

SERI BUKU AJAR

Buku ini diperuntukkan bagi mahasiswa yang tertarik tentang ilmu Sensor, digunakan dalam lingkup terbatas namun diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam memperkaya khasanah Ilmu Teknik Sensor

Dasar Dasar Teknik Sensor

Untuk beberapa kasus sederhana

Rafiuddin Syam, PhD

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Buku Ajar : Dasar Dasar Teknik Sensor
Mata Kuliah : Teknik Sensor
Kode MK : 476D2102
Nama Penulis : Rafiuddin Syam, ST, M.Eng, PhD
NIDN : 0030037203
Prodi/ Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin

Makassar, 10 Desember 2013

Hormat kami,

Ketua Jurusan Mesin
Universitas Hasanuddin

Penulis

Ir. H. Baharuddin Mire, MT
NIP 195509141987021001

Rafiuddin Syam, ST,M.ENg,PhD
NIP 197203301995121001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Unhas

Dr.-Ing Ir. Wahyu H. Piarah, MSME
NIP: 196003021986091001.

Seri Buku Ajar: Dasar Dasar Teknik Sensor

Oleh
Rafiuddin Syam, PhD

Diterbitkan oleh:
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Judul: Seri Buku Ajar Dasar Dasar Teknik Sensor

Rafiuddin Syam

©2013, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar

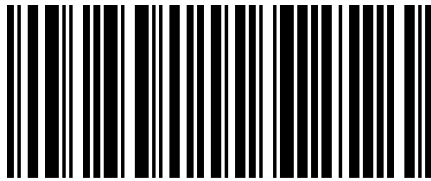
Hak Cipta dilindungi oleh undang undang

Diterbitkan pertama kali oleh Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin, Makassar Desember 2013

ISBN 978-979-17225-7-5

978-979-17225-7-5



9789791722575

Kata Pengantar

Puji Syukur kepada Allah SWT atas Rahmat dan Hidayah-Nya, Shalawat kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah buku ajar Dasar Dasar Mekatronika ini telah selesai disusun untuk keperluan pengajaran pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Unhas.

Buku ini menjelaskan tentang Dasar Dasar Teknik Sensor, cara menggunakan sensor dengan perangkat microcontroller. Pada dasarnya Ilmu Teknik Sensor terdapat 2 bagian yaitu Sensor dan display hasil pengukuran. Dalam hal display hasil pengukuran digunakan Microcontroller. Perangkat ini terbukti banyak digunakan dikalangan peneliti.

Selanjutnya kami penulis merangkum dengan dalam aplikasi sederhana microcontroller Arduino Uno untuk beberapa contoh kasus dan contoh susatu sistem. Cara ini dapat merangkum seluruh teori yang diperoleh.

Banyak kekurangan dalam buku ini, namun penulis tetap berharap ada manfaat yang bisa diperoleh pembaca. Waalaikum Salam Warahmatullahi Wabaraktuh

Rafiuddin Syam, PhD

Makassar, 10 Desember 2013

Daftar Isi

Seri Buku Ajar:.....	ii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	v
BAB I.....	8
Pendahuluan.....	8
A. Latar belakang.....	8
B. Sejarah sensor.....	11
C. Elemen elemen penting dalam sensor.....	12
Sensor.....	13
Prosesor sinyal.....	13
Panampil data.....	14
BAB II.....	15
Jenis dan Fungsi Sensor.....	15
A. Sensor Temperatur.....	15
1) Termokopel (<i>Thermocouple</i>).....	15
2) Sensor RTDs.....	16
3) Termistor (<i>Thermistors</i>).....	16
4) Fiber Optics.....	16
B. Sensor Strain.....	17
C. Sensor Suara.....	19
1) Kondensator Mikrofon.....	19
2) Piezoelectric Microphones.....	20
3) Dinamis / Magnetic Mikrofon / Dynamic/Magnetic Microphones.....	20
4) Electret Mikrofon Mikrofon / Electret Microphones.....	22
D. Sensor Getaran.....	22
1) Ceramic Piezoelectric Sensor or Accelerometer.....	23

2) Proximity Probes and Linear Variable Differential Transformers (LVDTs)	24
3) Sensor Getaran Variable Reluctance	24
E. Sensor Posisi dan Displacement (perubahan jarak)	25
1) Hall Effect Sensors.....	26
2) Potentiometers.....	27
3) Optical Encoders	27
4) Linear Variable Differential Transformers (LVDTs)	28
5) Eddy-Current Sensors	30
6) Reflective Light Proximity Sensors.....	31
F. Sensor Pressure	31
G. Sensor Gaya	33
BAB III.....	35
SENSOR DAN APLIKASINYA DI BIDANG ROBOTIKA	35
A. Pendahuluan	35
1. Touch Sensor.	35
2. Light Sensor.	36
3. Color Sensor.	36
4. Distance Sensor.....	37
5. Sound Sensor.	37
6. Balance Sensor.....	38
7. Gas Sensor.	38
8. Temperatur Sensor.	39
BAB IV.....	40
BEBERAPA CONTOH KASUS APLIKASI SENSOR DENGAN MICROCONTROLLER	40
A. Pendahuluan.....	40
1. Sensor Suhu LM35	40
Cara Kerja Sensor LM35	41
Kelebihan dan Kelemahan Sensors LM35	42
2. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11	43
3. Sensor Getar.....	46
4. Sensor Jarak dengan Ultrasonik	48
5. Sensor Giroskop.....	51
Buzzer.....	54
Speaker	54

Perancangan perangkat keras Sensor Girooskop	55
Perancangan perangkat lunak pada sistem (<i>Software</i>).....	56
BAB V	58
Aplikasi Sensor pada suatu Sistem	58
A. Pengatur Kelembaban dan Suhu Rumah Kaca / rumah plastik.....	58
a) Arduino Uno	58
b) <i>Solenoid Valve</i>	59
c) Sensor DHT 11	60
d) <i>LCD karakter 2x16</i>	60
e. <i>Lampu Pijar</i>	61
f) IC ULN2003.....	62
B. Rumah Kaca.....	63
b. Mekanisme Kerja Sistem	65
c. Pembuatan Program	65
C. Teknik Eksperimen	68
a). Hasil Eksperimen	68
b. Data Hasil Percobaan	68
Daftar Pustaka.....	71

BAB I

Pendahuluan

A. Latar belakang

Sensor adalah detektor yang memiliki kemampuan untuk mengukur beberapa jenis kualitas fisik yang terjadi, seperti tekanan atau cahaya. Sensor kemudian akan dapat mengkonversi pengukuran menjadi sinyal bahwa seseorang akan dapat membaca. Sebagian besar sensor yang digunakan saat ini benar-benar akan dapat berkomunikasi dengan perangkat elektronik yang akan melakukan pengukuran dan perekaman. Hari ini, Anda akan dapat menemukan sensor di berbagai perangkat yang berbeda yang Anda gunakan secara teratur. Layar sentuh yang ada di ponsel anda memiliki sensor, dan selain itu ada pula sensor tekanan untuk membuka pintu di pasar. Sensor adalah bagian dari kita yang sangat umum dari kehidupan sehari-hari.

