MODUL VII
TRANSISTOR BIPOLAR

SRI SUPATMI,S.KOM

I. Tujuan Praktikum

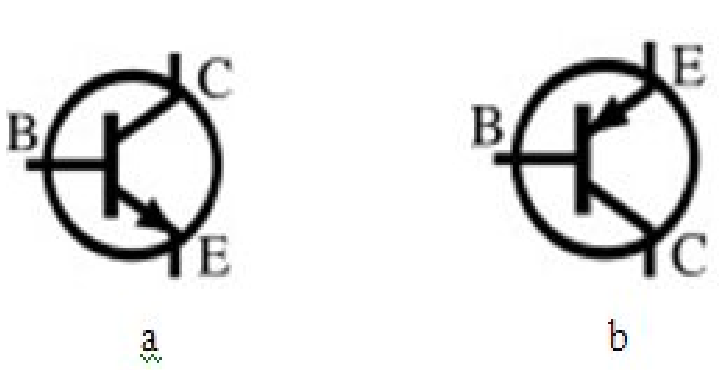
- Mengetahui cara menentukan kaki-kaki transistor menggunakan Ohmmeter
- Mengetahui karakteristik transistor bipolar.
- Mampu merancang rangkaian sederhana menggunakan transistor bipolar.
- Mampu menganalisa rangkaian sederhana transistor bipolar.

II. Bahan Praktikum

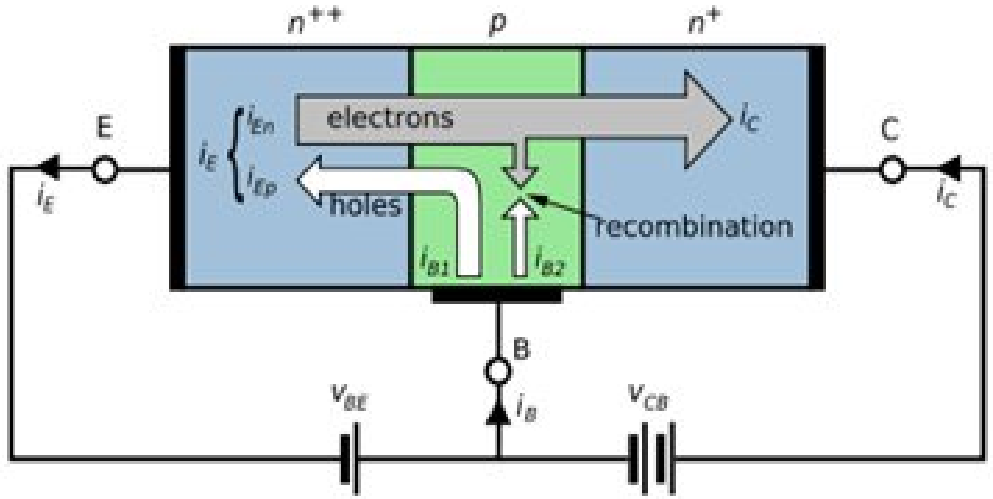
- Transistor 2N3904 (**Baca dan perhatikan data sheet**)
- Resistor
- Projectboard
- Catu daya
- Multimeter

III. Ringkasan Teori

- Transistor adalah salah satu komponen elektronika aktif. Transistor dapat berfungsi sebagai penguat arus maupun tegangan.
- Di bawah ini adalah simbol transistor NPN dan PNP.



Simbol transistor NPN (a) dan PNP (b)



