



TEKNIK ELEKTRONIKA

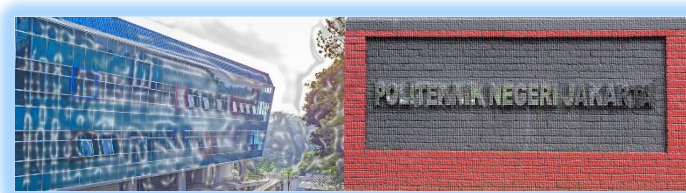
Transistor - Bipolar Junction Transistor (BJT)

Devi Handaya, S.Pd., M.T.

✉ devi.handaya@mesin.pnj.ac.id

☎ 085221465312

📷 @d.handaya



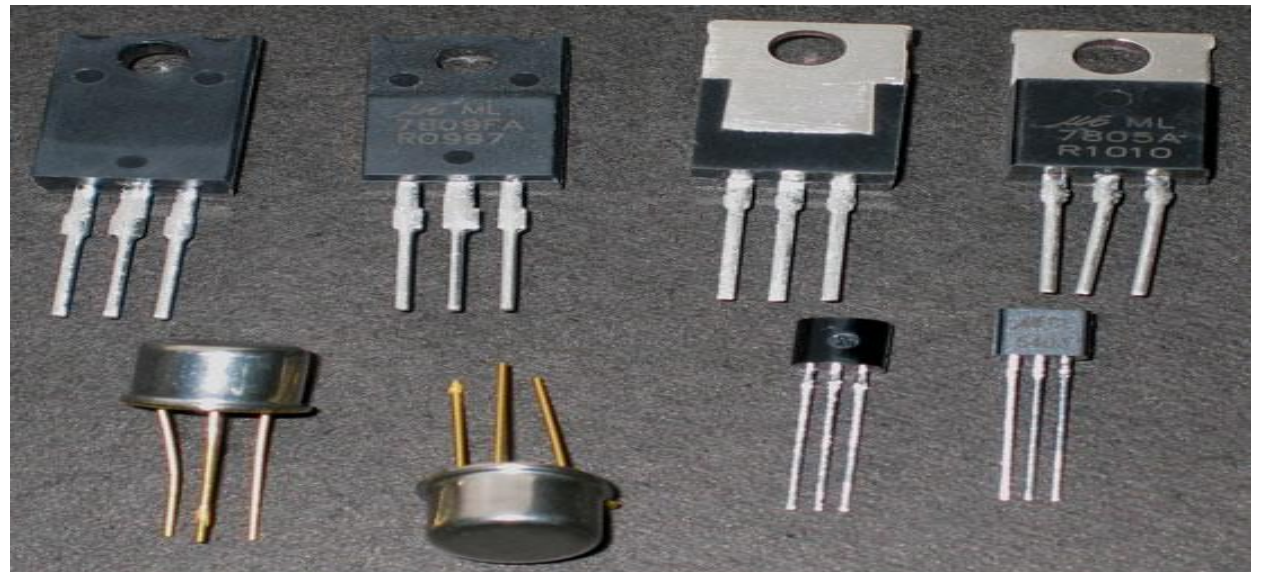
Learning Outcome

At the end of the session the students will be able to:

- Explain the understanding of Bipolar Junction Transistor (BJT)

Transistor

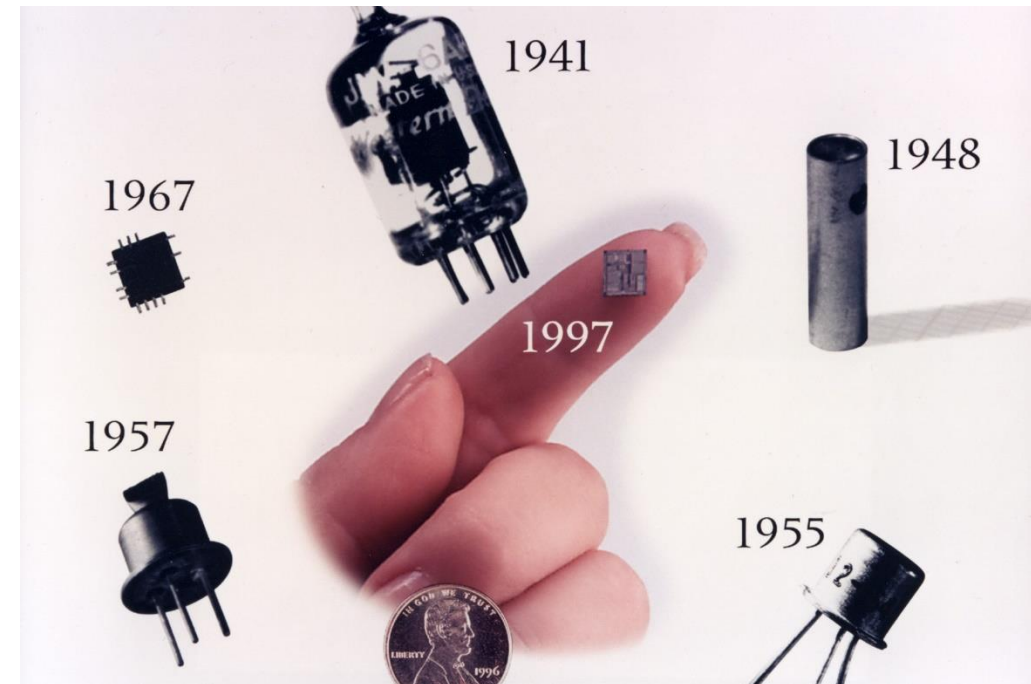
- Transistor : suatu komponen elektronika yang terbuat dari material semikonduktor yang mempunyai 3 terminal.
- Fungsi umum:
 - penguat
 - switch/saklar
 - pengatur/regulator tegangan



Mengapa Transistor ?

