V_G = V_{DD} \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$V_S = V_G - V_{GS}$$

$$I_D = I_S = (V_G - V_{GS}) / R_S$$

$$V_D = V_{DD} - I_D \cdot R_D$$

# Contoh 12-4

Bila  $V_{GS}$  minimum adalah  $-1V$  berapa  $I_D$ ?

Bila  $V_{GS}$  maksimum adalah  $-5V$ , berapa  $I_D$ ?

Hitunglah  $V_D$  untuk kedua kondisi diatas.

## Penyelesaian :

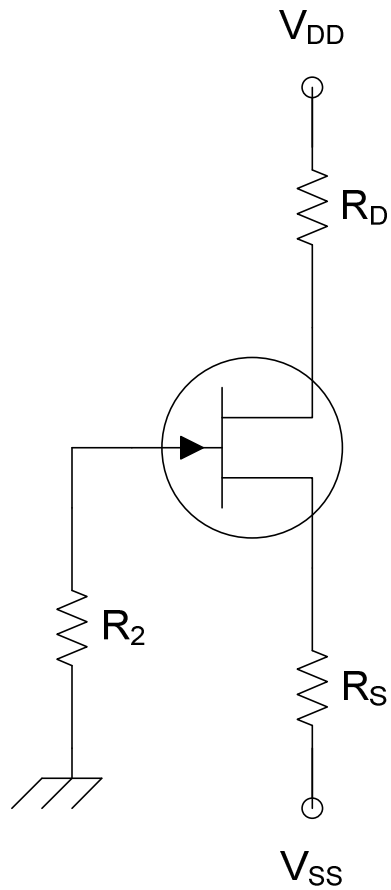
$$V_{GS} = -1V: \quad I_D = \{15V - (-1V)\} / 7,5k\Omega = 2,13mA$$

