

1. Seluruh dosen dan staf jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Kedua Orangtua yang telah memberikan kasih sayang, doa dan bimbingannya.
3. Keluarga Maria Ulfah yang telah memberikan pengalamannya dan memberikan dorongannya.
4. Keluarga Ade Rosyid Iskandar yang selalu memberikan motivasinya.
5. Keluarga A.Nasim yang telah memberikan fasilitas dan doanya.
6. Vebipuji Setyorini yang telah memberikan kasih dan sayangnya, motivasinya dan selalu setia menemani dalam keadaan suka dan duka.
7. Teman – teman saya yang katrok dan selalu membantu : Alex, Bayu, Bhe, Cat, Dimas, Edot, Farid, Hendra, Icuk, Ndolip, Roufi blueroom, Sachi, Tanto, Tokek, Wanda dan semua teman –teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
8. Elektro 00, PB Uswatun, Futsal team, Pinky Boy’s Boarding house, Manut night, Lorkali, Watu cafe, Tukul dan Empat mata, dan semuanya yang telah mendukung saya terima kasih.

Penulis menyadari bahwa apa yang disusun dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan . Oleh karena itu, saran dan kritik dari para pembaca sangat diharapkan demi sempurnanya tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, 2 Maret 2007



Rosihan Anwar

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAKS.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Definisi dan Prinsip Kerja Pasteurisasi.....	7

Keuntungan penggunaan IC LM 35D ini adalah arus yang digunakan kurang dari $60 \mu\text{A}$, sehingga borosan kalor internalnya sangat kecil. Keuntungan lain yang dapat diperoleh dari sensor suhu IC LM 35D adalah rentang pengukuran yang sangat luas dari 0°C sampai $+100^{\circ}\text{C}$. Selain hal tersebut sensor suhu ini memiliki linearitas yang lebih baik bila dibanding sensor suhu yang lain seperti PTC (*Positive Temperature Coefficient*), NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan dioda Zener.

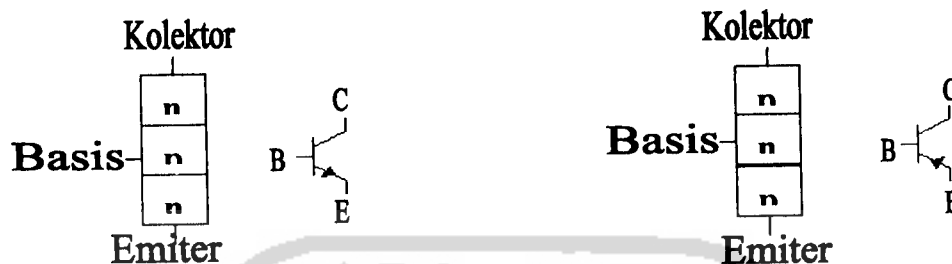
2.4. Penguat Tak Membalik (*non inverting amplifier*)

Penguat adalah suatu rangkaian yang menerima sebuah isyarat dimasukkannya dan mengeluarkan isyarat yang tidak berubah yang lebih besar dikeluarkannya (Robert F. Coughlin:1983). Berdasarkan sinyal keluarannya penguat dapat dibedakan menjadi dua yaitu penguat membalik dan penguat tak membalik.

Penguat membalik adalah penguat yang sinyal outputnya berbeda fasa 180° terhadap sinyal inputnya. Sebaliknya penguat tak membalik adalah penguat yang sinyal outputnya sefase dengan sinyal inputnya.

Penguat tak membalik atau *non inverting* dapat dibangun dengan menggunakan IC Op-Amp tipe LM 741. Pada IC ini tegangan masukan dihubungkan dengan kaki nomer 3 yang merupakan masukan non inverting. Seperti terlihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.

jenis PNP diperlihatkan pada Gambar 2.5 (b). Transistor bipolar mempunyai tiga buah terminal yang dikenal dengan emitor, basis, kolektor.



