

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 IC 555

IC 555 atau sering disebut dengan IC *timer* 555. Pertama kali diperkenalkan oleh *signetics corporation* sebagai SE555/NE555 dan disebut “*The IC Time Machine*” yang merupakan mesin *timer* pertama dan dikomersialkan. Pada dasarnya aplikasi utama IC NE555 digunakan sebagai *Timer* (Pewaktu) dengan operasi rangkaian *monostable* dan *Pulse Generator* (Pembangkit Pulsa) dengan operasi rangkaian *astable*. Selain itu, dapat juga digunakan sebagai *time delay generator* dan *sequential timing*.<sup>[3]</sup>

##### 2.1.1 IC 555 Struktur dan Fungsi

IC 555 memiliki dua kemasan. kemasan pertama berupa kemasan bulat terbungkus logam atau yang disebut dengan kemasan “T”, kemudian kemasan berikutnya yang lebih dikenal memiliki 8-pin disebut kemasan “V”, sekitar 20 tahun yang lalu kemasan “T” lebih banyak digunakan, dan hanya untuk IC 555 standar (SE 555/NE 555).<sup>[3]</sup>



Gambar 2.1 Bentuk dan Struktur IC 555

( Sumber : Habibullah, Ahmad Saddam. 2017)

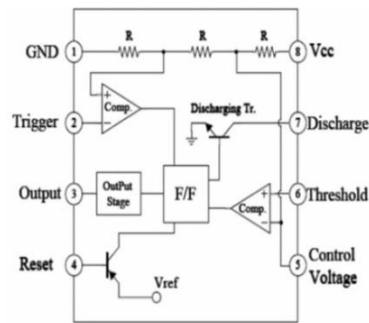
Fungsi masing-masing kaki pin IC 555 :

1. Ground (0V), adalah pin *input* dari sumber tegangan DC paling negatif
2. *Trigger*, *input negative* dari *lower* komparator (komparator B) yang menjaga osilasi tegangan terendah kapasitor pada  $1/3 V_{cc}$  dan mengatur RS flip-flop.

3. *Output*, pin keluaran dari IC 555.
4. *Reset*, adalah pin yang berfungsi untuk me-*reset latch* didalam IC yang akan berpengaruh untuk me-*reset* kerja IC. Pin ini tersambung ke suatu *gate* (gerbang) transistor bertipe PNP, jadi transistor akan aktif jika diberi logika *low*. Biasanya pin ini langsung dihubungkan ke VCC agar tidak terjadi *reset*.
5. *Control voltage*, pin ini berfungsi untuk mengatur kestabilan tegangan *referensi input negative* (komparator A). Pin ini bisa dibiarkan tergantung (diabaikan), tetapi untuk menjamin kestabilan *referensi* komparator A, biasanya dihubungkan dengan kapasitor berorde sekitar 10 nF ke pin ground.
6. *Threshold*, pin ini terhubung ke *input* positif (komparator A) yang akan me-*reset* RS flip-flop ketika tegangan pada pin ini mulai melebihi  $2/3$  VCC.
7. *Discharge*, pin ini terhubung ke *open collector* transistor *internal* ( $T_r$ ) yang emittarnya terhubung ke ground. *Switching* transistor ini berfungsi untuk meng-*clamp node* yang sesuai ke ground pada *timing* tertentu.
8. VCC, pin ini untuk menerima *supply DC voltage*. Biasanya akan bekerja optimal jika diberi 5V s/d 15V. *Supply* arusnya dapat dilihat di *datasheet*, yaitu sekitar 10mA s/d 15mA.

### 2.1.2 Cara kerja IC 555

Di dalam IC 555 terdapat 20 transistor, 15 resistor, dan 2 dioda. Komponen-komponen ini terhubung dengan membentuk beberapa fungsi seperti *trigger*, sensor level atau *comparison*, *discharge* dan *power output*. Ini bisa saling dihubungkan dengan rangkaian-rangkaian TTL (*Transistor-Transistor Logic*) dan rangkaian-rangkaian Op-Amp. Pewaktu 555 dapat dianggap sebagai sebuah blok fungsional yang berisi dua pembanding (*Comparator*), dua transistor, tiga tahanan yang sama, sebuah flip-flop, dan sebuah tingkat keluaran.