$$V_D = 30V - 2,13mA \cdot 4k7 = 20V$$

$$V_{GS} = -5V : \quad I_D = \{15V - (-5V)\} / 7,5k\Omega = 2,67mA$$

$$V_D = 30V - 2,67mA \cdot 4k7 = 17,5V$$

# Prategangan dengan Sumber khusus

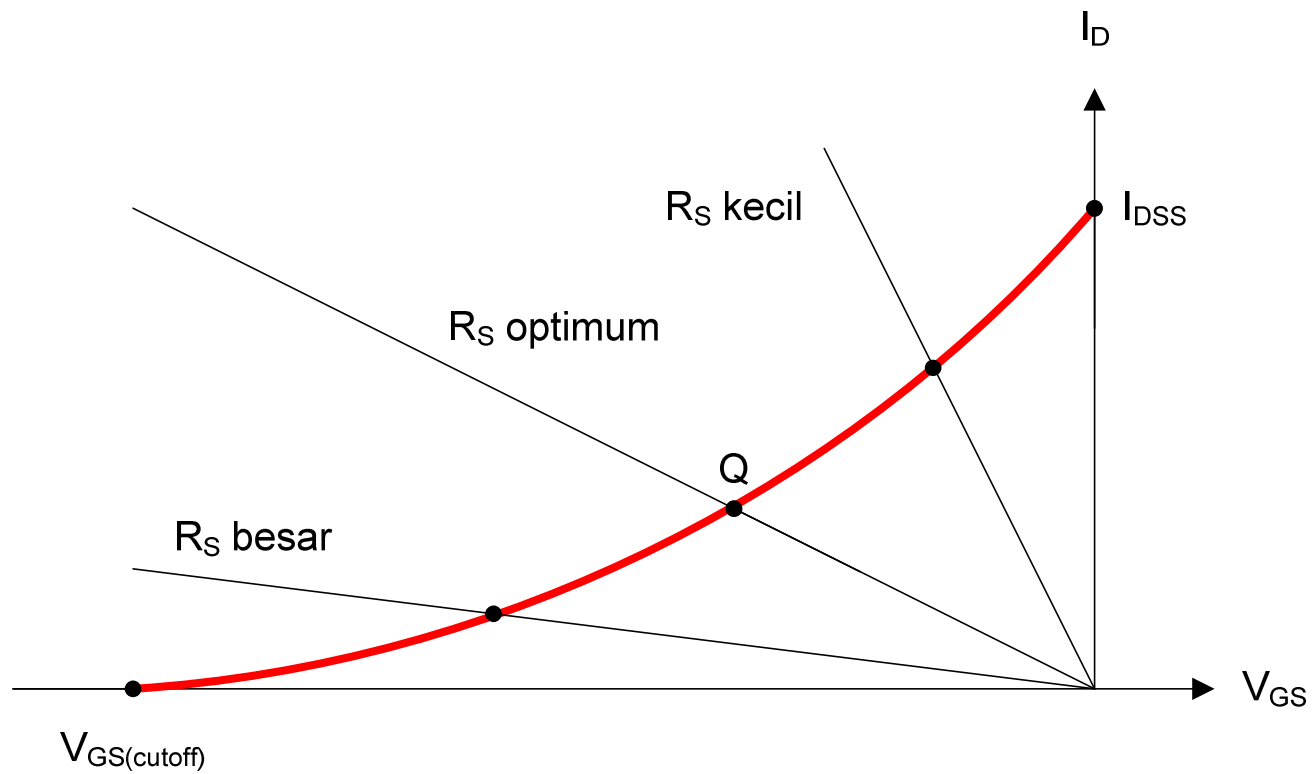


$$I_D = (V_{SS} - V_{GS})/R_S$$

# Efek Umpan Balik

- Jika  $I_D$  naik maka  $V_S$  naik sehingga  $V_{GS}$  bertambah negatif. Akibatnya  $I_D$  akan berkurang.
- Sebaliknya jika  $I_D$  turun maka  $V_{GS}$  akan berkurang sehingga  $I_D$  akan naik.
- Dengan demikian maka akan terjadi regulasi  $I_D$  secara otomatis (umpan balik atau *feedback*).

# Pengaruh tahanan $R_S$

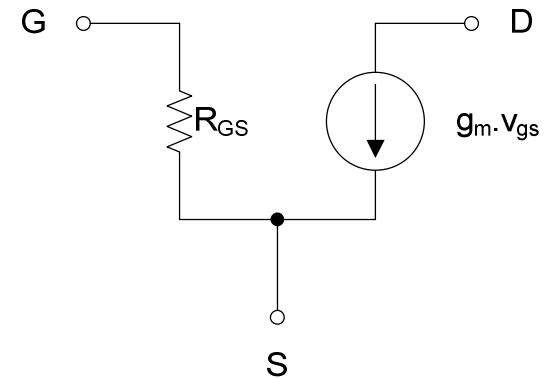
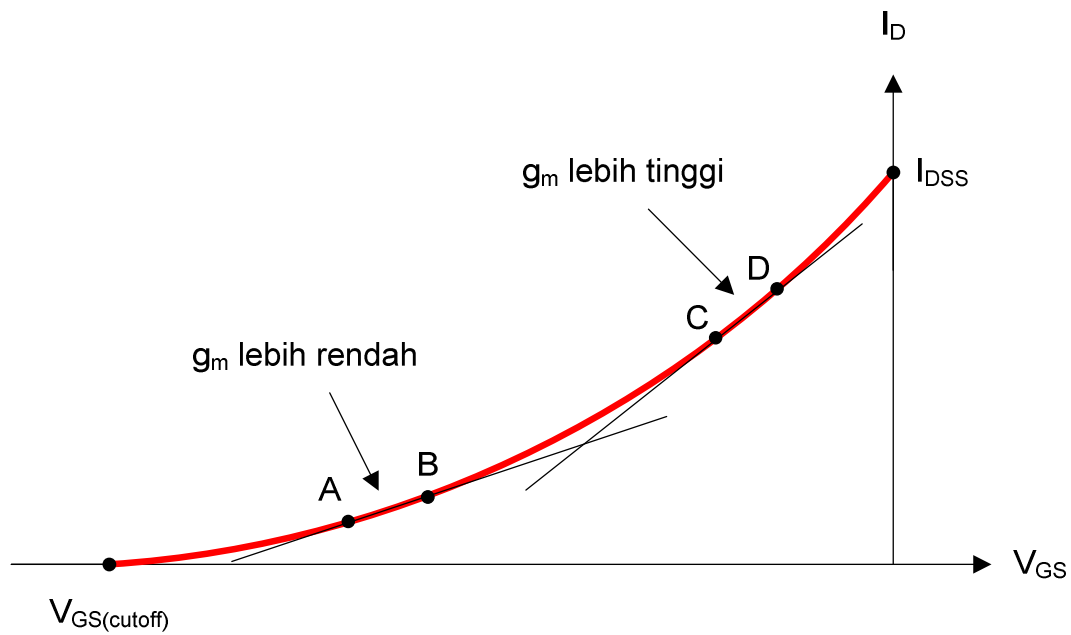