Kunci utama yang sama untuk semua sensor adalah konversi: sensor, (atau "detektor"), mendeteksi dan mengukur benda-benda fisik atau kuantitas, yang dapat beragam seperti kode identifikasi elektronik pada label yang dirancang khusus dikenal sebagai chip

RFID, (di mana RFID kepanjangan dari Radio Frequency Identification), kuantitas panas dalam suatu objek, cairan atau orang, pergerakan suatu objek, orang atau hewan ke bidang elektronik dipantau visi, atau jenis percepatan suatu benda mengalami, seperti free-fall atau rotasi. Setelah pengukuran, sensor mengkonversi data yang telah diterima ke dalam sinyal atau tampilan visual yang kemudian dapat bermakna ditafsirkan oleh salah satu agen manusia atau oleh perangkat elektronik lain. Sensor A, dengan kata lain, juga selalu transduser - perangkat yang mengkonversi salah satu bentuk energi atau stimulus ke lain.



Gambar 1.1. Termostat Sensor pertama yang dikenal manusia tahun 1883

Salah satu bentuk dari sensor gerak, misalnya, dapat diintegrasikan ke dalam mesin industri dan kabel ke *safety-saklar*. Hal ini memungkinkan *shutdown* yang aman jika terjadi dalam peristiwa detektor sinyal ke switch gerakan mekanik menyimpang yang dapat merusak peralatan, karena jika dilanjutkan akan menimbulkan bahaya bagi manusia didekatnya. Ini adalah contoh pengukuran yang diubah menjadi sinyal untuk masukan ke perangkat *non-human*, tapi tentu saja banyak sensor mengkonversi pengukuran ke dalam skala atau menampilkan ditujukan untuk pengukuran oleh mata manusia.

Merkuri dalam gelas termometer, misalnya, adalah bentuk di mana-mana dari sensor suhu yang mengubah ekspansi atau kontraksi bohlam kecil merkuri ke skala dibaca (Celcius atau Fahrenheit): merkuri mengembang atau kontraksi, itu naik atau jatuh di dalam filamen berongga sempit dalam kaca, yang memiliki skala suhu dikalibrasi yang tertulis pada bagian luar permukaan thermometer.

Masih mengenai Merkuri yang ada dalam gelas termometer, dalam suhu berkisar dirancang untuk mengukur, menampilkan fitur penting yang diperlukan dari semua sensor: linearitas. Dengan kata lain, perubahan fisik dalam detektor bahan sensor, dalam hal ini merkuri, yang dalam proporsi langsung dengan perubahan objek, kekuatan, gerakan atau radiasi di bawah pengukuran. Tipe lain dari sensor, termokopel, sama akan merespon perubahan suhu secara linear, dalam hal ini menghasilkan perubahan tegangan output yang sebanding dengan perubahan panas. Untuk memastikan akurasi, sensor secara hati-hati dikalibrasi untuk menyesuaikan diri dengan mendirikan, dicoba dan diuji skala.

Dalam peradaban elektronika, sensor memainkan peran penting dalam memastikan berfungsinya sejumlah besar mesin, gadget, kendaraan dan proses manufaktur. Kebanyakan orang mungkin sama sekali tidak menyadari bahwa sensor di balik banyak hal yang mereka anggap remeh, seperti accelerometer, yang menjamin layar pada ponsel atau tablet selalu dengan cara yang benar sampai gerakan apa pun atau rotasi perangkat mengalami, atau yang sensor bantuan mobil dan pesawat terbang berfungsi dengan aman. Sensor banyak digunakan dalam peralatan medis, teknik aerospace, dalam proses automasi manufaktur dan robotika, dan beberapa aplikasi yang lain.

Sensitivitas sensor menentukan banyak aplikasi sensor itu sendiri. Ketika sensor merespon perubahan yang relatif besar dalam suatu medium dengan perubahan yang relatif kecil dengan *detektor material* dan output yang konsekuensi, itu menunjukkan sensitivitas rendah. Tapi kadang-kadang diperlukan sensor untuk mengukur perubahan kecil, dalam hal ini sensor dituntut untuk menunjukkan sensitivitas tinggi, menanggapi secara signifikan untuk perubahan kecil dalam medium dibawah pengukuran. Seringkali, linearitas sensor tersebut terbatas pada kisaran ketata yang dibatasi, diluar itu akan merespon tidak akurat.

Sensor manufaktur harus memperhitungkan hal hal yang mempengaruhi sensor saat mendeteksi parameter yang akan diukur. Contohnya mencelupkan thermometer saat mengukur suhu dalam secangkir the, harus memperhitungkan energy panas yang terserap saat mengukur suhu air dalam cangkir the, karena akan mendinginkan medium saat sensor tenggelam dalam cangkir itu.

Beberapa derajat dampak sensor tidak bisa dihindari sebagian besar waktu, tapi perawatan yang cukup dan kecerdikan masuk ke memastikan bahwa dampak tersebut sekecil mungkin. Salah satu cara untuk meminimalkan efek ini bertujuan untuk sebanyak mungkin miniaturisasi dalam desain sensor: sensor yang lebih kecil adalah fisik, dampak kurang fisik yang akan terjadi pada menengah.

Saat ini, Microelectromechanical Systems (MEMS) teknologi adalah mengubah pembuatan sensor, memungkinkan pembangunan mikro-detektor dengan secara harfiah mikroskopis dalam skala. Sensor ini biasanya lebih cepat dalam waktu respon dari sensor dan jauh lebih sensitif daripada rekan-rekan peralatan sensor yang lebih besar.

