



ETH3F3- Instrumentasi dan Pengukuran Elektrik

SENSOR CAHAYA

S1TEKNIK ELEKTRO – Fakultas Teknik Elektro





GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK


TEORI MAXWELL oleh James Clerk Maxwell pada thn 1864 , menyebutkan bahwa cahaya adalah rambatan gelombang yang dihasilkan oleh kombinasi medan listrik dan medan magnetik..

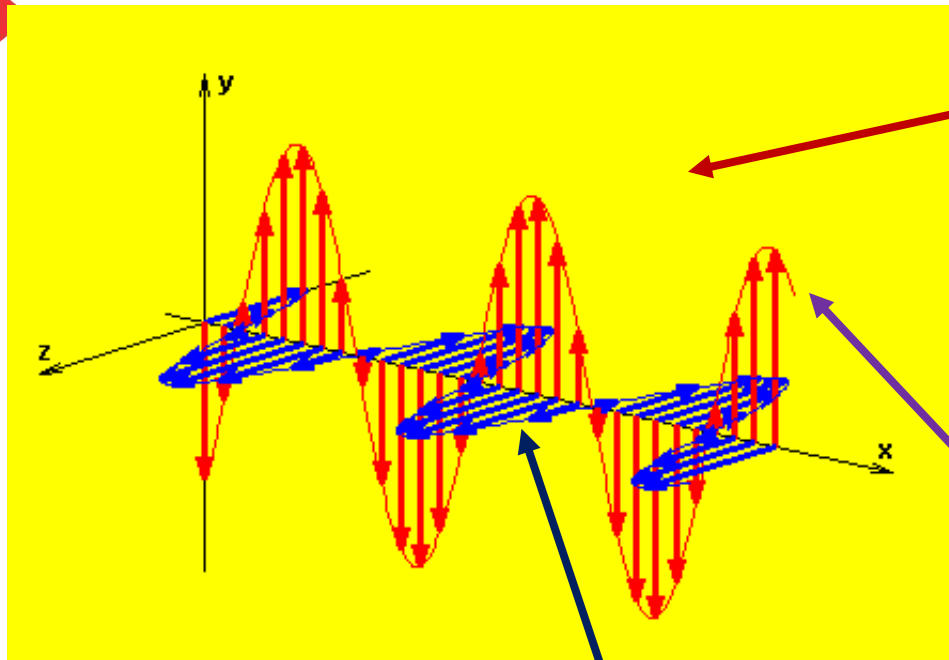
- Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik.
- 



GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dihasilkan dari perubahan medan magnet dan medan listrik secara berurutan, dimana arah getar vektor medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus.






Arah rambatan


Arah medan listrik

Arah medan magnet



Sifat-sifat gelombang elektromagnetik

1. Gelombang elektromagnetik dapat merambat dalam ruang tanpa medium (Ruang Hampa)
 2. Dapat mengalami pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), perpaduan (interferensi), pelenturan (difraksi), pengutuban (polarisasi)
 3. Perubahan medan listrik dan medan magnet terjadi secara bersamaan, sehingga medan listrik dan medan magnet sefase
- 



Kecepatan gelombang elektromagnetik sama dengan kecepatan cahaya yang (c) tergantung dari permitivitas (ϵ) dan permeabilitas (μ) medium perambatan cahaya. Jadi di ruang hampa akan diperoleh :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \cdot \mu_0}}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$$

$$\mu_0 = 12.56 \times 10^{-7} \text{ wb/amp.m}$$

$$C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

ϵ_0 = permitivitas ruang hampa

μ_0 = permeabilitas ruang hampa

c = cepat rambat cahaya





Hubungan antara c , λ dan f

Cepat rambat gelombang elektromagnetik dinyatakan dengan panjang gelombang dan frekwensi :

$$c = \lambda \cdot f$$

c = cepat rambat gelombang elektromagnetik ($3 \cdot 10^8$ m/s)

λ = panjang gelombang (m)


f = frekwensi (Hz)





