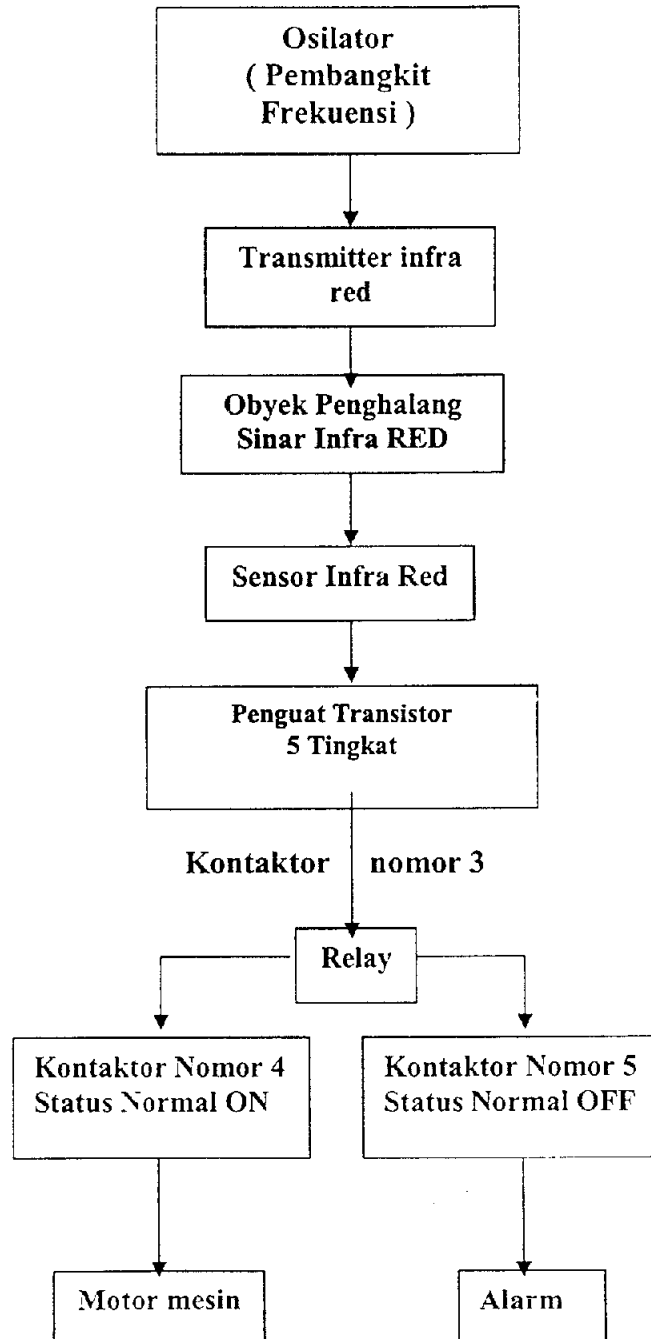


## BAB III

### PERENCANAAN ALAT

#### 3.1. Diagram Blok



Gambar 3.1 Digram blok simulasi alat pendeteksi benamg putus dalam pembuatan kain menggunakan sensor infra red

## A. Cara kerja Diagram Blok

### a) *Kemungkinan pertama benang belum putus*

1. Transmitter Infra red (IR) aktif memancarkan sinar IR oleh LED IR yang terputus-putus kemudian Photo transistor sebagai sensor infra red menangkap cahaya infra red tersebut dengan catatan tidak mendapat halangan dari bidang plat atau karton gelap.
2. Blok penguat di rangkaian Receiver IR memperkuat frekuensi bentuk blok yang berasal dari photo transistor tersebut dan mengolah menjadi frekuensi atau gelombang listrik ac di rangkaian penguat.. Pada rangkaian receiver infra red ada tiga transistor sebagai penguat frekuensi, satu transistor sebagai switch (SW) elektronik, dan satu transistor sebagai switch penggerak relay.
3. Jika blok receiver infra red menangkap sinar infra red melalui sensor IR maka relay jenis Single Pole Double Togle ( SPDT ) tidak aktif atau Off. Kontak induk nomor 3 berada pada posisi nyambung dengan kontak nomor 5.
4. Kondisi kontak kaki nomor 3 dengan nomor 5 (Relay kondisi Off) dimanfaatkan untuk mengaktifkan motor mesin tenun, sehingga mesin aktif bergerak memutar benang untuk ditenun sekaligus memutuskan arus listrik ke motor penggerak mesin tenun.

### b) *Kondisi Benang sudah terputus*

1. Jika benang yang bergerak terputus maka obek plat aluminium atau karton gelap bergerak ke bawah dan akan menghalangi cahaya infra red menuju photo transistor sebagai sensor IR. Akibatnya penguat –penguat transistor 1 sampai 4 di receiver IR akan kehilangan sinyal frekuensi yang akan diproses.

2. Selanjutnya kontaktor nomor 3 akan berpindah yang tadinya kontak dengan nomor 5 sekarang bergerak dan kontak dengan kontaktor nomor 4 ( Relay kondisi aktif / ON ). Akibatnya arus listrik yang tadinya mengalir ke motor sekarang bergerak ke rangkaian alarm, akhirnya alarm berbunyi tetapi motor pemutar benang berhenti.

