

Peran Transistor NPN Sebagai Pengendali Arus Kecil



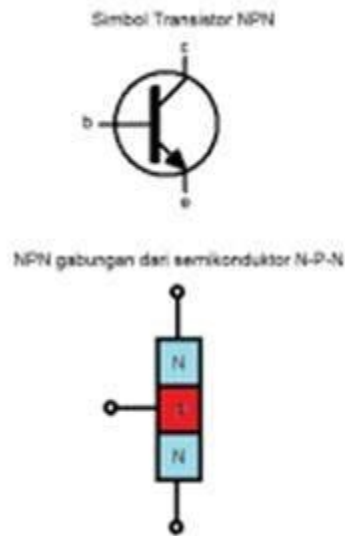
Gambar 1. Transistor NPN (Sumber: fmuser)

<https://images.app.goo.gl/P77vquZ7H7vWXZyK6>

Di balik berbagai perangkat elektronik yang digunakan sehari-hari, mulai dari ponsel pintar, radio, hingga computer. Terdapat komponen kecil namun sangat berarti yang menjadi jantung pengendalian dan penguatan sinyal, yaitu transistor.

Salah satu jenis transistor yang paling populer dan luas penggunaannya adalah transistor NPN, sebuah komponen aktif dalam Bipolar Junction Transistor (BJT). Meskipun ukurannya kecil, peran transistor NPN sangat besar dalam dunia teknik elektronika modern, karena kemampuannya untuk menguatkan arus dan bertindak sebagai saklar elektronik dengan efisiensi tinggi.

Transistor NPN merupakan jenis transistor bipolar (BJT) yang terdiri dari tiga lapisan semikonduktor: Negatif—Positif—Negatif (N-P-N). Tiga terminal utamanya adalah:



Gambar 2. Simbol Transistor NPN (Sumber: WordPress.com)

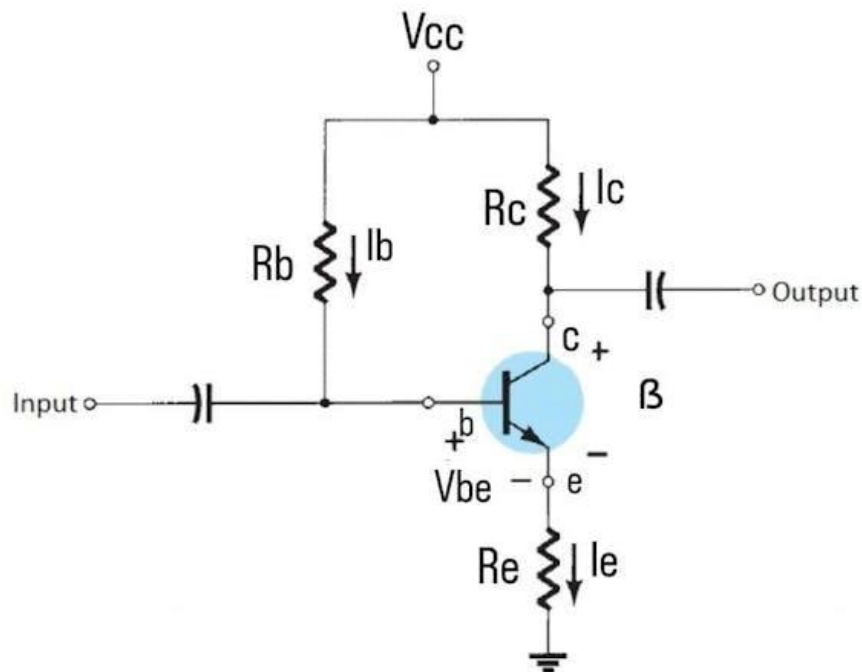
<https://images.app.goo.gl/XpE8EHb5KXLLqXYb9>

Base (b) : Terminal yang dialiri arus kecil dan pengendali aliran arus dari kolektor ke emitor.

Collector © : Terminal masuk arus besar dan dialirkan melalui basis.

Emitter (e) : Terminal keluaran arus besar melalui basis.

Prinsip Kerja Aliran Arus:



Gambar 3. Rangkaian Transistor NPN (Sumber: Engineers Garage)
<https://images.app.goo.gl/zuMTK2gFhM8eU4Z27>

1. Tegangan Bias

Agar transistor aktif (ON), terminal basis harus diberi tegangan positif sekitar 0.7 V terhadap emitor. Ini menciptakan bias maju (forward bias) antara basis-emitor dan bias mundur (reverse bias) antara kolektor-basis.

2. Perjalanan Arus

- Arus kecil masuk melalui basis (I_b).
- Arus ini membuka jalur sehingga arus besar dari kolektor (I_c) dapat mengalir menuju emitor.