Gambar 2.5. (a). Transistor NPN (b). Transistor PNP

Dalam penggunaan transistor umumnya terdapat tiga konfigurasi sambuangan transistor yaitu common kolektor, common basis, common emitor. Transistor NPN secara umum digunakan dengan aplikasi sebagai saklar. Karakteristik masukan arus basis I_B melawan tegangan basis-emitor V_{BE} ditunjukkan pada Gambar 2.6 (a) dan Gambar 2.6 (b) menunjukkan karakteristik keluaran umum arus kolektor I_C , melawan tegangan kolektor-emitor V_{CE} . Untuk transistor PNP, polaritas semua arus dan tegangan dibalik.

Malvino, [2] menyatakan bahwa “ saat transistor berada dalam kondisi saturasi, berarti transistor tersebut merupakan saklar tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor tersumbat (*cut off*) berarti transistor seperti sebuah saklar yang terbuka”.

Pengaplikasian transistor sebagai saklar berarti transistor dioperasikan pada salah satu titik saturasi atau titik sumbat, tapi tidak di tempat-tempat sepanjang garis beban. Apabila transistor berada dalam keadaan saturasi, transistor seolah-olah merupakan sebuah saklar tertutup. Apabila transistor tersumbat (*cut off*), maka transistor ini berfungsi seperti sebuah saklar yang terbuka.

Karena kondisi *cut off* $I_c = 0$ (kondisi ideal) maka;

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c R_c$$

$$V_{ce} = V_{cc} \quad (2.4)$$

Besar arus basis I_B adalah

$$I_b = I_c / \beta$$

$$= 0 / \beta$$

$$I_b = 0 \quad (2.5)$$

2. Kondisi saturasi atau jenuh

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c R_c$$

Karena kondisi saturasi $V_{ce} = 0$ (kondisi ideal) atau $V_{ce} = 0,3$ Volt.

$$\text{Maka } I_c = V_{cc} / R_c \quad (2.6)$$

Besar tahanan basis R_b untuk mendapatkan arus basis I_B pada kondisi benar-benar saturasi adalah :

$$R_b = (V_{bb} - V_{be}) / I_b \text{ saturasi} \quad (2.7)$$

Besar arus basis I_B saturasi adalah :

$$\beta \cdot I_b > I_c \text{ atau } I_b \text{ sat} > I_c / \beta \quad (2.8)$$

Keterangan:

V_{cc} : Tegangan Sumber/Catu Daya

V_{ce} : Tegangan Colector Emitor

V_{be} : Tegangan Basis Emitor

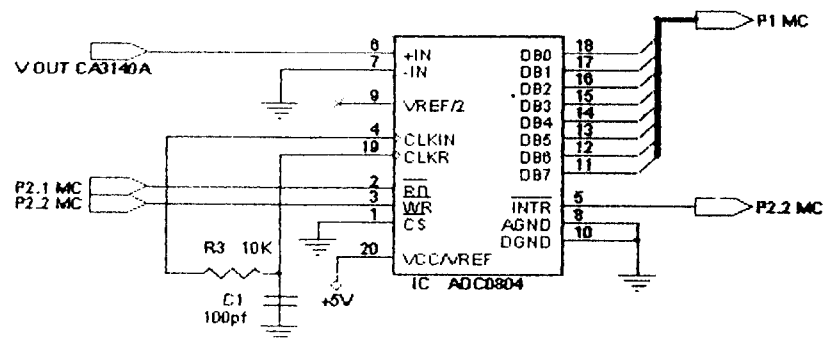
V_b : Tegangan Basis

I_c : Arus Colector

I_b : Arus Basis

I_e : Arus Emitor

β : hfe (Faktor Penguatan DC)



Gambar 3.3. Rangkaian ADC 0804

ADC 0804 memerlukan sinyal denyut untuk bekerja, sinyal denyut ini bisa diumpam dari luar ADC 0804, tapi bisa pula dibangkitkan sendiri oleh ADC 0804. Dalam Gambar 22 sinyal denyut tersebut dibangkitkan lewat bantuan resistor R3 (terhubung pada kaki 19 dan 4) dan kapasitor C1 (terhubung antara kaki 19 dan *ground*).