### **3.1.1 Bahan - bahan dan Alat**

1. Papan penempatan alat 33cm x 23,5cm
2. 2 buah penggulung benang 4cm yang berdiameter masing-masing 2cm
3. 2 buah dudukan penggulung 15cm x 12cm
4. Obyek penghalang 13,5cm x 9,5cm
5. Rel Bantu obyek penghalang 24cm x 9,5cm dan 6,5cm
6. Benang dengan diameter 0,01mm
7. Rangkaian Infra Red receiver dan transmitter
8. Rangkaian alarm dan speaker
9. Power Supply ( transformator 1 fasa )
10. Motor Dc 12 V / 2400 RPM ( 250 putaran / menit )

### **3.1.2 Alat - alat**

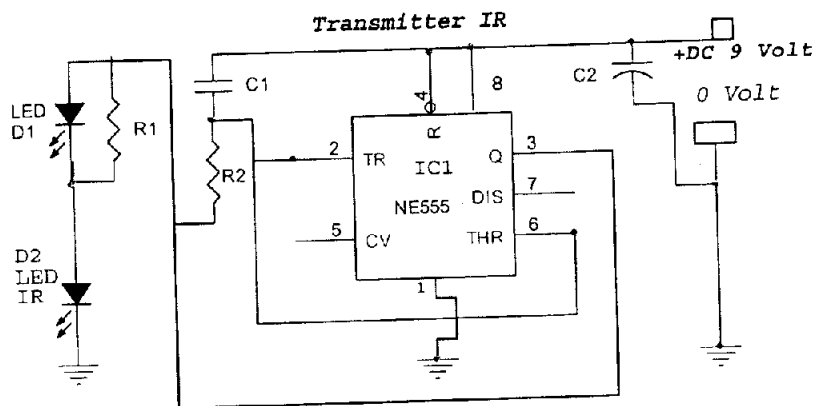
1. Avo meter
2. Solder listrik
3. Bor listrik
4. Gergaji besi
5. Gergaji kayu
6. Obeng positif
7. Kunci pas

### 3.2. Spesifikasi Perencanaan Alat

1. Power Supply DC 12 Volt tunggal Total arus 290 mA DC
2. Pemakaian daya DC maksimum 3,6 Watt.
3. Transmitter infra red frekuensi osilator sebesar 3 Khz. memakai timer IC NE 555
4. Transduser ( Komponen ) pemancar cahaya infra red adalah LED infra red tipe GAL 32B terbuat dari galium arsenium ( Galium Arsenium )
5. Jarak maksimum pancaran cahaya LED infra red sebesar 100 cm.
6. Jarak penerimaan sensor ( photo transistor ) 100 cm.
7. Benda penghalang cahaya infra red jika benang putus adalah karton dengan panjang kali lebar = 13 cm x 9cm
8. Komponen penguat receiver menggunakan Transistor NPN terbuat dari silikon dengan tipe transistor C 9014 buatan Jepang.
9. Coil Relay bertegangan 6 Volt pemakaian arus DC 24 mA.
10. Coil ( lilitan motor penggerak ) benang adalah 12 volt pemakaian arus 60 mA DC
11. Kecepatan putaran motor maksimal 2000 RPM pada tegangan 12 Volt DC.
12. Arah putaran motor ke kanan satu arah.
13. Alarm berbunyi mengalun dengan frekuensi audio sebesar 2,5 Khz. memakai sistem penguat transistor.
14. Daya output audio dari alarm sebesar 250 mW pada tegangan DC 12 Volt .
15. Impedansi speaker alarm 8 Ohm , Daya 0,5 Watt, diameter 2 Inchi.

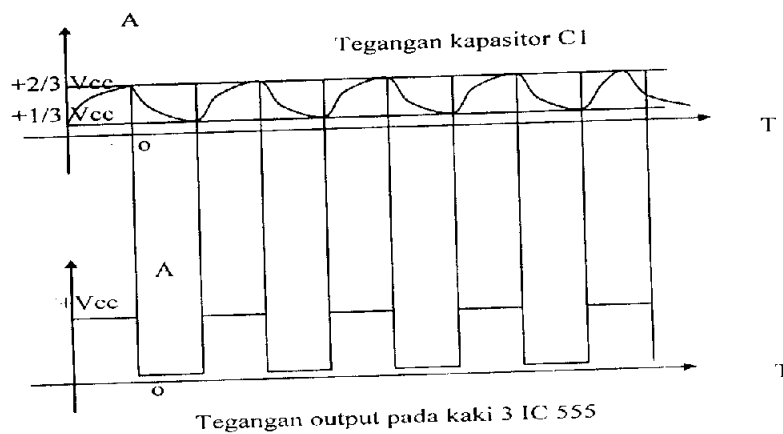
### 3.3. Perakitan Rangkaian Transmitter Infra Red dengan IC NE 555

Rangkaian transmitter infra red dibangun oleh jaringan osilator atau pembangkit frekuensi rendah dengan menggunakan komponen pokok IC pewaktu NE 555 yang dioperasikan pada siklus waktu yang pendek. Gelombang output yang keluar dalam bentuk gelombang blok, rangkaian ini dikenal dengan nama multivibrator tak stabil. Rangkaian transmitter infra red yang dibangun oleh rangkaian multivibrator tak stabil dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



**Gambar 3.2 Rangkaian Transmitter Infra R**

*Nilai komponen adalah sebagai berikut.*



**Gambar 3.3 Hubungan tegangan ambang pada kaki 6 dan 2 yang disambung kapasitor C1 dan tegangan output pada kaki 3 dari IC 555**

$$R1 = 22 \Omega, \quad R2 = 220 K\Omega \quad C1 = 1 nF \quad C2 = 100 nF$$

$$D1 = LED \text{ Cahaya kuning} \quad D2 = LED \text{ Infra Red} \quad IC \text{ NE 555}$$

