

Elektronika Kontrol

Sensor dan Tranduser

Teknik Elektro

Universitas Brawijaya

Definisi Sensor dan transduser

sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya

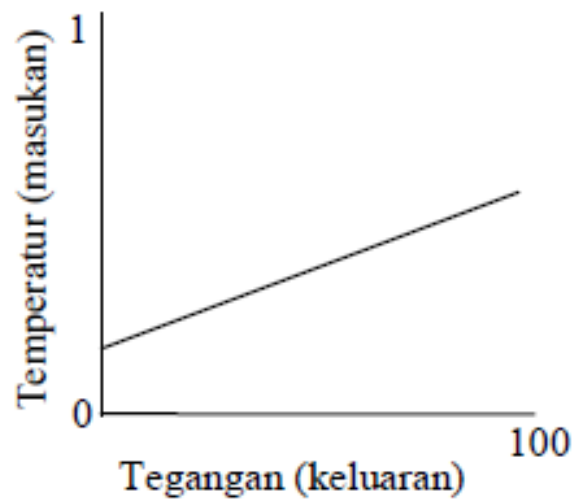
Contoh; Camera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (*light dependent resistance*) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya". Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optic (radiasi) atau thermal (panas).

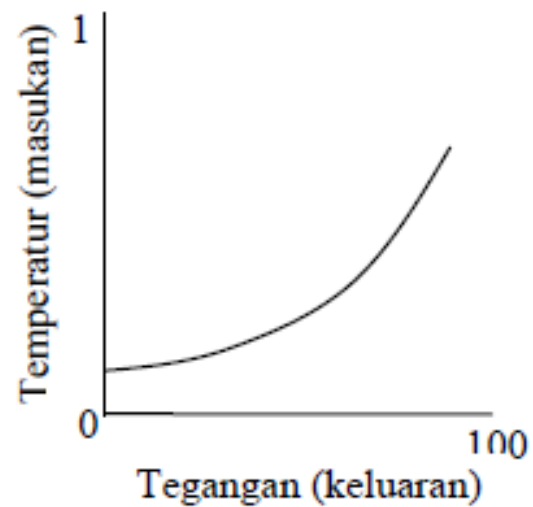
Peryaratan Umum Sensor dan Transduser

a. Linearitas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinu sebagai tanggapan terhadap masukan yang berubah secara kontinu. Sebagai contoh, sebuah sensor panas dapat menghasilkan tegangan sesuai dengan panas yang dirasakannya. Dalam kasus seperti ini, biasanya dapat diketahui secara tepat bagaimana perubahan keluaran dibandingkan dengan masukannya berupa sebuah grafik. Gambar 1.1 memperlihatkan hubungan dari dua buah sensor panas yang berbeda. Garis lurus pada gambar 1.1(a). memperlihatkan tanggapan linier, sedangkan pada gambar 1.1(b). adalah tanggapan non-linier.



(a) Tangapan linier



(b) Tangapan non linier

Gambar 1.1. Keluaran dari transduser panas (D Sharon dkk, 1982),

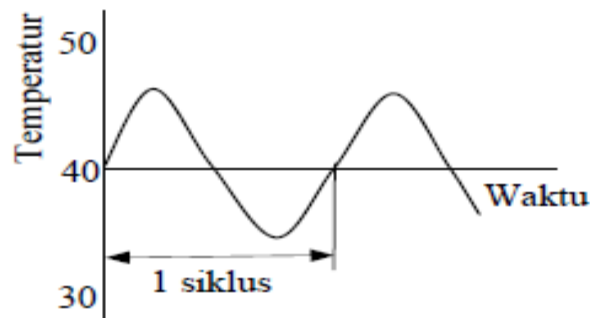
b. Sensitivitas

Sensitivitas akan menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas sering juga dinyatakan dengan bilangan yang menunjukkan “perubahan keluaran dibandingkan unit perubahan masukan”. Beberapa sensor panas dapat memiliki kepekaan yang dinyatakan dengan “satu volt per derajat”, yang berarti *perubahan* satu derajat pada masukan akan menghasilkan *perubahan* satu volt pada keluarannya. Sensor panas lainnya dapat saja memiliki kepekaan “dua volt per derajat”, yang berarti

