

# SENSOR KEHADIRAN ORANG SEBAGAI SAKLAR OTOMATIS SUATU RUANGAN

*Oleh : Tri Wibowo*

*NIM : L2F399451*

*Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNDIP*

*Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang*

## Abstrak

Beban lampu penerangan dalam suatu ruangan lazimnya dioperasikan secara manual oleh manusia. Dengan kemajuan teknologi saat ini, campur tangan manusia dalam operasional berusaha dikurangi. **Saklar otomatis** akan dapat memudahkan operasional. Efektif dan efisien untuk menghindari lampu yang menyala sia-sia tanpa ada aktifitas. Tujuannya tak lain untuk menghindari pemborosan energi listrik.

Tugas akhir ini mengambil topik tentang pembuatan saklar otomatis untuk mengoperasikan beban lampu penerangan suatu ruangan. Saklar otomatis ini menggunakan masukan sensor kehadiran orang jenis *passive infrared* atau **PIR**. PIR termasuk sensor panas jenis pyroelectric yang mempunyai respon sesaat ada perubahan panas. Sumber panas diradiasikan dengan infra merah.

Tubuh manusia menghasilkan energi panas yang diradiasikan dengan infrared. Radiasi panas tubuh manusia akan diterima sensor untuk respon masukan rangkaian. Rangkaian lengkap terdiri dari passive infrared sensor, lensa fresnel, rangkaian utama, catu daya, serta beban lampu. Pada intinya PIR ini akan menjadi driver transistor. Transistor yang berfungsi sebagai saklar elektronik akan memutus dan menghubungkan beban.

Tugas akhir ini mengambil topik tentang pembuatan saklar otomatis berdasarkan sensor PIR. Sensor PIR akan mendeteksi kehadiran orang dalam suatu ruangan. Dasarnya adalah radiasi panas tubuh dengan infra merah.

Lampu penerangan suatu ruangan akan menyala sendiri apabila ada orang dalam ruangan tersebut, dan akan padam dengan sendirinya bila orang tersebut keluar ruangan. Dengan kata lain sensor kehadiran orang ini akan diaplikasikan sebagai saklar otomatis.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan pembangunan, jumlah kebutuhan daya listrik di Indonesia cenderung naik pesat. Peningkatan kebutuhan daya listrik dapat diakibatkan oleh penambahan beban baru, dapat juga disebabkan karena borosnya pemakaian daya listrik. Pemborosan energi listrik harus dicegah, karena pasokan daya listrik PLN semakin terbatas. Penghematan energi listrik dapat menguntungkan konsumen dan produsen.

Pengaturan lampu penerangan biasanya dengan menggunakan saklar. Untuk menghidupkan atau mematikan lampu dengan mengoperasikan saklar secara manual. Orang yang masuk ruangan gelap pasti akan menyalakan lampu. Namun apabila orang tersebut akan keluar ruangan, belum tentu orang tersebut ingat untuk mematikan lampu-lampu yang menyala. Apabila hal tersebut diatas terjadi dalam waktu yang lama, maka akan terjadi pemborosan.

Untuk menghindari pemborosan energi listrik, maka dalam tugas akhir ini dibuat dan dibahas rangkaian otomatis untuk mengendalikan lampu.

## 1.2 Sasaran

Tugas Akhir ini dibuat untuk mengetahui pembuatan dan operasional saklar otomatis dengan menggunakan sensor kehadiran orang PIR.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Titik berat yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah perancangan dan pembuatan perangkat keras rangkaian otomatisasi penerangan. Saklar otomatis dibuat menggunakan sensor kehadiran orang. Sensor menggunakan jenis Passive Infrared sensor atau PIR. Juga dibahas hal-hal yang mendukung rangkaian antara lain lensa fresnel, OpAmp, Comparator, Timer, serta catu daya dc.

# II PEMBAHASAN

## 2.1 Penghematan Energi listrik

Penggunaan saklar otomatis merupakan salah satu cara operasi yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik. Ide penggunaan saklar otomatis

ini muncul sebagai upaya menghindari pemborosan energi listrik. Saklar otomatis juga memudahkan operasi.