Waktu yang diperlukan konversi tegangan analog menjadi besaran digital, sekitar 64 periode dari sinyal denyut di atas, dengan demikian makin tinggi frekuensi sinyal denyut tadi makin cepat pula waktu konversi. Frekuensi sinyal denyut tersebut tidak boleh lebih dari 1460 KHz, dan umumnya cukup dipakai 640 KHz.

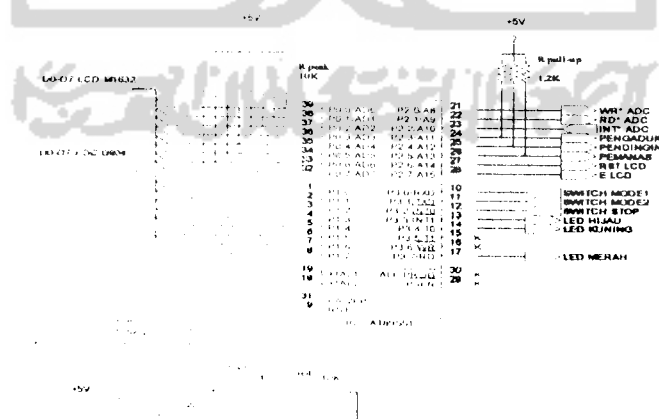
Untuk keperluan ini sinyal-sinyal pengendali ADC 0804 dipilih kaki 21 AT89S51 yang dihubungkan ke WR* (kaki 3 ADC 0804), kaki 22 AT89S1 yang dihubungkan ke RD* (kaki 2 ADC 0804). Sinyal yang dikeluarkan dari kaki 21 dan 22 dari mikrokontroler merupakan sinyal pengendali saluran-data. Sedangkan sinyal INTR* (kaki 5 ADC 0804) dihubungkan ke kaki 23 AT89S51, dipakai untuk memberitahu AT89S51 saat ADC 0804 sudah selesai konversi data analog.

c. Rangkaian Sistem Minimum AT89S51

Pengendali utama pasteurizer susu ini adalah mikrokontroler AT89S51. Rangkaian sistem minimum ini memerlukan sebuah mikrokontroler AT89S51, osilator kristal dan rangkaian reset serta *power supply*. Dengan rangkaian ini mikrokontroler sudah siap bekerja sesuai dengan program yang ada dalam *flash* memorinya.

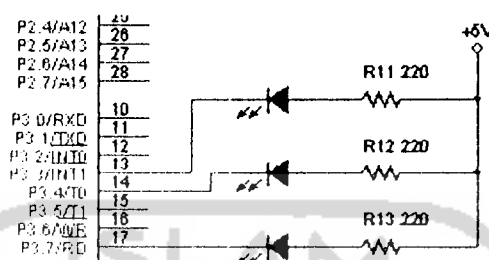
Rangkaian osilator pada sistem ini digunakan oleh mikrokontroler sebagai sinyal denyut (*clock*). Frekuensi sinyal denyut inilah yang menentukan kecepatan eksekusi yang akan dijalankan. Frekuensi denyut maksimum yang diperbolehkan adalah 33MHz. Tetapi pada perancangan sistem ini menggunakan XTAL 12 MHz, dan 2 buah kapasitor 30 pF.

Sedangkan untuk membangkitkan sinyal reset, maka diperlukan sebuah kapasitor elektrolit 10 uF/25 V dan resistor tetap dengan nilai tahanan sebesar 10 K serta sebuah *pushbutton switch*. Dalam rancangan alat ini rangkaian reset dapat bekerja secara manual maupun otomatis saat catu diaktifkan. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler AT89S51 ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3.4. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S51

merah, pendingin dengan led hijau dan pengaduk dengan led kuning. Led indikator pada rangkaian ini akan aktif jika mikrokontroler mengeluarkan kondisi *low*, dan jika kondisi *high* maka led akan padam.