Gambar 2.2 Skema Fungsi Pewaktu IC 555

( Sumber : Habibullah, Ahmad Saddam. 2017)

Pada gambar dapat dilihat skema internal rangkaian 555 terdiri atas dua buah komparator tegangan (COMP1 dan COMP2), sebuah flip-flop kontrol R-S (*reset/set*) yang dapat di-*reset* dari luar melalui pin 4, sebuah penguat pembalik *output* (A1), dan sebuah transistor *discharge* (Q1). Level bias kedua komparator ditentukan oleh resistor-resistor pembagi tegangan (Ra, Rb, dan Rc) yang terdapat antara Vcc dan ground.<sup>[5]</sup>

Tabel 2.1 Tegangan Kerja IC 555

Threshold Voltage ( $V_{th}$ )(PIN 6)	Trigger Voltage ( $V_{tr}$ )(PIN 2)	Reset(PIN 4)	Output(PIN 3)	Discharging Tr. (PIN 7)
Don't care	Don't care	Low	Low	ON
$V_{th} > 2V_{cc} / 3$	$V_{tr} > 2V_{cc} / 3$	High	Low	ON
$V_{cc} / 3 < V_{th} < 2V_{cc} / 3$	$V_{cc} / 3 < V_{tr} < 2V_{cc} / 3$	High	-	-
$V_{th} < V_{cc} / 3$	$V_{tr} < V_{cc} / 3$	High	High	OFF

(Sumber : Habibullah, Ahmad Saddam. 2017)

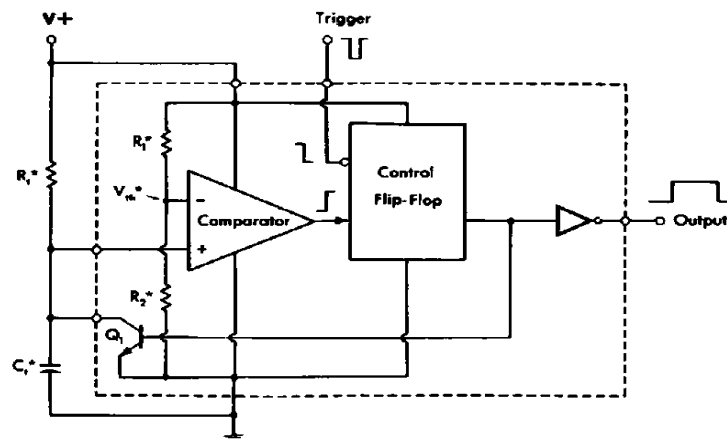
Dengan melihat gambar dan tabel diatas, secara umum cara kerja *internal* IC ini dapat dijelaskan bahwa, ketika pin 4 sebagai *reset* diberi tegangan 0V atau logika *low* (0), maka *ouput* pada pin 3 pasti akan berlogika *low* juga. Hanya ketika pin 4 (*reset*) yang diberi sinyal atau logika *high* (1), maka *output* NE555 ini akan berubah sesuai dengan tegangan *threshold* (pin 6) dan tegangan *trigger* (pin 2) yang diberikan.

Ketika tegangan *threshold* pada pin 6 melebihi 2/3 dari *supply voltage* (VCC) dan logika *output* pada pin 3 berlogika *high* (1), maka transistor *internal* (Tr) akan *turn-on* sehingga akan menurunkan tegangan *threshold* menjadi kurang dari 1/3 dari *supply voltage*. Selama *interval* waktu ini, *output* pada pin 3 akan

berlogika *low* (0). Setelah itu, ketika sinyal *input* atau *trigger* pada pin 2 yang berlogika *low* (0) mulai berubah dan mencapai  $1/3$  dari  $V_{CC}$ , maka transistor *internal* ( $T_r$ ) akan *turn-off*. *Switching* transistor yang *turn-off* ini akan menaikkan tegangan *threshod* sehingga *output* IC NE555 ini yang semula berlogika *low* (0) akan kembali berlogika *high* (1). Dapat disimpulkan bahwa cara kerja dasar IC NE555 merupakan full kombinasi dan tidak terlepas dari semua komponen internalnya yang terdiri dari 3 buah resistor, 2 buah komparator, 2 buah transistor, 1 buah flip-flop dan 1 buah inverter.<sup>[3]</sup>

### 2.1.3 Monostable Multivibrator

*Monostable* berasal dari kata *mono* yang berarti satu dan *stable* yang berarti stabil/ajeg. Rangkaian *monostable multivibrator* berfungsi menghasilkan satu keadaan (*one-shot*) pada *output*-nya.<sup>[1]</sup> IC 555 didesain sedemikian rupa sehingga hanya memerlukan sedikit komponen luar untuk bekerja. Diantaranya yang utama adalah resistor dan kapasitor luar (ekstensi). IC ini bekerja dengan memanfaatkan prinsip pengisian (*charging*) dan pengosongan (*discharging*) dari kapasitor melalui resistor luar tersebut.<sup>[1]</sup>



Gambar 2.3 Rangkaian *Monostable Multivibrator*

(Sumber : Bakhtiar. 2015)

Prinsip kerjanya, seperti Gambar 2.3 dengan resistor  $R_t$  dan kapasitor  $C_t$  luar, rangkaian ini tidak lain adalah sebuah rangkaian pewaktu (*timer monostable*).