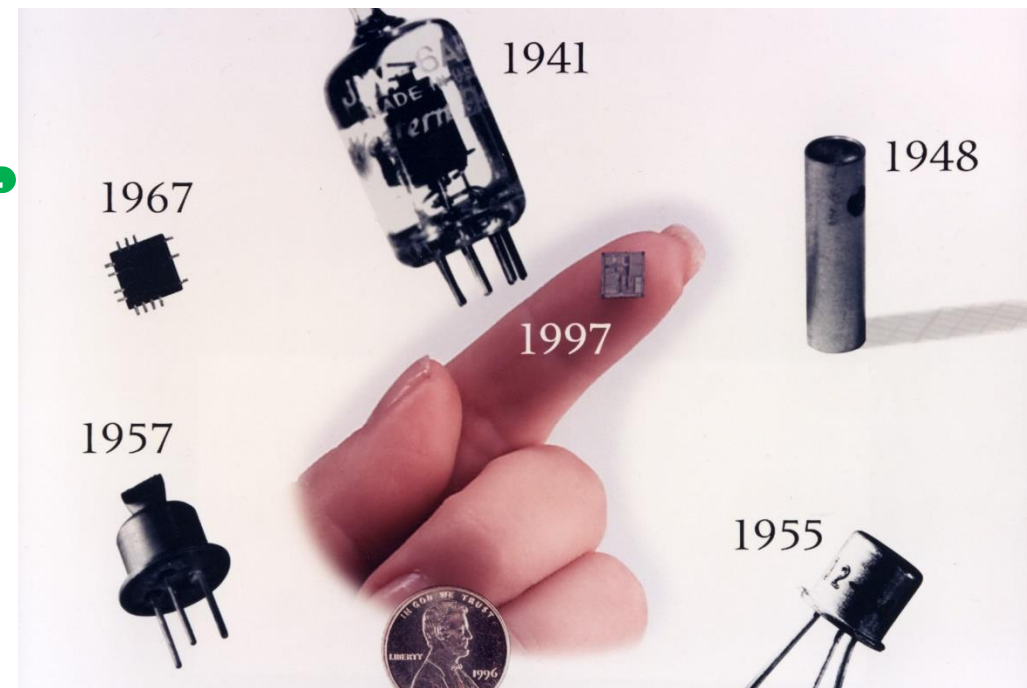
- Menggantikan tabung hampa ?

1.
2.
3.
4.
5.



Mengapa Transistor ?

- Menggantikan tabung hampa ?
- Biaya produksi lebih rendah.
- Konsumsi daya lebih rendah.
- Ukuran jauh lebih kecil.
- Daya tahan lebih lama (dasawarsa).
- Daya tahan tinggi terhadap goncangan dan getaran.
- Operasi dalam keadaan dingin sehingga tidak perlu waktu untuk pemanasan.



Aplikasi Umum Transistor

- Rangkaian analog →
amplifier (penguat).

Pengeras suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio.

- Rangkaian digital →
saklar berkecepatan tinggi

Logic gate, memori, dan komponen-komponen digital lainnya.

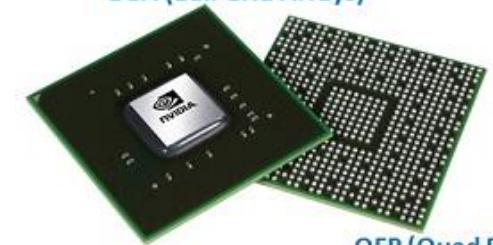


SIP (Single In-line Packages)

BGA (Ball Grid Arrays)



DIP (Dual In-line Packages)

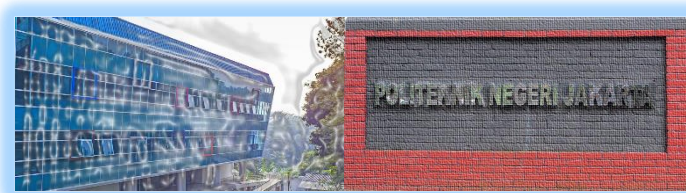


QFP (Quad Flat Packages)



SOP (Small Outline Packages)





Kelas-kelas Transistor

- Transistor frekuensi-rendah → aplikasi frekuensi audio (< 100 kHz).
- Transistor frekuensi-tinggi, → aplikasi frekuensi radio (> 100 kHz).
- Transistor Daya (Power) → pada level daya yang cukup tinggi (perangkat semacam ini biasanya dikelompokkan ke dalam jenis daya frekuensi audio dan frekuensi radio).
- Transistor saklar → aplikasi pensaklaran.
- Transistor derau-rendah (low noise) → karakteristik low noise dan penguat sinyal amplitudo rendah.
- Transistor tegangan-tinggi (high voltage) → untuk menangani tegangan tinggi.
- Transistor penggerak (driver) → bekerja pada level daya dan tegangan menengah dan digunakan sebelum tahapan (daya) akhir pada level daya yang cukup tinggi.