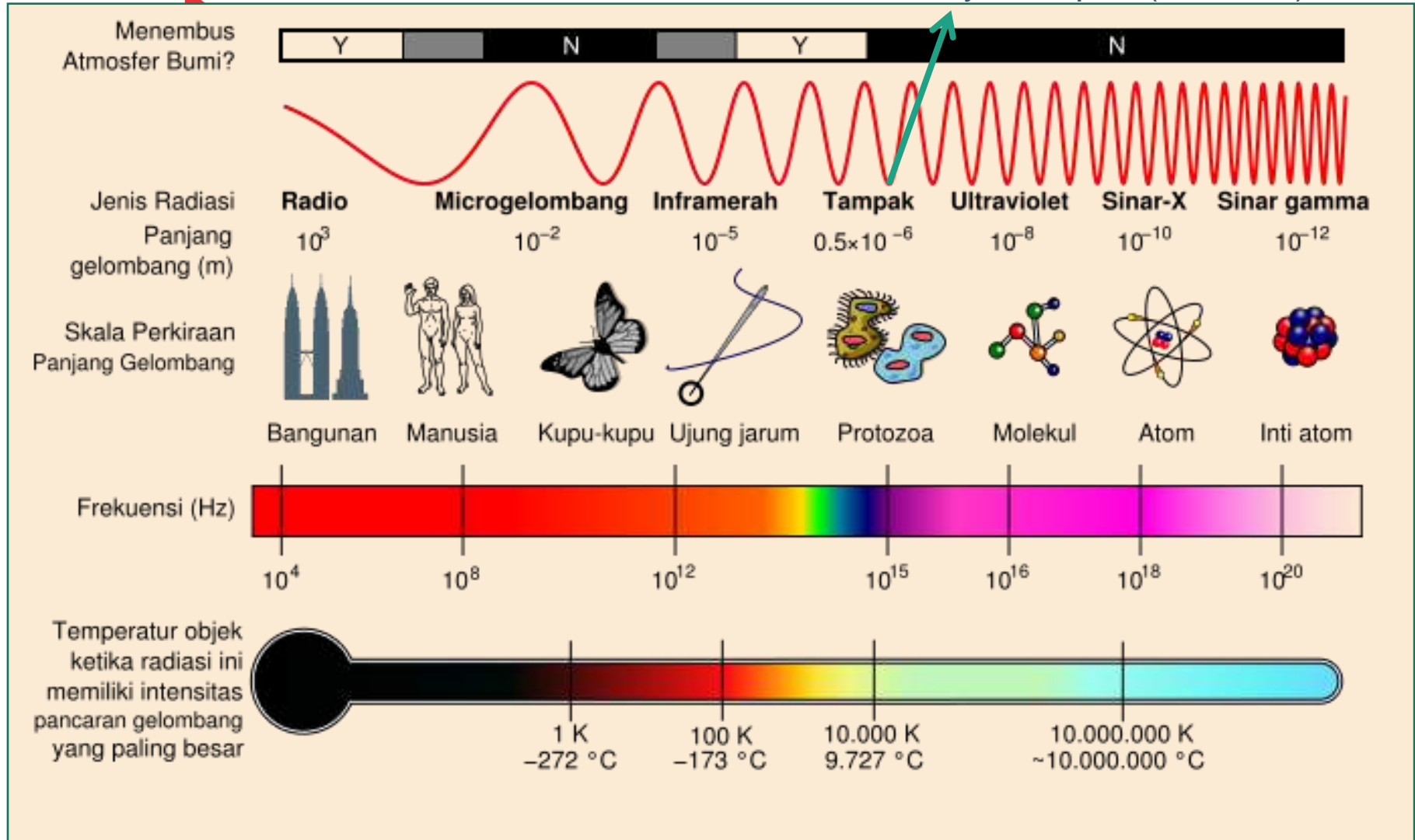
Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Susunan semua bentuk gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya disebut spektrum elektromagnetik. Gambar berikutnya adalah spectrum elektromagnetik yang disusun berdasarkan panjang gelombang (diukur dalam satuan ...m atau berdasarkan frekuensi (dalam satuan Hertz)



Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Cahaya tampak (400-760)nm



Contoh spektrum elektromagnetik

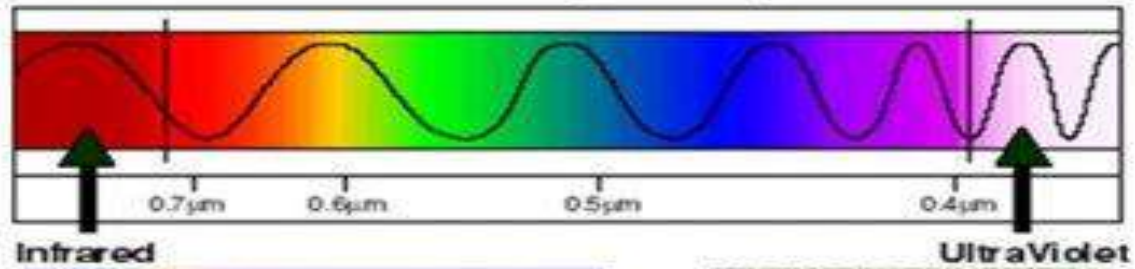
▶ Sinar Tampak/ Cahaya

▶ Sinar tampak atau cahaya adalah sinar yang dapat membantu penglihatan kita . Perbedaan sensasi pada mata akibat cahaya yang berbeda frekuensi atau panjang gelombangnya akan menimbulkan warna yang berbeda. Spektrum warna cahaya berdasarkan urutan kenaikan panjang gelombang adalah :

1. Ungu (390nm-455nm)
2. Biru (455nm-492nm)
3. Hijau (492nm-577nm)
4. Kuning (577nm-597nm)
5. Jingga (597nm-622nm)
6. Merah (622nm-780nm)

Contoh gambar cahaya tampak:


Visible Light Region of the Electromagnetic Spectrum





Pengertian Sensor Cahaya

Sensor cahaya : komponen elektronika yang dapat memberikan perubahan besaran elektrik pada saat terjadi perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor cahaya tersebut. Penggunaan Sensor cahaya dalam kehidupan sehari-hari dapat kita temui pada penerima remote televisi dan pada lampu penerangan jalan otomatis.