Dari segi ekonomis, dengan memasang saklar otomatis, maka keborosan energi listrik dapat dihindari. Penggunaan energi listrik menjadi terkontrol. Sebagai contoh, bila seseorang lupa mematikan lampu penerangan 40 watt dalam ruangan selama 5 jam maka akan terjadi keborosan energi listrik sebesar:

$$\begin{aligned} E &= P \times t \\ &= 40 \times 5 \\ &= 200 \text{ Watt Jam} \\ &= 0,2 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Dengan penghematan satu lampu selama 5 jam dapat menghemat energi listrik sebesar 200 Wh. Bila suatu ruangan menggunakan puluhan lampu, maka akan lebih banyak menghemat lagi. Penggunaan energi listrik tercatat dalam daya meter PLN. Nilai tagihan rekening listrik dihitung dari Rp/KWh selama satu bulan.

## 2.2 Passive Infrared Sensor (PIR)

*Passive Infrared Sensor* adalah jenis sensor yang bekerja berdasarkan perubahan panas yang diterima optik. Sumber panas akan diradiasikan dengan infra merah. Infra merah dikelompokkan menurut panjang gelombang menjadi:

1. Infra merah A  
Panjang gelombang 0,8 hingga 1,4mm, setara dengan radasi panas kompor listrik.
2. Infra merah B  
Panjang gelombang 1,4 hingga 3mm, setara dengan radasi panas kembang api.
3. Infra merah C

Panjang gelombang 3 hingga 10 mm, setara dengan radiasi panas lampu pijar.

Hubungan panjang gelombang ( $\lambda$ ) dengan temperatur dijelaskan dalam Hukum Pergeseran Wien. Hukum tersebut mendefinisikan bahwa puncak panjang gelombang radiasi sebagai fungsi temperatur permukaan yang mengeluarkan radiasi.

$$\lambda_{maks} = \frac{2,8978 \times 0,001}{T}$$

Dengan:  $\lambda_{maks}$  = panjang gelombang energi maksimum (m)

T = temperatur (°K)

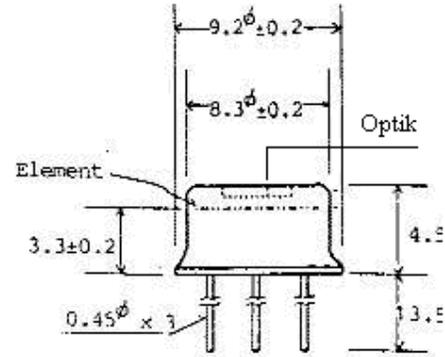
Dalam tugas akhir ini digunakan *Passive Infrared sensor* jenis RE200B. RE200B akan mengeluarkan respon sesaat ada perubahan panas. Perubahan keluaran PIR merupakan lonjakan tegangan keluaran. Karena RE200B termasuk jenis pyroelectric sensor, maka perubahan tegangannya tidak tetap.

Selain suhu tubuh dalam keadaan normal, aktifitas manusia menyebabkan pembakaran energi dalam tubuh. Pembakaran ini dapat meningkatkan panas tubuh. Gerakan tubuh akan menyebabkan perbedaan radiasi infra merah. Perbedaan radiasi tersebut akan dapat direspon sensor PIR dengan mengeluarkan tegangan keluaran.

Konfigurasi sensor PIR RE200B dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut:

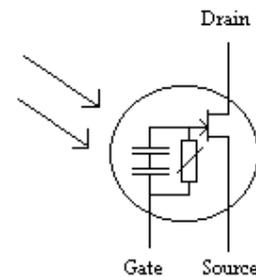
1. Bentuk fisik, TO 5 atau hampir sama dengan transistor. Merupakan FET metal optik. Optik merupakan permukaan tembus yang sangat sensitif terhadap panas. RE200B adalah jenis PIR dual elemen yang diproduksi oleh Nippon Ceramic, mempunyai area sensing sampai 138°. Range tranmisi infra merah sampai 1400 nm.

2. Karakteristik listrik, konfigurasi



Gambar 2.1 Dimensi Sensor PIR

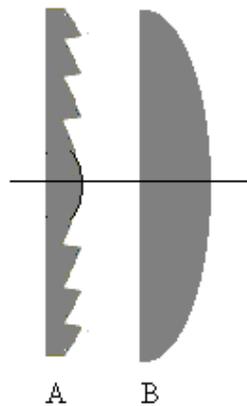
rangkaian mempunyai tiga terminal *gate, drain, source*. Tegangan operasional 3 sampai 10 Volt. Tegangan keluaran source 0,35 sampai 1,8 Volt dengan  $R_s:47K$ , dan sinyal out put minimum 2,5 Vp-p. Setiap elemen dalam PIR akan membangkitkan tegangan DC yang besarnya proporsional dengan panas yang diterimanya. Dua elemen didalam PIR dihubungkan secara seri berlawanan. Hal ini untuk dua alasan yaitu untuk membuat sensor kebal terhadap gangguan luar dan untuk memperbesar sinyal yang akan dikuatkan.