Perbedaan kerja IC NE 555 sebagai multivibrator tak stabil dengan multivibrator mono stabil adalah untuk rangkaian multivibrator tak stabil kaki nomor 2 sebagai trigger (pemicu) dan kaki nomor 6 sebagai threshold (ambang) disambungkan, sedangkan rangkaian mono stabil tidak disambungkan. Lampu LED infra red berfungsi memancarkan sinar infra red secara terputus – putus seiring dengan sinyal blok yang dikeluarkan oleh IC NE 555. Cahaya infra red yang terputus – putus dengan kecepatan tinggi dan tidak kelihatan oleh mata manusia. Frekuensi rendah yang dibangkitkan oleh penggetar tak stabil (multivibrator astabil) yang dibangun oleh IC pewaktu NE 555, ditentukan oleh besarnya nilai R1, R2

dan C1. IC NE 555 akan dapat diaktifkan, apabila muatan kapasitor sudah habis, selanjutnya tegangan kapasitor akan di isi lagi dan berayun pada range 1/3 Vcc dan 2/3 Vcc. Jika ditetapkan nilai R1 = 22  $\Omega$ , R2 = 220 K $\Omega$ , dan C1 = 1 nF, maka frekuensi yang akan dihasilkan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} f &= \frac{1,44}{2.\pi.(R1+.R2).C1} \\ &= \frac{1,44}{2..3,14.(22+.220000).1.10^{-9}} \\ &= 1,14 \text{ Khz} \end{aligned}$$

Fungsi LED ke satu adalah pembatas arus sinyal pulsa bentuk kotak atau denyut dengan frekuensi 1,14 Khz kepada LED infra red. LED 1 sekaligus pembagi tegangan ke D2 LED infra red sebagai elemen transmisi sinar infra red. Arus denyut dengan frekuensi informasi sebesar 1,14 Khz akan mengaktifkan LED infra red. Sewaktu ada pulsa positif dari kaki nomor 3 IC NE 555, maka LED D1 dan LED infra

red akan aktif mengeluarkan cahaya LED dan cahaya infra red. Jika tidak ada pulsa output dari IC NE 555 maka LED D1 dan LED infra red padam, tetapi dalam waktu singkat dalam periode waktu 0,9 mS. Waktu menyala sama dengan waktu padam dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut,

$$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{1,14Khz}$$

$$T = 0,9 mS$$

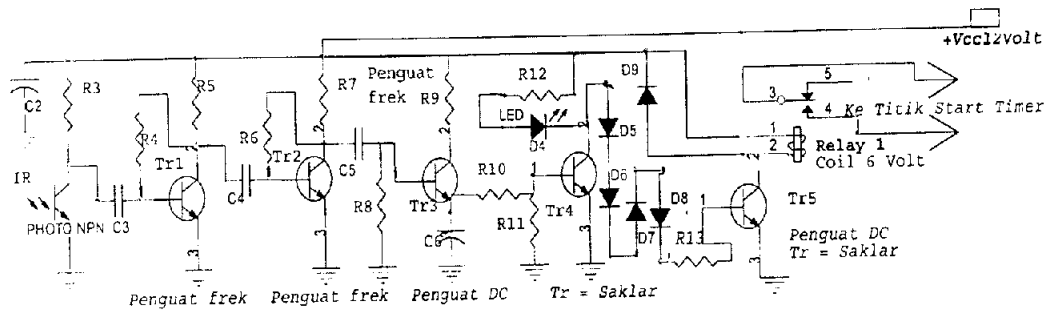
Dengan waktu periode 0,9 mS maka kedipan LED D1 tidak kelihatan berkedip, tapi sebenarnya cahaya dari infra red terputus-putus dengan waktu singkat.. Denyutan cahaya infra red nanti akan menjadi frekuensi informasi kepada sensor infra red yang berupa photo transistor.

Adapun rangkaian bentuk gelombang outputnya dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini. Fungsi C2 = 100 nF sebagai filter arus DC dari power supply yang dikhawatirkan kurang bersih. Sedangkan R LED = 22  $\Omega$  sebagai penyalur arus pulsa output IC ke LED infra red dan LED cahaya tampak sehingga arus pulsa tersebut lebih kuat. Adapun hubungan antara ayunan tegangan di C1 dengan bentuk gelombang output yang dihasilkannya pada kaki 3 IC NE 555 dapat dilihat pada gambar 3.3 Di gambar 3.3

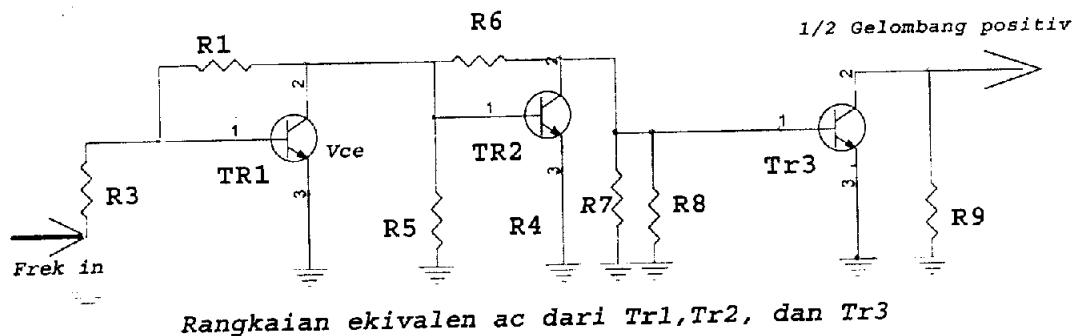
#### **3.4. Rangkaian Reciever Infra Red**

Rangkaian receiver atau penerima sinar infra red dibentuk oleh photo transistor sebagai sensor cahaya infra red, 3 tingkat transistor (Tr1, Tr2 , Tr3) sebagai penguat frekuensi, 1 transistor (Tr4) sebagai saklar pengendali arus DC ke basis TR5 transistor