JENIS SENSOR CAHAYA



Fotovoltaik atau sel solar



Fotokonduktif




Fotolistrik



Jenis-jenis Sensor Cahaya

Bila dilihat dari cahaya yang diterima sensor cahaya tersebut, yang banyak digunakan adalah :

1. Sensor cahaya infra merah
2. Sensor cahaya ultraviolet






Sensor Cahaya Tipe Fotovoltaik

Sensor cahaya tipe fotovolataik : sensor cahaya yang dapat memberikan perubahan tegangan pada outputnya apabila sensor tersebut menerima intensitas cahaya.

Prosedur kerja dari sensor ini yaitu, mengubah energi sinar langsung menjadi energi listrik, dengan adanya penyinaran cahaya akan menyebabkan pergerakan elektron dan menghasilkan tegangan

Salah satu contoh sensor cahaya tipe fotovoltaik adalah solar cell atau sel surya.





Sensor Cahaya Tipe Fotokonduktif

Sensor cahaya tipe fotokonduktif akan memberikan perubahan resistansi pada terminal outputnya sesuai dengan perubahan intensitas cahaya yang diterimanya.

Ada beberapa jenis Sensor cahaya tipe fotokonduktif, diantaranya adalah :

LDR (Light Depending Resistor)

Foto Dioda

Foto Transistor






Sensor Cahaya Tipe Fotolistrik

Fotolistrik, sensor yang berprinsip kerja berdasarkan pantulan karena perubahan posisi/jarak suatu sumber sinar (inframerah atau laser) ataupun target pemantulnya, yang terdiri dari pasangan sumber cahaya dan penerima.

Terdapat 4 jenis sensor fotolistrik yang tersedia :


1. **Pemantulan Langsung (Direct Reflection)**
 2. **Refleksi dengan reflektor (Reflection with Reflector)**
 3. **Pemantulan terpolarisasi dengan reflektor (Polarized Reflection with Reflector)**
 4. **Through Beam**
- 



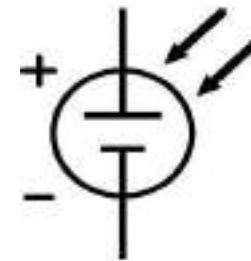
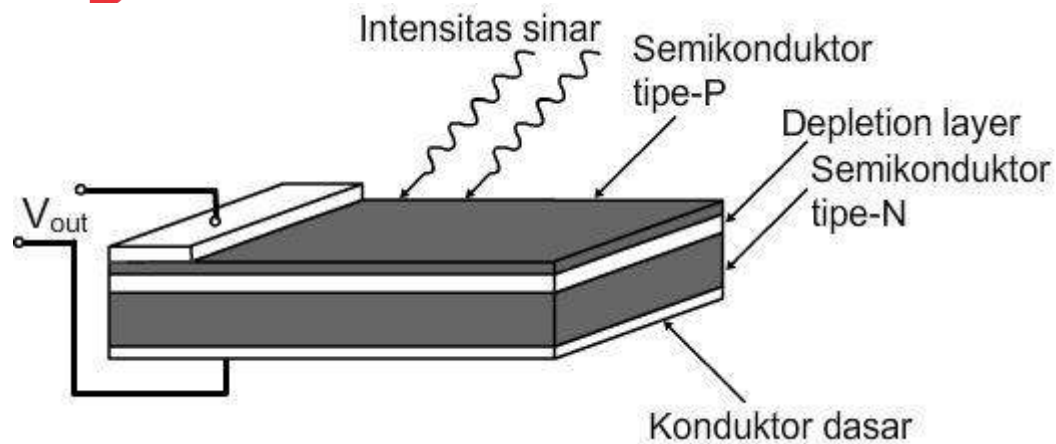
Sensor Sel Surya

Salah satu contoh sensor cahaya tipe fotovoltaiik adalah solar cell atau sel surya.

Bagaimana prinsip kerja dari sensol sel surya ini akan dibahas selanjutnya.



Fotovoltaik (*Solar Cell/Fotocell*)



- Berfungsi untuk mengubah sinar matahari menjadi arus listrik DC. Tegangan yang dihasilkan sebanding dengan intensitas cahaya yang mengenai permukaan solar cell. Semakin kuat sinar matahari tegangan dan arus listrik DC yang dihasilkan semakin besar.
- Bahan pembuat solar cell adalah silicon, cadmium sulphide, gallium arsenide dan selenium

FOTOVOLTAIK (*SOLAR CELL/FOTOCELL*)

Prinsip kerja

Sel surya menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom dimana elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n : kelebihan elektron (muatan negatif) dan Tipe-p : memiliki hole (kekurangan elektron) dalam struktur atomnya.



FOTOVOLTAIK (*SOLAR CELL/FOTOCELL*)

Prinsip kerja

Kondisi kelebihan elektron dan kekurangan elektron (hole) tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon (Si) tipe-p, silikon didoping oleh atom boron (B). Sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor (P).