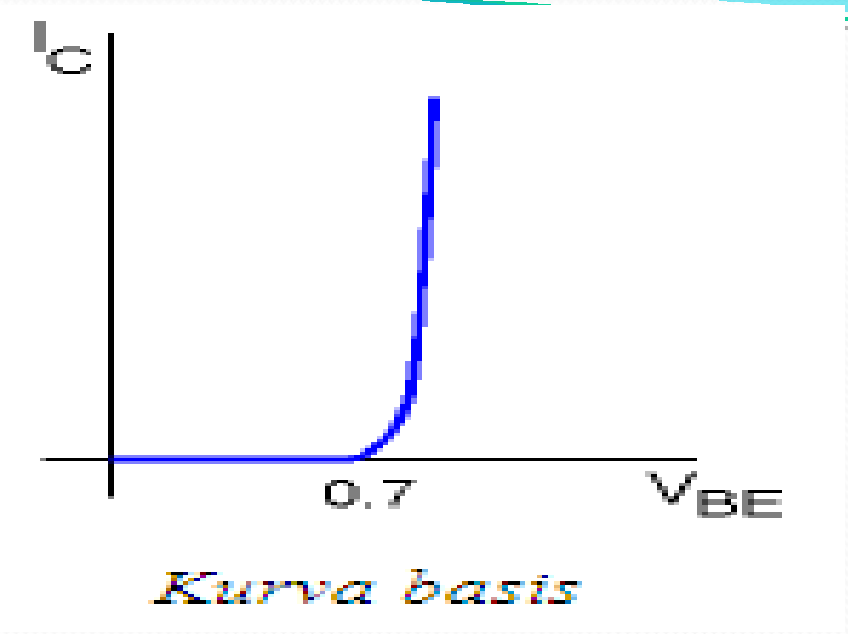
Struktur internal transistor

Kurva Basis

- Hubungan antara IB dan VBE tentu saja akan berupa kurva dioda.
- Karena memang telah diketahui bahwa *junction base-emitor* tidak lain adalah sebuah dioda.
- Jika hukum Ohm diterapkan pada *loop base* diketahui adalah :

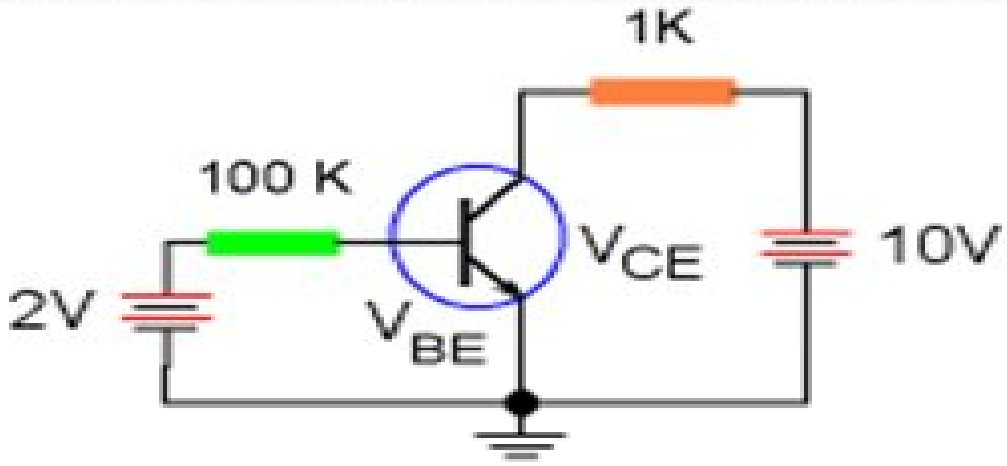
$$\mathbf{I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B}$$

- V_{BE} adalah tegangan jepit dioda *junction base-emitor*. Arus hanya akan mengalir jika tegangan antara base-emitor lebih besar dari V_{BE}.
- Sehingga arus I_B mulai aktif mengalir pada saat nilai V_{BE} tertentu.



Kurva basis

- Besar V_{BE} umumnya tercantum di dalam *data sheet*. Tetapi untuk penyerdehanaan umumnya diketahui V_{BE} = 0.7 Volt untuk transistor silikon dan V_{BE} = 0.3 Volt untuk transistor germanium.
- Nilai ideal V_{BE} = 0 Volt. Sampai disini akan sangat mudah mengetahui arus I_B dan arus I_C dari rangkaian berikut ini, jika diketahui besar b = 200.
- Katakanlah yang digunakan adalah transistor yang dibuat dari bahan silikon.



Kurva basis(lanjutan)

Contoh soal :