Besarnya  $I_D$  dapat diatur dengan mengatur  $R_S$ .

# Transkonduktansi

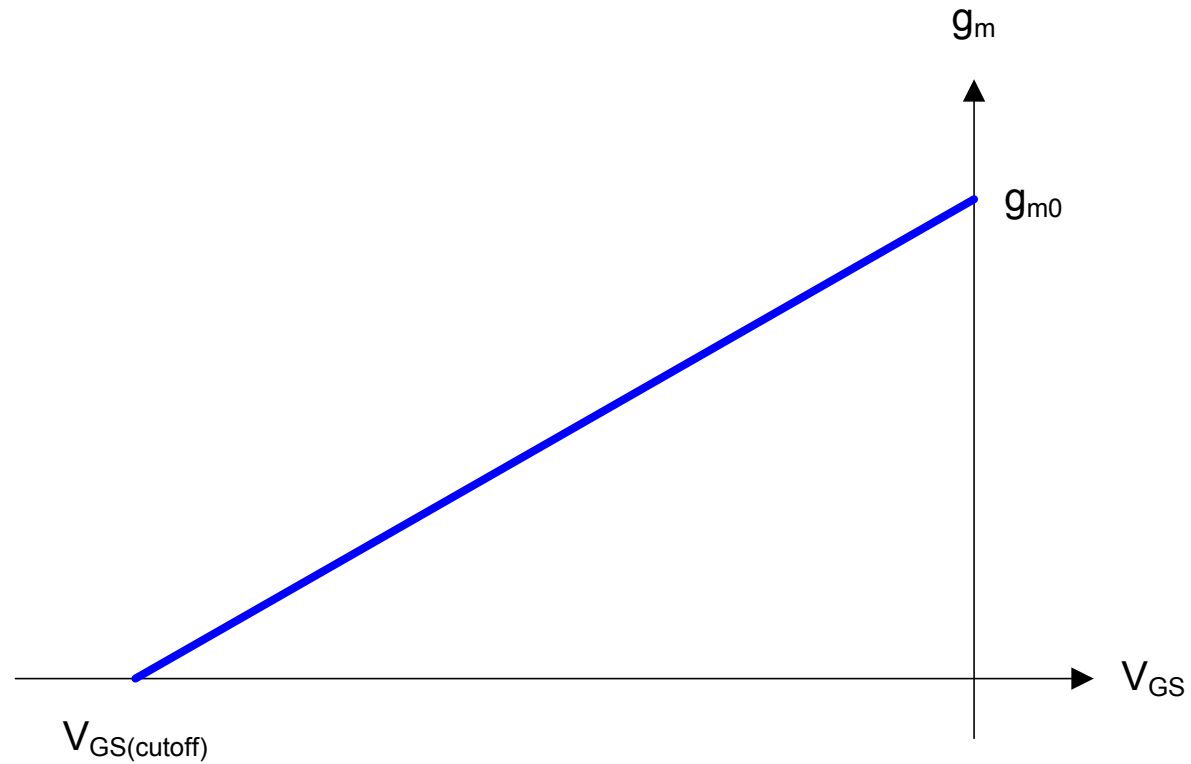
- Transkonduktansi ( $g_m$ ) adalah perubahan  $I_D$  terhadap perubahan  $V_{GS}$ , atau  $\Delta I_D / \Delta V_{GS}$  atau  $i_d / v_{gs}$
- Contoh : Jika harga puncak ke puncak  $i_d = 0,2\text{mA}$  dan  $v_{gs} = 0,1\text{V}$  maka
$$g_m = 0,2\text{mA} / 0,1\text{V}$$
$$= 1 \cdot 10^{-3} \text{ S (Siemens atau mho)}$$
$$= 2000 \text{ uS}$$