B. Sejarah sensor

Manusia telah bereksperimen dengan sensor dari berbagai jenis setidaknya sejak abad ketiga sebelum masehi, SM, ketika Philo dari Bizantium membangun perangkat yang mampu menunjukkan berapa banyak udara yang mengembang akibat perubahan suhu. Pada abad ketujuh belas, astronom Italia dan fisikawan Galileo Galilei sedang membangun versi pertama dari termometer. Beberapa dekade kemudian pada tahun 1784, seorang insinyur Inggris bernama George Atwood telah dirancang accelerometer pertama, alat untuk menunjukkan kebenaran Fisika Newtonian sampai ditemukan kembali pada akhir abad kedua puluh sebagai gadget yang mampu beberapa aplikasi (yang fungsi auto-rotate pada smartphone dan tablet perangkat tergantung pada accelerometers).

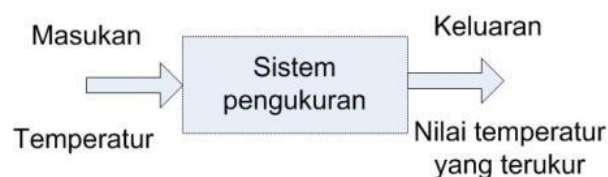
Selain itu termostat pertama kali datang ke pasar pada tahun 1883, dan banyak yang menganggap ini modern pertama, sensor buatan manusia. Sensor inframerah telah ada sejak akhir 1940-an, meskipun mereka sudah benar-benar hanya masuk nomenklatur populer selama beberapa tahun terakhir. Detektor gerak telah digunakan untuk beberapa tahun

Kadang-kadang penemuan yang dibuat oleh para ilmuwan kreatif terbelenggu selama beberapa dekade dan bahkan abad sampai aplikasi untuk kembali dibutuhkan. Misalnya, radiasi inframerah (harfiah radiasi dari panjang gelombang di bawah cahaya merah terlihat), ditemukan pada tahun 1800 oleh astronom Jerman William Herschel. Tiga dekade kemudian pada tahun 1831, fisikawan Italia Melloni menciptakan thermopile mampu mendeteksi kehangatan (yaitu menerima radiasi inframerah) dari subjek manusia berdiri sepuluh meter. Tapi itu tidak sampai tahun 1970-an yang inframerah sensor yang mampu menciptakan "kehangatan" gambar manusia atau hewan di kamera yang dirancang khusus benar-benar dikembangkan.

Tahun-tahun saat Perang Dunia II disponsori oleh negara saat itu ditemukan banyak hal. Pra-kursor dari Radio Frequency Identification atau RFID chip dan sensor gerak dikembangkan dengan kepentingan untuk perang selama periode ini, dengan penemuan radar benar-benar membuat dalam teknologi abad kesembilan belas dan RFID tumbuh dari transponder IFF (*Identification Friend or Foe*) dasar yang digunakan untuk mendeteksi suara khas dari musuh dan pesawat yang ramah.

C. Elemen elemen penting dalam sensor

Sistem instrumentasi yang digunakan untuk melakukan pengukuran memiliki masukan berupa nilai sebenarnya dari variabel yang sedang diukur, dan keluaran berupa nilai variabel yang terukur seperti gambar berikut.



Gambar 1.2. Diagram blok sistem pengukuran

Sebagai contoh, termometer dapat digunakan untuk memberikan nilai numerik dari temperatur pada sebuah cairan. Namun harus dipahami karena berbagai alasan, nilai

numerik ini mungkin tidak merepresentasikan nilai variabel yang sebenarnya. Jadi dalam kasus ini sangat mungkin terjadi eror dalam pengukuran misalnya disebabkan oleh keterbatasan akurasi dalam kalibrasi skala, eror pembacaan karena pembacaannya jatuh diantara dua tanda skala, atau mungkin juga eror yang muncul karena pencelupan termometer dari cairan dingin ke cairan panas, yang menyebabkan terjadinya penurunan temperatur cairan pada cairan panas, sehingga temperatur yang sedang diukur pun berubah.

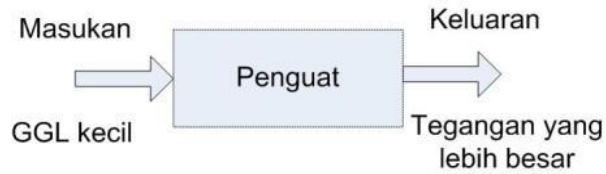
Dari fenomena-fenomena seperti ini lah, maka muncul istilah-istilah atau terminologi yang menggambarkan unjuk kerja (performansi) pada suatu sistem pengukuran dan elemen-elemen fungsionalnya seperti akurasi, eror, jangkauan (range), presisi, repeatability, reproduksibilitas, sensitivitas, dan stabilitas yang nantinya akan mempengaruhi karakteristik dinamik suatu sistem pengukuran sehingga dapat dilihat performansinya secara menyeluruh. Pembahasan mengenai istilah-istilah unjuk kerja ini, akan dibahas pada tulisan berikutnya. Sistem instrumentasi yang digunakan untuk melakukan pengukuran terdiri dari beberapa elemen-elemen yang digunakan untuk menjalankan beberapa fungsi tertentu. Elemen-elemen fungsional ini adalah sensor, prosesor sinyal, dan penampil data.

Sensor

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. sebagai contoh adalah sensor termokopel yang memiliki masukan berupa temperatur serta keluaran berupa gaya gerak listrik (GGL) yang kecil. GGL yang kecil ini oleh bagian sistem pengukuran yang lain dapat diperkuat sehingga diperoleh pembacaan pada alat ukur.

Prosesor sinyal

Bagian ini merupakan elemen sistem instrumentasi yang akan mengambil keluaran dari sensor dan mengubahnya menjadi suatu bentuk besaran yang cocok untuk tampilan dan transmisi selanjutnya dalam beberapa sistem kontrol. Seperti pengondisi sinyal (signal conditioner) merupakan salah satu bentuk prosesor sinyal.