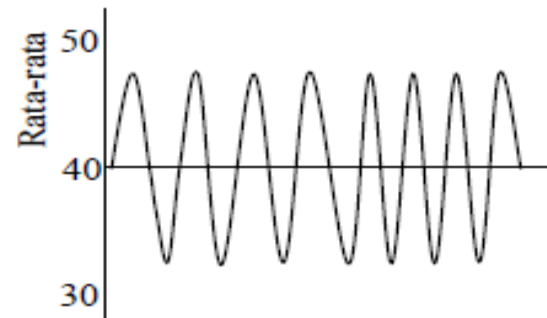
memiliki kepekaan dua kali dari sensor yang pertama. Linieritas sensor juga mempengaruhi sensitivitas dari sensor. Apabila tanggapannya linier, maka sensitivitasnya juga akan sama untuk jangkauan pengukuran keseluruhan. Sensor dengan tanggapan pada gambar 1.1(b) akan lebih peka pada temperatur yang tinggi dari pada temperatur yang rendah.

c. Tanggapan Waktu

Tanggapan waktu pada sensor menunjukkan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan. Sebagai contoh, instrumen dengan tanggapan frekuensi yang jelek adalah sebuah termometer merkuri. Masukannya adalah temperatur dan keluarannya adalah posisi merkuri. Misalkan perubahan temperatur terjadi sedikit demi sedikit dan kontinyu terhadap waktu, seperti tampak pada gambar 1.2(a).



(a) Perubahan lambat



(b) Perubahan cepat

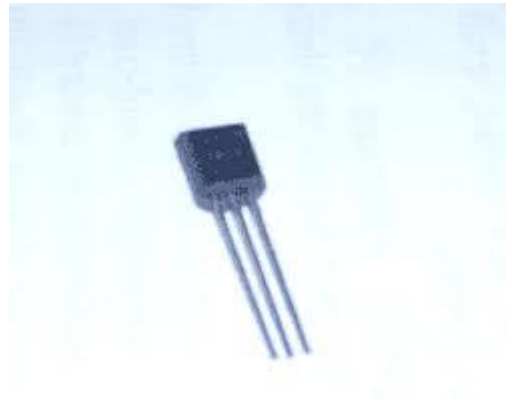
Gambar 1.2 Temperatur berubah secara kontinyu (D. Sharon, dkk, 1982)

