KAJIAN SISTEM ALARM PEKA CAHAYA MENGGUNAKAN TRANSISTOR dan *Op-Amp 741*

Oleh:
Pujianto
Staf Pengajar Jurdik Fisika FMIPA UNY

ABSTRAK

Makalah ini disajikan untuk menunjukkan salah satu pemanfaatan transistor dan *Op-Amp 741* sebagai saklar elektronik peka cahaya. *Op-Amp 741* digunakan sebagai komparator dan sebagai hambatan (resistor) digunakan LDR *(Light Dependent Resistor)* yang nilai hambatannya akan turun apabila dikenai cahaya.

Prinsip kerja dari sistem alarm ini adalah keadaan transistor pada saat saturasi dan keadaan transistor pada saat terputus. Pada saat saturasi dikatakan transistor dalam keadaan menyala *(ON)* dan pada saat terputus dikatakan transistor dalam keadaan padam *(OFF).*

Hasil analisis rangkaian menunjukkan bahwa apabila cahaya jatuh pada LDR maka keluaran *Op-Amp* mempunyai tegangan nol, sehingga transistor padam dan Relay tak dialiri arus. Apabila cahaya terhalang maka hambatan LDR naik sehingga tegangan masukan positif ke *Op-Amp* naik, akibatnya tegangan keluaran dari komparator mempunyai tegangan positif sehingga transistor dalam keadaan saturasi dan arus mengalir dalam kumparan Relay.

Kata kunci: *Transistor, Op-Amp 741, Saklar, Peka cahaya, saturasi*

PENDAHULUAN

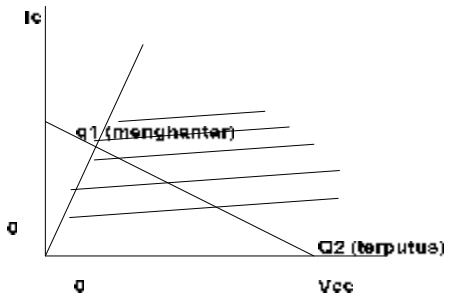
Transistor adalah komponen aktif dengan arus tegangan atau daya keluarannya dikendalikan oleh arus masukan. Ada tiga terminal dalam transistor. Ketiga terminal tersebut disebut Basis **(B),** Kolektor **(C)** dan Emitor **(E)**. Ada dua jeniss transistor yaitu pnp dan npn. Adapun simbol dari masing-masing jeniss tersebut adalah sebagai berikut:

(a) (b)

Gambar 1. *(a) Simbol transistor pnp*
(b) Simbol transistor npn

Tanda anak panah menunjukkan arah aliran arus, bila sambungan emitor-basis diberi prasikap maju. Bila transistor tidak diberi prasikap (terbuka) maka semua arus di dalam transistor adalah nol (Thomas, 2002). Berdasarkan prinsip aliran arus ini dapat

dibuat suatu saklar dari transistor, di mana transistor berada dalam dua keadaan yaitu saturasi dan terputus. Pada keadaan saturasi beda tegangan antara kolektor dan emitor sama dengan nol dan arus yang mengalir mendekati nilai $\frac{V_{CC}}{R_C}$. Pada keadaan terputus tegangan antara kolektor dan emitor sama dengan $\mathbf{V_{CC}}$ dan arus kolektor sama dengan nol. Pada keadaan saturasi transistor dikatakan menghantar **(ON)** dan pada keadaan terputus transistor dikatakan padam **(OFF).** Untuk lebih lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



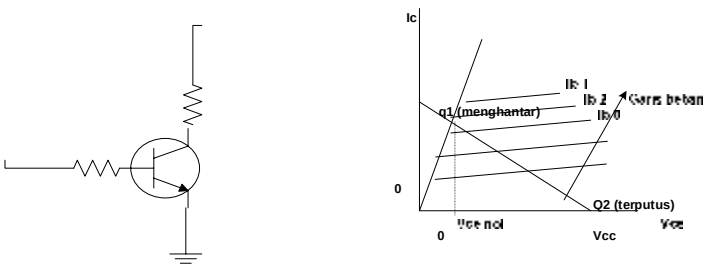
***Gambar 2**. Keadaan transistor pada dua keadaan: saturasi dan terputus.*

SAKLAR ELEKTRONIK

Saklar transistor hanyalah merupakan satu macam saklar elektronik. Disatu pihak saklar transistor digunakan dalam multivibrator, yang terdiri dari dua saklar transistor yang saling berinteraksi. Saklar transistor dalam bentuk yang lebih umum membentuk pintu-pintu logika *(logic gates)* yang bersama multivibrator merupakan komponen-komponen utama dari pada elektronika digital (Malvino, 2003). Pintu-pintu logika serta multivibrator yang digunakan dalam elektronika digital adalah berupa IC dengan berbagai skala integrasi.