Prinsipnya rangkaian ini akan menghasilkan pulsa tunggal dengan lama waktu tertentu pada keluaran, jika pin *trigger* diberi pemicu.<sup>[13]</sup>

Durasi waktu tunda dapat dihitung dengan persamaan:<sup>[2]</sup>

$$T_d = 1.1 RC \quad (2-1)$$

Keterangan:

$T_d$  = waktu tunda (sekon)

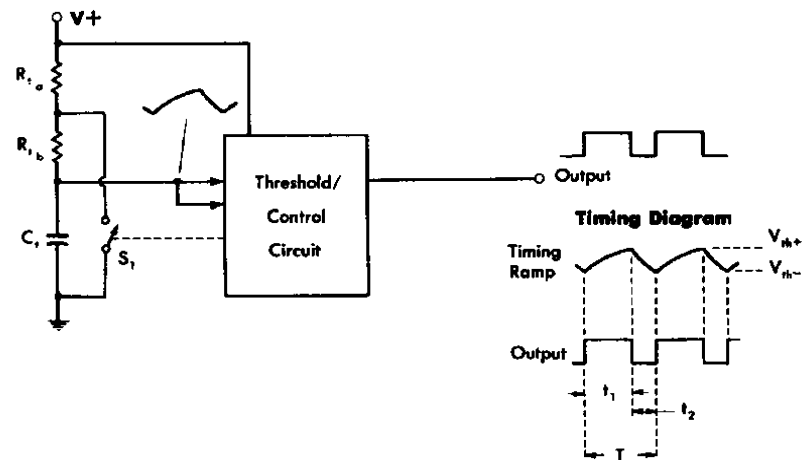
$R$  = resistor eksternal (ohm)

$C$  = kapasitor eksternal (farad)

Berdasarkan persamaan di atas, waktu tunda berbanding lurus dengan resistor dan kapasitor. Karakteristik resistor adalah menghambat arus sehingga makin besar nilai resistansinya menyebabkan pengisian atau pengosongan kapasitor menjadi lebih lama, maka waktu tundanya lebih lama. Begitu juga dengan kapasitor, semakin kecil kapasitansinya maka waktu untuk mengisi/mengosongkan kapasitor tersebut semakin cepat sehingga waktu tundanya juga lebih cepat.<sup>[9]</sup>

#### 2.1.4 *Astable Multivibrator*

*Astable multivibrator* adalah suatu rangkaian dimana bagian *output*-nya tidak stabil pada suatu keadaan, tetapi berubah-ubah secara *periodik* dari keadaan *low* (0) dan *high* (1). Keadaan tidak stabil ini sering disebut sebagai keadaan quasi stabil atau semi stabil. Rangkaian *astable multivibrator* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.<sup>[9]</sup> Sedikit berdeda dengan rangkaian *monostable*, rangkaian *astable* dibuat dengan mengubah susunan resistor dan kapasitor luar pada IC 555 seperti Gambar 2.4 Ada dua buah resistor  $R_{ta}$  dan  $R_{tb}$  serta satu kapasitor ekstensi  $C_t$  yang diperlukan. Prinsipnya rangkaian *astable* dibuat agar memicu dirinya sendiri berulang-ulang sehingga rangkaian ini dapat menghasilkan sinyal osilasi pada keluarannya. Pada saat catu daya rangkaian ini dihidupkan, kapasitor  $C_t$  mulai terisi melalui resistor  $R_{ta}$  dan  $R_{tb}$  sampai mencapai tegangan  $2/3 V_{C+}$ .<sup>[11]</sup>



Gambar 2.4 Rangkaian *Astable Multivibrator*

(Sumber : Bakhtiar. 2015)

Pada saat tegangan ini tercapai, komparator dari IC 555 mulai bekerja me-  
*reset* flip-flop dan seterusnya membuat transistor *ON*. Ketika transistor *ON*, resistor  
*Rtb* seolah dihubung singkat ke ground sehingga kapasitor *Ct* membuang  
muatannya (*discharging*) melalui resistor *Rtb*. Pada saat ini keluaran menjadi 0.  
Pada saat *discharging*, tegangan pada pin *trigger* terus turun sampai mencapai  $\frac{1}{3}$   
 $VC+$ . Ketika tegangan ini tercapai, komparator bekerja dan kembali memicu  
transistor menjadi *OFF*. Ini menyebabkan keluaran kembali menjadi *high* ( $VC+$ ).  
[1]