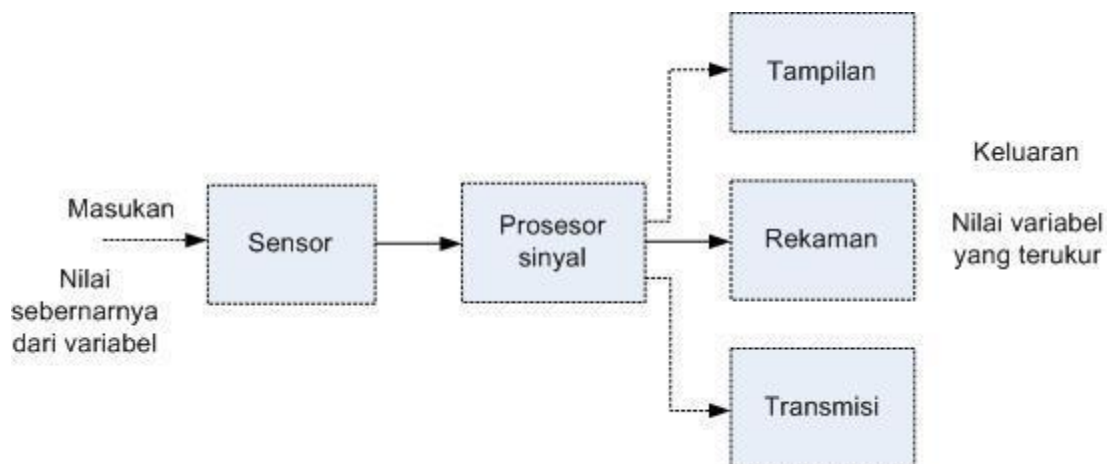
Gambar 1.3. Input dan output system pengukuran

Untuk contoh kasus termokopel seperti dijelaskan sebelumnya, elemen prosesor sinyal ini dapat berupa penguat yang digunakan untuk meningkatkan besar GGL yang dihasilkan sensor termokopel.

Panampil data

Elemen terakhir pada sebuah sistem instrumentasi pengukuran adalah penampil data. Elemen ini menampilkan nilai-nilai yang terukur dalam bentuk yang bisa dikenali oleh pengamat, seperti melalui sebuah alat penampil (display), misalnya sebuah jarum penunjuk (pointer) yang bergerak disepanjang skala suatu alat ukur. Selain ditampilkan, sinyal tersebut juga dapat direkam, misalnya pada kertas perekam diagram atau pada piringan magnetik, ataupun ditransmisikan ke beberapa sistem yang lain seperti sistem kontrol/kendali.

Dengan menggabungkan ketiga elemen-elemen pembentuk sistem instrumentasi pengukuran di atas, maka secara umum sistem pengukuran dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1.4. Proses pengukuran

BAB II

Jenis dan Fungsi Sensor

Bagaimana memilih Sensor?

Anda dapat memilih sensor dengan berbagai macam yang ada dipasaran dengan berbagai fenomena alamiah.

Adapun beberapa macam sensor yang sering digunakan untuk mengukur:

1. Temperatur
2. Strain
3. Suara
4. Getaran
5. Posisi dan Displacement (perpindahan)
6. Tekanan
7. Gaya

A. Sensor Temperatur

1) Termokopel (*Thermocouple*)

Termokopel, hingga saat ini merupakan sensor suhu paling populer, efektif dalam aplikasi yang memerlukan kisaran suhu yang besar. Sensor ini dikenal murah, harganya mulai

dari \$ 1 sampai \$ 50 USD, dan memiliki respon waktu sepersekian detik. Karena sifat material dan faktor lainnya, suhu akurasi kurang dari 1°C .

2) Sensor RTDs

Sensor RTDs hampir sepopuler termokopel dan dapat mempertahankan untuk membaca suhu stabil selama bertahun-tahun. Berbeda dengan termokopel, RTDs memiliki rentang suhu yang lebih kecil yaitu antara -200 hingga 500°C , memerlukan arus eksitasi, dan memiliki waktu respon yang lebih lambat yaitu sekitar 2,5-10 s. Sensor RTDs adalah terutama digunakan untuk pengukuran suhu yang akurat ($\pm 1,9$ persen) dalam aplikasi yang tidak waktu kritis. Harga sensor RTDs dapat diperoleh dengan biaya antara \$ 25 dan \$ 1.000 USD.

3) Termistor (*Thermistors*)

Termistor memiliki rentang suhu yang lebih kecil (-90 sampai 130°C) dari sensor yang disebutkan sebelumnya (Termokopel dan RTDs). Sensor termistor memiliki akurasi terbaik ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), tetapi lebih rapuh, mudah rusak dari termokopel atau RTDs. Termistor memerlukan eksitasi seperti RTD; namun, termistor membutuhkan tegangan eksitasi daripada arus eksitasi. Sebuah termistor biasanya dijual dengan harga sekitar antara \$ 2 dan \$ 10 USD.

4) Fiber Optics

Alternatif lain adalah penggunaan serat optik untuk mengukur suhu. Sensor Suhu serat optik efektif untuk lingkungan yang berbahaya atau di mana mungkin ada interferensi elektromagnetik. Sensor serat optic adalah nonconductive, elektrik pasif, kebal terhadap interferensi elektromagnetik (EMI)-induksi karena kebisingan, dan mampu mengirimkan data lebih panjang jarak dengan sedikit atau tanpa kehilangan integritas sinyalnya.

Tabel 2.1. Perbandingan sensor temperatur

Sensor Temperatur	Signal Conditioning Required	Akurasi	Sensitivity	Comparison
Thermocouple	■ Amplification ■ Filtering ■ Cold-Junction Compensation	Baik	Baik	■ Self-Powered ■ Inexpensive ■ Rugged ■ Large Temperature Range
RTD	■ Amplification ■ Filtering ■ Current Excitation	Sangat baik	Lebih baik	■ Sangat akurat ■ Sangat stabil
Thermistor	■ Amplification ■ Filtering ■ Voltage Excitation	Lebih baik	Sangat baik	■ High Resistance ■ Low Thermal Mass
Fiber Optics	■ Little or No Amplification ■ Filtering	Sangat baik	Sangat baik	■ Good for Hazardous Environments ■ Good for Long Distances ■ Immune to Electromagnetic Interference (EMI)-Induced Noise ■ Small, Lightweight

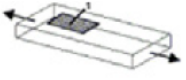




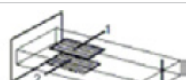



B. Sensor Strain

Pada prinsipnya sensor strain diukur dalam 3 arah yaitu axial, bending, dan torsional dan shear, seperti terlihat pada gambar 2.1.

Regangan biasanya diukur dengan sensor strain gage resistif. Sensor ini adalah resistor datar biasanya melekat untuk permukaan yang diharapkan untuk melenturkan atau membengkok. Satu kasus penggunaan untuk strain gages resistif adalah struktur pengujian sayap pesawat. Strain gages dapat mengukur tikungan sangat kecil, tikungan, dan menarik pada permukaan. Pasa saat pembuatan jembatan, maka lebih dari satu strain gage resistif kabel bersama-sama.