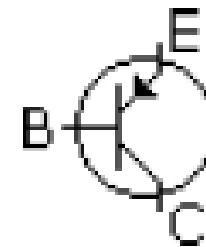
Jenis-jenis Transistor

- Bipolar Junction Transistor (BJT atau transistor bipolar)

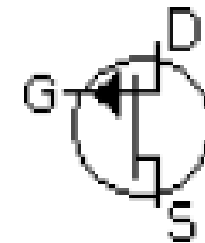
Aliran listrik : 2 pembawa muatan (hole dan elektron)

- Field-Effect Transistor (FET atau transistor unipolar)

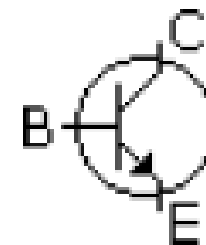
Aliran listrik : satu pembawa muatan (hole atau elektron bebas saja)



PNP



P-
channel



NPN



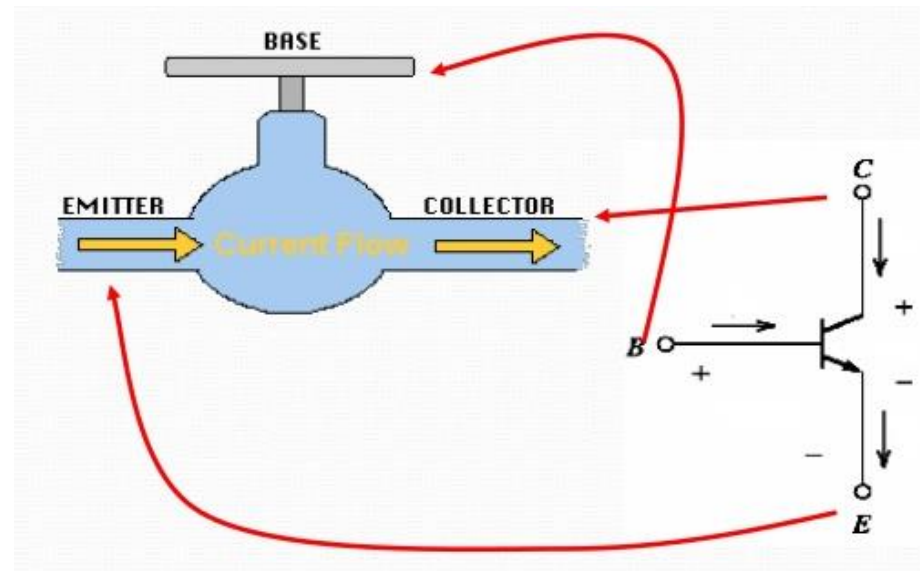
N-
channel

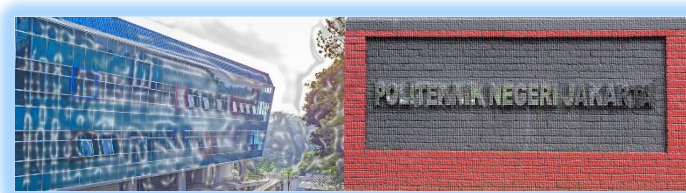
BJT

JFET

Konstruksi Transistor Bipolar

- Emitor artinya pemancar, disinilah pembawa muatan berasal
- Colector artinya pengumpul. Pembawa muatan yang berasal dari emitor ditampung pada Colector.
- Basis artinya dasar, basis digunakan sebagai elektroda mengendali.