Periode tinggi jenis *multivibrator astabil* dapat diperoleh dengan persamaan :<sup>[2]</sup>

$$t_{high} = 0,695.(R_A + R_B).C \quad (2-2)$$

Keluaran rendah selama selang waktu *C* di kosongkan diberikan oleh persamaan :

$$t_{low} = 0,695.R_B.C \quad (2-3)$$

Oleh karena itu periode total osilasi adalah :

$$\begin{aligned} T &= t_{tinggi} + t_{rendah} \\ &= 0,695.(R_A + R_B).C \end{aligned} \quad (2-4)$$

Dan frekuensi osilasinya adalah :

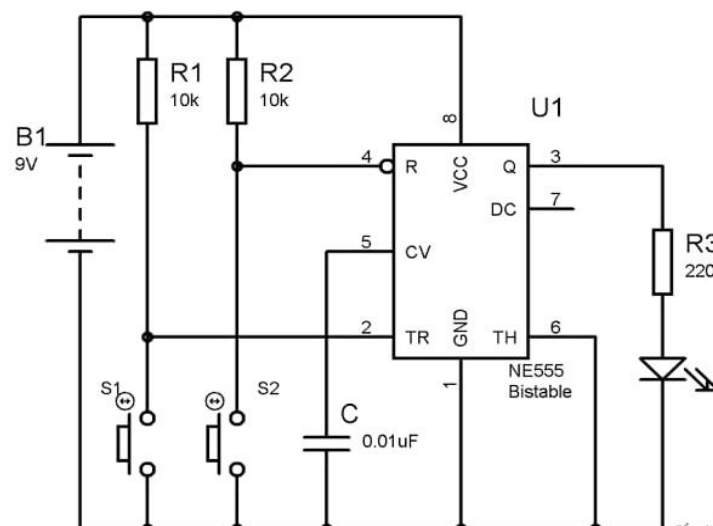
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_A + 2R_B)C} \quad (2-5)$$

### 2.1.5 Bistable Multivibrator

*Multivibrators bi-stable* memiliki dua kondisi yang stabil (maka nama: "Bi" berarti dua) dan mempertahankan keadaan *output* yang diberikan tanpa batas waktu kecuali pemicu *eksternal* diterapkan memaksanya untuk mengubah keadaan. *Multivibrator bi-stable* memiliki dua keadaan yang stabil yang lebih dikenal sebagai flip-flop.<sup>[13]</sup>

*Bistable multivibrator* merupakan jenis *multivibrator* yang memiliki *output* dengan dua keadaan stabil. Pulsa *trigger* pada input rangkaian akan menyebabkan rangkaian diasumsikan pada salah satu kondisi stabil. Pulsa kedua akan menyebabkan terjadinya pergeseran ke kondisi stabil lainnya. *Multivibrator bistabil* ini hanya akan berubah keadaan jika diberi pulsa *trigger* sebagai *input*.

*Multivibrator bistable* ini sering disebut sebagai flip-flop. *Output* rangkaian *multivibrator bistabil* akan lompat ke satu kondisi (flip) saat dipacu dan bergeser kembali ke kondisi lain (flop) jika dipacu dengan pulsa *trigger* berikutnya. Rangkaian kemudian menjadi stabil pada suatu kondisi dan tidak akan berubah atau *toggle* sampai ada perintah dengan diberi pulsa *trigger*.



Gambar 2.5 Rangkaian *Bistable Multivibrator*

(Sumber : Budiansyah, Ajat Didik. 2019)

## 2.2 Transistor

Nama transistor berasal dari kata *transfer* dan resistor yang artinya adalah merubah bahan dari bahan yang tidak dapat menghantar arus listrik menjadi bahan penghantar atau setengah penghantar (semikonduktor). Transistor adalah komponen aktif. Sama halnya dengan komponen semikonduktor lainnya, transistor dibuat dari bahan indium, germanium dan silikon.<sup>[6]</sup>

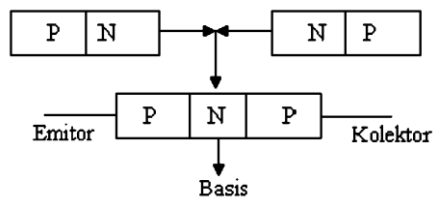
Transistor bipolar memiliki 3 buah terminal yang membentuk tiga buah *elektrode* atau kaki, yaitu kaki emiter disingkat dengan huruf E, kaki basis disingkat dengan huruf B dan kaki kolektor disingkat dengan huruf C. Fungsi dari masing-masing kaki (*elektrode*) transistor, yaitu:

1. Basis berfungsi mengatur (mengendalikan) kuat arus dalam transistor.
2. Emitor berfungsi untuk mengalirkan arus listrik.
3. Kolektor berfungsi sebagai penyalur arus listrik.