Dengan menggunakan sensor strain gage, sebuah pengukuran yang lebih sensitif dapat dilakukan dengan menyediakan strain gages yang lebih. Para praktis dapat menggunakan hingga empat strain gages aktif untuk membangun sirkuit Jembatan Wheatstone; ini disebut-konfigurasi jembatan penuh.

Ada juga konfigurasi setengah-jembatan (dua strain gages aktif) dan konfigurasi seperempat kuartal-jembatan (satu aktif strain gage). Penggunaan sensor strain gages lebih aktif, maka semakin akurat pembacaan regangan.

Strain	Gage Setup	Bridge Type	Sensitivity MV/V @ 100 uE	Details
Axial		¼	0.5	Good: Simplest to implement, but must use a dummy gage if compensating for temperature. Responds equally to axial strain.
		½	0.65	Better: Temperature compensated, but it is sensitive to bending strain.
		½	1.0	Better: Rejects bending strain, but not temperature. Must use dummy gages if compensating for temperature.
		Full	1.3	Best: More sensitive and compensates for both temperature and bending strain.
Bending		¼	0.5	Good: Simplest to implement, but must use a dummy gage if compensating for temperature. Responds equally to axial strain.
		½	1.0	Better: Rejects axial strain and is temperature compensated.
		Full	2.0	Best: Rejects axial strain and is temperature compensated. Most sensitive to bending strain.
Torsional and Shear		½	1.0	Good: Gages must be mounted at 45 degrees from centerline.
		Full	2.0	Best: Most sensitive full-bridge version of previous setup. Rejects both axial and bending strains.

Gambar 2.1. Cara kerja sensor strain

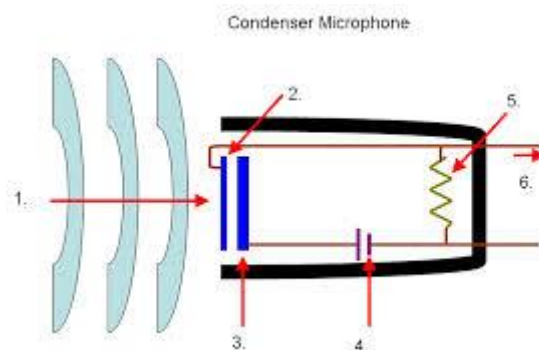
Strain gages memerlukan arus atau tegangan eksitasi dan rentan terhadap suhu drift, regangan, dan aksial regangan lentur, hal ini dapat memberikan pembacaan palsu jika tanpa menggunakan tambahan strain gages resistif.

- Axial Bridge untuk mengukur peregangan atau menarik terpisah dari material.
- Bending Bridge mengukur peregangan pada satu sisi material dan kontraksi pada perusahaan pihak lawan.
- Torsional dan geser bridge mengukur twist material.

Regangan diukur dengan unit berdimensi (e atau ϵ), yang setara dengan perubahan kecil panjang dibagi dengan panjang penuh ukuran bawah obyek bawah. Mirip dengan sistem suhu, sensor serat optik dapat digunakan untuk mengukur regangan di lingkungan berbahaya, di mana pengukuran listrik biasa bisa diubah oleh interferensi elektromagnetik. Sensor strain serat optik yang nonconductive, elektrik pasif, kebal terhadap noise EMI-diinduksi, dan mampu mengirimkan data jarak jauh dengan sedikit atau tanpa kehilangan integritas sinyal.

C. Sensor Suara

Microphone adalah sensor yang digunakan untuk mengukur suara, tapi terdapat banyak tipe dari sensor suara microphones, seperti terlihat dibawah ini:



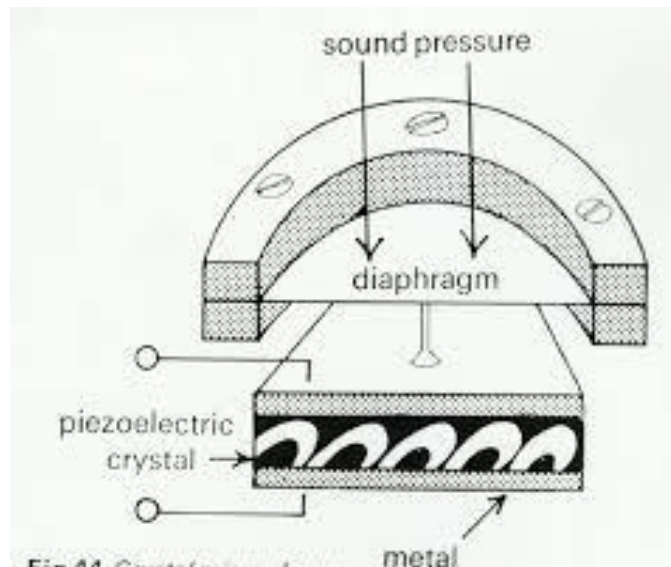
Gambar 2. 2. Prinsip kerja Kondensor Microphone

1) Kondensor Mikrofon

Sensor suara yang paling umum adalah mikrofon kondensor. Jenis sensor ini disebut juga prepolarized (yang berarti bahwa sumber daya termasuk dalam mikrofon) atau eksternal terpolarisasi. Eksternal mikrofon kondensor terpolarisasi membutuhkan sumber daya tambahan, yang menambah biaya untuk proyek-proyek. Mikrofon Prepolarized lebih disukai di lingkungan lembab di mana komponen power supply bisa rusak, dan mikrofon kondensor eksternal terpolarisasi lebih disukai di lingkungan suhu tinggi.

2) Piezoelectric Microphones

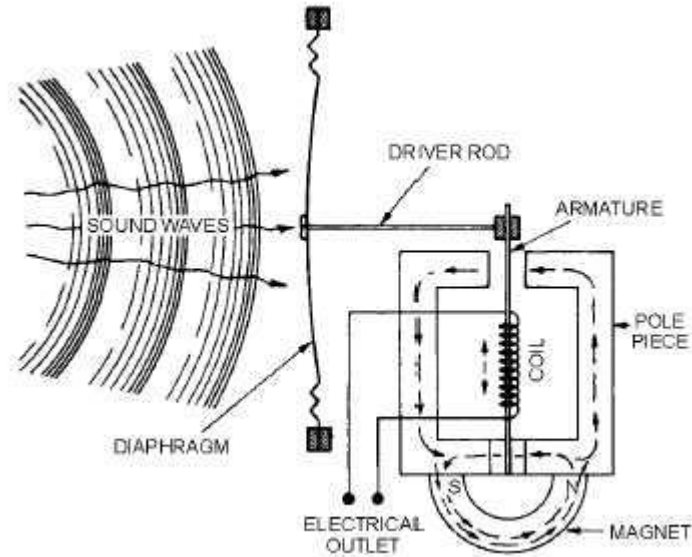
Robust Mikrofon piezoelektrik digunakan untuk aplikasi shock dan pengukuran suara dengan tekanan ledakan. Jenis sensor mikrofon ini tahan lama dapat mengukur tinggi-amplitudo (desibel) rentang tekanan. Kerugian jenis sensor ini adalah tingkat kebisingan yang tinggi dapat diukur oleh system sensor ini.