SAKLAR TRANSISTOR

Rangkaian dasar dari pada suatu saklar transistor adalah sebagai berikut:



(a) (b)

***Gambar 3.** (a) Rangkaian saklar transistor; (b) Karakteristik keluaran transistor dan garis beban*

Gambar 3. (b) menunjukkan karakteristik keluaran beserta garis bebannya. Pada rangkaian akan tampak bahwa bila arus basis $I_B = I_{B0}$ maka transistor tepat akan saturasi. Pada keadaan ini beda potensial antara kolektor dan emitor adalah amat kecil, yaitu sama dengan V_{CE} , arus yang mengaliri hampir sama dengan $\frac{V_{CC}}{R_C}$, hambatan kolektor adalah kebalikan dari pada kemiringan kurva saturasi dari transistor. Bila arus basis diperbesar menjadi I_{B1} atau I_{B2} atau lebih besar lagi, tegangan kolektor (V_{CE}) dan arus kolektor I_C tak berubah nilainya, yaitu masing-masing tetap sama dengan V_{CE} dan $\frac{V_{CC}}{R_C}$. Inilah mengapa keadaan ini diberi nama keadaan saturasi atau keadaan jenuh, sebab nilainya tak berubah walaupun arus basis ditambah terus (Sutrisno, 1994).

Nilai arus basis bergantung kepada tegangan V_s yang digunakan untuk menghantarkan transistor (membuatnya ***ON***) dan juga kepada hambatan R_B yang dipasang seri dengan basis. Arus basis I dapat dihitung dari:

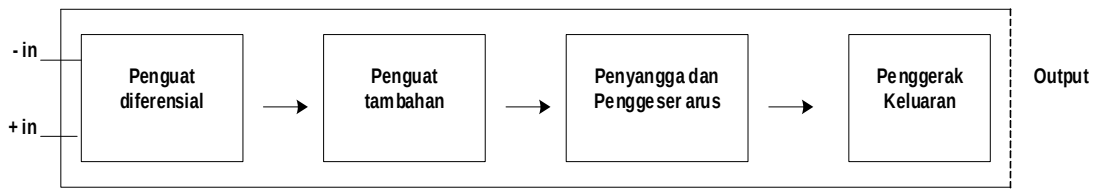
$$I_B = \frac{V_S - V_{BE}}{R_B} = \frac{V_S - 0{,}7V}{R_B} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Hubungan antara arus basis dan arus kolektor adalah linier, yang berarti arus kolektor berbanding lurus dengan arus basis kurang dari I_{BO}, yaitu arus basis yang tepat mengakibatkan keadaan saturasi. Bagian dari garis beban antara q_1 dan q_2 pada gambar 3 disebut daerah linier, sehingga:

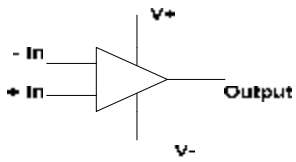
$$I_C = h_{fe} \,.\, I_B = \beta \,.\, I_B \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

PENGUAT OPERASIONAL *(Op-Amp)*

Penguat operasional *(Op-Amp)* adalah penguat gandeng langsung *(direct coupled/dc)* dengan perolehan tinggi yang mempunyai impedansi masukan tinggi dan impedansi keluaran rendah (Thomas, 2002). Diagram blok internal dan simbol suatu penguat operasional dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



(a)



(b)