Sebagai catatan : Nomor atom Boron (B) 5 , Silikon(Si) 14 dan fospor (P) 15

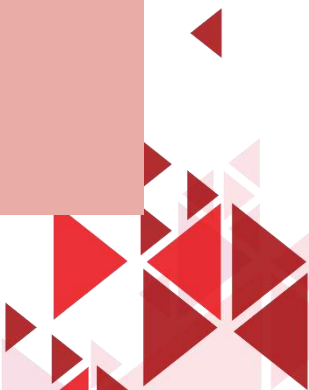




FOTOVOLTAIK (*SOLAR CELL/FOTOCELL*)

Prinsip kerja

Peran dari p-n junction : membentuk medan listrik sehingga elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari tipe-n ke tipe-p (yang memiliki hole)



FOTOVOLTAIK (*SOLAR CELL/FOTOCELL*)


Prinsip kerja

Ketika cahaya matahari mengenai susunan p-n junction ini maka foton akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor n menuju kontak negatif,, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang. Adanya aliran elektron berarti menyatakan adanya arus listrik



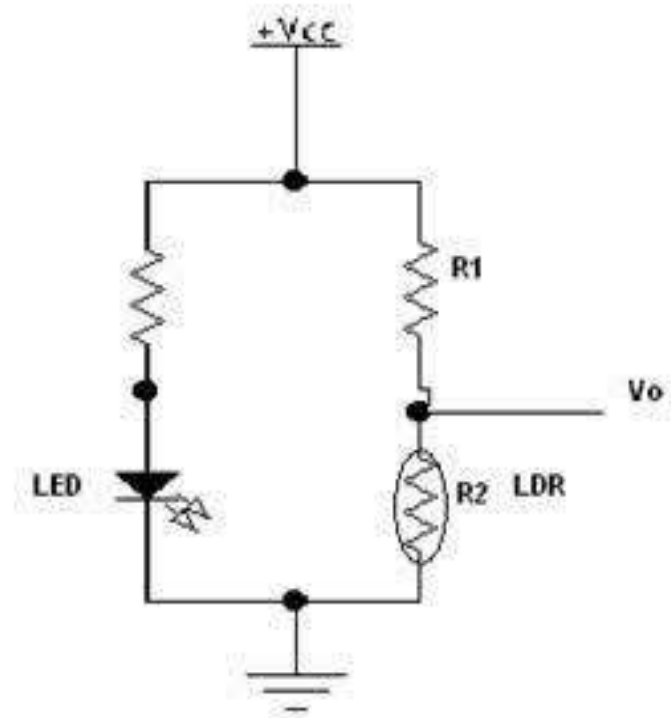
Sensor Fotokonduktif

Berfungsi untuk mengubah intensitas cahaya menjadi **perubahan konduktivitas.**

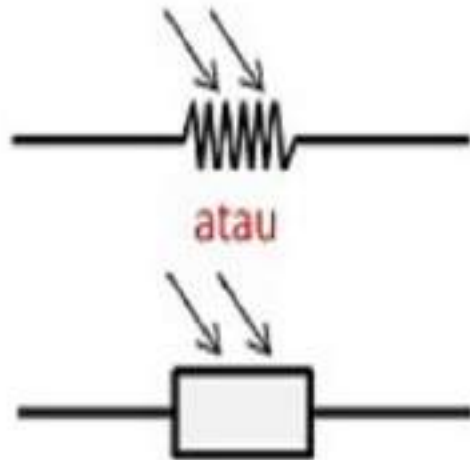


Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor)

LDR : merubah paparan sinar atau cahaya menjadi perubahan hambatan listrik. Apabila semakin banyak terpapar cahaya di permukaan, maka hambatan listrik yang dihasilkan oleh LDR juga semakin kecil.