Transistor bipolar memiliki 2 macam, yaitu:

1. Transistor PNP (Positif Negatif Positif)
2. Transistor NPN (Negatif Positif Negatif)

Transistor asal mulanya adalah hasil pengembangan dari dua buah dioda jenis PN dan NP yang dipertemukan menjadi satu, sehingga menghasilkan satu elektroda ketiga yang berfungsi sebagai pengontrol parameter antara bahan PN dan NP. Prinsip terjadinya pertemuan kedua dioda jenis PN dan NP adalah seperti terlihat pada Gambar 2.6.<sup>[6]</sup>

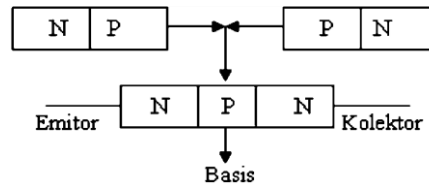


Gambar 2.6 Persambungan Semikonduktor Tipe PNP

(Sumber : Huda, Asrul dkk. 2014)



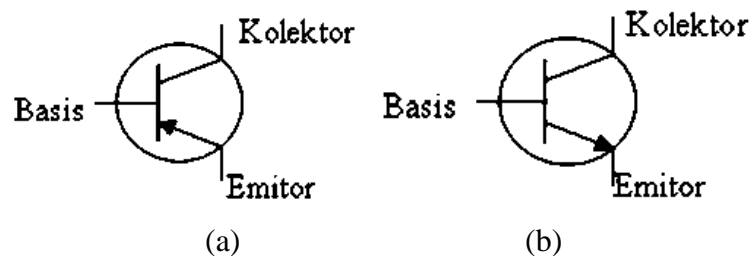
Apabila yang dipertemukan jenis N-nya, maka diperoleh transistor jenis PNP. Apabila yang dipertemukan bahan jenis P-nya, maka akan diperoleh transistor jenis NPN. Prinsip terjadinya pertemuan kedua dioda jenis NP dan PN adalah seperti terlihat pada Gambar 2.7 dibawah ini:



Gambar 2.7 Persambungan Semikonduktor Tipe NPN

(Sumber : Huda, Asrul dkk. 2014)

Perbedaan antara transistor PNP dan NPN dalam rangkaian adalah tanda anak panahnya, transistor NPN digambarkan dengan tanda anak panah yang terletak pada kaki emitor ke luar lingkaran, sedangkan transistor PNP tanda anak panahnya menuju ke dalam lingkaran.<sup>[6]</sup>



Gambar 2.8 (a) Lambang transistor PNP (b) Lambang transistor NPN

(Sumber : Huda, Asrul dkk. 2014)

Pada jenis PNP, transistor beroperasi dengan diberikan bias pada bagian *emitter-base* dan *collector-base*. Bias maju pada terminal VEE menyebabkan sebagian besar arus pembawa mayoritas dari semikonduktor tipe P (yaitu *hole*), bergerak melewati daerah percabangan, masuk ke kolektor. Hanya sebagian kecil mengalir ke basis. Bias mundur pada terminal VCC menyebabkan sebagian kecil

arus pembawa mayoritas dari semikonduktor tipe N (yaitu elektron) masuk ke percabangan kolektor dan basis.<sup>[5]</sup>

Pada transistor tipe NPN sambungan BE diberikan tegangan panjar maju (basis negatif dan emitter positif) dan sambungan BC diberikan tegangan panjar mundur (basis positif dan kolektor negatif).<sup>[4]</sup>

Arus yang melewati transistor memenuhi persamaan arus total transistor sebagai berikut:

$$IE = IC + IB \quad (2-6)$$

Keterangan :