Gambar 2.2 Simbol PIR

### 2.3 Lensa Fresnel.

Lensa fresnel ditemukan oleh seorang ahli fisika Perancis bernama Augustin-Jean Fresnel. Ilmuwan tersebut hidup pada tahun 1788-1827. Fresnel memberikan dasar bagi teori cahaya dan optik. Pada perkembangannya fresnel mengembangkan tipe lensa untuk pencahayaan rumah. Design lensa fresnel memungkinkan konstruksinya besar namun tidak tebal. Gambar lensa fresnel dibawah ini membedakan dengan lensa cembung biasa.

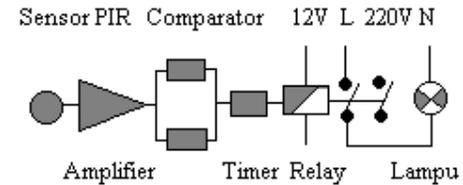


Gambar 2.3 A lensa Fresnel  
B Lensa Cembung

Konstruksi lensa fresnel menggunakan jumlah material yang lebih sedikit dibandingkan dengan lensa cembung. Hal ini karena bentuknya yang cembung namun tipis. Lensa fresnel merupakan gabungan potongan lensa yang disusun secara konsentris annular. Bagian-bagian potongan tersebut dinamakan zona fresnel. Lensa fresnel terbuat dari plastik transparan dengan kualitas tinggi. Perbedaan konstruksi lensa fresnel dengan lensa cembung konvensional dijelaskan dalam gambar diatas.

### 2.4 Rangkaian Utama

Rangkaian utama adalah rangkaian yang terdiri dari sensor, OpAmp, Comparator, Timer, transistor saklar. Secara umum rangkaian utama saklar otomatis dapat dijelaskan dalam blok diagram rangkaian sebagai berikut:



Gambar 2.4 Blok Diagram Rangkaian

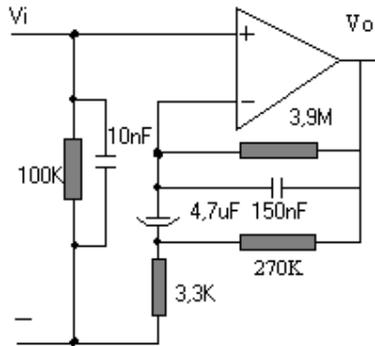
Sebagai penggerak adalah sensor PIR, keluaran sensor terlebih dulu dikuatkan dengan dua step penguat. Comparator menjadi pembanding antara tegangan referensi dengan tegangan masukan, sebelum menghasilkan nilai logic. Nilai logic akan menjadi pemicu rangkaian timer sebelum menjadi pemicu transistor saklar. Secara detail dapat dijelaskan selanjutnya.

#### 2.4.1 Penguat Operasi (OpAmp).

OpAmp yang digunakan dalam rangkaian saklar otomatis ini adalah penguat operasi dari LM 324 beserta band pass filter. Penguat operasi diperlukan untuk menguatkan tegangan keluaran sensor PIR. Penguatan dilakukan dalam dua tahap, penguat pertama dan penguat kedua. Pada penguat pertama digunakan filter band pass.

Rangkaian penguat band pass akan menguatkan tegangan dengan frekuensi tertentu dan menolak selain frekuensi tersebut. Penguat band pass

akan mempunyai tegangan keluaran maksimum atau *gain* maksimum pada satu frekuensi resonan. Karena frekuensi tegangan bisa berubah-ubah maka nilai penguatan dapat berubah. Rangkaian penguat pertama termasuk band pass pita lebar.