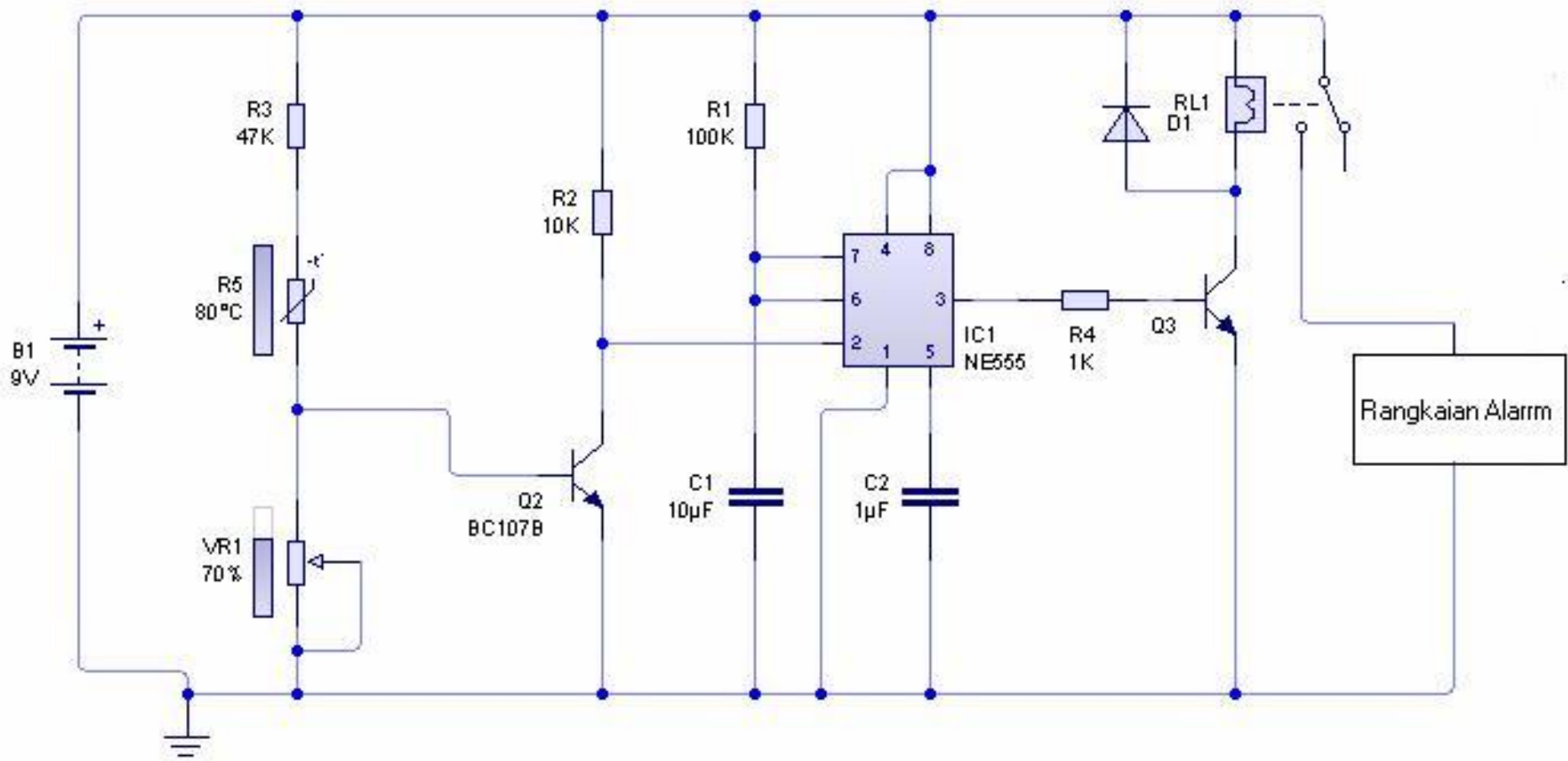
Klasifikasi Sensor

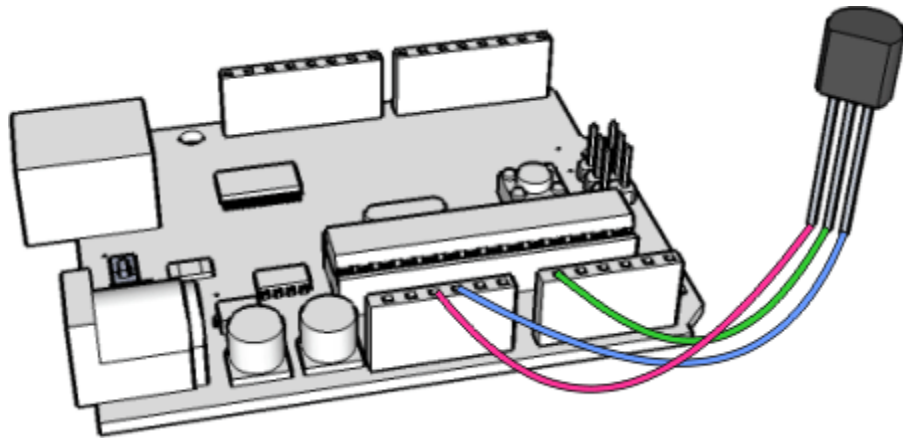
- a. sensor thermal (panas)
- b. sensor mekanis
- c. sensor optik (cahaya)

Sensor thermal adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas/temperature/suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu.