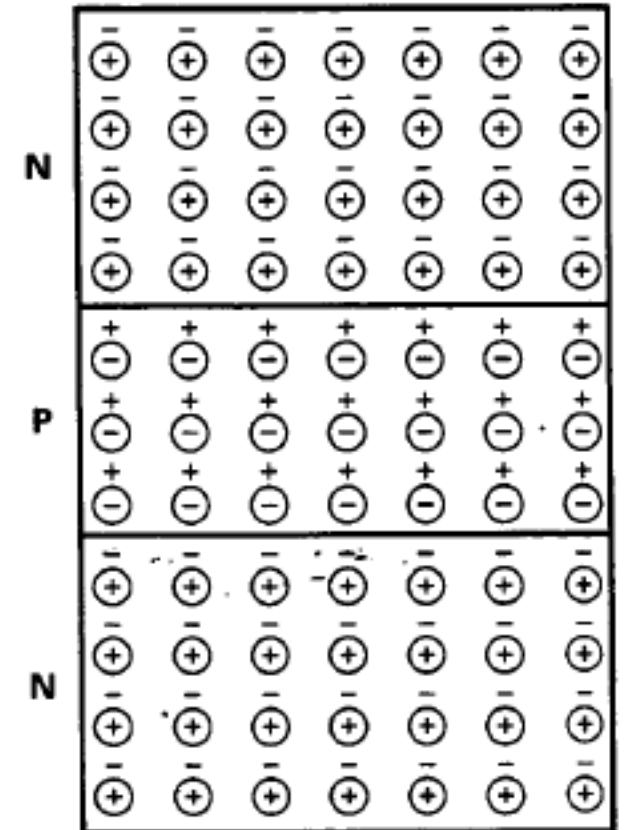




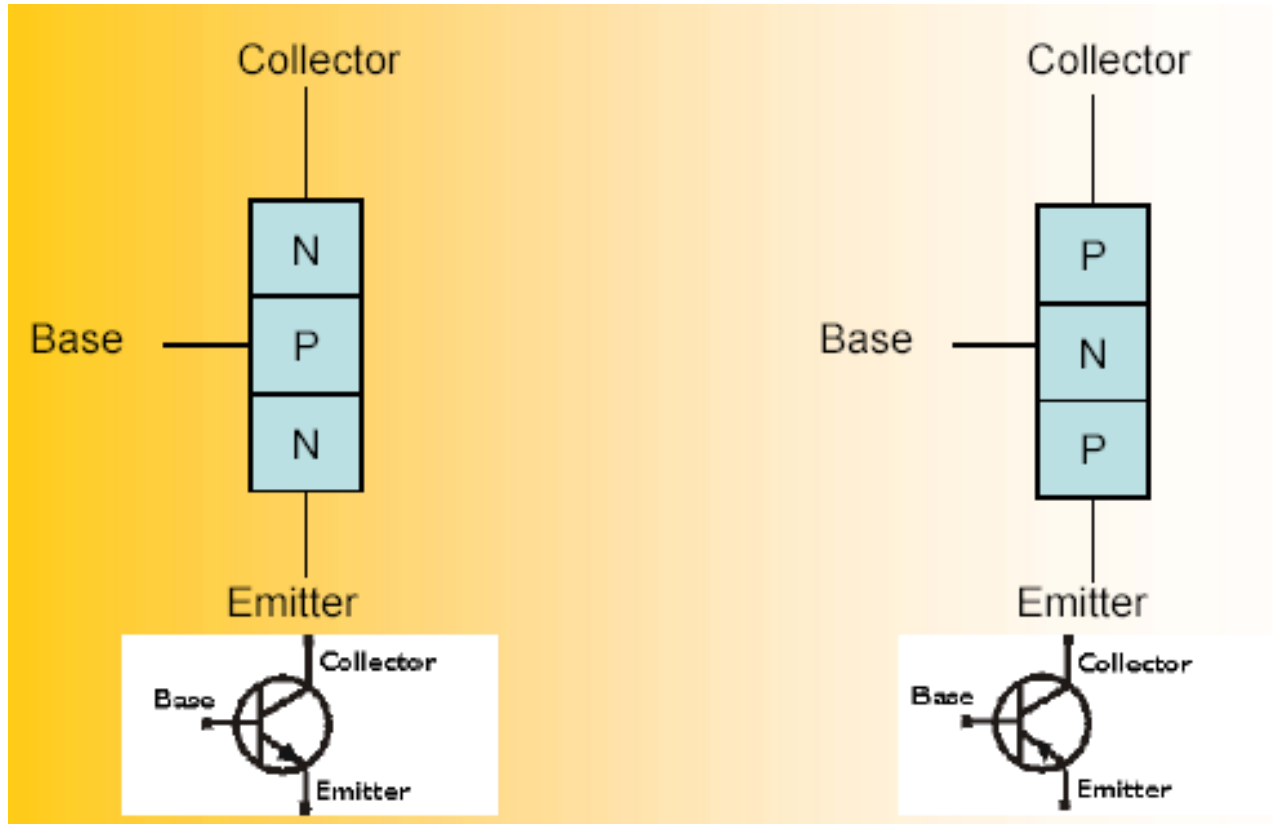
Bipolar Junction Transistor (BJT)

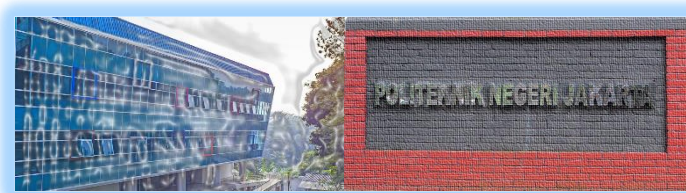
- Terbuat dari semikonduktor dengan 3 daerah doping
 - 2 daerah tipe n dan 1 daerah tipe p (npn)
 - 2 daerah tipe p dan 1 daerah tipe n (pnp)
- Transistor Bipolar: bekerja dengan 2(bi) jenis muatan yaitu elektron dan hole

NPN dan PNP ??



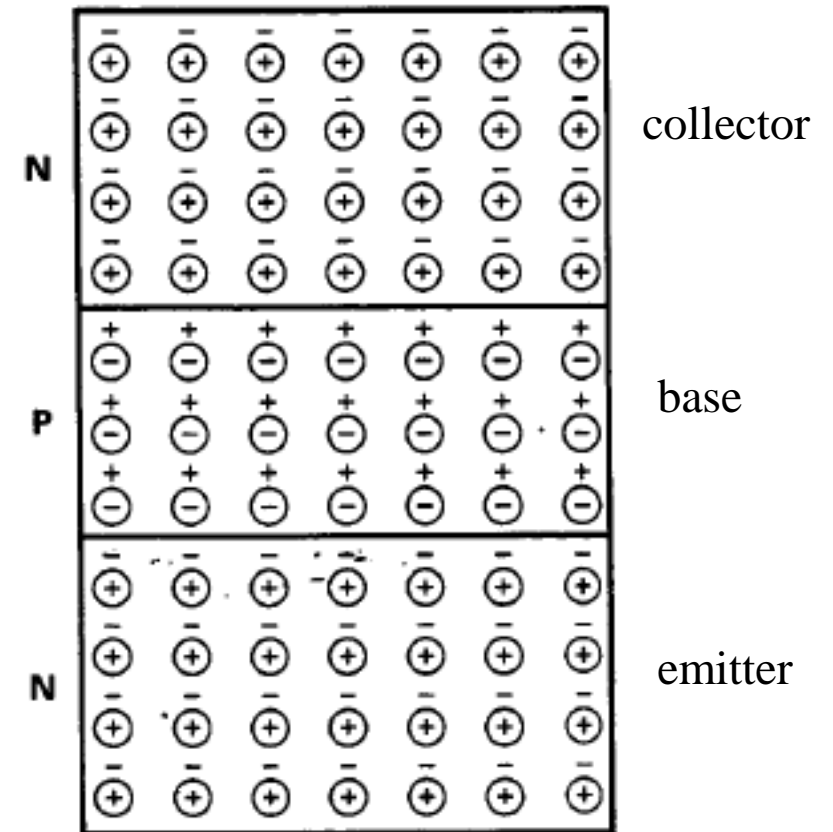
BJT – NPN dan PNP ??