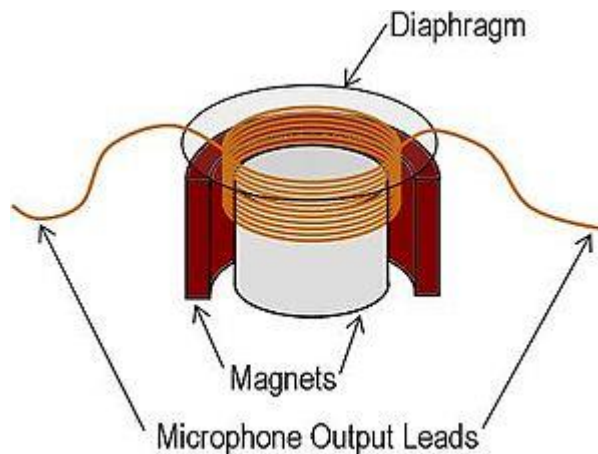
Gambar 2.3 Struktur Piezoelectric Microphone

3) Dinamis / Magnetic Mikrofon / Dynamic/Magnetic Microphones

Selain mikrofon piezoelektrik, dinamis atau mikrofon magnet fungsi dalam lingkungan yang keras. Mereka mengandalkan gerakan magnetis menginduksi muatan listrik dengan cara yang membuat mereka tahan terhadap air, tapi jelas mikrofon ini tidak sangat berguna dalam lingkungan yang sangat magnetik.



Gambar 2.4. Magnetic Microphones



Gambar 2.5. Salah satu contoh dari Magnetic Microphone

Aplikasi jenis sensor ini banyak diaplikasikan untuk bidang music. Mikrofon dinamis (mics) terdiri dari kumparan suara melekat pada diafragma ringan yang tergantung di sebuah medan magnet. Ketika suara menyebabkan diafragma bergetar, kumparan bergerak dalam medan magnet, dan akibatnya tegangan listrik bolak kecil dihasilkan yang sebanding dengan suara diterima. Mica dinamis tidak memerlukan daya eksternal, jenis ini kuat, dan juga digunakan secara ekstensif dalam suara hidup untuk digunakan vokal dan instrumen, mereka sesuai dengan suara instrumen tertentu seperti gitar listrik dan bass, dekat- drum mic'ed dan beberapa instrumen kuningin.

Sensor ini menghasilkan suara *punchy* yang memotong melalui campuran sibuk, tapi mereka kurang efektif dalam menangkap frekuensi tinggi (transient) yang detail. Kebanyakan memiliki respon yang gulungan-off di sekitar 16kHz dan tidak terlalu sensitif, ini berarti bahwa jenis sensor ini membutuhkan banyak keuntungan preamplifier bila digunakan dengan sumber suara lebih tenang atau lebih jauh. Sebagian besar mikrofon dinamis memiliki pola pikap tetap *cardioid* atau *hypercardioid*, yang berarti bahwa mereka mengambil suara mayoritas saja.

4) Electret Mikrofon Mikrofon / Electret Microphones

Electret kecil dan efektif dalam mendeteksi suara frekuensi tinggi. Mereka digunakan dalam jutaan komputer dan perangkat elektronik di seluruh dunia. Mereka relatif murah, dan satunya kelemahan mereka adalah kurangnya bass yang mereka berikan. Selain itu, mikrofon karbon, yang kurang umum hari ini, dapat digunakan dalam aplikasi di mana kualitas suara tidak masalah.

Tabel 1.2. Jenis jenis sensor suara

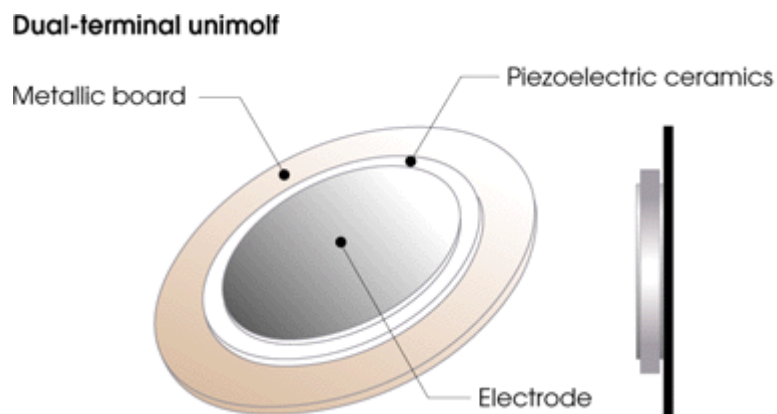
Microphones	Price	Environment	Impedance Level	Sensitivity	Comparison
Prepolarized Condenser	Medium	Tough	Medium	Best	<ul style="list-style-type: none"> Condenser designs are most used Best in humid environments
Externally Polarized Condenser	High	Tough	Better	Good	<ul style="list-style-type: none"> Condenser designs are most used Best in high-temperature environments
Carbon Microphone	Low	Average	High	Good	<ul style="list-style-type: none"> Low quality Used in early basic design of telephone handset
Electret	Low	Average	Low	Better	<ul style="list-style-type: none"> Better with high frequencies
Piezoelectric	Medium	Tough	High	Good	<ul style="list-style-type: none"> Suitable for shock and blast pressure measurement applications
Dynamic/Magnetic	High	Tough	Medium	Better	<ul style="list-style-type: none"> Resistant to moisture Not good in highly magnetic environment

D. Sensor Getaran

Vibration Sensors	Natural Frequency	Number of Axes	Damping Coefficient	Scale Factor	Comparison
Ceramic Piezoelectric (accelerometer)	>5 kHz	Up to 3	Small	Requires High Output	<ul style="list-style-type: none"> Used in vibration and shock measurements
Linear Variable Differential Transformer (LVDT)	<80 Hz	Up to 3	Medium	Varies	<ul style="list-style-type: none"> Limited to steady-state acceleration or low-frequency vibration measurement
Proximity Probe	<30 Hz	Up to 3	Medium	Varies	<ul style="list-style-type: none"> Limited to steady-state acceleration or low-frequency vibration measurement Spring mass attached to wiper of potentiometer
Variable Reluctance	<100 Hz	Up to 3	Medium	Varies	<ul style="list-style-type: none"> Output exists only when mass is in motion Used in shock studies and oil exploration

