

RANGKUMAN SENSOR DAN AKTUATOR

A. Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suatu fenomena fisik dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diproses oleh sistem elektronik. Sensor memiliki berbagai macam jenis dan aplikasi yang luas di berbagai bidang seperti industri, transportasi, kesehatan, dan teknologi informasi

Sensor bisa juga disebut perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembapan, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunaanya. Sensor pada dasarnya dapat digolongkan sebagai transduser input karena mereka dapat mengubah energi listrik seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu atau energi fisik yang lainnya menjadi sinyal listrik ataupun resistensi yang kemudian akan dikonversikan lagi ke tegangan ataupun sinyal listrik.

B. Tranduser

Transduser mengubah besaran fisik atau besaran nonlistrik menjadi sinyal lain atau sinyal listrik. Transduser terdiri dari tiga komponen utama, yaitu perangkat input, pengkondisi sinyal atau perangkat pemrosesan, dan perangkat output. Sensor, sirkuit pengkondisian sinyal, hadir dalam transduser menemukan aplikasi dalam sistem komunikasi untuk mengubah listrik menjadi gelombang elektromagnetik.

Proses konversi energi dalam transduser disebut sebagai transduksi. Transduksi selesai menjadi dua langkah. Langkah pertama adalah dengan merasakan sinyal dan memperkuatnya untuk diproses lebih lanjut. Perangkat input yang ada di dalamnya menerima kuantitas yang diukur dan mentransfer sinyal analog proporsional ke perangkat pengkondisian. Setelah itu,

perangkat pengkondisi memodifikasi, memfilter, atau melemahkan sinyal yang mudah diterima oleh perangkat keluaran.

Ada dua jenis transduser Mekanik dan transduser listrik. Transduser yang mengubah besaran fisik menjadi besaran mekanis disebut sebagai transduser mekanis; transduser yang mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik disebut sebagai transduser listrik.

C. Perbedaan Sensor Dan Transduser

Parameter	Sensor	Transduser
Definisi	Ini dirancang untuk merasakan setiap perubahan fisik yang terjadi di sekitarnya. Sensor bertanggung jawab untuk mengubah transisi menjadi kuantitas yang tepat.	Transduser bertindak untuk mengubah energi dari bentuk tertentu ke bentuk lainnya.
Komponen	Sensor tidak memiliki komponen lain kecuali dirinya sendiri.	Transduser memiliki 2 bagian pengkondisi sinyal dan sensor
Fungsi	Sensor mendeteksi perubahan dan menghasilkan sinyal listrik yang sesuai.	Mereka bertanggung jawab untuk mengubah energi menjadi bentuk yang berbeda.
Aplikasi	Sensor magnetik, sensor Akselerometer, Sensor jarak, Sensor cahaya, dll. Adalah beberapa aplikasi	Termistor, Termokopel, Potensiometer, dll. Adalah beberapa aplikasi
Keterkaitan	Sensor mungkin bukan transduser.	Transduser akan selalu berisi sensor.

Kompleksitas Kinerja	Kinerja sensor tidak terlalu rumit	Kinerja transduser lebih rumit karena dirancang untuk mengubah besaran fisik
Feedback	Itu hanya mengukur kuantitas fisik dan tidak dapat memberikan masukan ke sistem yang diinginkan sendiri.	Transduser dapat mengkonversi antara segala bentuk energi, mereka dapat digunakan untuk memberikan umpan balik ke sistem

D. Menurut Sumber Daya

Sensor Pasif

Sensor pasif adalah jenis sensor yang dapat menghasilkan sinyal output tanpa memerlukan pasokan listrik dari eksternal. Contohnya Termokopel (Thermocouple) yang menghasilkan nilai tegangan sesuai dengan panas atau suhu yang diterimanya.

Sensor Aktif

Sensor aktif adalah jenis sensor yang membutuhkan sumber daya eksternal untuk dapat beroperasi. Sifat fisik Sensor Aktif bervariasi sehubungan dengan efek eksternal yang diberikannya. Sensor Aktif ini disebut juga dengan Sensor Pembangkit Otomatis (Self Generating Sensors).