, dan 1 transistor (Tr5) sebagai saklar pengendali relay ke. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 3.4 di bawah ini



**Gambar 3.4 Rangkaian receiver infra red dan penggerak relay ke Kelompok Resistor**



**Gambar 3.5 Rangkaian ekivalen ac dari Tr1, Tr2 dan Tr3 pada receiver IR**

- $R3 = 12K\Omega$      $R4 = 100 K\Omega$      $R5 = 1K5$      $R6 = 100 K\Omega$      $R7 = 1 K5$   
 $R8 = 180 K\Omega$      $R9 = 1K2$      $R10 = 470 \Omega$      $R11 = 47 K\Omega$      $R12 = 1 K\Omega$   
 $R13 = 5 K\Omega$

**Kelompok Kapasitor**

- $C2 = 100 \mu F/16V$      $C3 = 4,7 nF$      $C4 = 10 nF$      $C5 = 33 nF$   
 $C6 = 10 \mu F/16V$

**Kelompok Transistor.**

Sensor infra red = Photo transistor tipe BPX 71

Tr1 = Tr2 = Tr3 = Tr4 = FCS 9014 atau C 9014

Tr5 = FCS 9013 atau C 9013



### ***Kelompok Dioda.***

*D1 = Led cahaya hijau, D2=D3=D4=D5 = IN 4148 D6 = IN 4007,*

*Relay 1 jenis SPDT Coit 6 Volt*

Rangkaian penguat pertama (Tr1) dan penguat kedua (Tr2) mempunyai sistim bias umpan balik kolektor, jadi menggunakan rumus-rumus yang sama. Kita akan membahas perhitungan arus stasioner kolektor pada sistim penguat bias umpan balik kolektor pada penguat tingkat ke 1 dan tingkat ke 2 , sebagai berikut.

$$I_c \text{ Tr1,Tr2} = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R4 + R5 / hfe}$$

$$I_c \text{ Tr1,Tr2} = \frac{12V - 0,7V}{1K5 + 100K / 100}$$

$$I_c \text{ Tr1,Tr2} = 4,5 \text{ mA}$$

Besarnya tegangan kolektor emitor stasioner (DC) adalah tegangan sumber batere Vcc dikurangi drop tegangan pada resistor kolektor ( R5 atau R7 ), jika dihitung sebagai berikut,

$$V_{CE} = V_{cc} - I_c \cdot R_c$$

$$V_{CE} = 12 - 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^3$$

$$V_{CE} = 12 - 6,75$$

$$V_{CE} = 5,25 \text{ Vdc}$$

Besarnya arus basis stasioner DC adalah sebagai berikut,

$$I_B = \frac{I_c}{hfe}$$

$$I_B = \frac{4,5 \text{ mA}}{100}$$

$$I_B = 45 \text{ uA (dc)}$$

Arus Stasioner adalah aliran arus DC untuk mengaktifkan transistor tersebut, dan belum ada frekuensi yang akan diproses. Karena dititik emitor tegangan nya 0 Volt, maka dititik kolektor terdapat tegangan  $V_c$  sebesar 5,25 Vdc, sedangkan di titik basis terdapat tegangan  $V_B$  sebesar 0,7 Volt. jadi terjadi penguatan tegangan  $A_v$  sebesar.

$$A_v = \frac{V_c}{V_B}$$

$$A_v = \frac{5,25V}{0,7V}$$

$$A_v = 7,5 \text{ kali}$$

Karena ada 2 kali penguatan atau 2 tingkat rangkaian penguat transistor maka penguatan total tegangan ac menjadi sebagai berikut

$$A_{v \text{ tot}} = A_{v1} \times A_{v2}$$

$$A_{v \text{ tot}} = 7,5 \cdot 7,5$$

$$A_{v \text{ tot}} = 56,25 \text{ kali}$$

Cahaya infra red dirubah menjadi perubahan arus kolektor atau Frekuensi informasi oleh photo transistor yang berupa ayunan arus kolektor yang terputus putus dari photo transistor tersebut. Jika pulsa cahaya infra red muncul maka arus kolektor photo transistor membesar, tetapi jika cahaya infra red berhenti maka arus kolektor dari photo transistor lenyap, akibatnya timbul arus kolektor turun naik sehingga disebut arus AC.

Arus kolektor maksimum dari photo transistor sebesar

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_3}$$

$$I_c = \frac{12V}{12K\Omega}$$

$$I_c = 1 \text{ mA}$$

Kita bulatkan  $I_c = I_E$  dan harga  $I_b$  diabaikan maka harga tegangan ac yang masuk ke basis Tr1 sebesar.

$$V_b = I_E \cdot r'_e$$

Kita cari nilai  $r'_e$  dengan memakai rumus sebagai berikut, ditetapkan  $v_{be} = 25 \text{ mV}$

$$r'_e = \frac{v_{be}}{I_E}$$

$$r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{1 \text{ mA}} = 25 \Omega$$

jadi besarnya tegangan ac ke basis  $V_b$  adalah,

$$V_b = I_E \cdot r'_e$$

$$V_b = 1 \text{ mA} \cdot 25 \Omega$$

$$V_b = 25 \text{ mV}$$

Tegangan ac yang terjadi pada kaki kolektor Tr1 adalah besarnya tegangan basis ac dikali penguatan total dari transistor Tr1 tersebut, sehingga dapat dihitung sebagai berikut,

$$V_{c \text{ Tr1}} = V_b \cdot A_{v \text{ Tr1}}$$

$$V_{c \text{ Tr1}} = 25 \text{ mV} \cdot 7,5$$

$$V_{c \text{ Tr1}} = 187,5 \text{ mV}$$

Besarnya tegangan ac yang terjadi pada kaki kolektor Tr2 adalah besarnya tegangan basis ac di Tr2 dikali penguatan daritransistor Tr2 tersebut, dapat dihitung sebagai berikut,

$$V_{c \text{ Tr2}} = V_b \cdot A_{v \text{ TR2}}$$

$$V_{c \text{ Tr2}} = 187,5 \text{ mV} \cdot 7,5$$

$$V_{c \text{ Tr2}} = 1400 \text{ mV} = 1,4 \text{ Vpp}$$

Rangkaian ekivalen ac untuk penguat ac dari Tr1, Tr2 dan Tr3 dapat dilihat pada gambar 3.5 di halaman sebelumnya.