Simbol LDR



Bentuk LDR






Fungsi Sensor LDR

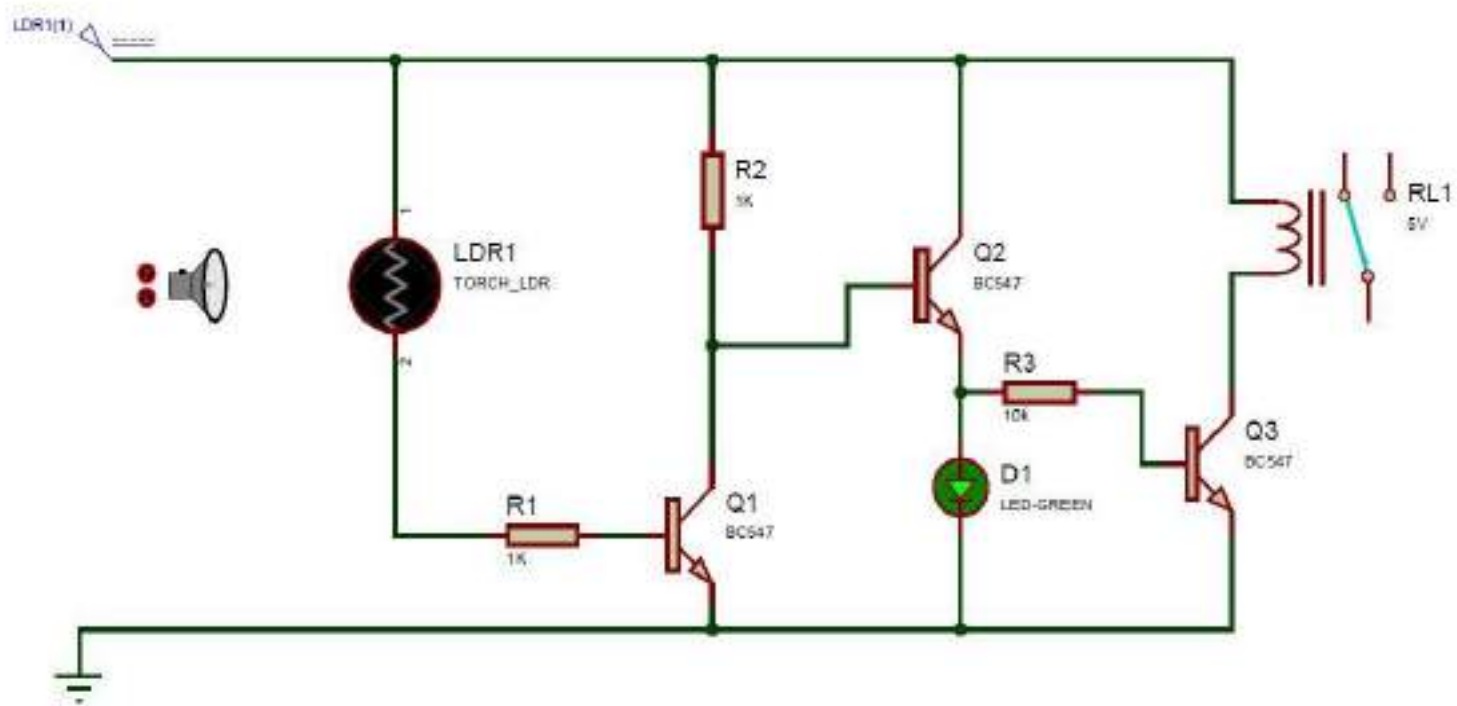
- ▶ LDR sebagai sebuah sensor cahaya dalam berbagai macam rangkaian elektronika seperti saklar otomatis berdasarkan cahaya. Jika sensor terkena cahaya maka arus listrik akan mengalir(ON) dan sebaliknya jika sensor dalam kondisi minim cahaya(gelap) maka aliran listrik akan terhambat(OFF).

LDR juga sering digunakan sebagai sensor lampu penerang jalan otomatis, lampu kamar tidur, alarm, rangkaian anti maling otomatis menggunakan laser, shooter kamera otomatis, dan masih banyak lagi yang lainnya.