Contohnya; *bimetal, termistor, termokopel, RTD, photo transistor, photo dioda, photo multiplier, photovoltaik, I rared pyrometer, hygrometer, dsb.*



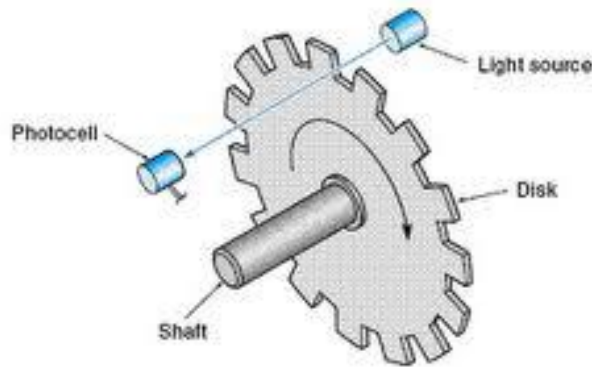




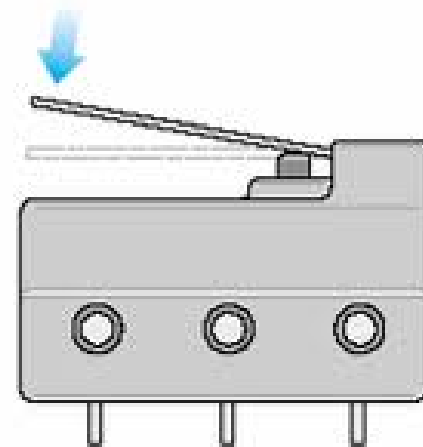


Sensor mekanis adalah sensor yang mendeteksi perubahan gerak mekanis, seperti perpindahan atau pergeseran atau posisi, gerak lurus dan melingkar, tekanan, aliran, level dsb.

Contoh; *strain gage, linear variable deferential transformer (LVDT), proximity, potensiometer, load cell, bourdon tube, dsb.*



SPEED SENSOR

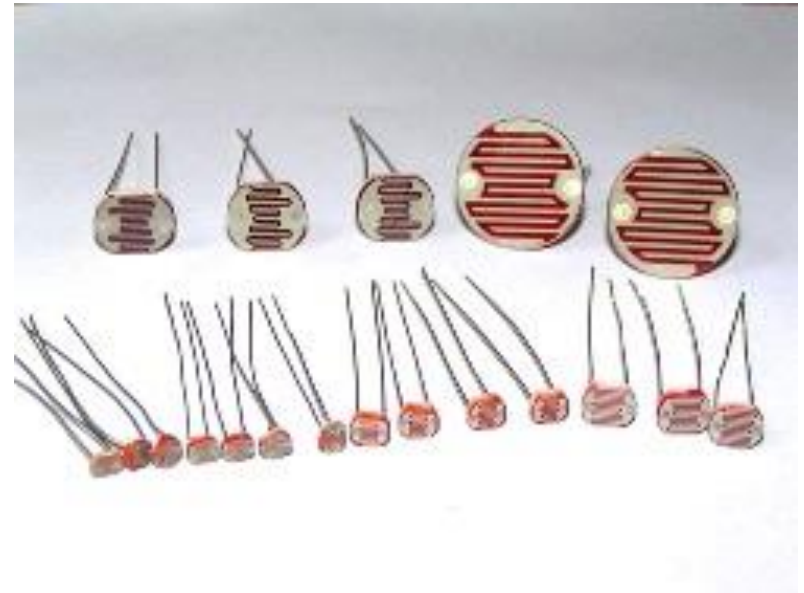
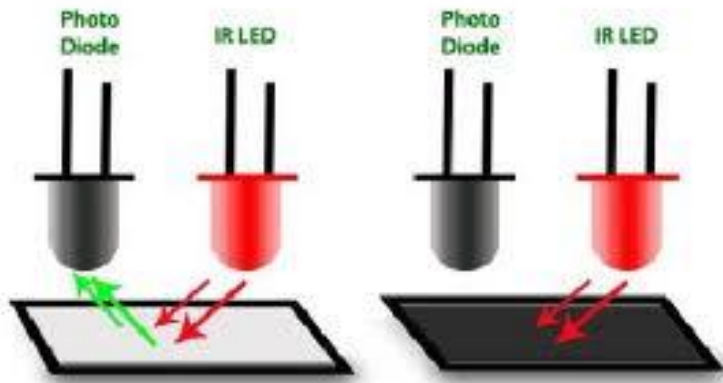