Tegangan ac di kolektor Tr2 langsung nyebrang ke basis Tr3 sebagai penguat sistim kelas B artinya posisi transistor dalam kondisi tidak dibias arus maju oleh Vcc pada basisnya ( Tr3 kondisi stasioner Off ). Jika ada sinyal input ac masuk ke basis Tr3 maka ½ gelombang positif membias maju Tr3 On dan ½ gelombang negatif membias mundur dari Tr3 tersebut ( Off ). Jadi gelombang outputnya ada ½ gelombang positif, kerja transistor mirip dioda sebagai penyearah tegangan ac menjadi tegangan DC.

Tegangan ac di basis Tr3 = 1,4 Vpp. Adapun tegangan ac dikolektor ( Vc ) pada waktu ada sinyal ac yang diproses adalah sebagai berikut,

$$v_c = i_E \cdot r_c$$

Besarnya  $i_E$  maksimum yang akan mengalir di Tr3 ditentukan oleh rumus sebagai berikut.

$$i_E = \frac{V_{cc} - V_{be}}{r_c}$$

dalam hal ini  $r_c = R_9 = 1,2 \text{ K}\Omega$  , jadi kita dapatkan arus emitor sebagai berikut,

$$i_E = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_9}$$

$$i_E = \frac{12\text{Volt} - 0,7\text{Volt}}{1,2\text{K}\Omega}$$

$$i_E = 9,4 \text{ mA}$$

Karena pada waktu sinyal ac mengalir pada Tr3, maka kapasitor emitor di Tr3 tersebut dihubung singkatkan pada waktu posisi sinyal ac dan resistor kolektor R9 dihubungkan ke ground. Lihat pada gambar 3.5 pada rangkaian ekivalen ac 3 transistor pada

penguat frekuensi di receiver IR. Jadi besarnya tegangan kolektor maksimum  $V_c$  (  $V_c$  ) pada posisi maksimum jika  $I_b$  diabaikan adalah sebesar,

$$V_c = I_E \cdot R_c$$

$$V_c = 9,4 \text{ mA} \cdot 1,2 \text{ K}\Omega$$

$$V_c = 11 \text{ V}_{pp}$$

Jadi besarnya penguatan tegangan pada transistor ke 3 adalah sebagai berikut,

$$A_v = \frac{V_c}{V_b}$$

$$A_v = \frac{11 \text{ V}_{pp}}{1,4 \text{ V}_{pp}}$$

$$A_v = 7,8 \text{ kali}$$

Pada transistor ke 4 sistem penguatan adalah penguat kelas B atau penguat yang kerjanya seperti saklar. Penguat kelas B ciri – cirinya transistor dalam kondisi stasioner tidak menghantar atau off karena transistor tidak mendapat bias arus basis dari resistor basis yang terhubung dengan +Vcc, akibatnya tidak ada selisih tegangan antara basis dan emitor sebesar 0,7 Volt. Transistor pada sistem kelas B akan menghantar tergantung sinyal input atau frekuensi input. Transistor NPN akan menghantar jika sinyal atau gelombang input sedang ber kutub positif atau ½ gelombang positif, jika arah gelombang berbalik arah ke ½ gelombang negatif maka transistor NPN tersebut menjadi tersumbat tidak menghantar. Akibatnya gelombang output dari penguat kelas B hanya ½ gelombang positif, disini terjadi proses penyearahan dan penguatan 1 gelombang input menjadi ½ gelombang output, proses ini sama dengan sistem rectifier atau penyearahan arus AC menjadi arus DC.

Karena penguat kelas B sistem kerjanya sama dengan penguat saklar maka ½ gelombang arus positif transistor menghantar maksimum (  $I_c$  saturasi ), dan ½

gelombang negatif transistor off (  $I_c = 0$  Amper ) atau tidak menghantar. Jadi besarnya arus kolektor saturasi = maksimum dari Tr4 dapat dihitung sebagai berikut.

$$I_c \text{ Tr4} = \frac{V_{cc} - V_{led}}{R_{12}}$$

Besarnya tegangan drop di dioda LED (  $V_{led}$  ) = 2 Volt, dan  $R_{12} = 1K\Omega$  Jadi besarnya nilai arus kolektor Tr4 adalah sebagai berikut,

$$I_c \text{ Tr4} = \frac{12V - 2V}{1000\Omega}$$

$$I_c \text{ Tr4} = 10 \text{ mA dc}$$

Arus  $I_c$  dari Tr4 sebesar 10 mA akan mengalir semuanya ke titik ground jika ada sinyal input dari Tr3, Tr2, Tr1 dan berawal dari sensor IR ( Photo TR ) yang menangkap denyut cahaya IR dari transmitter IR. Jika sensor IR ( Photo TR ) tidak menangkap denyut cahaya IR maka arus kolektor (  $I_c$  ) Tr4 akan bergerak mengalir ke basis Tr5, tetapi melalui pembagi tegangan DC dioda D5, D6, D7, D8 dan R13.