Gambar 2.5 Penguat Pertama

Band pass filter pita lebar dibuat dari gabungan high pass dan low pass filter. Oleh karena itu terdapat frekuensi cut off atas ( $f_{c_h}$ ) dan frekuensi cut off bawah ( $f_{c_l}$ ). Perbedaan  $f_{c_h} - f_{c_l}$  menimbulkan lebar pita atau band width (B). Nilai frekuensi cut off penguat band pass ini dapat dicari sebagai berikut:

Dari komponen filter Bandpass;

Diketahui:  $R_1 : 3,3 \text{ K}$      $C_1 : 47 \mu\text{F}$   
 $R_2 : 270 \text{ K}$      $C_2 : 150 \text{ nF}$

Dicari: Frekuensi cut off.

Penyelesaian :

$$\omega_{c_l} = \frac{1}{R_1 C_1}$$

$$\omega_{c_l} = \frac{1}{3300 \times 47 \cdot 10^{-6}}$$

$$\omega_{c_l} = 6,447 \text{ rad / s}$$

$$f_{c_l} = \frac{\omega_{c_l}}{2\pi} = \frac{6,447}{6,28} = 1,03 \text{ Hz}$$

$$\omega_{c_h} = \frac{1}{R_2 C_2}$$

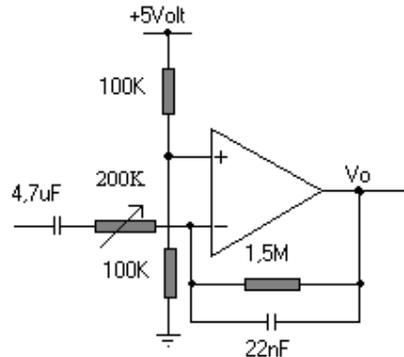
$$\omega_{c_h} = \frac{1}{270 \cdot 10^3 \times 150 \cdot 10^{-9}}$$

$$\omega_{c_h} = 24,69 \text{ rad / s}$$

$$f_{c_h} = \frac{\omega_{c_h}}{2\pi} = \frac{24,69}{6,28} = 3,93 \text{ Hz}$$

Frekuensi cut off sangat berpengaruh dalam rancangan penguat band pass, karena faktor kualitas (Q) dipengaruhi frekuensi cut off dan lebar pita.

Penguat kedua akan menguatkan tegangan keluaran penguat pertama. Besarnya penguatan dalam rangkaian ini diatur dari variabel resistor 200K pada masukan pembalik opamp. Pengaturan VR 200K disesuaikan dengan setting yang diterapkan dalam rangkaian pembanding, agar dapat memenuhi nilai ambang operasi pembanding (*threshold*).



Gambar 2.6 Penguat Kedua

Dari percobaan yang dilakukan menunjukkan, bila nilai resistansi VR terlalu besar maka respon rangkaian akan lambat. Hal ini karena nilai

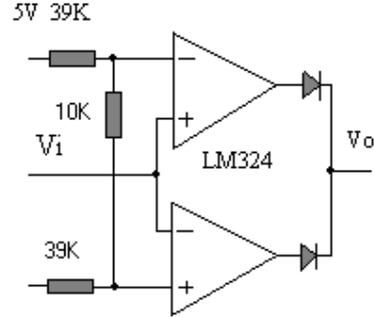
tegangan tersebut kurang dari nilai ambang pembanding. Sedang bila nilai VR terlalu kecil maka rangkaian akan terlalu mudah terpicu, karena perbedaan tegangan keluaran dengan ambang kerja pembanding terlalu kecil.

Apabila rangkaian mudah terpicu maka akan rentan terhadap interferensi luar. Interferensi luar dapat berupa gangguan r.f.i maupun fluktuasi suhu lingkungan. Hal ini dihindari agar rangkaian tidak terpicu dengan gangguan luar. Untuk mengatasi gangguan frekuensi tinggi pada tegangan umpan balik, maka dipasang kapasitor non polar C 22 nF melintas pada tahanan umpan balik R 1,5M.

Pada terminal keluaran penguat kedua dipasang indikator LED yang menunjukkan adanya perubahan tegangan untuk memicu rangkaian komparator. Setiap sensor merespon perubahan, maka terdapat perubahan tegangan keluaran. Indikator LED akan berkedip setiap ada perubahan tegangan keluaran, hal ini menunjukkan pulsa pemicu terhadap rangkaian pembanding.