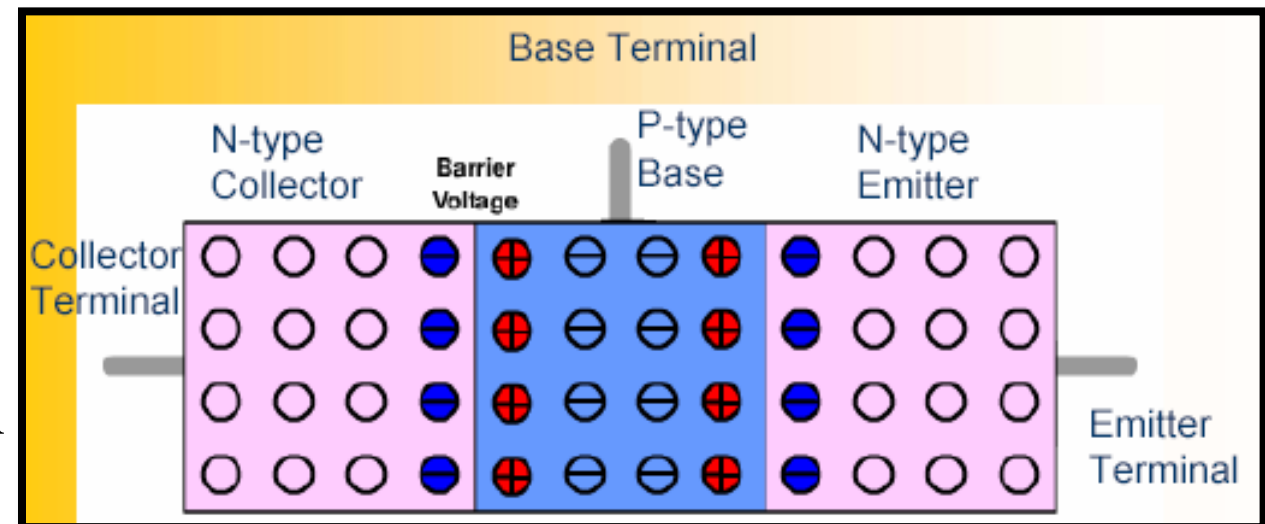
BJT - NPN

- Dua daerah n masing-masing dinamakan *emitter* (emitor) dan *collector* (kolektor)
- Daerah p dinamakan *base* (basis)
- Emitter didoping berat (*heavily doped*)
- Base sangat tipis dan didoping ringan (*light doped*)
- Dibuat terminal untuk setiap daerah



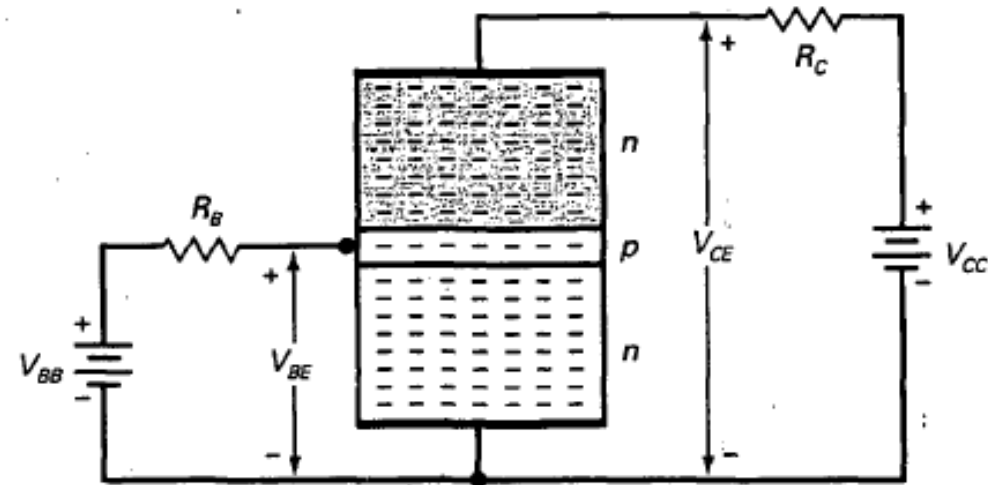
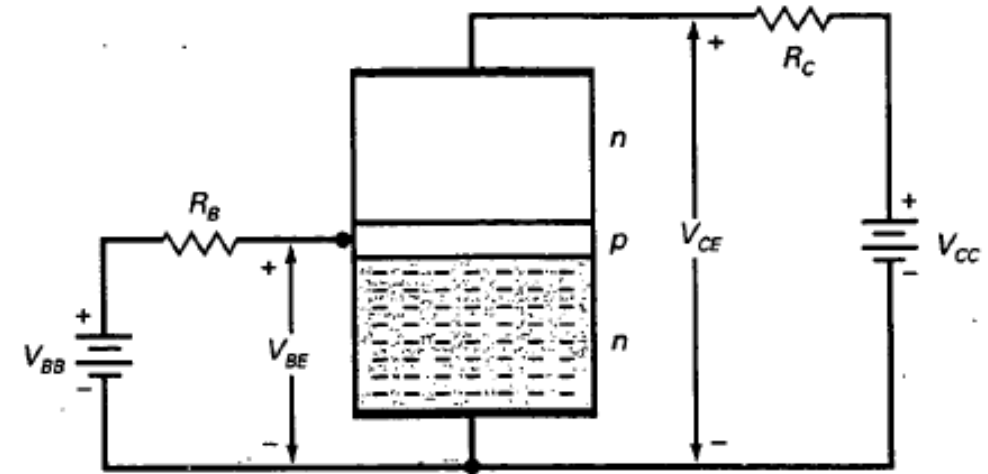
BJT - NPN

- Terdiri dari 2 junction
 - 1 antara emitter dan base
 - 1 antara base dan collector
- Transistor serupa dengan 2 dioda
 - emitter diode
 - collector diode
- Barrier potential : 0.7 V (Si) dan 0.3 (Ge)
- Terbentuk 2 lapisan pengosongan (*depletion layer*) pada junction
- Elektron bebas pada daerah n akan berdifusi melewati junction dan berekombinasi dengan hole pada daerah p.