Jadi besarnya arus basis yang masuk ke Tr5 dapat dihitung jika ditetapkan drop tegangan 1 dioda (  $V_d$  ) sebesar 2 Volt dan nilai  $R_{13} = 5 K\Omega$ ,  $R_{12} = 1 K\Omega$ . Adapun nilai  $I_b$  dari TR5 adalah,

$$I_b \text{ Tr5} = \frac{V_{cc} - 4V_d}{R_{12} + R_{13}}$$

$$I_b \text{ Tr5} = \frac{12V - 4(2V)}{1K\Omega + 5K\Omega}$$

$$I_b \text{ Tr5} = 0,66 \text{ mA}$$

adapun arus kolektor maksimum atau  $I_c$  saturasi Tr5 ( Karena Tr5 bekerja sebagai saklar maka ada  $I_c$  mak atau  $I_c = 0$  Amp ) jadi besarnya  $I_c$  Tr5 maksimum jika hambatan relay 1 sebesar  $500 \Omega$  , maka arus kolektor saturasi IC (sat) Tr5 sebesar.

$$I_c \text{ Tr5} = \frac{V_{cc}}{R_{\text{relay1}}}$$

$$I_c \text{ Tr4} = \frac{12V}{500\Omega}$$

$$I_c \text{ Tr4} = 24 \text{ mA dc}$$

Daya ( P ) DC yang diambil oleh Tr5 ini sebesar tegangan sumber dikali arus kolektor Tr5, atau lengkapnya sebagai berikut.

$$P \text{ Tr5} = V_{cc} \cdot I_c$$

$$P \text{ Tr5} = 12 \text{ Volt} \cdot 24 \text{ mA}$$

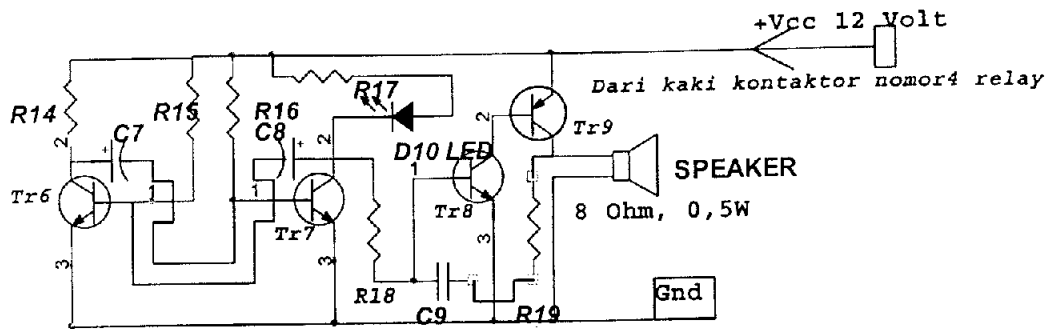
$$P \text{ Tr5} = 288 \text{ mW. Dibulatkan } 0,3W$$

Pada transistor ke 5 sebagai sakelar di kaki kolektornya ada dioda (D6) sebagai protektor yang dipasang paralel dengan lilitan relay, fungsinya sebagai penghubung singkat dari arus balik lilitan relay pada waktu lilitan tersebut tidak ada lagi arus listrik. Arus balik dari lilitan ini yang dipasang di kaki kolektor Tr5 akan sanggup memaksa arus dari emitor menuju kolektor dimana dapat merusak dari transistor tersebut. Oleh sebab itu, dipasang dioda proteksi yang diparalel dengan lilitan atau coil relay tersebut.

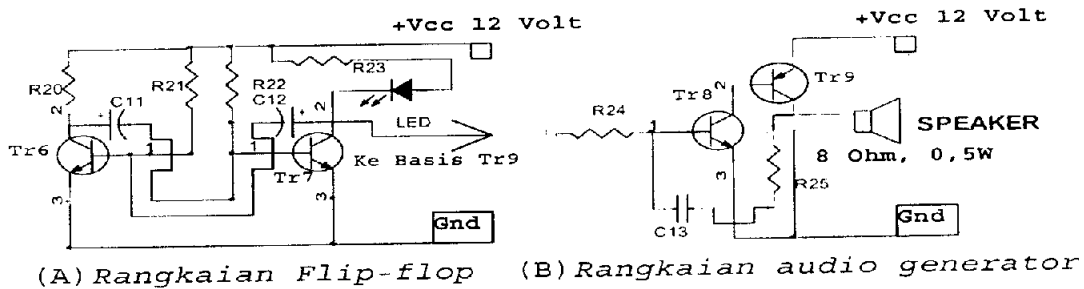
### 3.5. Rangkaian Alarm

Rangkaian alarm dibangun oleh audio generator dan rangkain flip flop sebagai pengalun nada audio generator. Dengan memakai dua transistor sebagai penguat ditambah jalur feedback dari jalur output ke input. Audio generator dibangun oleh 2 transistor yaitu transistor ke 8 jenis NPN, sedangkan transistor ke 9 sebagai output jenis PNP membentuk suatu sistem osilasi dengan feedback positif. Komponen feedback adalah Resistor ( R 24 ) diseri dengan kapasitor ( C13 ). Adapun rangkaian

alarm lengkap ( terdiri dari audio generator dan Flip-flop ) dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini.