Total arus emitor:

$$I_e = I_b + I_c$$

3. Penguatan

Penguatan arus disebut β (beta).

$$I_c = \beta \times I_b. \text{ Jika } \beta = 100 \text{ dan } I_b = 20 \mu\text{A} \text{ maka } I_c = 2 \text{ mA}$$

Dengan kata lain, arus kecil di basis mampu mengontrol arus besar di kolektor.

Prinsip Bias dan Mode Operasi

Agar transistor dapat berfungsi, dua persimpangan (junction) semikonduktor harus diberikan bias sebagai berikut:

Basis—Emitor (**be**) = Forward Bias ; Basis—Kolektor (**bc**) = Reverse Bias

Jika $V_{be} > 0.7 \text{ V}$ (untuk silikon), transistor akan aktif.

Mode kerja transistor:

Cut-off: $V_{be} < 0.7 \text{ V}$ maka tidak ada arus sehingga transistor OFF.

Aktif: $V_{be} \approx 0.7 \text{ V}$ dan **bc** bias mundur (reverse bias) maka transistor ON dan penguat aktif.

Saturation: Basis dan kolektor sama-sama bias maju (forward bias) maka transistor ON penuh, seperti saklar tertutup.

Perjalanan Arus Dari Basis ke Kolektor.

Saat V_{be} cukup:

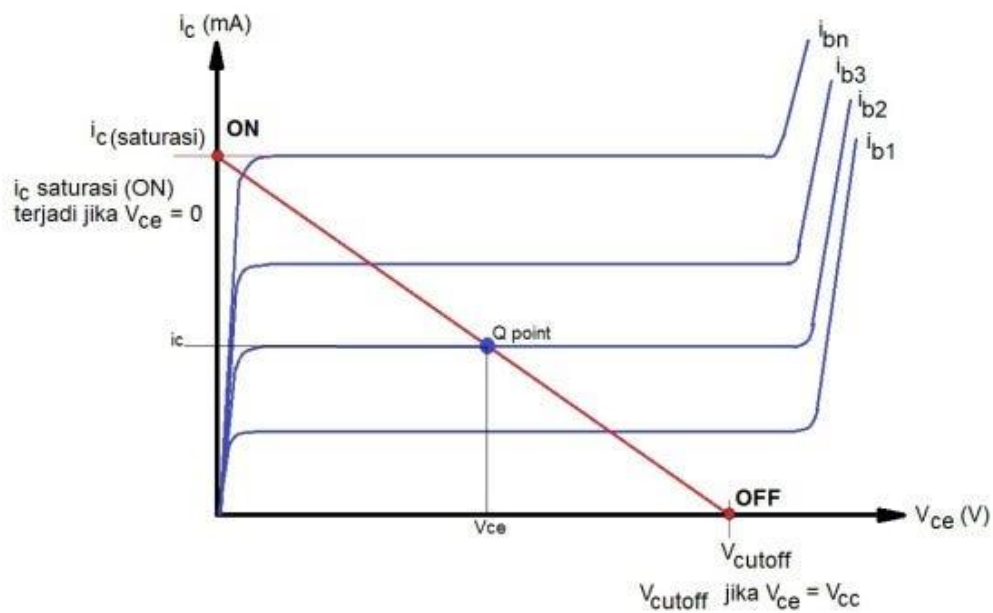
Elektron mengalir dari emitor ke basis karena basis sangat tipis, sebagian besar elektron langsung menembus ke kolektor. Arus yang mengalir dari kolektor ke emitor (I_c) jauh lebih besar dari I_b .

Hukum arus:

$$I_e = I_b + I_c \text{ dan } I_c \approx \beta \times I_b$$

Dengan β bernilai 20–300 tergantung tipe transistor.