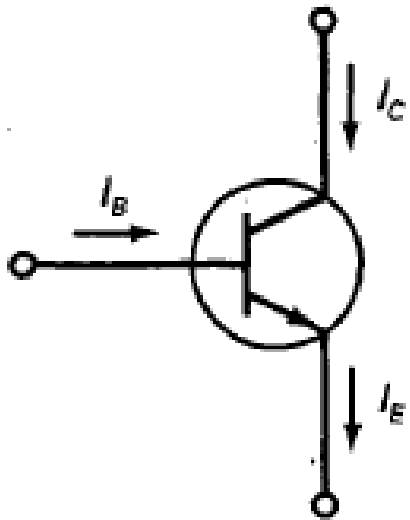


Biased Transistor

- Emitter diode → *forward biased*
- Collector diode → *reverse biased*
- Jika V_{BB} lebih besar dari barrier potential
 - Elektron bebas akan memasuki base.
 - Karena base tipis dan didoping ringan, elektron pada base mempunyai banyak waktu untuk berdifusi menuju collector
 - Hanya sedikit elektron yang ada pada base akan menuju terminal positif V_{BB} (kurang dari 5% untuk kebanyakan transistor)

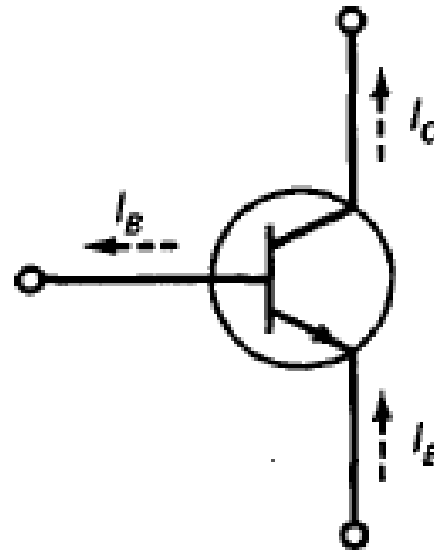


Arus Transistor



Aliran arus

I_E = arus emitter
 I_B = arus base
 I_C = arus collector



Aliran elektron

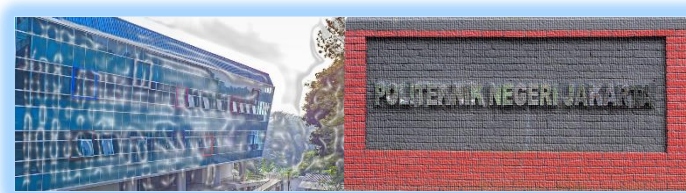
- Dari Hukum Kirchoff untuk Arus:

$$I_E = I_C + I_B$$

- Hampir semua elektron emitter mengalir ke collector, sehingga $I_C = I_E$
- Current gain (penguatan arus) transistor β , adalah arus collector dibagi dengan arus base
- $\beta = 100 - 300$ untuk transistor daya rendah
- $\beta = 20 - 100$ untuk transistor daya tinggi

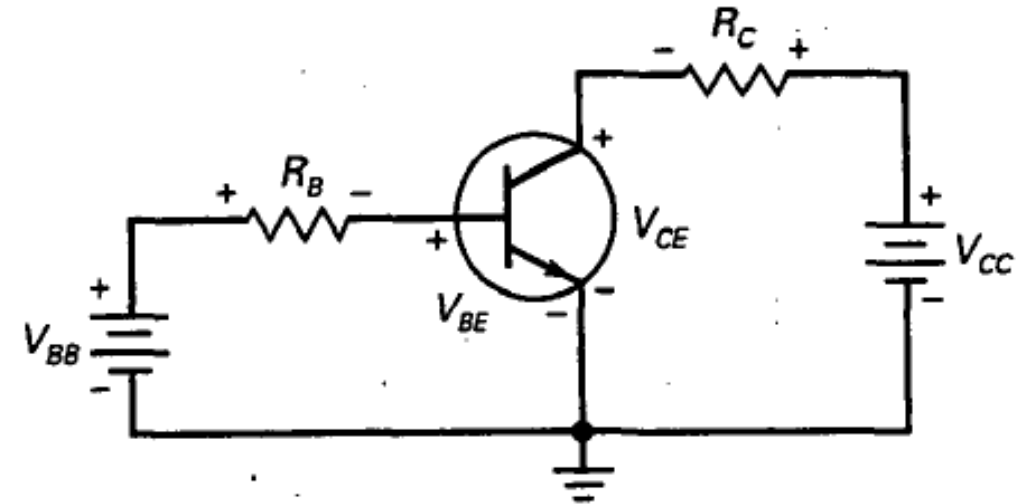
$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \qquad I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$



Rangkaian Common Emitter

- Rangkaian common emitter:
- Ground dari setiap sumber tegangan dihubungkan dengan emitter
- V_{BB} = sumber tegangan (5 -15 V untuk rangkaian daya rendah)
- Arus base I_B dikontrol oleh nilai V_{BB} dan atau R_B
- V_{CC} = sumber tegangan
- VCC reversed biased collector diode
- V_{CE} = tegangan antara collector dan emitter (1-15 V untuk rangkaian daya rendah)