IE = arus emitter

IC = arus collector

IB = arus basis

Besar penguatan arus antara bagian kolektor terhadap basis disebut beta DC ( $\beta_{dc}$ ) atau  $h_{FE}$ .<sup>[8]</sup>

$$\beta_{dc} = h_{FE} = \frac{I_C}{I_B} \quad (2-7)$$

### 2.2.1 Transistor Sebagai Skalar

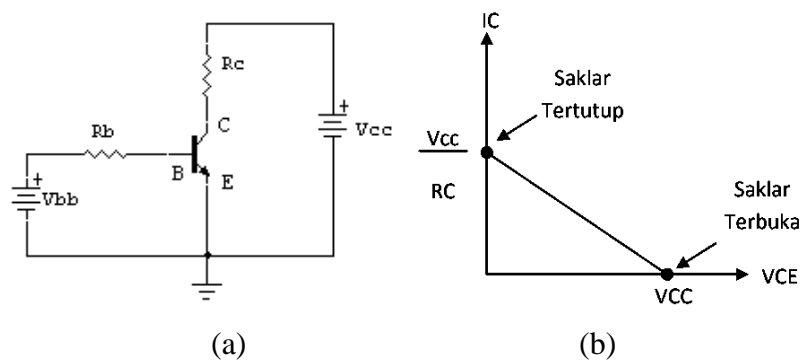
Prinsip pengoperasian transistor sebagai saklar yaitu dengan mengoperasikannya pada dua keadaan ekstrim, yaitu dalam keadaan kerja penuh (saturasi) dan keadaan tidak bekerja sama sekali (*cut-off*). Perubahan dari keadaan satu ke keadaan yang lainnya dapat berupa perubahan tegangan maupun perubahan arus. Jika transistor berada pada titik saturasi, transistor tersebut seperti sakelar yang tertutup dari kolektor ke emitter. Jika transistor *cut off* maka transistor akan seperti sebuah sakelar yang terbuka.<sup>[3]</sup> Pada rangkaian tersebut merupakan penjumlahan tegangan disekitar loop *input*, sehingga diperoleh persamaan

$$I_B \cdot R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0 \quad (2-8)$$

Sehingga dengan persamaan tersebut didapat persamaan untuk mengetahui besar arus pada kutub basis ( $I_B$ ) dalam transistor sebagai sakelar ialah :

$$I_B = \frac{V_{BE} - V_{BE}}{R_B} \quad (2-9)$$

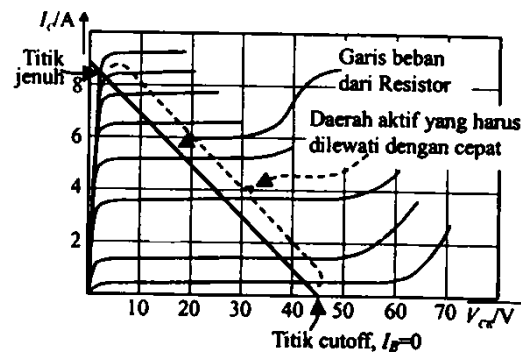
Berikut bentuk gambar rangkaian dan kurva transistor sebagai sakelar dapat dilihat Gambar 2.9 dibawah ini :



Gambar 2.9 (a) Gambar rangkaian (b) Garis Beban DC

(Sumber : Habibullah, Ahmad Saddam. 2017)

Gambar 2.9 menunjukkan bagaimana suatu transistor dioperasikan sebagai saklar. Dalam keadaan  $V_{in} = 0$  dan  $I_B = 0$  yang berarti tidak ada sinyal masukan, maka transistor akan berada dalam kondisi mati. Pada keadaan ini tidak ada arus yang mengalir melalui beban  $R_L$ . Kondisi seperti ini dapat disamakan dengan sebuah saklar yang sedang terbuka karena tegangan antara kolektor dengan emitor besarnya mendekati  $V_{CC}$ . Karena  $I_C$  mendekati nol (harga sama dengan arus bocor  $I_{ce0}$ ), maka jatuh tegangan pada  $R_L$  dapat diabaikan. Jika  $V_{in}$  diberikan cukup besar sehingga  $I_B$  juga cukup besar, maka transistor akan berubah dari keadaan *cut-off* menuju keadaan saturasi. Keadaan saturasi adalah keadaan dimana arus  $I_C$  mencapai keadaan maksimum sehingga kenaikan  $I_B$  tidak lagi menyebabkan kenaikan  $I_C$ . Kondisi seperti ini dapat disamakan dengan sebuah saklar yang sedang tertutup (ON).<sup>[3]</sup>



Gambar 2.10 Grafik Output Dari Transistor, Keadaan Cutoff Dan Jenuh

(Sumber : Burhan dkk. 2009)