**Gambar 3.6 Rangkaian Alarm lengkap dengan 4 transistor**  
**Ditetapkan nilai komponen sebagai berikut**



**Gambar 3.7 Rangkaian flip-flop dan audio generator**

- $R14 = 2,2K\Omega$      $R15 = 22K\Omega$      $R16 = 22 K\Omega$      $R17 = 1 K\Omega$   
 $R18 = 33 K\Omega$      $R19 = 1,2 K\Omega$   
 $C7 = 10 \mu F$      $C8 = 10 \mu F$      $C9 = 47 \text{ nf}$      $Tr6, Tr7, Tr8 = C9013(NPN)$   
 $Tr9 = C9012 (PNP)$ . *Speaker = 2 inci 8 ohm / 0,5W*

Cara kerja dari audio generator dimana dibangun oleh Tr8 dan Tr9 adalah sebagai berikut, jika muncul arus dc ke basis transistor 8, maka muncul arus kolektor ( $I_c$  Tr8 ) dan serentak menurunkan tegangan basis Tr9. Setelah tegangan basis Tr9 lebih rendah dari emitor maka, Tr9 jenis PNP akan aktif. Selanjutnya pada Tr9 arus akan mengalir dari +Vcc menuju emitor terus mengalir sebagian besar ke kolektor dan sebagian kecil ke basis.



Arus basis dari Tr9 ini akan mengalir ke kolektor Tr8 terus bermuara ke jalur ground. Perputaran arus listrik terjadi sebagai berikut Vin di basis Tr8 masuk dan menimbulkan Vout di kolektor yang berbeda fasa 180 °. Vout pada kolektor Tr8 menjadi Vin bagi Tr9, kemudian Vin dari Tr9 ini menimbulkan Vout pada kolektornya Tr9 dengan berbeda fasa 180 °. Total beda fasa antara basis Tr8 dan kolektor Tr9 menjadi sebesar  $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$  atau  $0^\circ$  ini menjadi satu fasa. Jadi Vout dari kolektor Tr9 PNP yang sefasa dengan Vin di basis Tr8 difeedbackkan atau diumpan balikkan melalui elemen feedback R25 di seri dengan C13. Sistem feedback di atas disebut sistem feedback positif dan akan menimbulkan perputaran arus yang terus menerus tanpa habis selama sumber tegangan DC baterai tersedia. Perputaran arus akan menimbulkan Osilasi atau getaran tidak akan berhenti selama  $A \times B = 1$ , di mana A besarnya penguatan total sistem dan B adalah faktor umpan balik.

Arus kolektor dari Tr9 mengalir sebegini besar ke lilitan speaker, dan sebegini kecil ke basis TR8 setelah melewati elemen feedback R25 dan C13 dan berselisih fasa  $0^\circ$ . Setelah sebegini besar arus kolektor Tr9 terbangun melewati lilitan atau kumparan speaker tersebut, maka arus basis Tr8 disuntik sebegini oleh Tr9 dan mengaktifkan lagi Tr8 dan Tr9 tersebut sehingga menimbulkan getaran di lilitan speaker tersebut tanpa henti selama sumber tegangan baterai tersedia.

Frekuensi yang dihasilkan tergantung nilai R25 dan C13 sebagai elemen feedback, jika nilai  $R25 = 1,2 \text{ K}\Omega$  sedangkan nilai  $C13 = 47 \text{ nF}$ , maka besarnya frekuensi getaran atau resonansi ( $F_o$ ) yang dihasilkan sebesar,

$$F_o = \frac{1}{2\pi \cdot R18 \cdot R19 \cdot C9}$$

$$F_o = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 33 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \Omega \cdot 47 \cdot 10^{-9} \text{ F}}$$

$$F_o = 1,4 \text{ KHz}$$

transistor ke 9 PNP tipe C9012 menurut data book sanggup mengeluarkan daya output maksimum sebesar 300 mW. Daya pada speaker sebesar 0,5 Watt, jadi daya output total yang mengalir ke speaker adalah maksimum dari Tr9 sebesar 300mW. Besarnya arus kolektor Tr10 tidak tergantung kepada rumus tegangan sumber batere di bagi R beban dalam hal ini lilitan speaker  $8\Omega$ , tetapi tergantung arus maksimal atau arus saturasi dari transistor C9012 tersebut, yaitu sebesar 100 mA.

Jadi arus yang mengalir ke lilitan speaker tidak perlu dihitung sebab sudah diketahui dari data book transistor sebesar 100 mA. jika kita menghitung memakai rumus sehubungan dengan besarnya impedansi beban sebesar 8 ohm maka kemungkinan akan terjadi kesalahan. Yaitu  $I_c$  Tr9 menjadi = 1,5 Amper dan itu tidak mungkin. Pengalun suara audio generator adalah rangkaian flip-flop, dimana dalam sirkuit salah satu arus kolektor dari flip-flop ( Tr7 ) sebagai sumber pemicu arus basis ke Tr8 supaya aktif menghantar. Arus kolektor Tr7 dari flip-flop berkedip mengalir ON-OFF, ON-OFF atau terputus putus, otomatis arus ke basis ke Tr8 terputus-putus-putus, sehingga Tr8 akan aktif membesar dan mengecil penguatannya. Otomatis suara di speaker yang bergetar pada frekuensi 2,8 Khz terputus-putus tidak monoton. Adapun contoh rangkaian alarm jika dipisahkan menjadi serti gambar 3.11 di halaman sebelumnya.