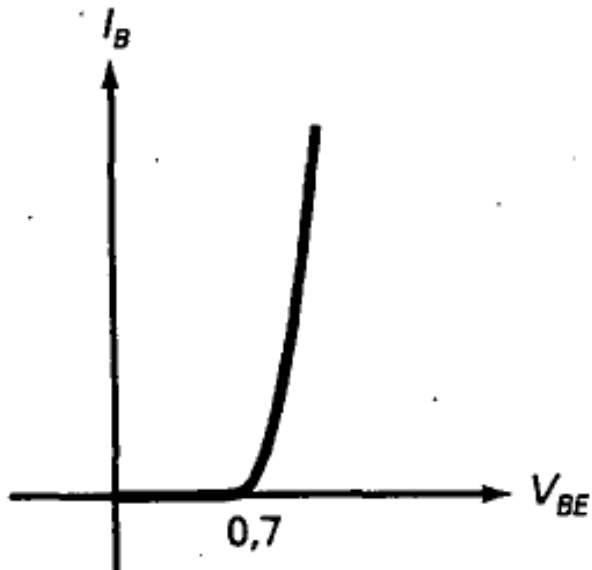
$$V_{CE} = V_C - V_E$$

$$V_{CB} = V_C - V_B$$

$$V_{BE} = V_B - V_E$$

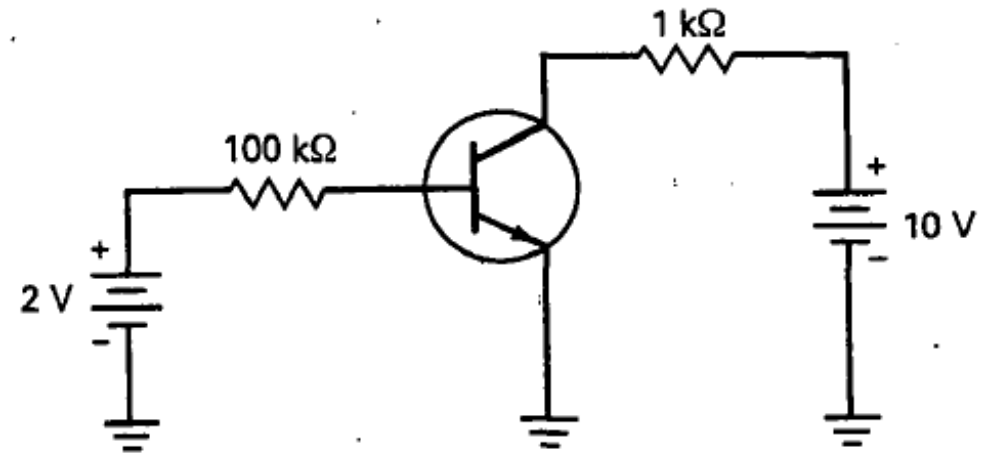
Kurva Base

- Kurva base mirip dengan kurva dioda



$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ (untuk transistor silikon)
 $= 0.3 \text{ V}$ (untuk transistor germanium)

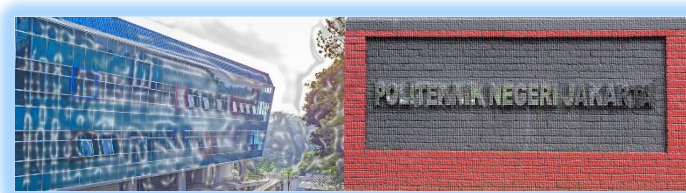


$$V_{BB} = 2V \quad R_B = 100k\Omega \quad \beta = 200$$

$$I_B = \frac{2 - 0.7}{100k\Omega} = 13\mu A$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