Gambar 3.6. LED Indikator

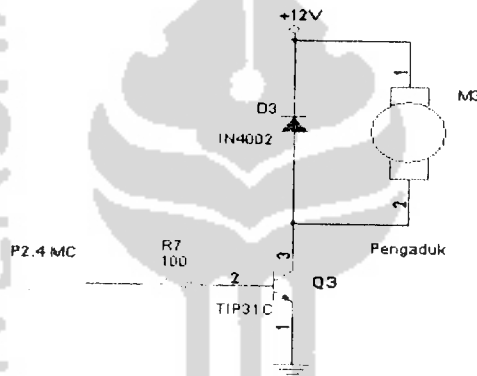
Dilihat dari gambar diatas, ketika mikrokontroler memberikan kondisi *low* maka led mendapatkan bias maju. Sehingga arus akan mengalir dari kutub anoda ke katoda dan mengkatifkan led indikator. Sedangkan ketika mikrokontroler mengeluarkan kondisi *high*, maka led akan mendapat bias mundur dari *port* mikrokontroler. Sehingga tidak ada arus yang mengalir dan menyebabkan led akan padam.

f. Rangkaian Penampil LCD

Modul *Liquid Crystal Display* (LCD) M1632 merupakan modul *display* yang serbaguna, karena dapat digunakan untuk menampilkan berbagai tampilan display baik berupa huruf, angka dan karakter lainnya serta dapat menampilkan berbagai macam tulisan maupun pesan – pesan pendek lainnya. Rangkaian penampil LCD pada sistem difungsikan untuk menampilkan pesan awal proses pasteurisasi, keadaan suhu dan waktu serta pesan proses akhir proses pasteurisasi susu.

i. Rangkaian Pengaduk

Rangkaian pengaduk dalam pasteurizer susu ini berfungsi untuk meratakan sirkulasi panas dan mempercepat pendinginan air susu saat proses pasteurisasi. Rangkaian ini pengaduk ini digerakkan dengan menggunakan motor DC +12 V. Kerja dari pengaduk secara otomatis, setelah suhu yang diinginkan tercapai maka motor akan berputar untuk meratakan suhu, dan motor akan berhenti sampai suhu mencapai 30°C.

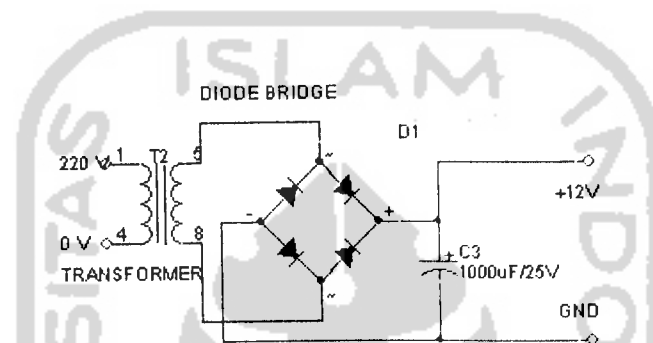


Gambar 3.10. Rangkaian Pengaduk

Dari gambar diatas, motor M3 digerakkan oleh sebuah driver motor yang menggunakan sebuah transistor Q3. Dengan memberikan kondisi *high* pada *port* mikrokontroler, maka transistor Q3 akan aktif. Bias maju yang diberikan pada kaki *basis* Q3, akan menyebabkan arus mengalir dari kaki *colector* menuju *emitor*. Pada kondisi ini transistor Q3 berfungsi sebagai saklar tertutup atau transistor Q3 berada pada keadaan saturasi.

Jika menghendaki putaran kipas M3 berhenti, dapat dilakukan dengan memberikan kondisi *low* pada *port* mikrokontroler. Dengan kondisi *low*, maka

1A. Kemudian dengan menambah kapasitor sebesar 1000uF/25V dan 100uF/25V sebagai filter dan memperhalus *ripple* tegangan DC yang dihasilkan. Sedangkan untuk tegangan supply +12V, digunakan 1000uF/25V sebagai filter dan memperhalus tegangan DC yang dihasilkan dioda *bridge* IN5408. Untuk susunan rangkaiannya adalah sama seperti pada seperti pada gambar 3.11.