1) Ceramic Piezoelectric Sensor or Accelerometer

Pengukuran Getaran atau percepatan paling sering menggunakan sensor piezoelektrik keramik atau accelerometer. Tiga faktor utama membedakan sensor getaran: frekuensi natural, koefisien redaman, dan faktor skala. Faktor skala berhubungan output ke input akselerasi dan terkait dengan sensitivitas. Parameter frekuensi natural dan koefisien redaman menentukan tingkat akurasi dari sensor getaran. Dalam suatu sistem yang terdiri dari pegas dan massa terpasang, jika ditarik massa kembali menjauh dari keseimbangan dan melepaskannya, massa akan bergetar maju (masa keseimbangan) dan mundur hingga kediam. Gesekan yang membawa massa untuk beristirahat didefinisikan oleh koefisien redaman, dan tingkat di mana massa bergetar maju dan mundur adalah frekuensi natural.

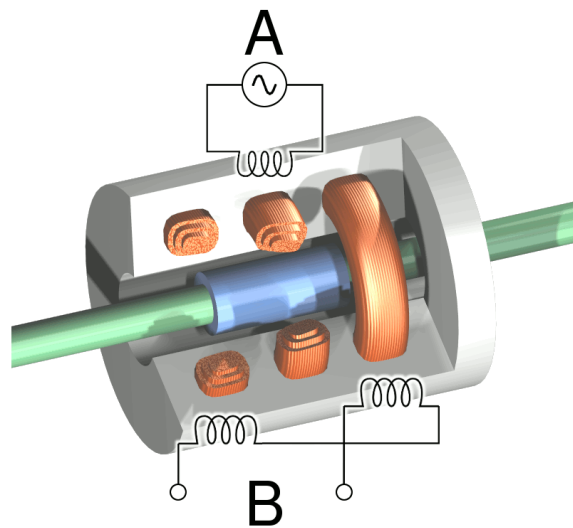


Gambar 2.6 Struktur Sensor keramik piezoelectric

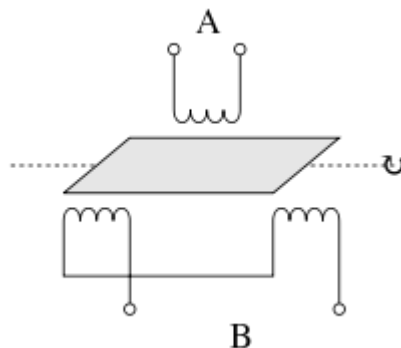
Sensor getaran piezoelektrik keramik adalah sensor yang paling umum digunakan karena jenis ini paling serbaguna. Sensor getaran ini dapat digunakan dalam pengukuran syok (ledakan dan tes gagal), pengukuran frekuensi tinggi, dan lambat-frekuensi rendah pengukuran getaran. Hal ini ditunjukkan oleh sensor piezoelektrik keramik yang lebih tinggi daripada frekuensi natural rata rata. Namun, sensor ini biasanya memiliki output di kisaran millivolt dan membutuhkan high-input-impedansi, detektor suara rendah untuk menafsirkan tegangan dari kristal piezoelektriknya.

2) Proximity Probes and Linear Variable Differential Transformers (LVDTs)

Proximity Probes dan LVDTs adalah dua sensor yang serupa. Keduanya terbatas percepatan mapan atau pengukuran getaran frekuensi rendah; Namun, sensor LVDT getaran memiliki frekuensi alami sedikit lebih tinggi, yang berarti bahwa ia dapat menangani / mendeteksi getaran yang agak tinggi. Proximity Probe hanyalah sebuah pegas massa yang melekat pada wiper dari potensiometer.



Gambar 2.7. Struktur sensor LVDT, Arus melalui kumparan primer di A, menyebabkan arus induksi yang dihasilkan melalui kumparan sekunder di B



Gambar 2.8. Prinsip kerja sensor LVDT

3) Sensor Getaran Variable Reluctance

Sebuah sensor getaran variabel Reluctance menggunakan magnet permanen dan gerakan melalui kumparan untuk mengukur gerakan dan getaran. Ini adalah sensor getaran khusus karena output keluaran hanya ketika massa itu mengukur adalah dalam gerakan. Hal ini membuatnya sangat berguna dalam studi guncangan gempa dan eksplorasi minyak untuk mengambil getaran tercermin dari *strata rock underground*.



Gamabr 2,9, Salah satu jenis sensor Variable Reluctance yang diproduksi perusahaan sensor Bruel and Kjaer

E. Sensor Posisi dan Displacement (perubahan jarak)

Position Sensor	Price	Environment	Accuracy	Sensitivity	Comparison
Hall Effect Sensor	Low	Standard	On or off	On or off	<ul style="list-style-type: none"> Only certain that target is nearby when depressing sensor
Optical Encoders – Linear and Rotary	Varies	Standard	Varies	High	<ul style="list-style-type: none"> Accuracy determined by number of counts per revolution
Potentiometers	Low	Standard	High	High	<ul style="list-style-type: none"> Required to be physically attached to moving target
Linear and Rotary Variable Differential Transformers (LVDT) or (RVDT)	High	Known for tolerance of dirty industrial environments and precision	High	High	<ul style="list-style-type: none"> Handles a high degree of power Requires signal conditioning RVDTs typically operate over any angular range of ± 30 to 70 °C
Eddy-Current Proximity Probe	Medium	<ul style="list-style-type: none"> Noncontacting Tolerance of dirty environments Not sensitive to material between sensor and target 	Medium	Varies	<ul style="list-style-type: none"> Not good where high resolution is required Not good for use when a large gap exists between sensor and target (optical and laser sensors are better) Good when mounted on a reasonably stationary mechanical structure to measure nearby moving machinery
Reflective Light Proximity Sensor	Varies	Standard	Varies	High	<ul style="list-style-type: none"> Line of sight to target required for measurement Good for use when large gap exists between sensor and target Accuracy determined by quality of sensor

Ada berbagai jenis sensor posisi yang bias menjadi pilihan untuk penelitian.