$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B$

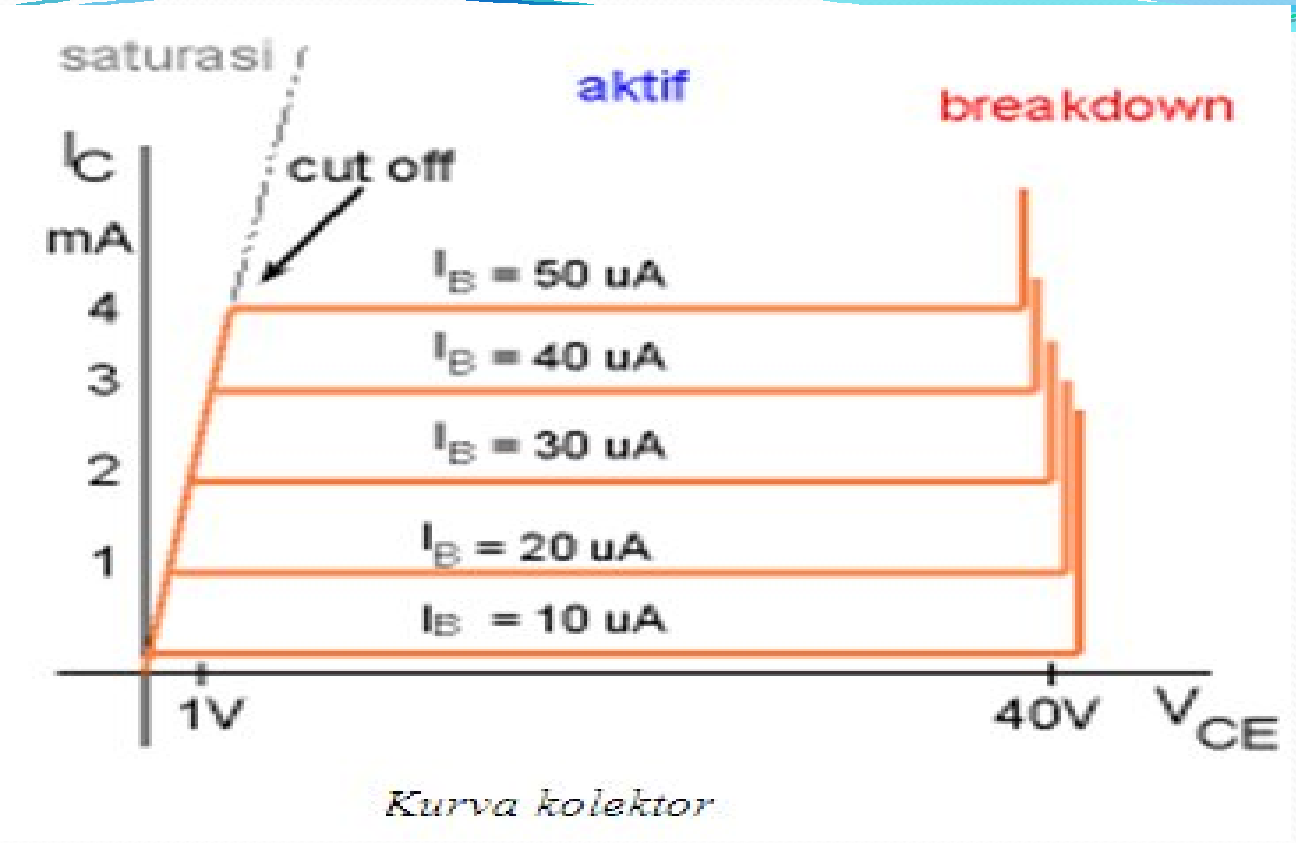
$= (2V - 0.7V) / 100\ K$

$= 13\ uA$

Dengan b = 200, maka arus kolektor adalah : $I_C = bI_B = 200 \times 13uA = 2.6\ mA$

Kurva Kolektor

- Sekarang sudah diketahui konsep arus base dan arus kolektor.
- Satu hal lain yang menarik adalah bagaimana hubungan antara arus base I_B, arus kolektor I_C dan tegangan kolektor-emiter V_{CE}.
- Dengan mengunakan *rangkaian-01*, tegangan V_{BB} dan V_{CC} dapat diatur untuk memperoleh plot garis-garis kurva kolektor.
- Pada gambar berikut telah diplot beberapa kurva kolektor arus I_C terhadap V_{CE} dimana arus I_B dibuat konstan.



Kurva kolektor

- Dari kurva ini terlihat ada beberapa *region* yang menunjukkan daerah kerja transistor.
- Pertama adalah daerah *saturasi*, lalu daerah *cut-off*, kemudian daerah *aktif* dan seterusnya daerah *breakdown*.