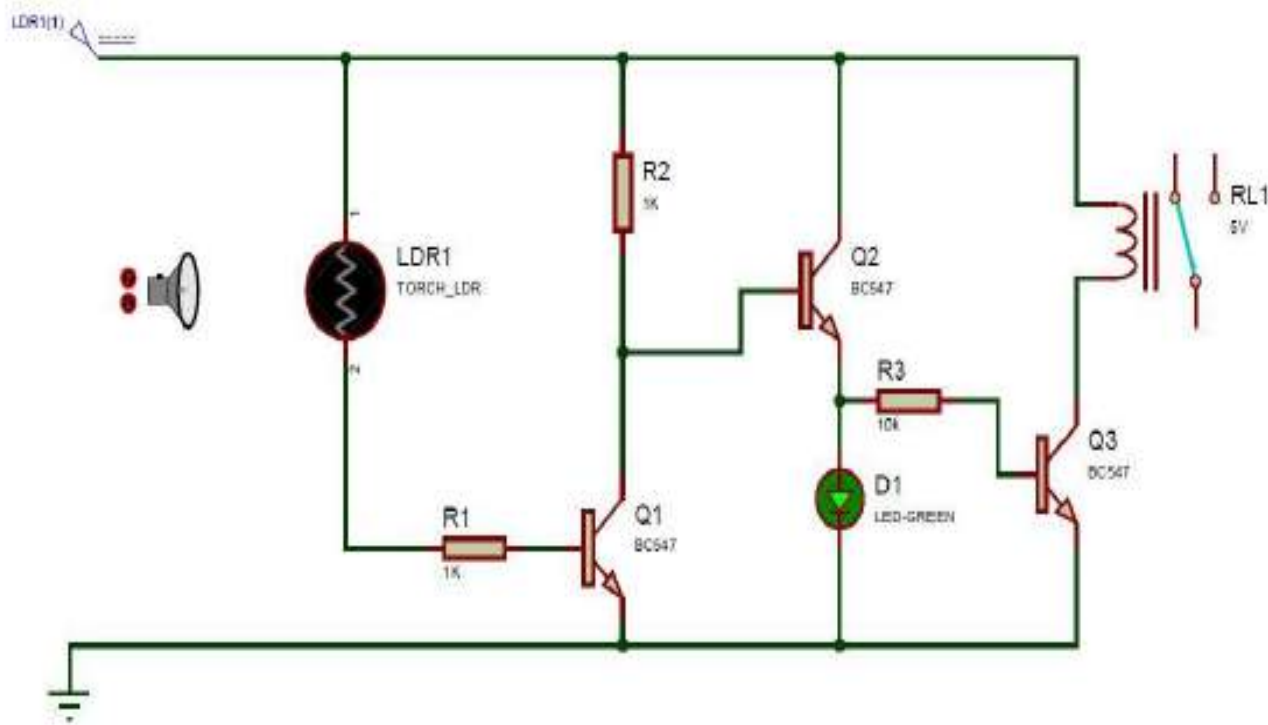


Contoh pemakaian LDR sebagai saklar otomatis

- ▶ Rangkaian Pada kondisi Sensor Terkena Cahaya

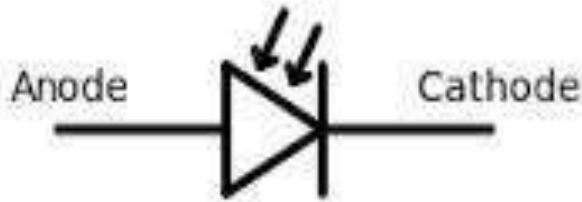


Rangkaian Pada kondisi Sensor Tidak Terkena Cahaya.



Sensor Cahaya Tipe Foto Konduktif

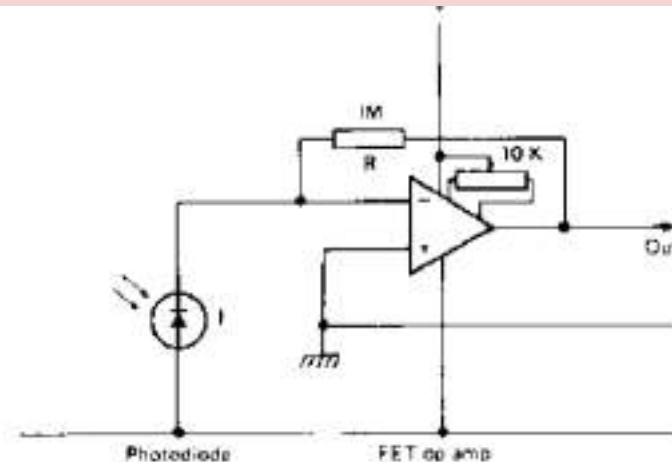
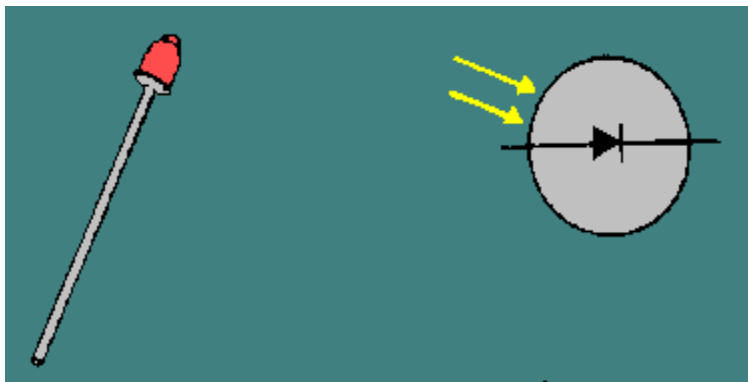
Contoh : Fotodioda



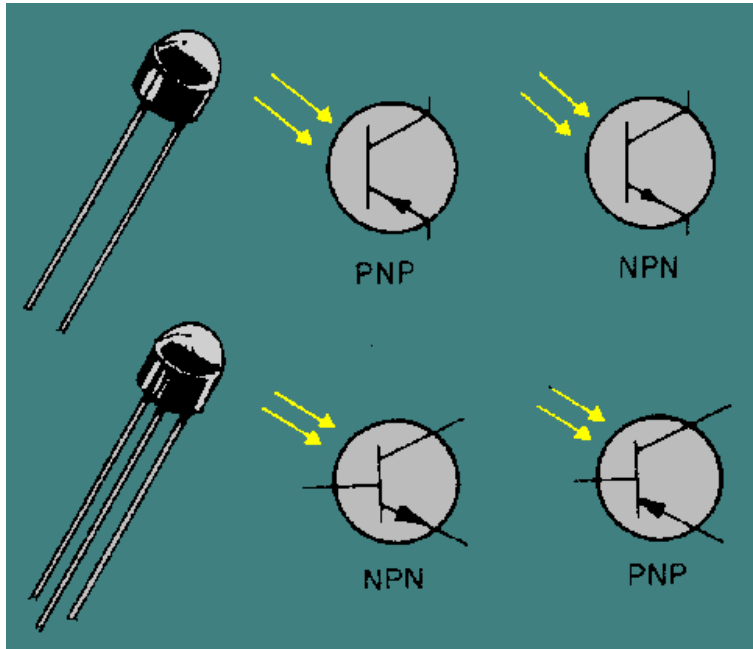
- Berfungsi untuk mengubah **intensitas cahaya** menjadi **konduktivitas dioda**.
- Fotodioda sejenis dengan dioda pada umumnya, perbedaannya pada fotodioda ini dipasang sebuah lensa pemfokus sinar untuk memfokuskan sinar jatuh pada pertemuan "pn".