Karakteristik Output Transistor NPN

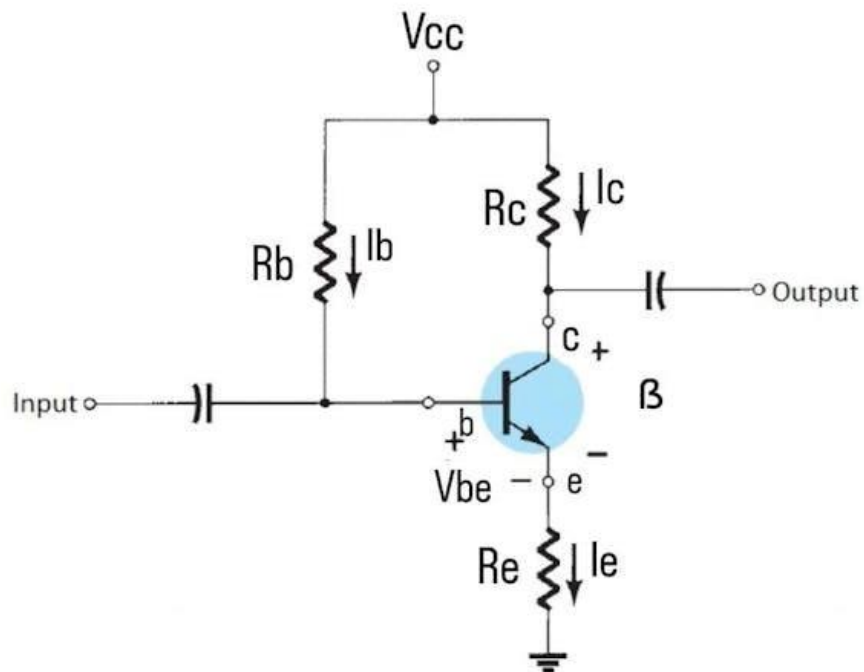


Gambar 4. Karakteristik Output Transistor NPN (Sumber: WordPress.com)
<https://images.app.goo.gl/kc2tfiVPx8iWsKeK7>

Grafik karakteristik menunjukkan hubungan antara:

I_c (arus kolektor), V_{ce} (tegangan kolektor-emitor), untuk berbagai nilai I_b (arus basis). Semakin besar I_b , maka I_c juga meningkat, menandakan sifat penguatan dari transistor NPN.

Contoh Soal Transistor NPN



Gambar 5. Rangkaian Transistor NPN (Sumber: Engineers Garage)

<https://images.app.goo.gl/zuMTK2gFhM8eU4Z27>

Diberikan sebuah rangkaian penguat transistor NPN common-emitter seperti berikut:

$$V_{cc} = 12 \text{ V}$$

$$R_c = 2.2 \text{ k}\Omega$$

$$R_e = 1 \text{ k}\Omega$$

$$\beta \text{ (penguatan arus transistor)} = 100$$

$$V_{be} = 0.7 \text{ V}$$

$$R_b = 470 \text{ k}\Omega$$

$$V_{bb} = 5 \text{ V}$$

Hitung:

1. Arus basis (I_b)
2. Arus kolektor (I_c)
3. Tegangan kolektor terhadap ground (V_c)

4. Tegangan kolektor-emitor (V_{ce})

Penyelesaian:

1. Hitung I_b :

Gunakan hukum Ohm di jalur basis:

$$I_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{R_b}$$

$$= \frac{5 - 0.7}{470k}$$

$$= \frac{4.3}{470k}$$

$$= 9.15 \mu A$$

2. Hitung I_c :

Gunakan rumus penguatan:

$$I_c = \beta \times I_b$$

$$= 100 \times 9.15 \mu A$$

$$= 915 \mu A = 0.915 \text{ mA}$$

3. Hitung V_c

$$V_c = V_{cc} - (I_c \times R_c)$$

$$= 12 \text{ V} - (0.915 \text{ mA} \times 2.2k)$$

$$= 12 \text{ V} - 2.013 \text{ V}$$

$$= 9.99 \text{ V}$$

4. Hitung V_{ce}

Pertama, hitung V_e :

$$V_e = I_e \times R_e = (I_c + I_b) \times R_e$$

$$= (0.915 \text{ mA} + 0.00915 \text{ mA}) \times 1k$$

$$= 0.924 \text{ V}$$

Lalu,

$$\begin{aligned}
 V_{ce} &= V_c - V_e \\
 &= 9.99 \text{ V} - 0.924 \text{ V} \\
 &= 9.07 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Jawaban Akhir:

$$I_b \approx 9.15 \text{ } \mu\text{A}$$

$$I_c \approx 0.915 \text{ mA}$$

$$V_c \approx 9.99 \text{ V}$$

$$V_{ce} \approx 9.07 \text{ V}$$

Kesimpulan

Transistor NPN merupakan pengendali arus yang bekerja dengan prinsip sederhana namun sangat efektif. Melalui jalur arus dari basis ke kolektor, transistor mengubah arus kecil menjadi pengaruh besar yang memungkinkan teknologi seperti komputer, komunikasi, dan sistem kontrol dapat bekerja. Dalam mode aktif, arus kecil di basis (I_b) dapat mengontrol arus besar di kolektor (I_c), dengan penguatan ditentukan oleh nilai β .

Referensi

Electronic Devices and Circuit Theory oleh Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky.

Microelectronic Circuits oleh Sendra & Smith.

Electronic Devices oleh Floyd dan Thomas L.

Dasar-Dasar Elektronika oleh Sutrisno dan Mulyono