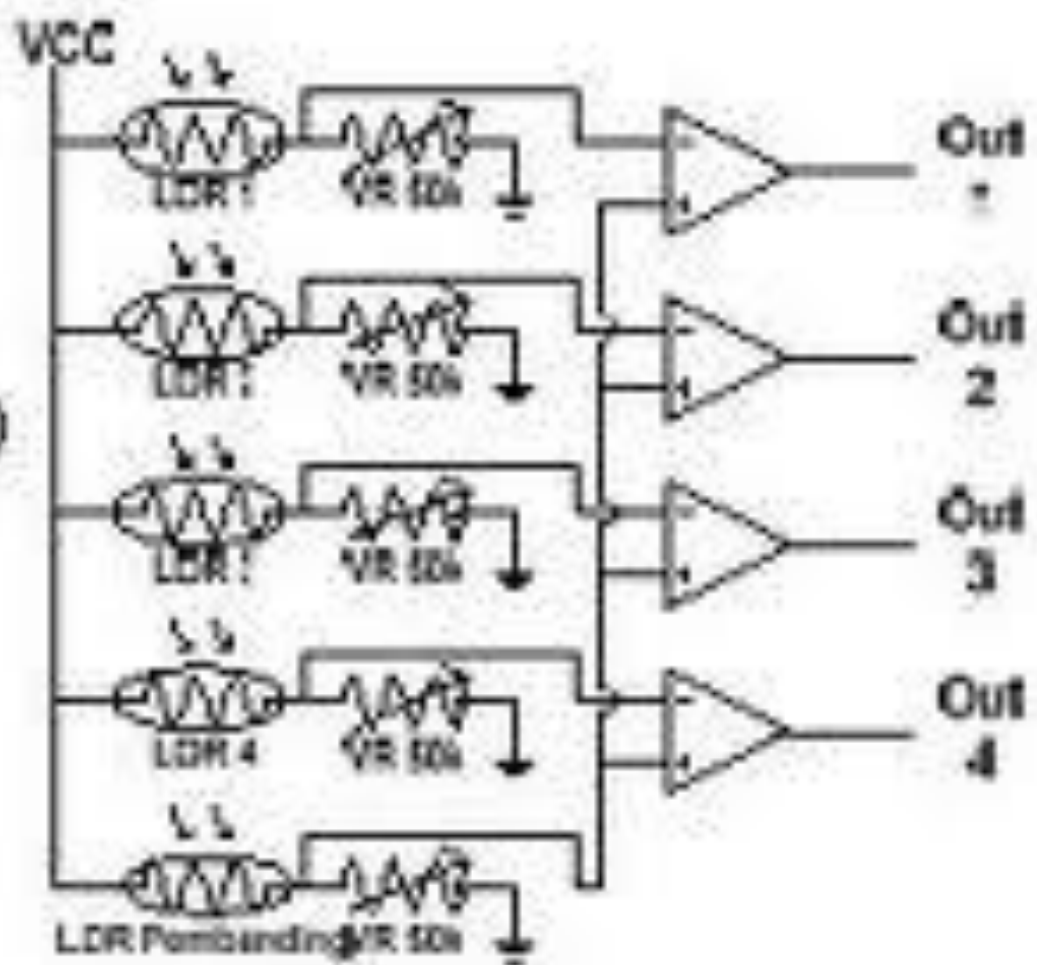
Lokasi Sensor

Sensor optic atau cahaya adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai benda atau ruangan.