Fotodiode

Prinsip kerja : Energi pancaran cahaya yang jatuh pada pertemuan “pn” menyebabkan sebuah elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron berpindah ke luar dari valensi band meninggalkan hole sehingga membangkitkan pasangan elektron bebas dan hole.



Fototransistor




- Berfungsi untuk mengubah intensitas cahaya menjadi konduktivitas transistor.
- Fototransistor sejenis dengan transistor pada umumnya. Bedanya, pada fototransistor dipasang sebuah **lensa pemfokus sinar** pada kaki basis untuk memfokuskan sinar jatuh pada pertemuan "pn".



Prinsip Kerja Fototransistor


▶ Cara kerjanya hampir sama dengan Transistor normal pada umumnya, dimana arus pada Basis Transistor dikendalikan untuk memberikan arus pada Kolektor. Namun khusus untuk Fototransistor, arus Basis dikendalikan oleh jumlah cahaya yang diterimanya. Oleh karena itu, pada umumnya secara fisik Fototransistor hanya memiliki dua kaki yaitu Kolektor dan Emitor sedangkan terminal Basisnya berbentuk lensa yang berfungsi sebagai sensor pendeteksi cahaya.

Pada prinsipnya, apabila Terminal Basis pada Fototransistor menerima intensitas cahaya yang tinggi, maka arus yang mengalir dari Kolektor ke Emitor akan semakin besar.





Kelebihan Fototransistor

1. **Fototransistor** menghasilkan arus yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan Fotodiode.
 2. **Fototransistor** relatif lebih murah, lebih sederhana dan lebih kecil sehingga mudah untuk diintegrasikan ke berbagai rangkaian elektronika.
 3. **Fototransistor** memiliki respon yang cepat dan mampu menghasilkan Output yang hampir mendekati instan.
 4. **Fototransistor** dapat menghasilkan Tegangan, sedangkan Fotodiode tidak bisa.
- 



Kelemahan Fototransistor

Fototransistor yang terbuat dari Silikon tidak dapat menangani tegangan yang melebihi 1000Volt

Fototransistor sangat rentan terhadap lonjakan listrik yang mendadak (electric surge).

Fototransistor tidak memungkinkan elektron bergerak sebebas perangkat lainnya (contoh: Tabung Elektron).





Contoh pemakaian Sensor Fotodiode di Robot Line Follower

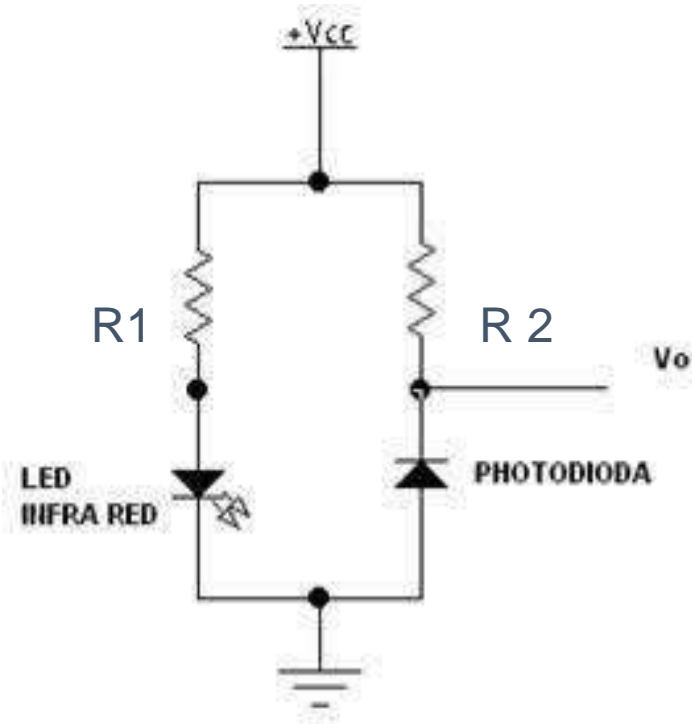
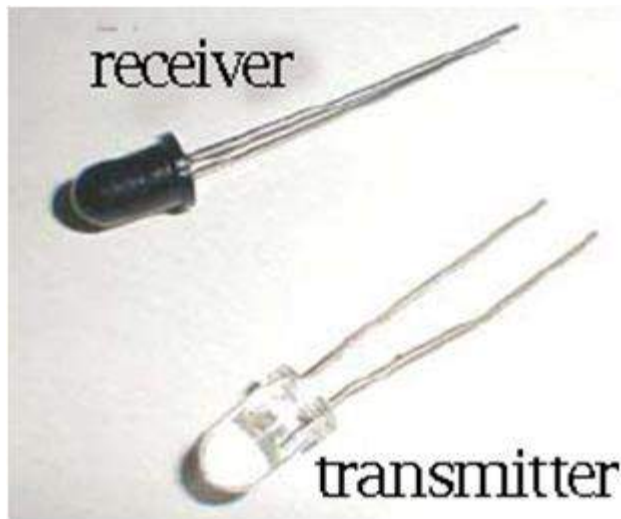
Sensor dianalogikan sebagai 'mata' dari sebuah robot. Mata digunakan untuk 'membaca' line/garis hitam dari track robot. Kapan dia akan berbelok ke kanan, kapan dia berbelok ke kiri, berawal dari hasil pandangan mata bukan?