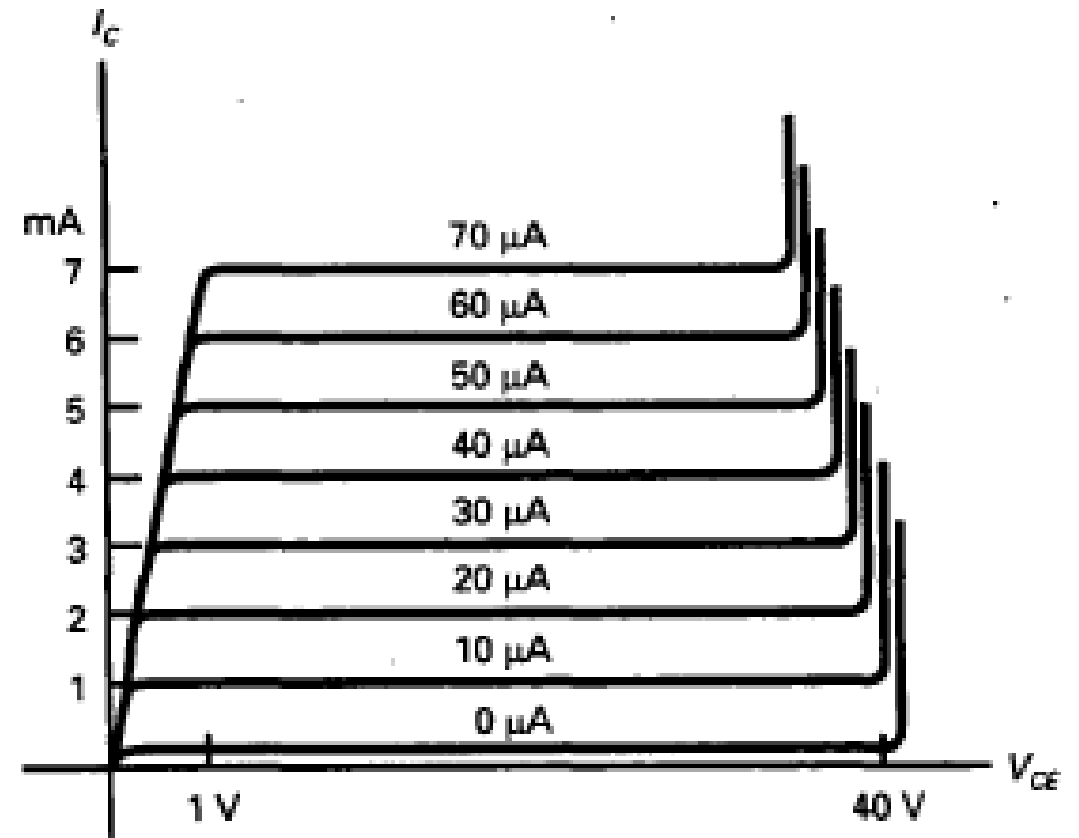
$$= 200 \cdot 13\mu A = 2.6mA$$

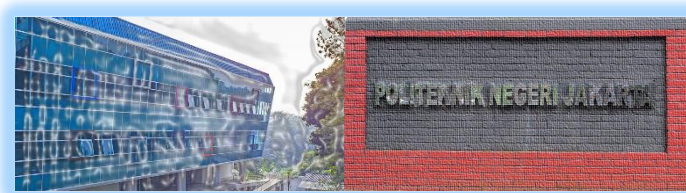


Kurva Collector

- Ditentukan $I_B = 20\mu A$
- Arus Collector $I_C = 2mA$
- Penguatan arus:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2mA}{20\mu A} = 100$$





Daerah Operasi

1. Daerah Aktif :

- daerah operasi normal transistor
- emitter diode: forward bias, collector diode: reverse bias

2. Daerah Breakdown

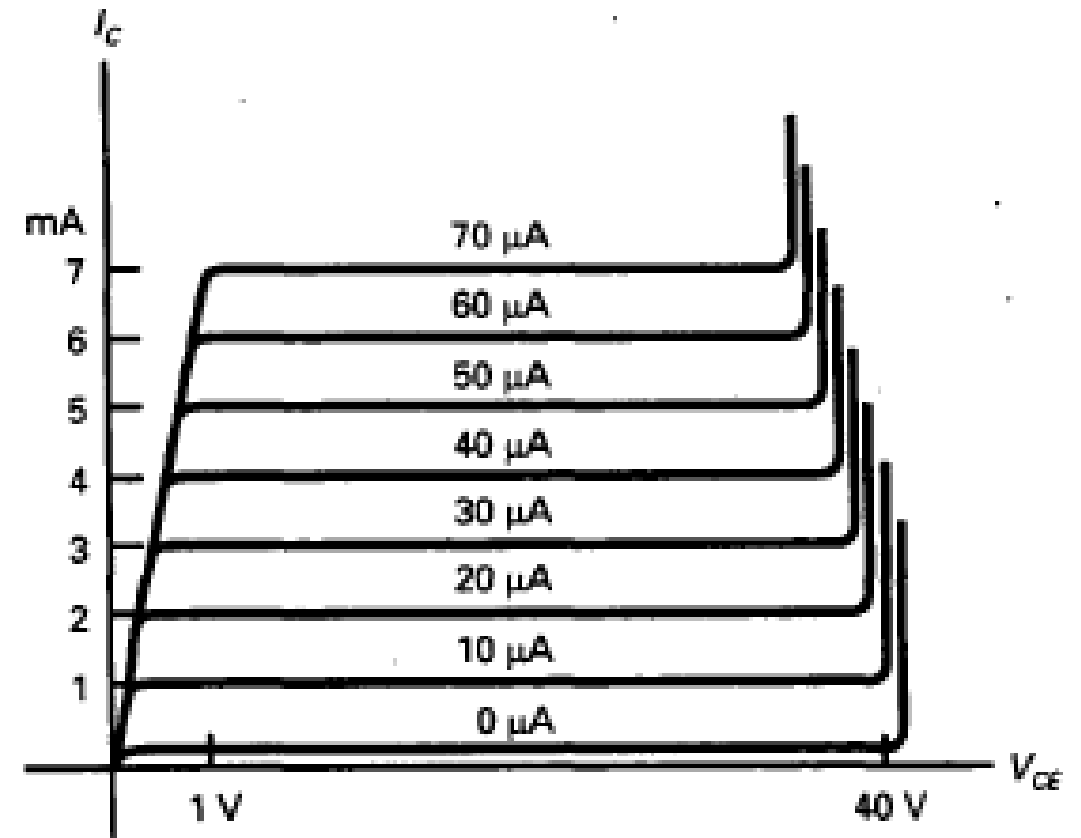
- transistor tidak boleh bekerja pada daerah ini karena dapat merusak transistor tersebut

3. Daerah Saturasi

- Daerah dimana V_{CE} antara 0-1V
- Collector diode tidak reverse bias

4. Daerah cutoff

- $I_B = 0$ tetapi ada arus collector I_C yang sangat kecil
- Arus tersebut dinamakan arus collector cutoff
- Disebabkan reverse minority current dan surface-leakage current



Next meet...

- Temukan device/rangkaian sederhana aplikasi transistor!
- Bawalah alat dan bahan tersebut.
- Alat dan bahan utama:
 1. Solder, timah, dan desoldering
 2. PCB bolong
 3. Multimeter
 4. Tang pemotong
 5. Transistor
 6. Kabel jumper
 7. Baterai