>> Daerah Aktif

- Daerah kerja transistor yang normal adalah pada daerah aktif, dimana arus I_C konstans terhadap berapapun nilai V_{CE}.
- Dari kurva ini diperlihatkan bahwa arus I_C hanya tergantung dari besar arus I_B.
- Daerah kerja ini biasa juga disebut daerah linear (*linear region*).
- Jika hukum Kirchhoff mengenai tegangan dan arus diterapkan pada loop kolektor (rangkaian CE), maka dapat diperoleh hubungan :

$$\mathbf{V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C}$$

- Dapat dihitung dissipasi daya transistor adalah :

$$\mathbf{P_D = V_{CE} . I_C}$$

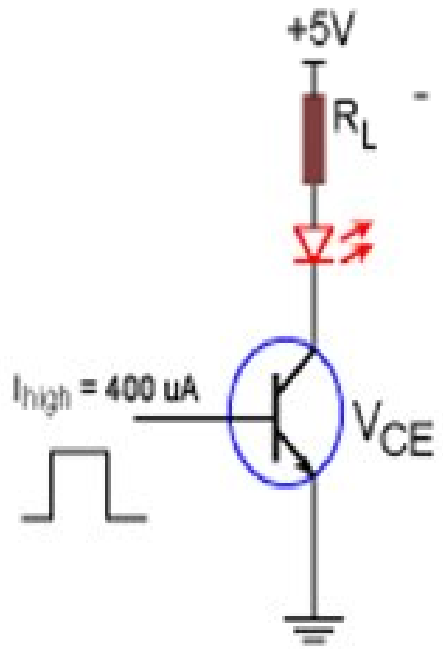
- Rumus di atas mengatakan jumlah dissipasi daya transistor adalah tegangan kolektor-emitor dikali jumlah arus yang melewatinya.
- Dissipasi daya ini berupa panas yang menyebabkan naiknya temperatur transistor.
- Umumnya untuk transistor power sangat perlu untuk mengetahui spesifikasi $P_D$max.
- Spesifikasi ini menunjukkan temperatur kerja maksimum yang diperbolehkan agar transistor masih bekerja normal.
- Sebab jika transistor bekerja melebihi kapasitas daya $P_D$max, maka transistor dapat rusak atau terbakar.

>> Daerah Saturasi

- Daerah saturasi adalah mulai dari V_{CE} = 0 volt sampai kira-kira 0.7 volt (transistor silikon), yaitu akibat dari efek dioda kolektor-basis yang mana tegangan V_{CE} belum mencukupi untuk dapat menyebabkan aliran elektron.

>> Daerah Cut-Off

- Jika kemudian tegangan V_{CC} dinaikkan perlahan-lahan, sampai tegangan VCE tertentu tiba-tiba arus IC mulai konstan.
- Pada saat perubahan ini, daerah kerja transistor berada pada daerah cut-off yaitu dari keadaan saturasi (OFF) lalu menjadi aktif (ON).
- Perubahan ini dipakai pada system digital yang hanya mengenal angka biner 1 dan 0 yang tidak lain dapat direpresentasikan oleh status transistor OFF dan ON.



Contoh transistor sebagai saklar

- Misalkan pada rangkaian driver LED di atas, transistor yang digunakan adalah transistor dengan b = 50.
- Penyalaan LED diatur oleh sebuah gerbang logika (*logic gate)* dengan arus *output high* = 400 uA dan diketahui tegangan *forward* LED, V_{LED} = 2.4 Volt.
- Lalu pertanyaannya adalah, berapakah seharusnya resistansi R_L yang dipakai?
- $I_C = bI_B$ = 50 x 400 uA = 20 mA
- Arus sebesar ini cukup untuk menyalakan LED pada saat transistor *cut-off*. Tegangan VCE pada saat *cut-off* idealnya = 0, dan aproksimasi ini sudah cukup untuk rangkaian ini.

$$R_L = (V_{CC} - V_{LED} - V_{CE}) / I_C$$
$$= (5 - 2.4 - 0)V / 20\ mA$$
$$= 2.6V / 20\ mA$$
$$= 130\ Ohm$$

>> Daerah Breakdown

- Dari kurva kolektor, terlihat jika tegangan V_{CE} lebih dari 40V, arus I_C menanjak naik dengan cepat.
- Transistor pada daerah ini disebut berada pada daerah *breakdown*.
- Seharusnya transistor tidak boleh bekerja pada daerah ini, karena akan dapat merusak transistor tersebut.
- Untuk berbagai jenis transistor nilai tegangan V_{CE}max yang diperbolehkan sebelum *breakdown* bervariasi.
- V_{CE}max pada data sheet transistor selalu dicantumkan juga.