# Model JFET sederhana



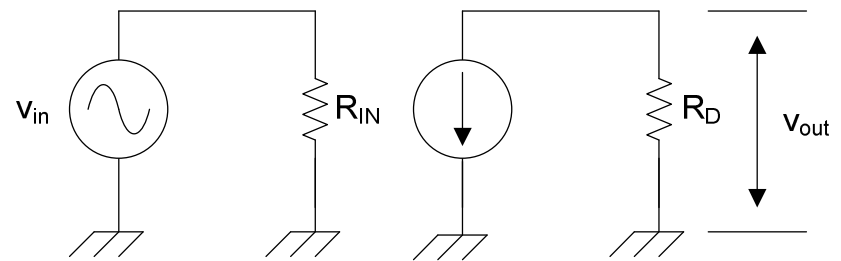
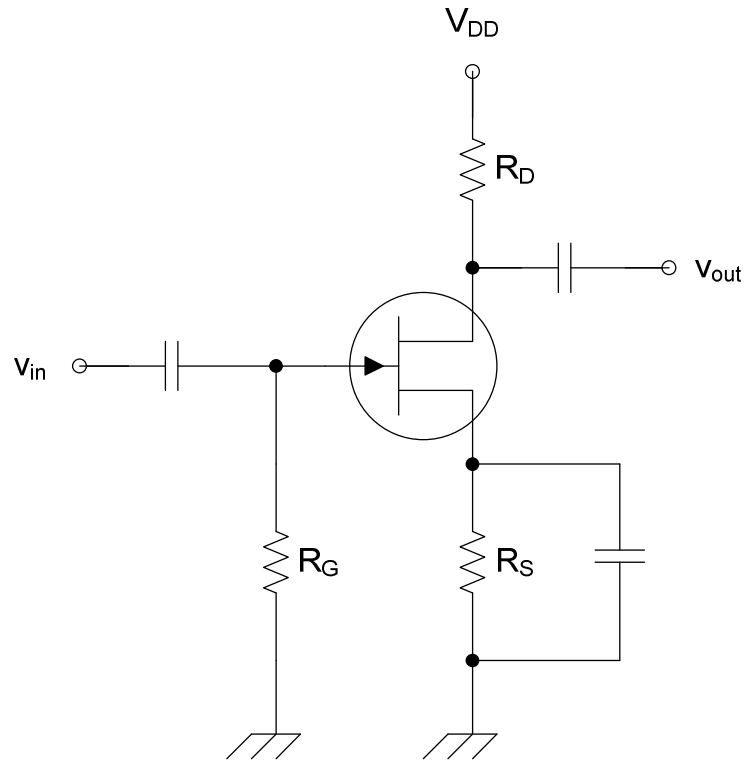