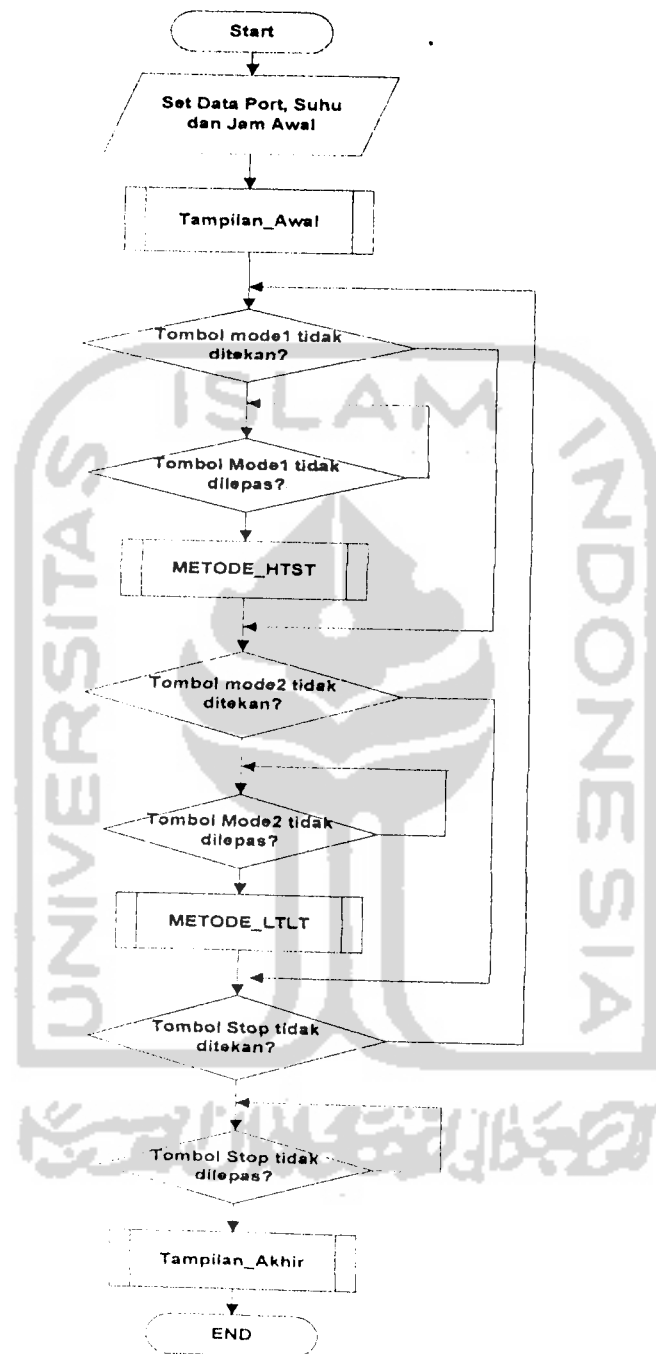
Gambar 3.12. Rangkaian Catu Daya 12V

Dengan menggunakan rangkaian dioda *bridge* IN5408 dan filter 1000 μ F/25V yang dihubungkan dengan *transformator*, ini dimaksudkan karena tegangan 12V ini akan digunakan untuk mengaktifkan motor pada rangkaian kipas, pengaduk, dan relay pemanas. Dengan beban tersebut, maka besarnya arus yang dibutuhkan adalah tidak cukup hanya 1A. Sehingga diharapkan tidak akan mengganggu ketabilan dari sistem, terutama rangkaian minimum mikrokontroler dan rangkaian LCD yang membutuhkan tegangan yang stabil.

2. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan alat ini diperlukan perancangan perangkat lunak untuk menjalankannya. *Software* atau perangkat lunak digunakan untuk memberikan

2). Flow chart



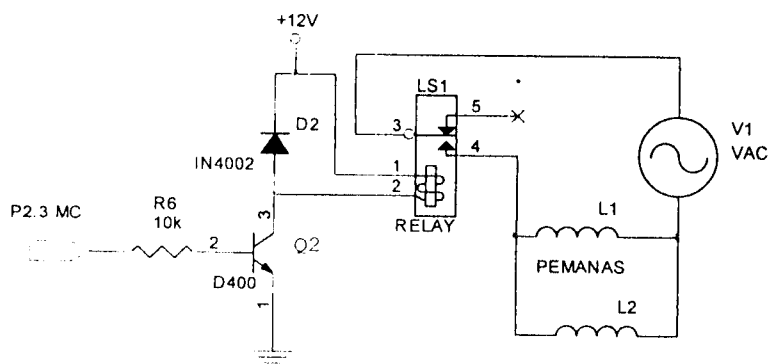
Gambar 3.13. Flowchart Program Utama

c. Subroutin Metode HTST

Proses pasteurisasi menggunakan metode HTST adalah dikendalikan menggunakan program pada subroutin METODE_HTST. Program ini akan melakukan proses pasteurisasi dengan memanaskan susu hingga temperatur suhu 72°C dan mempertahankan temperatur suhu tersebut selama 16 detik.

1). Algoritma:

- Step 1. Start.
- Step 2. Inisiali tampilan LCD untuk tampilan proses pasteurisasi.
- Step 3. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 4. Cek, apakah tombol stop (P3.2 = 1) tidak ditekan? Jika ya, lompat ke step 32.
- Step 5. Tampilkan suhu susu.
- Step 6. Panaskan air susu dan nyalakan led indikator merah.
- Step 7. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 8. Cek, apakah suhu susu belum 62 °C? Jika ya, lompat ke step 4.
- Step 9. Cek, apakah tombol stop (P3.2 = 1) tidak ditekan? Jika ya, lompat ke step 32.
- Step 10. Tampilkan suhu susu.
- Step 11. Hidupkan pemanas, pengaduk serta nyalakan led indikator merah dan kuning.
- Step 12. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 13. Cek, apakah suhu susu belum 72 °C? Jika ya, lompat ke step 9.
- Step 14. Aktifkan timer pewaktu proses mempertahankan suhu susu.
- Step 15. Cek, apakah tombol stop ditekan? Jika ya, lompat ke step 32.
- Step 16. Tampilkan suhu dan waktu proses pasteurisasi.
- Step 17. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 18. Cek, apakah suhu susu lebih besar dari 72°C? Jika ya, lompat ke step 20.



Gambar 4.3. Rangkaian Pemanas

Besarnya arus collector untuk mengaktifkan relay adalah diperoleh dari hasil bagi antara tegangan kerja relay ($V_{cc} = 12V$) dan hambatan lilitan relay ($R_c = 400\Omega$). Sehingga besarnya arus collector (I_c) berdasarkan persamaan 2.6 adalah:

$$I_c = V_{cc}/R_c = 12/400 = 30mA.$$

Transistor yang digunakan adalah jenis 2SD400 dengan $h_{fe} = 100$. Sehingga besarnya arus *basis* yang dibutuhkan agar transistor dalam kondisi saturasi adalah sesuai dengan persamaan 2.8 besarnya $I_b \cdot h_{fe} > I_c$. Sehingga:

$$I_b > I_c/h_{fe} = 30mA/100$$

$$I_b > 0.3 \text{ mA} \approx 0.4mA$$

Sehingga besarnya R_{bb} atau R_6 sesuai dengan persamaan 2.7 adalah:

$$R_6 = (V_{bb} - V_{be}) / I_b = (5 - 0.7) / 0.4 \text{ mA} = 10750\Omega \approx 10K\Omega$$

Sedangkan ketika kondisi cut-off, maka mikrokontroler mengeluarkan logika 0 atau $V_{bb} = 0$ sehingga besarnya arus *basis* $I_b = 0$ dan arus *collector* $I_c = 0$. Yang berarti dalam kondisi ini relay tidak aktif