>> Alpha DC

- Perbandingan arus kolektor dengan arus emitter hampir sama, alpha dc sebagai definisi perbandingan kedua arus tersebut.

$$\alpha_{DC} = \frac{I_C}{I_E} \approx 1$$

>> Beta DC

- Arus kolektor telah dihubungkan dengan arus emiter dengan menggunakan . Juga menghubungkan arus kolektor dengan arus basis dengan mendefnisikan *beta* DC transistor :

$$\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B}$$

- **Hubungan antara α_{dc} dan β_{dc}**
- Hukum kirchoff menyatakan :
- Dengan aljabar maka dapat disusun menjadi :

$$\beta_{DC} = \frac{\alpha_{DC}}{1 - \alpha_{DC}}$$

- Transistor memiliki tiga buah kaki, yaitu **basis**, **kolektor** dan **emitter**.
- Ketiga kaki tersebut dapat ditentukan menggunakan Ohm meter.

IV. Tugas Pendahuluan

1. Jika suatu transistor adalah 250, berapakan nilai arus emiter!
2. Sebutkan cara mengenali urutan kaki-kaki transistor selain menggunakan Ohm meter?
3. Tentukan persamaan-persamaan untuk mendapatkan bentuk kurva kolektor transistor?
4. Simulasikanlah rangkaian berikut pada program multisim

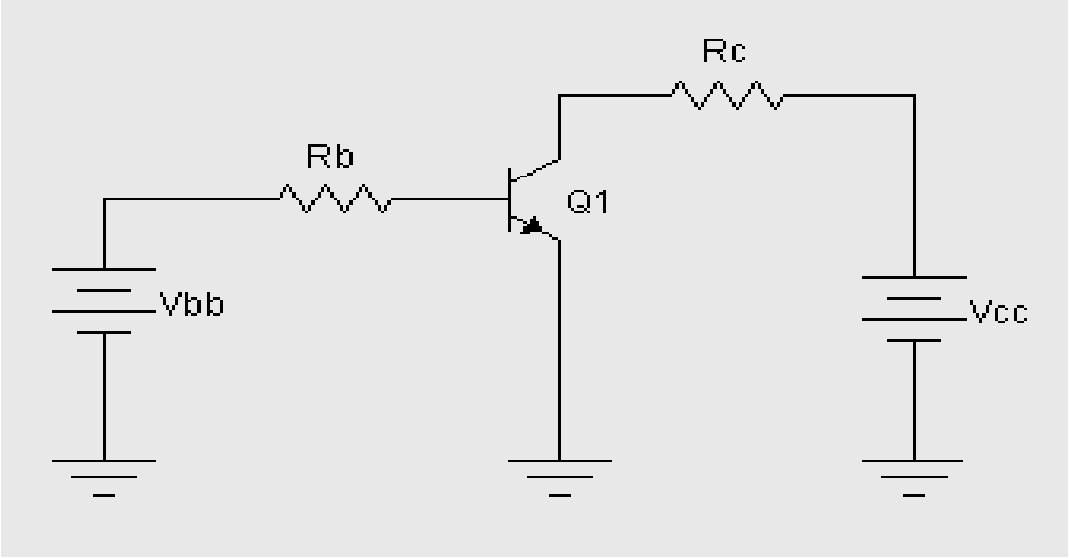
V. Langkah Percobaan

- Sebelum melakukan percobaan tentukan terlebih dahulu kaki-kaki pada transistor yang akan digunakan,pastikan sudah diketahui dengan benar .

>> Karakteristik Transistor Bipolar

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. Dengan ketentuan sebagai berikut

Vbb	Rb	Transistor	RC	Vcc
3 V	1 K	2N 3904	5K6	Lihat langkah no 2



Rangkaian transistor

2. Ubah V_{CC} : 0 ,0.3, 0.5, 0.8, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30 volt.
3. Ukur besarnya $\mathbf{V_{CE}}$ dan $\mathbf{I_C}$ pada setiap **perubahan $\mathbf{V_{CC}}$.**
4. Catat data percobaan pada tabel di bawah ini.

$\mathbf{V_{CC}}$	$\mathbf{V_{CE}}$	$\mathbf{I_C}$

- *IC : Arus yang melewati resistor (RC) menuju kaki kolektor*
- *Vce : Tegangan antara kaki kolektor ke kaki emiter*

>> **VI. Laporan Akhir**

- Buatlah grafik kurva kolektor transistor dari data hasil percobaan di atas.
- Berikan Kesimpulan dari hasil percobaan di atas.