E. Menurut Cara Kerjanya

Sensor Analog

Sensor Analog diukur. Ini berarti bahwa sensor analog memberikan informasi dalam bentuk yang tidak terpisahkan dan memungkinkan pengukuran dengan tingkat presisi yang tinggi. Output sensor analog biasanya berupa tegangan (misalnya, 0-5V) atau arus (misalnya, 4-20mA). Berbagai parameter Analog ini diantaranya adalah suhu, tegangan, tekanan, pergerakan dan lain-lainnya. Contoh Sensor sensor yang dapat menghasilkan sinyal output yang kontinu atau

merupakan berkelanjutan. Sinyal keluaran kontinu yang dihasilkan oleh sensor analog ini sebanding dengan pengukuran. Output sensor analog dapat berubah secara proporsional terhadap perubahan input yang Analog ini diantaranya adalah akselerometer (accelerometer), sensor kecepatan, sensor tekanan, sensor cahaya dan sensor suhu.

Sensor Digital

Sensor Digital adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran diskrit. Sinyal diskrit akan non-kontinu dengan waktu dan dapat direpresentasikan dalam “bit”. Sebuah sensor digital biasanya terdiri dari sensor, kabel dan pemancar. Sensor digital bekerja dengan prinsip pemutusan atau pemantulan input menjadi dua kondisi diskret, yaitu "on" dan "off" atau "1" dan "0". Output sensor digital mudah diproses oleh sistem elektronik dan dapat diinterpretasikan dengan mudah. Sensor digital sering digunakan dalam sistem yang memerlukan pengolahan data digital, seperti mikrokontroler atau komputer.

F. Macam Jenis Sensor

1. Sensor Cahaya

Sensor cahaya atau sensor foto berguna untuk mendeteksi jumlah cahaya yang mengenai sensor tersebut. Dalam proses operasinya, sensor ini menggunakan resistensi dengan kadar yang berbanding terbalik dengan intensitas cahaya yang masuk. Sederhananya, resistansi pada sensor cahaya menurun apabila intensitas cahaya yang mengenai sensor meningkat, begitu pula sebaliknya.

Contoh :

- Sensor Fotodioda: Mengukur intensitas cahaya. Contohnya adalah fotodioda silikon.
- Sensor Fototransistor: Mirip dengan fotodioda, tetapi memiliki gain penguatan yang lebih tinggi. Contohnya adalah fototransistor Darlington.
- Sensor LDR (Light Dependent Resistor): Resistor yang resistansinya berubah dengan intensitas cahaya. Contohnya adalah LDR cadmium sulfide.

LDR (Photo Resistor)



- Detektor kimiawi, seperti pelat fotografis, dimana molekul *silver halida* dibagi menjadi sebuah atom perak metalik dan atom halogen. Pengembangan fotografis menyebabkan terbaginya molekul yang berdekatan secara sama.
- Sel fotovoltaiik atau sel matahari yang menghasilkan tegangan dan memberikan arus listrik ketika dikenai cahaya
- Tabung fotomultiplier yang mengandung fotokatoda yang memancarkan elektron ketika dikenai cahaya, kemudian elektron-elektron tersebut akan dikuatkan dengan rantai *dynode*.
- Tabung cahaya yang mengandung fotokatoda yang memancarkan elektron ketika dikenai cahaya, dan umumnya bersifat sebagai fotoresistor.
- Detektor optis yang berlaku seperti termometer, secara murni tanggap terhadap pengaruh panas dari radiasi yang masuk, seperti detektor piroelektrik, sel Golay, termokopel dan termistor, tetapi kedua yang terakhir kurang sensitif.
- *Detektor cryogenic* cukup tanggap untuk mengukur energi dari sinar-x tunggal, serta foton cahaya terlihat dan dekat dengan inframerah (Enss 2005).