Contoh; *photo cell, photo transistor, photo diode, photo voltaic, photo multiplier, pyrometer optic, dsb.*



- ①
 - ②
 - ③
- Pembanding
- Skematik posisi sensor



Definisi transduser

- Transduser adalah alat yang dapat diberi input dari suatu besaran fisika dirubah menjadi besaran fisika lainnya dan setelah perubahan besaran ini akan diteruskan ke intrumen lainnya dapat berupa pengukuran atau pun sistem kontrol.
- Dalam kajian instrumentasi ini lebih banyak dibahas perubahan besaran fisika menjadi besaran listrik.

Transduser listrik

Transduser listrik merubah besaran fisika, mekanik atau optik ditransformasikan langsung menjadi besaran listrik yang berupa tegangan atau arus sebanding dengan besaran yang diukur.

Keuntungan transduser listrik

- a. Output listrik dapat diperkuat menurut keperluan
- b. Output dapat dilihat dan direkam secara jarak jauh, kecuali dapat dibaca/dilihat juga beberapa transduser dapat diproses bersama-sama.
- c. Output dapat diubah tergantung keperluan pemeragaan atau mengontrol alat lain. Besarnya sinyal dapat dinyatakan dengan tegangan atau arus. Informasi sinyal analog dapat diubah menjadi informasi frekuensi atau pulsa. Output yang sama dapat diubah menjadi format digital pemeragaan, pencetakan (print-out) atau penghitungan dalam proses (on-line computation). Karena output dapat dimodifikasi, dimodifikasi atau diperkuat maka sinyal output tersebut dapat direkam pada osilograf perekam multi channel misalnya, yaitu yang berasal dari banyak transduser listrik secara bersamaan.

- d. Sinyal dapat dikondisikan atau dicampur untuk mendapatkan kombinasi output dan transduser sejenis, seperti contohnya pada komputer data udara, atau pada sistem kontrol adaptif. Contoh khusus seperti pada pengukuran angka Mach memakai dua besaran yang diukur.
- e. Ukuran dan bentuk transduser dapat disesuaikan dengan rancangan alat untuk mendapatkan berat serta volume optimum.

f. Dimensi dan bentuk desain dapat dipilih agar tidak mengganggu sifat yang diukur seperti misalnya pada pengukuran turbulensi arus, ukuran transduser dapat dibuat kecil sekali, ini akan menaikkan frekuensi natural dan menjadi lebih baik. Contohnya pada transduser piezoelektrik miniatur. Yang digunakan untuk mengukur getaran. Walaupun adanya keuntungan-keuntungan tersebut diatas, terdapat pula kerugian yang didapat pada sensor/peraba listrik, yaitu menimbulkan soal pada pengukuran presisi. Umumnya alat kurang andal dibanding dengan jenis mekanik karena umur dan drift komponen aktif yang digunakan dapat mempengaruhi besaran listrik. Elemen sensor dan pengkondisi sinyal relatif mahal, beberapa hal ketelitian dan resolusi tidak setinggi alat mekanik yang dapat mempunyai ketelitian hingga 0,01 %. Tetapi sekarang dengan peningkatan teknologi dan rangkaian maka ketelitian dan stabilitasnya naik pula.