Pada robot line follower, sensor robot yang dapat digunakan ada 3 jenis, yaitu **LDR** (Light Dependent Resistor), **Photo Diode**, dan **Photo Transistor**. Kita gunakan photo diode sebagai sensor robot seperti gambar berikutnya

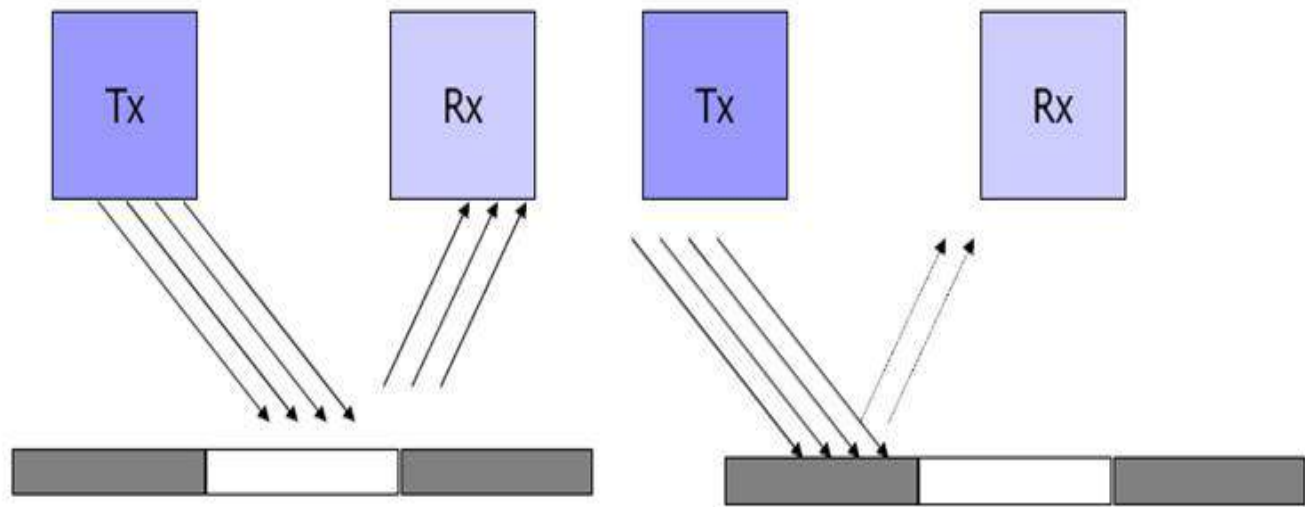


Contoh pemakaian sensor Foto Dioda pada Robot Line Follower

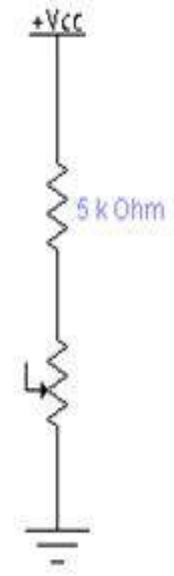
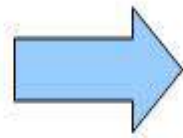
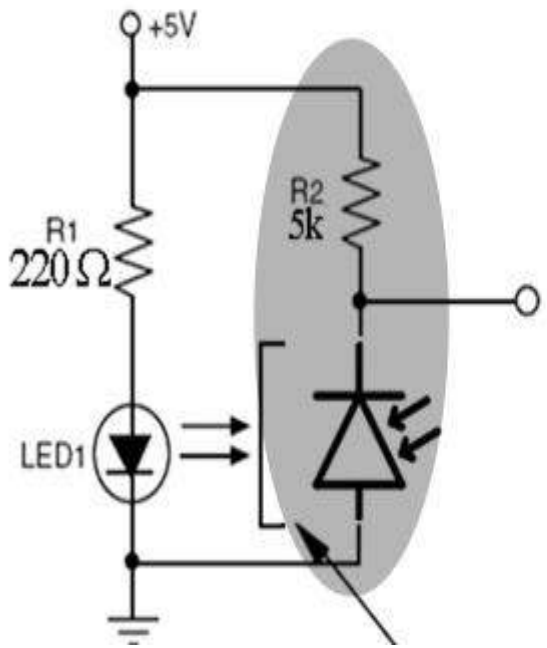
Sensor Fotodioda



CARA KERJA SENSOR



Ketika transmitter (infrared) memancarkan cahaya ke bidang putih, cahaya akan dipantulkan hampir semuanya oleh bidang tersebut. Sebaliknya, ketika transmitter memancarkan cahaya ke bidang gelap atau hitam, maka cahaya akan banyak diserap oleh bidang tersebut, sehingga cahaya yang sampai ke receiver tinggal sedikit.





Mohon pelajari sendiri tentang sensor cahaya yang lain