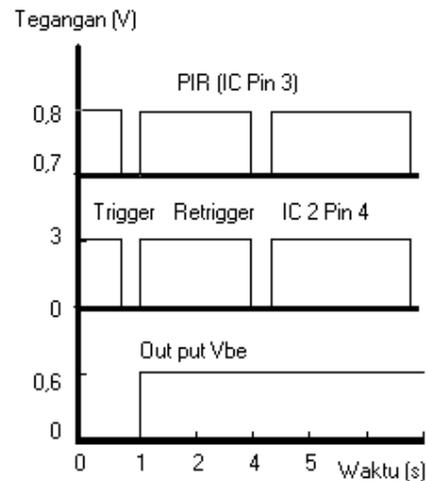
### 2.4.2 Comparator

Rangkaian pembanding atau *Comparator* bekerja apabila tegangan masukan mencapai nilai tegangan ambang operasi. Tegangan referensi diatur dengan tahanan pembagi tegangan R 39K dan R 10K. Dari pengaturan tersebut didapat tegangan referensi 2,2 V dan 2,8 V. Keluaran rangkaian ini berupa nilai logic. Bernilai tinggi bila tegangan masukan berada antara tegangan referensi bawah dan atas.



Gambar 2.7 Comparator

Setiap sensor mendeteksi perubahan panas, maka rangkaian pembanding akan menghasilkan nilai logic tinggi. Nilai keluaran tinggi menghasilkan tegangan 2,5 Volt yang akan memicu rangkaian pewaktu untuk beroperasi. Pada terminal keluaran dua pembanding dipasang dioda proteksi BA 317 yang berfungsi saling memblokir arus yang mengalir agar tidak merusak IC. Tegangan dan arus akan langsung dilewatkan ke rangkaian pewaktu sebagai pulsa pemicu.



Gambar 2.8 Tegangan Fungsi Waktu

### 2.4.3 Rangkaian Pewaktu

Rangkaian pewaktu akan bekerja berdasarkan pemicuan yang diberikan pada terminal masukan IC TC4538B. Setiap rangkaian mendapat pemicu, maka tegangan keluaran 2,5 Volt akan memicu transistor BC 109 untuk konduksi. Lama pemicuan tergantung pada nilai pewaktu yang diatur. Nilai *time out* tergantung pada nilai tegangan catu yang diberikan pada IC TC4538B pin 2. Tegangan catu ini bervariasi dengan merubah nilai VR sampai dengan 10M. Nilai *time out* juga tergantung nilai kondensator polar pada IC TC4538B. IC TC4538B berjenis *retriggerable*, maka rangkaian ini dapat dipicu kembali. Pemicuan kembali menyebabkan nilai *time out* balik ke awal. Pemicuan kembali secara berulang-ulang membuat rangkaian saklar otomatis bekerja kontinyu.

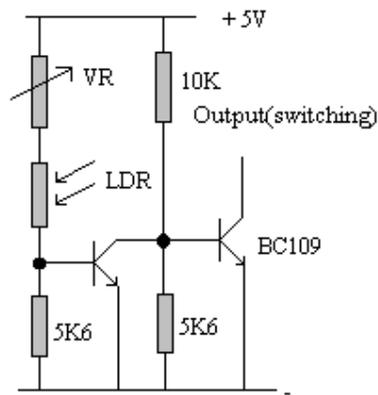
### 2.4.4 Transistor BC 109

Fungsi pensaklaran digunakan untuk memutus dan menghubungkan relay dengan sumber tegangan 12 V. Bila TR BC 109 mendapat tegangan basis  $V_{be}$ , maka TR akan konduksi dan arus akan mengalir dari relay menuju kolektor dan emitor TR BC 109, selanjutnya menuju ground. Hal ini mendakan relay dalam keadaan konduksi, saklar otomatis bekerja. Selama mendapat pemicu maka rangkaian saklar ini akan bekerja terus. Bila tegangan basis hilang maka relay akan berhenti konduksi, rangkaian dalam keadaan off.

Rangkaian beban lampu mengambil salah satu kontak relay untuk menghubungkan dan memutus dengan sumber tegangan AC 220V.

### 2.4.5 Rangkaian LDR

Sebagai saklar otomatis untuk fungsi lampu, mungkin pengguna menginginkan lampu mulai menyala pada saat petang atau keadaan gelap. Untuk keperluan tersebut dipasang rangkaian otomatis dengan menggunakan *Light Dependent Resistor* (LDR). Nilai resistansi LDR akan tergantung cahaya yang mengenainya.