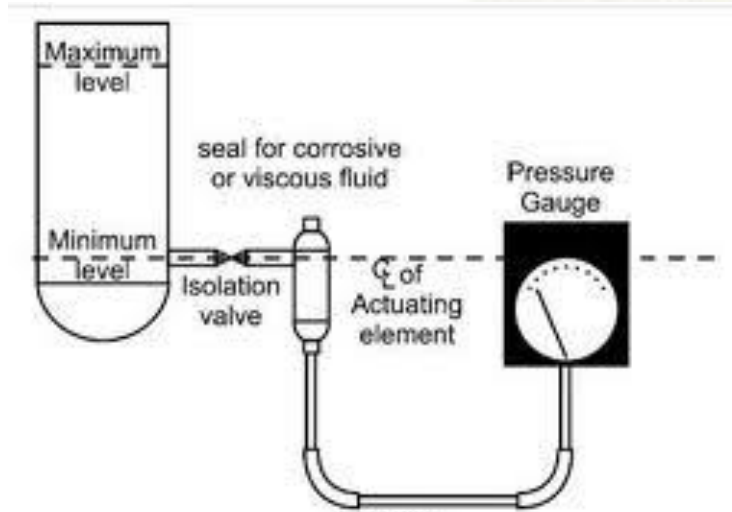
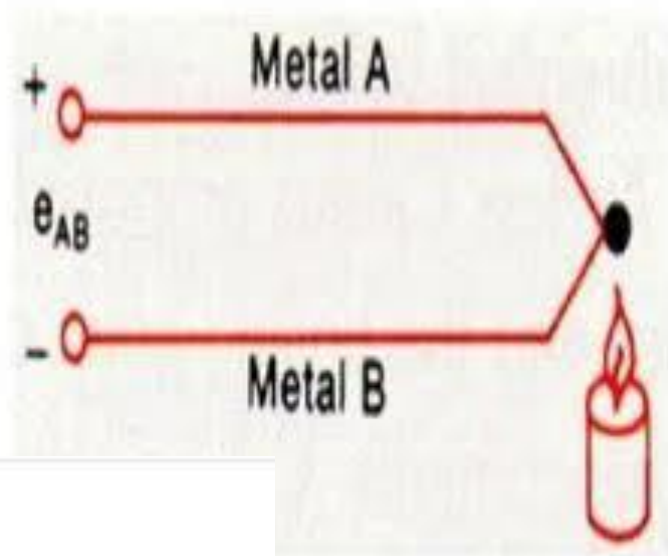


Figure 3.4
A pressure gauge used to measure the height of a liquid in an open tank

Klasifikasi Transduser

a. *Self generating transduser (transduser pembangkit sendiri)*

Self generating transduser adalah transduser yang hanya memerlukan satu sumber energi.

Contoh: piezo electric, termocouple, photovoltaic, termistor, dsb.

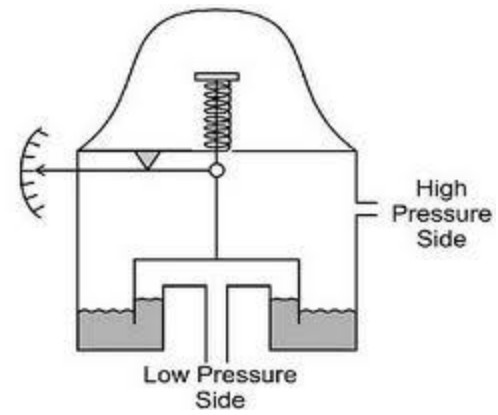
Ciri transduser ini adalah dihasilkannya suatu energi listrik dari transduser secara langsung. Dalam hal ini transduser berperan sebagai sumber tegangan.