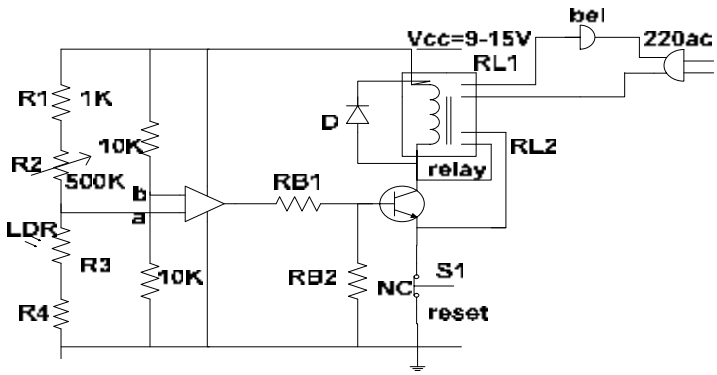
Gambar 4. *Diagram blok internal dan simbol dari penguat operasional*

Masukan *Op-Amp* yang berlabel inverting (-) dan non inverting (+) merupakan masukan bedaan (diference input). Umumnya sinyal masukan diberikan ke salah satu masukan. Adapun masukan yang lain digunakan untuk mengendalikan karakteristik komponen. Penguatan antara keluaran dan masukan inverting adalah negatif (membalik polaritas) sedangkan penguatan antara keluaran dan masukan non-inverting adalah positif (tak membalik polaritas).

Op-Amp mempunyai dua tegangan catu yang berlabel +V dan –V yang sama dan polaritasnya berlawanan. Namun *Op-Amp* dapat juga digunakan pada tegangan catu tunggal ke salah satu pin catu, sedangkan pin catu yang lain dilatarkan ***(grounded).*** Arus prasikap masukan pada *Op-Amp* adalah arus rerata dari arus yang masuk ke dua terminal masukan dari Op-Amp seimbang. Untuk *Op-Amp* μA *741* nilai tipikal 80 nA dan maksimum 500 nA. Dengan naiknya suhu arus prasikap turun atau resistansi masukan naik (Thomas, 2002).

RANCANGAN DARI RANGKAIAN SAKLAR PEKA CAHAYA

Berdasarkan sifat dan karakteristik dari transistor maupun *Op-Amp 741* tersebut di atas, dapat dirancang suatu rangkaian alarm peka cahaya sebagai berikut:



Gambar 5. *Rangkaian Alarm Peka Cahaya*

Adapun prinsip kerja dari rangkaian di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

Fungsi dari *Op-Amp 741* pada rangkaian di atas adalah sebagai komparator. Bila cahaya jatuh pada R_3 maka keluaran *Op-Amp 741* mempunyai tegangan nol, sehingga transistor padam dan relay RL_1 tak dialiri arus. Apabila cahaya terhalang maka hambatan R_3 naik, sehingga V_b naik. LDR atau R_3 hambatannya akan turun bila terkena cahaya. Bila $V_b > V_a$ maka keluaran komparator mempunyai tegangan positif sehingga transistor saturasi, dan arus mengalir dalam kumparan relay, menutup saklar relay RL_1 sehingga bel berbunyi.

Bel akan berbunyi selama cahaya terhalang menyinari R_3. Untuk membuat agar bel tetap berbunyi walaupun penghalang sudah berlalu, saklar relay RL_2 yang ditutup oleh relay yang sama, dihubungkan seperti pada gambar. Pada keadaan ini saklar sensor disebut bersifat *latching.* Sifat *latching* ini terjadi oleh karena dengan mengalirnya arus melalui kumparan, maka relay RL_2 tertutup, sehingga arus dari V_{CC} mengalir ke tanah. Walaupun transistor menjadi padam lagi bila penghalang sudah berlalu arus mengalir melalui RL_2. Saklar S_1 bersifat *NC (Normally Connected),* dan digunakan untuk mematikan bel bila relay ada dalam keadaan *latching* (mengunci). Diode D digunakan untuk mencegah terjadinya ggl induksi pada kumparan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis terhadap rangkaian yang telah dirancang dapat disimpulkan bahwa rancangan sistem rangkaian yang telah dibuat dapat digunakan sebagai alarm peka cahaya. Namun untuk kelancaran jalannya aliran arus ke tiap komponen perlu diperhatikan penyambungan antar komponen penyusun rangkaian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Malvino, 2003. *Prinsip-prinsip Elektronika*. Jakarta: Salemba Teknika

Sutrisno, 1994. *Diktat Elektronika Lanjutan*. Bandung: FMIPA-ITB

Thomas Sri Widodo, 2002. *Elektronika Dasar*. Jakarta: Salemba Teknika