2. Sensor Suhu:

- Sensor Termokope
Mengukur suhu berdasarkan perbedaan potensial antara dua jenis logam. Contohnya adalah termokopel tipe K.
- Sensor Termistor

Resistor yang resistansinya berubah dengan suhu. Contohnya adalah termistor NTC (Negative Temperature Coefficient).

- Sensor IC Suhu

Menggunakan sirkuit terintegrasi untuk mengukur suhu. Contohnya adalah sensor suhu digital DS18B20.

- Sensor suhu LM35

Sensor LM35 adalah contoh sensor suhu yang menggunakan prinsip kerja karakteristik sambungan p-n bahan semikonduktor. Prinsip kerja sensor ini yaitu dengan mendeteksi suhu di bagian IC LM35. Suhu yang dideteksi akan diubah menjadi tegangan listrik oleh rangkaian di dalam IC LM35 tersebut. Perubahan suhu yang diterima sensor berbanding lurus dengan perubahan tegangan keluarannya yaitu setiap perubahan setiap derajat akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 10 mv

- Sensor suhu termistor

Termistor adalah sensor suhu yang bekerja dari perubahan temperatur terhadap nilai resistansi bahan sensor tersebut. Termistor dikategorikan menjadi dua jenis yaitu NTC (Negative Temperature Coefficient) dan PTC (Positive Temperature Coefficient). Termistor NTC memiliki karakteristik nilai resistansi yang menurun ketika temperatur yang diinderanya naik. Sedangkan PTC memiliki karakteristik nilai resistansi yang meningkat ketika temperatur naik.

- Sensor Suhu Resistance Thermal Detector (RTD)

RTD adalah salah satu jenis sensor suhu yang mengubah nilai temperatur menjadi hambatan listrik. Sensor ini biasanya terbuat dari bahan kawat anti korosi seperti platina, emas, perak, nikel atau tembaga. RTD memiliki karakteristik yaitu semakin tinggi temperatur yang diinderanya maka semakin besar pula nilai resistansinya. Sebaliknya, semakin rendah temperatur yang diinderanya maka nilai resistansinya akan semakin kecil.

- Sensor Suhu dan Kelembapan SHT11

Sensor suhu dan kelembapan SHT11 adalah modul sensor berbentuk single chip yang dapat mendeteksi suhu dan kelembapan relatif lingkungan. Keluaran modul SHT11 adalah

digital, sehingga dapat diakses menggunakan teknik protokol pemrograman standart sensor tersebut dan tidak memerlukan ADC atau pengkondisian sinyal.



3. Sensor Tekanan

- Tekanan Gauge (Pressure Gauge)

Sensor tekanan gauge merupakan selisih antara tekanan absolut dengan tekanan atmosfer. Selain itu, sensor ini dikenal juga dengan tekanan relatif, yaitu jenis tekanan yang diukur relatif terhadap tekanan atmosfer.

- Tekanan Diferensial (Differensial Pressure)

Sensor tekanan diferensial yaitu jenis perangkat yang diukur pada tekanan lain.

- Vacuum

Sensor tekanan vacuum dikenal dengan istilah tekanan hampa, dimana tekanan ini lebih rendah jika dibandingkan dengan tekanan atmosfer.

4. Tekanan Absolute (Absolute Pressure)

Sensor tekanan absolut merupakan harga tekanan yang dihitung relatif terhadap tekanan nol mutlak.

Jenis – jenis Sensor Tekanan



- Linear Variable Differensial Transformer (LVDT)

LVDT merupakan sensor tekanan yang berfungsi berdasarkan ada atau tidaknya medan magnet yang terjadi. *LVDT* pertama kali dikemukakan oleh seseorang yang bernama G.B Hoadley dan digunakan pertama kali untuk kepentingan militer. Sensor ini dikembangkan pertama kali pada tahun 1950-an dan masih populer hingga saat ini serta sudah digunakan untuk berbagai kepentingan industri. Sensor *LVDT* memiliki keunggulan dari segi kepadatan, sensitivitas yang baik, kekuatan, bisa menangani input berlebih dan lain sebagainya.