Dari grafik rangkaian seri transistor dengan resistor, yaitu grafik *output* transistor (grafik  $I_C$  terhadap  $V_{CE}$ ) dengan grafik resistor beban seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.10 terlihat bahwa transistor bisa memiliki sifat saklar tersebut. Ketika arus basis nol, tidak ada arus kolektor, berarti transistor tutup. Titik itu juga disebut transistor dalam keadaan putus atau *cutoff* dan merupakan saklar terbuka. Kalau arus basis bertambah besar, arus kolektor bertambah besar sampai garis beban memotong garis *output* ( $I_C$  terhadap  $V_{CE}$ ) terakhir. Pada titik itu arus kolektor tidak bisa bertambah lagi walaupun arus basis terus naik. Titik itu disebut titik kejenuhan atau titik jenuh (*saturation point*). Kalau arus basis lebih besar daripada yang diperlukan untuk mencapai titik jenuh atau saturasi, dikatakan transistor dalam keadaan *over saturation* atau saturasi berlebihan. Dalam keadaan saturasi dan *over saturation*, voltase kolektor-emitor kecil ( $\approx 0.2-0.3V$ ). Itu berarti dalam situasi ini transistor merupakan (sedikitnya mendekati) saklar tertutup.<sup>[6]</sup>

Jika transistor dipakai hanya pada dua titik tersebut (titik putus dan titik saturasi atau saturasi berlebihan), berarti transistor dipakai sebagai saklar. Daya yang diserap oleh transistor pada dua titik ini kecil (bahkan nol pada titik putus), tapi dalam keadaan aktif daya yang diserap transistor lebih besar, harus diusahakan supaya daerah aktif dilewati dalam waktu yang singkat supaya transistor tidak menjadi terlalu panas. Agar transistor dalam keadaan jenuh atau jenuh berlebihan, arus basis minimal sebesar arus kolektor maksimal dibagi dengan penguatan arus  $h_{FE}$  dari transistor.<sup>[6]</sup>

$$I_B \geq \frac{I_{C \max}}{h_{FE}} \quad (2-10)$$

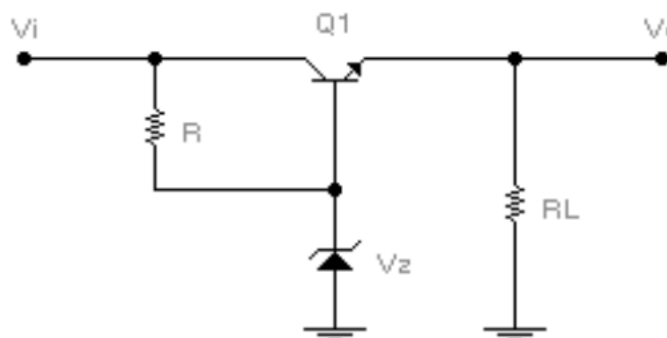
Arus kolektor maksimal terdapat dari *voltase supply* dibagi dengan resistivitas dari resistor kolektor, berarti arus kolektor maksimal adalah arus yang paling besar yang bisa mengalir ketika voltase kolektor-emitor nol.<sup>[6]</sup>

$$I_{C \max} = \frac{V_B}{R_C} \quad (2-11)$$

### 2.2.2 Regulator Tegangan Transistor

Fungsi transistor juga banyak digunakan pada perangkat elektronika yang memerlukan output sumber daya yang stabil pada *power supply*. Fungsi utamanya adalah sebagai penyetabil tegangan atau regulator, salah satu komponen yang biasanya digunakan untuk rangkain penyetabil tegangan adalah transistor, walaupun masih memerlukan komponen lainnya seperti diode zener. Sebuah tegangan regulator adalah stabilizer tegangan yang dirancang untuk secara otomatis menstabilkan tingkat tegangan konstan.

Sebuah rangkaian regulator tegangan juga digunakan untuk mengubah atau menstabilkan tingkat tegangan sesuai dengan kebutuhan dari rangkaian. Walaupun transistor bisa digunakan sebagai penyetabil tegangan jika dirangkai dengan diode zener, tetapi rangkaian penyetabil tegangan dengan transistor dan diode zener ini mempunyai keterbatasan, yakni lebih cocok dipakai pada rangkaian yang menggunakan tegangan output kecil atau rendah.