b. *External power transduser (transduser daya dari luar)*

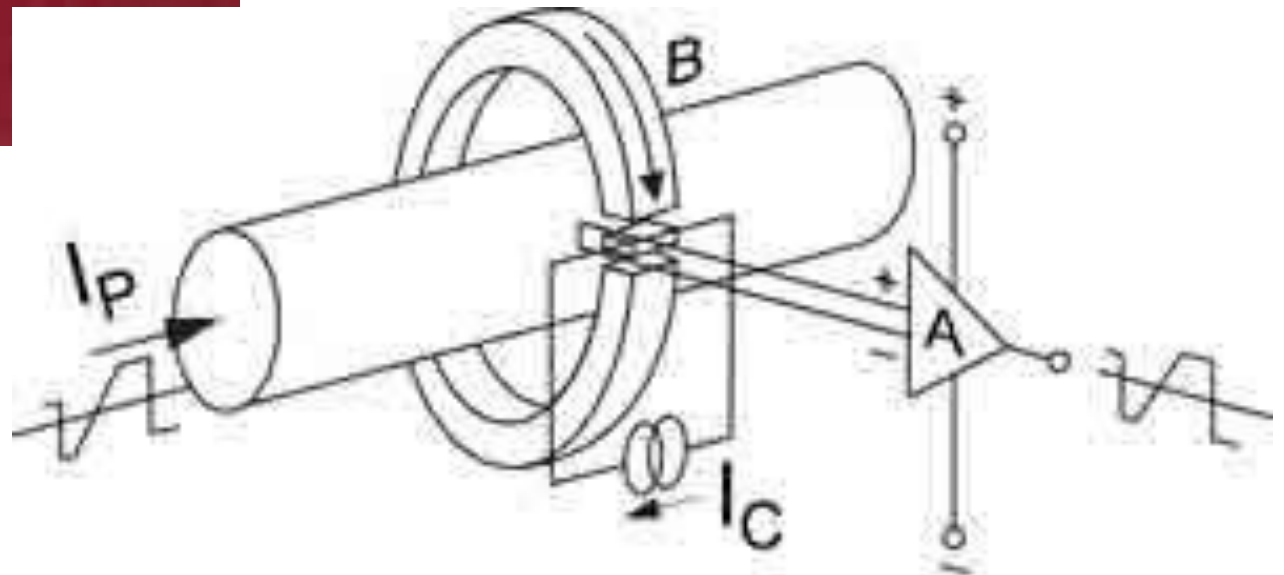
External power transduser adalah transduser yang memerlukan sejumlah energi dari luar untuk menghasilkan suatu keluaran.

Contoh: RTD (resistance thermal detector), Strain gauge, LVDT (linier variable differential transformer), Potensiometer, NTC, dsb.

Contoh transduser pembangkit sendiri



External power transducer



Tabel 1. Kelompok Transduser

Parameter listrik dan kelas transduser	Prinsip kerja dan sifat alat	Pemakaian alat
Transduser Pasif		
Potensiometer	Perubahan nilai tahanan karena posisi kontak bergeser	Tekanan, pergeseran/posisi
Strain gage	Perubahan nilai tahanan akibat perubahan panjang kawat oleh tekanan dari luar	Gaya, torsi, posisi
Transformator selisih (LVDT)	Tegangan selisih dua kumparan primer akibat pergeseran inti trafo	Tekanan, gaya, pergeseran
Gage arus pusar	Perubahan induktansi kumparan akibat perubahan jarak plat	Pergeseran, ketebalan

Transduser Aktif

Sel fotoemisif	Emisi elektron akibat radiasi yang masuk pada permukaan fotemisif	Cahaya dan radiasi
Photomultiplier	Emisi elektron sekunder akibat radiasi yang masuk ke katoda sensitif cahaya	Cahaya, radiasi dan relay sensitif cahaya
Termokopel	Pembangkitan ggl pada titik sambung dua logam yang berbeda akibat dipanasi	Temperatur, aliran panas, radiasi
Generator kumparan putar (tachogenerator)	Perputaran sebuah kumparan di dalam medan magnet yang membangkitkan tegangan	Kecepatan, getaran
Piezoelektrik	Pembangkitan ggl bahan kristal piezo akibat gaya dari luar	Suara, getaran, percepatan, tekanan
Sel foto tegangan	Terbangkitnya tegangan pada sel foto akibat rangsangan energi dari luar	Cahaya matahari
Termometer tahanan (RTD)	Perubahan nilai tahanan kawat akibat perubahan temperatur	Temperatur, panas

Hygrometer tahanan	Tahanan sebuah strip konduktif berubah terhadap kandungan uap air	Kelembaban relatif
Termistor (NTC)	Penurunan nilai tahanan logam akibat kenaikan temperatur	Temperatur
Mikropon kapasitor	Tekanan suara mengubah nilai kapasitansi dua buah plat	Suara, musik, derau
Pengukuran reluktansi	Reluktansi rangkaian magnetik diubah dengan mengubah posisi inti besi sebuah kumparan	Tekanan, pergeseran, getaran, posisi

Sumber: William D.C, (1993)