Waktu ON dan OFF dari Tr6 atau Tr7 tergantung nilai dari  $R20+R21$  dan C11, atau  $R23 +R22$  dengan C12.. Jika ditetapkan nilai  $R20 = 22 K\Omega$  ,  $R21 = 2,2 K\Omega$  sedangkan nilai  $C11 = 10 \mu F$ , maka waktu atau periode ON dan OFF sebesar,

$$T = (R20+R21) \cdot C11$$

$$T = ( 22 K\Omega + 2,2 K\Omega ) \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ Farad}$$

$$T = 0,3 \text{ detik}$$

Jika dihitung frekuensi getarnya maka,

$$F = \frac{1}{0,3 \text{ detik}}$$

$$F = 3,3 \text{ Hz}$$

Fungsi dari dioda LED untuk indikator arus kolektor sehingga ON dan OFF dari Tr7 yang akan menyuntik arus ke basis Tr8 sebagai osilator atau generator audio, sehingga LED terlihat oleh mata berkedip dan seirama dengan alunan atau periode bunyi alarm. Untuk mencapai titik jenuh dari kedua transistor flip-flop maka dipasang R basis dalam hal ini (R21 dan R 22) sebesar  $22\text{K}\Omega$  maka akan terjadi arus ke basis sebesar,

$$I_b = \frac{V_{cc}}{R_b}$$

$$I_b = \frac{12\text{Volt}}{22000}$$

$$I_b = 0,54 \text{ mA}$$

Adapun arus kolektor Tr6 atau Tr7 yang akan turun jika ada arus basisnya adalah,

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{led}}{R_k}$$

$$I_c = \frac{12\text{Volt} - 2\text{Volt}}{2200}$$

$$I_c = 4,5 \text{ mA}$$

Sedangkan Tegangan kolektor maksimum adalah

$$V_{c \text{ mak}} = V_{cc} - V_{LED}$$

$$V_{c \text{ mak}} = 12 \text{ Volt} - 2 \text{ Volt}$$

$$V_{c \text{ mak}} = 10 \text{ Volt}$$

Untuk tegangan kolektor minimum ( $V_{c \text{ min}}$ ) sebesar,

$$V_{c \min} = V_{cc} - V_{led} - (I_c \cdot R_{23})$$

$$V_{c \min} = 12V - 2V - (4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,2 \cdot 10^3)$$

$$V_{c \min} = 0 \text{ Volt}$$

Jadi arus yang masuk ke basis ( $I_b$ ) Tr8 jika  $R_b$  ditetapkan sebesar  $33 \text{ K}\Omega$ , adalah,

$$I_b = \frac{V_k}{R_b} \text{ di mana } R_b = R_{23}$$

$$I_b = \frac{10 \text{ Volt}}{33000}$$

$$I_b = 0,33 \text{ mA}$$

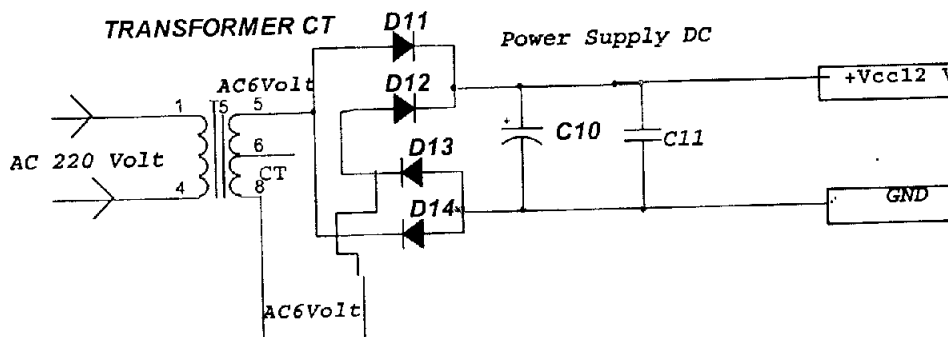
Arus basis Tr8 menyebabkan longsohnya arus kolektor ( $I_k$ ) dari Tr8 tersebut. Arus kolektor Tr8 diambil dari kaki basis Tr9 jenis PNP. Akibatnya tegangan di basis Tr9 turun sedikit sehingga menimbulkan selisih tegangan basis emitor ( $V_{be}$ ) sebesar 0,7 Volt. Jika tegangan di basis Tr 9 (PNP) lebih rendah daripada tegangan di emitornya maka transistor PNP tersebut menjadi aktif menghantar.

### 3.6. Rangkaian Power Supply DC 12 Volt

Sumber energi untuk seluruh rangkaian adalah arus dan tegangan searah atau DC, sumber arus dan tegangan atau daya DC utama berasal dari sumber arus atau daya AC lilitan sekunder transformator sedangkan daya AC di sekunder berasal dari induksi lilitan primer, daya lilitan primer berasal dari daya AC PLN kemudian disearahkan menjadi arus DC oleh rangkaian rectifier 4 dioda. Kerja penyearahan adalah 2 dioda menghantar dan 2 dioda tidak menghantar, jika dioda DX1 dan DX2 menghantar maka dioda DX3 dan DX4 tidak menghantar, sebaliknya jika dioda DX3

dan DX4 menghantar maka dioda DX1 dan DX2 tidak menghantar, kemudian balik lagi ke dioda DX1 dan DX2 yang menghantar begitulah seterusnya..

Tegangan AC 220 Volt yang masuk ke lilitan primer dirubah menjadi maknit yang berubah - ubah kutub maknitnya, kemudian garis-garis maknit atau fluk maknit tersebut mengalir di inti besi.. Fluk maknit dari inti besi memotong lilitan sekunder yang jumlah lilitannya lebih sedikit dan timbul tegangan AC dililitan sekunder yang lebih rendah, tapi arusnya lebih besar daripada arus di primer. Trafo yang digunakan mempunyai tegangan AC di sekunder 12 Volt dan 0 Volt atau sistim lilitan tunggal. Tegangan AC ini nanti akan disearahkan oleh 4 dioda , yaitu D15,D16,D17,D18 dan difilter oleh elektrolit kondensator = elko = C12 menjadi tegangan dan arus DC. Rangkaian power supply atau rectifier dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini.



**Gambar 3.8 Rangkaian Lengkap Power supply**

*Daptar komponen :*

*Transformator 1Amper, D11 - D14 = IN 4007*

*C10 = 4700 uF/16V C11 = 100nF*

# Rangkaian Lengkap