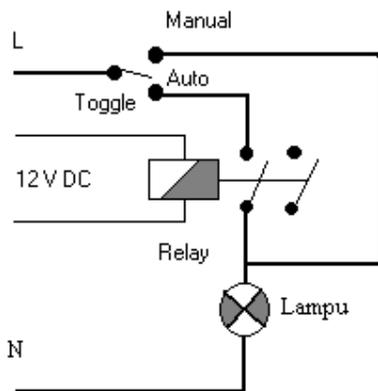
Gambar 2.8 Rangkaian LDR

Rangkaian terdiri dari dua transistor saklar BC 109 yang bekerja berkebalikan. Pada siang hari, cahaya akan mengenai LDR. Nilai resistansi LDR turun sehingga TR 1 mendapat tegangan pemicu, yaitu tegangan  $V_{be}$  minimal 0,6 Volt. Bila TR 1 konduksi maka arus akan mengalir dari R  $10K\Omega$  ke ground lewat transistor tersebut. Keadaan tersebut membuat TR 2 berhenti konduksi karena TR 2 tidak mendapat tegangan yang cukup untuk pemicuan. TR 2 yang tidak konduksi menyebabkan arus rangkaian saklar dari kaki kolektor ke emitor terputus sehingga rangkaian off.

Sebaliknya pada waktu petang, saat intensitas cahaya berkurang maka TR 1 akan berhenti konduksi. Hal ini menyebabkan arus mengalir dari R 10K $\Omega$  ke ground lewat R 5K6 $\Omega$ . Hal ini menyebabkan tegangan pada basis TR 2 naik dan TR 2 dapat terpicu. Kondisi ini menyebabkan rangkaian on, karena rangkaian saklar akan mengalirkan arus dari kaki kolektor ke emitor menuju ground.

#### 2.4.6 Rangkaian Beban

Saklar otomatis dapat digunakan untuk memutus dan menghubungkan berbagai beban seperti lampu, power mesin pendingin AC, exhaust fan, alarm pengaman dll. Rangkaian beban ini adalah rangkaian yang memuat kontak relay sebagai saklar dengan beban lampu. Tegangan koil relay diatur oleh rangkaian utama. Apabila relay bekerja maka kontak-kontak pada relay akan menghubungkan, beban keadaan hidup. Pemakaian beban lampu harus memperhatikan kemampuan arus kontak-kontak relay.



Gambar 2.9 Rangkaian Beban

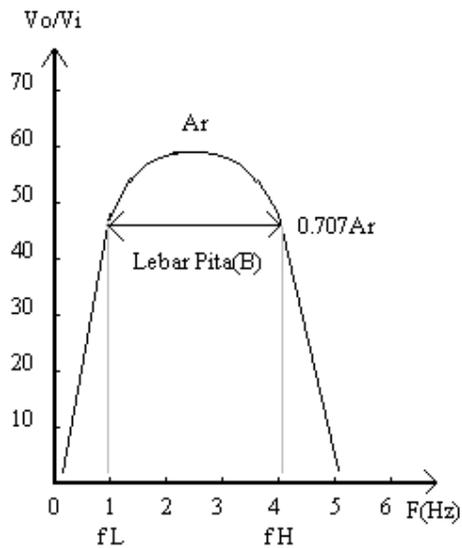
#### 2.4.7 Sensitifitas Rangkaian

Sensitifitas adalah respon yang diberikan rangkaian atas perubahan panas sekecil apapun sehingga menyebabkan unjuk kerja yang baik. Rangkaian saklar otomatis yang baik mempunyai sensitifitas yang ideal. Sensitifitas ideal berbeda pada tiap aplikasi rangkaian. Sensitifitas rangkaian diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan sensor untuk mendeteksi perubahan panas yang kecil. Hal ini untuk menghindari kurangnya pemicuan dalam rangkaian.

Sensitifitas rangkaian dapat diatur melalui gain. Pada OpAmp dapat diatur penguatan melalui resistansi masukan. Penguatan yang terlalu tinggi akan menyebabkan rangkaian mudah terpicu sehingga merugikan. Namun bila terlalu rendah maka rangkaian akan kekurangan pulsa pemicu.

Lensa fresnel diperlukan untuk meningkatkan jumlah radiasi panas yang diterima sensor. Dengan sudut angular sampai 138 $^\circ$  maka akan dapat mendeteksi objek dengan area yang lebih luas.