- Sensor Tekanan Semikonduktor

Sensor jenis ini dikenal dengan MPX4100. Perangkat ini merupakan seri Manifold Absolute Pressure. Sensor ini berfungsi untuk membaca tekanan udara dalam satu manifold. MPX4100 salah satu jenis sensor tekanan yang sudah dibekali dengan rangkaian pengkondisian sinyal dan sudah disematkan temperature kalibrator yang bisa membuat sensor menjadi stabil pada perubahan suhu yang terjadi. Prinsip kerjanya yaitu mengubah tegangan mekanik menjadi listrik. Daya yang diberikan pada kawat di dalam perangkat bisa menyebabkan kawat tersebut bengkok dan ukuran kawat tersebut berubah serta mengubah ketahanannya.

- Bourdon Tubes

Sensor tekanan dengan jenis ini berbentuk pipa pendek lengkung. Biasanya salah satu ujung perangkat ini tertutup. Sensor ini bekerja dengan cara memberikan tekanan untuk menegang. Perubahan yang dihasilkan sebanding dengan besarnya tekanan yang diberikan.

4. Sensor Gerakan

- Sensor PIR (Passive Infrared): Mendeteksi perubahan suhu dalam jangkauan inframerah. Contohnya adalah sensor gerak PIR untuk deteksi manusia.



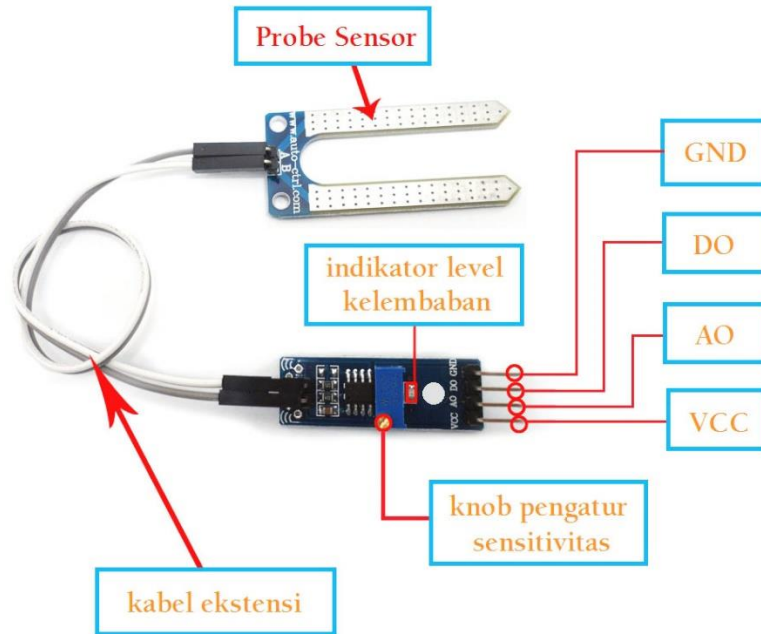
- Sensor Ultrasonik: Menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi jarak dan gerakan. Contohnya adalah sensor ultrasonik HC-SR04.

- Sensor Gerakan Mikrofon: Menggunakan perubahan frekuensi suara untuk mendeteksi gerakan. Contohnya adalah sensor gerak mikrofon Doppler.

5. Sensor Kelembaban dan Kelembaban Tanah

- Sensor Kelembaban Udara: Mengukur jumlah uap air dalam udara. Contohnya adalah sensor kelembaban relatif.

- Sensor Kelembaban Tanah: Mengukur kelembaban tanah untuk keperluan pertanian dan kebun. Contohnya adalah sensor kelembaban tanah Tensiometer.



6. Sensor Gas

- Sensor Gas MQ: Mengukur konsentrasi gas dengan menggunakan bahan sensitif terhadap jenis gas tertentu. Contohnya adalah sensor gas MQ-2 untuk deteksi gas LPG.