# Nilai $g_m$ tergantung pada $V_{GS}$



$g_{m0}$  adalah nilai  $g_m$  pada  $V_{GS} = 0$

# Penguat Common Source



# Penguatan Tegangan

$$V_{\text{out}} = -g_m \cdot v_{\text{gs}} \cdot R_D$$

$$V_{\text{in}} = v_{\text{gs}}$$

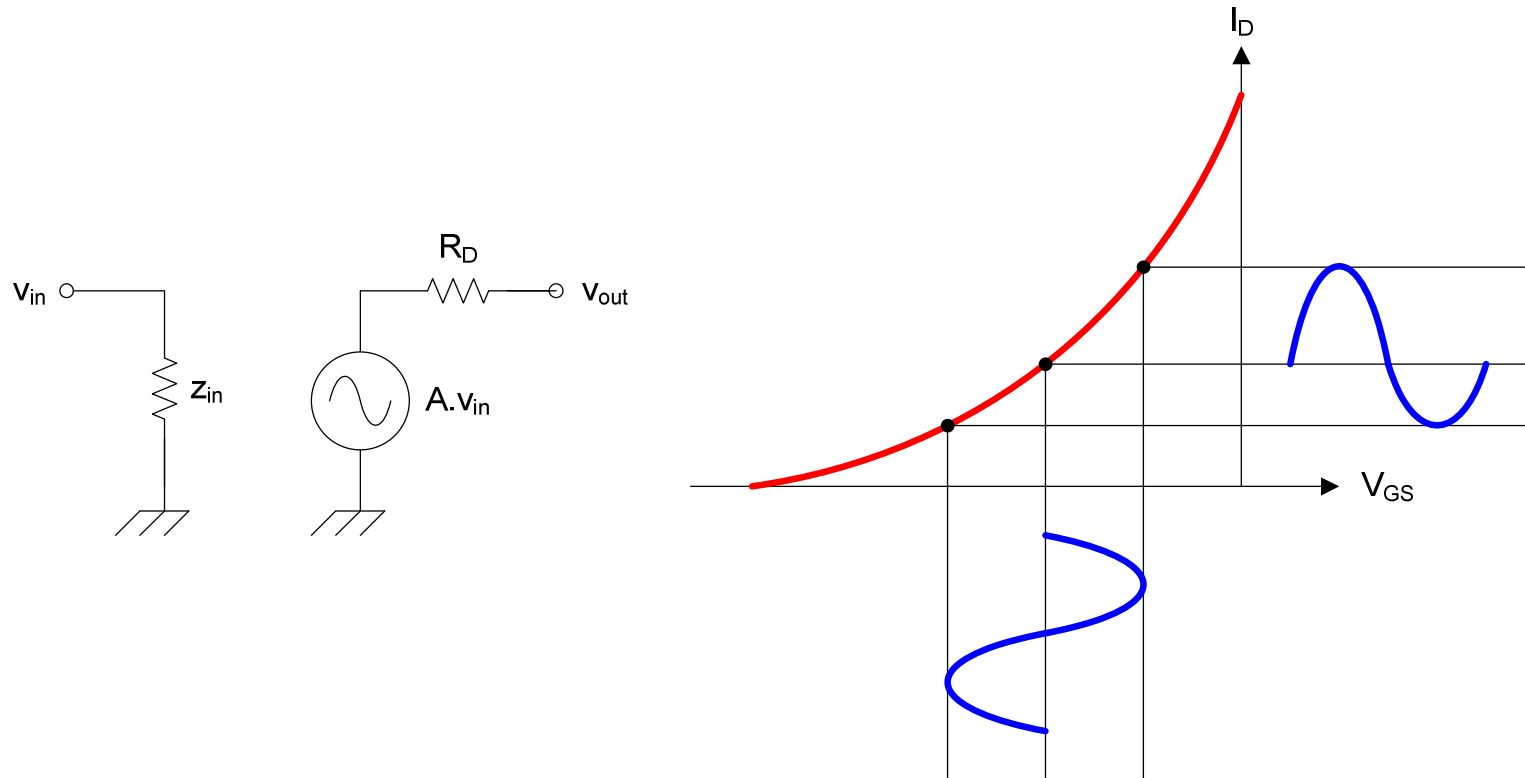
$$A = v_{\text{out}}/v_{\text{in}} = -g_m \cdot R_D$$

dimana  $A$  = penguatan tegangan

$g_m$  = transkonduktansi

$R_D$  = tahanan Drain

# Distorsi (cacat)



Ketidak-linieran dari transkonduktansi ( $g_m$ ) mengakibatkan gelombang tegangan keluaran menjadi tidak simetri (cacat) atau distorsi.