Gambar 2.11 Rangkaian Regulator Tegangan Transistor

(Sumber : Surjono, Herman Dwi. 2009)

Gambar 2.11 merupakan rangkaian regulator tegangan yang sederhana, yakni menggunakan sebuah transistor dan sebuah dioda zener. Transistor Q1

berfungsi sebagai elemen kontrol dan dioda zener berfungsi untuk memberikan tegangan referensi sebesar  $V_z$ .<sup>[12]</sup>

Tegangan zener adalah masukan ke basis. Tegangan dc keluaran emitter adalah :

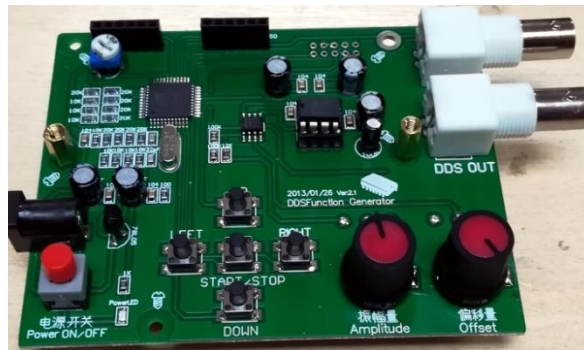
$$V_{out} = V_z - V_{BE}$$

Tegangan keluaran ini tetap sehingga sama dengan tegangan zener dikurangi  $V_{BE}$  transistor. Jika tegangan sumber berubah, tegangan zener tidak berubah dan juga tegangan keluaran. Dengan kata lain, rangkaian berlaku seperti regulator tegangan keluaran selalu kurang satu  $V_{BE}$  daripada tegangan zener.<sup>[8]</sup>

### 2.3 Function Generator

Function Generator atau Generator Fungsi adalah alat uji elektronik yang dapat membangkitkan berbagai bentuk gelombang. Bentuk Gelombang yang dapat dihasilkan oleh Function Generator diantaranya seperti bentuk gelombang Sinus (*Sine Wave*), gelombang Kotak (*Square Wave*), gelombang gigi gergaji (*Saw tooth wave*), gelombang segitiga (*Triangular wave*) dan gelombang pulsa (*Pulse*).

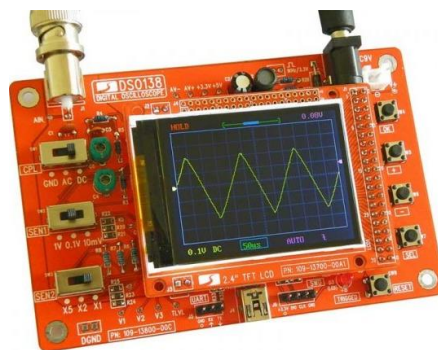
Function Generator dapat menghasilkan Frekuensi hingga 20MHz tergantung pada rancangan produsennya. Frekuensi yang dihasilkan tersebut dapat kita atur sesuai dengan kebutuhan kita. Selain pengaturan Frekuensi, kita juga dapat mengatur bentuk gelombang, DC *Offset* dan *Duty Cycle* (Siklus Kerja). Sebagai pengetahuan, DC *Offset* digunakan untuk mengubah tegangan rata-rata pada sinyal relatif terhadap 0V atau Ground. Sedangkan Yang dimaksud dengan *Duty Cycle* atau Siklus kerja adalah perbandingan waktu ketika sinyal mencapai kondisi *ON* dan ketika mencapai kondisi *OFF* dalam satu periode sinyal. Dengan kata lain, Siklus Kerja atau *Duty Cycle* adalah perbandingan lamanya waktu kondisi *ON* dan kondisi *OFF* suatu sinyal pada setiap periode.<sup>[7]</sup>



Gambar 2.12 Function Generator  
(Sumber : hackaday.com. 2020)

## 2.4 Osiloskop

Osiloskop adalah alat ukur Elektronik yang dapat memetakan atau memproyeksikan sinyal listrik dan frekuensi menjadi gambar grafik agar dapat dibaca dan mudah dipelajari. Dengan menggunakan Osiloskop, kita dapat mengamati dan menganalisa bentuk gelombang dari sinyal listrik atau frekuensi dalam suatu rangkaian Elektronika. Pada umumnya osiloskop dapat menampilkan grafik Dua Dimensi (2D) dengan waktu pada sumbu X dan tegangan pada sumbu Y. Osiloskop banyak digunakan pada industri-industri seperti penelitian, sains, engineering, medikal dan telekomunikasi. Saat ini, terdapat 2 jenis Osiloskop yaitu Osiloskop Analog yang menggunakan Teknologi CRT (*Cathode Ray Tube*) untuk menampilkan sinyal listriknya dan Osiloskop Digital yang menggunakan LCD untuk menampilkan sinyal listrik atau gelombang.<sup>[11]</sup>



Gambar 2.13 Osiloskop  
(Sumber : tokopedia.com. 2019)