- Sensor Gas Elektrokimia: Menggunakan reaksi elektrokimia untuk mendeteksi konsentrasi gas. Contohnya adalah sensor karbon monoksida elektrokimia.

7. Sensor Kecepatan dan Percepatan

- Sensor Kecepatan Putaran: Mengukur kecepatan putaran suatu objek. Contohnya adalah sensor tachometer optik.

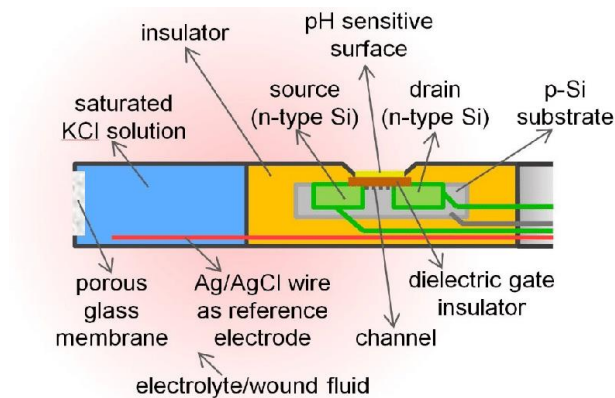


- Sensor Percepatan: Mengukur percepatan linier atau gaya gravitasi. Contohnya adalah akselerometer MEMS.

8. Sensor pH

- Sensor pH Kombinasi: Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Contohnya adalah sensor pH kombinasi elektroda kaca.

- Sensor pH ISFET: Menggunakan transistor efek medan ion-selektif untuk mengukur pH. Contohnya adalah sensor pH ISFET.



G. Aktuator

Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Aktuator diaktifkan dengan menggunakan lengan mekanis yang biasanya digerakkan oleh motor listrik, yang dikendalikan oleh media pengontrol otomatis yang terprogram di antaranya mikrokontroler. Aktuator adalah elemen yang mengkonversikan besaran listrik analog menjadi besaran lainnya misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromagnetik yang menghasilkan daya gerakan sehingga dapat menghasilkan gerakan pada robot. Untuk meningkatkan tenaga mekanik aktuator ini dapat dipasang sistem gearbox. Aktuator dapat melakukan hal tertentu setelah mendapat perintah dari controller. Misalnya pada suatu robot pencari cahaya, jika terdapat cahaya, maka sensor akan memberikan informasi pada controller yang kemudian akan memerintah pada aktuator untuk bergerak mendekati arah sumber cahaya.

Ada dua jenis aktuator yang ditemukan dalam sistem perpipaan; baik mekanik atau hidrolik. Tergantung pada gerakan yang diberikan aktuator ke katup bola, dua jenis aktuator lain tersedia; yaitu, Aktuator Hidrolik dan Aktuator Forklift Tingkat Horizontal. Aktuator hidrolik memberikan gerakan aliran kontinu yang mulus ke katup bola seperti katup bola, kupu-kupu, steker, dan strip. Di sisi lain, aktuasi hidrolik digunakan untuk memberikan tekanan balik ke sistem, misalnya ketika ada peningkatan tekanan air secara tiba-tiba, katup sensitif tekanan menutup memaksa air mengalir ke dalam pipa.

Aktuator forklift tingkat horizontal juga disebut leveler, dan mereka digunakan untuk beroperasi pada ketinggian air yang tinggi. Aktuator linier hidrolik dan elektrik menggunakan motor listrik untuk menghasilkan gaya hidrolik yang diperlukan untuk melakukan gerakan yang diinginkan. Perbedaan utama antara kedua bentuk aktuator ini terletak pada kenyataan bahwa aktuator linier listrik menggunakan satu motor untuk menyediakan satu fungsi sedangkan yang hidrolik menggunakan dua motor untuk menyediakan dua fungsi yang berbeda. Salah satu contoh katup hidrolik adalah pipa, yang lain pipa listrik. Katup hidrolik juga dapat ditemukan di jalur hisap. Aktuator udara menggunakan udara terkompresi untuk mendorong aktuator dan memberikan tekanan yang terkontrol. Jenis sistem otomasi ini dapat mengontrol ukuran dan bentuk aktuator apa pun. Udara terkompresi dipasok oleh gas, cairan atau bahkan pasokan listrik.