Respon frekuensi juga berpengaruh terhadap kualitas rangkaian. Faktor kualitas dipengaruhi frekuensi rangkaian dan lebar pita frekuensi. Untuk rangkaian saklar otomatis ini respon frekuensi rangkaian yang ideal antara 1 Hz sampai 4 Hz, Respon frekuensi rangkaian dapat diubah dengan mengganti nilai komponen umpan balik, koupling, serta komponen filter amplifier. Gambar dibawah menunjukkan respon frekuensi amplifier dalam rangkaian saklar otomatis.



Gambar 4.1 respon Frekuensi Rangkaian

#### 2.4.8 Operasional Rangkaian

Rangkaian saklar otomatis siap bekerja bila rangkaian utama dan rangkaian beban yang telah terhubung dengan sumber tegangan 220 Volt AC. Rangkaian terhubung dengan sumber tegangan dan pada posisi otomatis, berarti sensor PIR siap mendapat respon. Pada saat pertama kali menghidupkan rangkaian maka sensor belum dapat langsung memberikan respon. Hal ini karena rangkaian membutuhkan waktu untuk *warm up* sebelum beroperasi normal. Kondisi tersebut adalah normal karena dalam rangkaian digunakan komponen yang sangat sensitif seperti sensor PIR. Namun untuk dapat bekerja normal hanya membutuhkan kurang lebih 1 menit. Begitu pula bila kita akan mengubah setting, maka rangkaian akan memerlukan waktu untuk berubah ke nilai setting yang baru. Bila sudah terjadi *warm up*, maka sensor telah siap dan rangkaian utama siap mendapat *trigger* untuk mengaktifkan saklar otomatis.

Urutan operasional rangkaian adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian dihubungkan dengan sumber tegangan 220 V AC.
2. Sensor PIR RE200B siap memberi respon terhadap perubahan panas, setelah selang waktu *warm up*.
3. Apabila ada orang masuk, berarti terdapat perubahan radiasi panas / infrared yang mengenai optik sensor.
4. Respon tersebut menjadi masukan bagi rangkaian untuk menghasilkan nilai logic tinggi.
5. Bila dihasilkan level keluaran tinggi maka relay akan konduksi.
6. Bila relay telah konduksi, saklar on dan beban lampu akan menyala.
7. Selama orang tersebut berada dalam ruangan dan melakukan aktifitas, maka akan terdapat perubahan panas walau kecil.
8. Perubahan panas terus-menerus ini akan menjadikan masukan berulang terhadap sensor PIR untuk memicu rangkaian (*retriggerable*).
9. Nilai *time out* rangkaian balik ke nilai awal bila mendapat pemicuan ulang.
10. *Retriggerable* rangkaian ini akan menyebabkan kontinuitas saklar terjaga, sehingga lampu akan tetap menyala.
11. Apabila orang tersebut keluar dari ruangan, maka respon sensor PIR terakhir menjadi pemicu terakhir. Rangkaian saklar otomatis akan off setelah *time out* nya tercapai.

### III. PENUTUP

#### 3.1 Kesimpulan

Dalam pembuatan Tugas Akhir dengan judul “ **Sensor**

**Kehadiran Orang Sebagai Saklar Otomatis Suatu Ruang** ” ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

(Trias Andromeda, ST, MT)

NIP 132 283 185

1. Tegangan keluaran PIR melonjak bila terdapat perubahan radiasi panas.
2. PIR dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kehadiran orang.
3. Sensitifitas rangkaian diatur melalui gain, respon frekuensi, penambahan lensa fresnel.
4. Penguatan rangkaian tergantung komponen umpan balik

### **3.2 Saran**

Saran-saran penulis untuk pengembangan lebih lanjut adalah:

1. Peletakkan sensor PIR harus ideal sesuai kegunaan rangkaian.
2. Untuk ruangan yang lebih luas dan memerlukan lokalisasi operasi, diperlukan penambahan jumlah sensor.
3. Kontak-kontak saklar otomatis dapat digunakan untuk beban yang berbeda.
4. Pemilihan komponen, gain, filter, respon frekuensi harus sesuai.
5. Untuk lebih handal lagi dapat memakai sensor panas type thermopile.

Mengetahui,  
Pembimbing II