Tidak ada batasan dimensi udara terkompresi dan ukuran aktuator ditentukan oleh kebutuhan aplikasi tertentu. Aktuator linier hidrolik dan elektrik berbeda dalam hal

pengoperasiannya. Aktuator hidraulik memiliki roda gigi atau rol yang dipasang pada poros aktuator untuk memberikan tenaga untuk bergerak. Dalam sistem bertenaga listrik, ada transmisi daya terus menerus dari satu poros ke poros lainnya dan oleh karena itu jumlah daya yang sama disediakan.

Aktuator putar bekerja di bawah prinsip yang sama dengan aktuator hidrolik, kecuali bahwa mereka dijalankan oleh poros yang berputar. Mereka biasanya digunakan dalam aplikasi di mana perlu untuk memindahkan sesuatu dengan cara rotasi daripada dengan tenaga manual. Aktuator putar yang paling umum adalah yang digunakan untuk mengangkat dan menempatkan benda berat. Ini umumnya digunakan dalam aplikasi di mana ada kebutuhan untuk memindahkan sesuatu yang lebih berat daripada komponen yang bergerak. Namun, ada banyak jenis aktuator putar yang tersedia yang melakukan fungsi yang sangat berbeda.

Ada tiga jenis gerak yang biasa ditemukan pada aktuator. Ini termasuk gerak lintasan lurus dan lengkung, gerak gaya-perpindahan dan gerak pecahan. Ketiga gerakan itu penting dalam sistem otomatis dan oleh karena itu masing-masing memiliki kegunaannya sendiri. Gerakan perpindahan gaya umumnya digunakan dalam sistem robot karena memungkinkan aktuator untuk melakukan beberapa tugas kompleks seperti mengambil objek dan menempatkannya di lokasi yang diinginkan. Kehadiran sumber daya juga meningkatkan fungsionalitas aktuator. Kehadiran sumber daya diperlukan agar motor dapat diaktifkan, sehingga membuat sistem ini berguna dalam semua jenis aplikasi.



Aktuator jenis klep



Aileron actuator.

Aktuator dalam perspektif kontrol dapat dikatakan sebagai:

- Aktuator: Pintu kendali ke sistem
- Aktuator: Pengubah sinyal listrik menjadi besaran mekanik
- Batasan aktuator riil: Sinyal kemudi terkesil, saturasi.

Fungsi aktuator adalah sebagai berikut :

- Penghasil gerakan
- Gerakan rotasi dan translasi
- Mayoritas aktuator > motor based
- Aktuator dalam simulasi cenderung dibuat linier
- Aktuator riil cenderung non-linier

Jenis tenaga penggerak pada aktuator :

- Aktuator tenaga listrik, biasanya digunakan solenoid, motor arus searah (Mesin DC).
Sifat mudah diatur dengan torsi kecil sampai sedang
- Aktuator tenaga hidrolik, torsi yang besar konstruksinya sukar.
- Aktuator tenaga pneumatik, sukar dikendalikan.
- Aktuator lainnya: piezoelectric, magnetic, ultra sound.

Tipe aktuator elektrik adalah sebagai berikut :

1. Solenoid.
2. Motor stepper.
3. Motor DC.
4. Brushless DC-motors.
5. Motor Induksi.
6. Motor Sinkron.

Keunggulan aktuator elektrik adalah sebagai berikut :

1. Mudah dalam pengontrolan
2. Mulai dari mW sampai MW.

3. Berkecepatan tinggi, 1000 – 10.000 rpm.
4. Banyak macamnya.
5. Akurasi tinggi
6. Torsi ideal untuk pergerakan.
7. Efisiensi tinggi



Macam – Macam Aktuator



Relay



Motor DC listrik



piston



solenoid



Silinder pneumatik



motor stepper