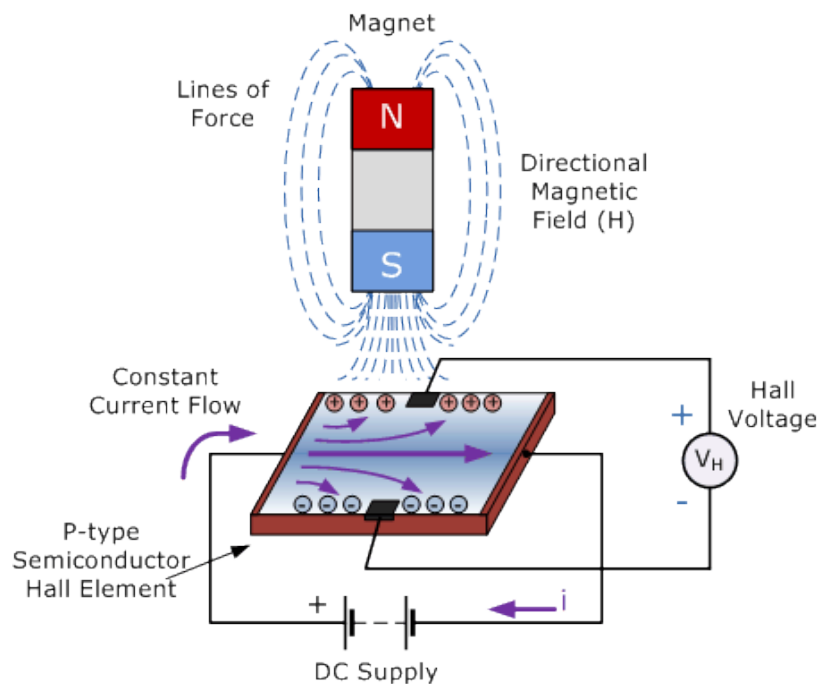
Faktor-faktor pendorong dalam memilih sensor posisi :

1. eksitasi,
2. penyaringan/filtering,
3. lingkungan, dan
4. tidak perlu menyentuh saat mengukur jarak, atau
5. koneksi fisik langsung diperlukan untuk mengukur jarak.

Tidak ada satupun jenis sensor universal untuk tekanan atau gaya. Mendeteksi posisi telah dilakukan dengan sensor untuk waktu yang lama, sehingga kedua preferensi dan aplikasi memainkan peran dalam membuat keputusan ini.

1) Hall Effect Sensors

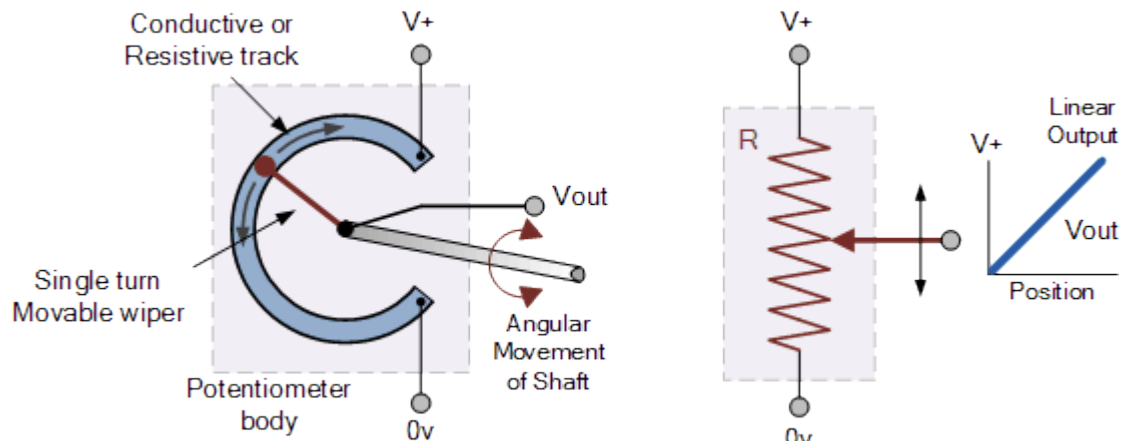
Dengan sensor efek Hall, kehadiran sebuah objek ditentukan ketika objek yang menekan tombol. Hal ini baik "on" dan objek menyentuh tombol atau "off" dan target bisa di mana saja. Sensor efek Hall telah digunakan dalam keyboard dan bahkan di robot kompetisi pertempuran tinju untuk menentukan kapan pukulan disampaikan. Sensor ini tidak memberikan skala untuk seberapa jauh sebuah benda dari sensor saat tombol "off," tetapi efektif untuk aplikasi yang tidak memerlukan informasi posisi yang sangat rinci.



Gambar 2.10. Cara kerja *hall effect sensor*

2) Potentiometers

Potensiometer adalah sensor yang menggunakan kontak geser untuk membuat pembagi tegangan disesuaikan. Tegangan disesuaikan ini mengukur posisi. Potensiometer memberikan tarik sedikit untuk sistem yang mereka secara fisik terhubung ke. Sementara ini diperlukan untuk digunakan sensor jenis ini, potensiometer yang murah dibandingkan dengan sensor posisi lain dan dapat menawarkan akurasi besar.

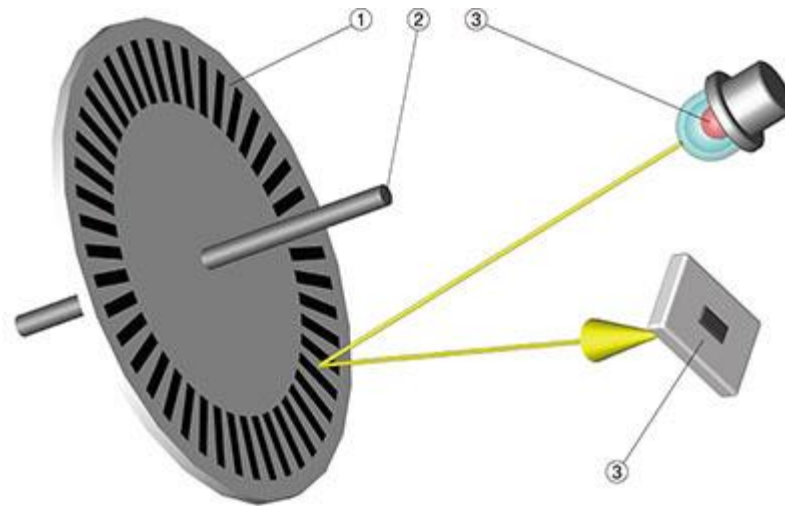


Gambar 2.11. Cara kerja potensiometer

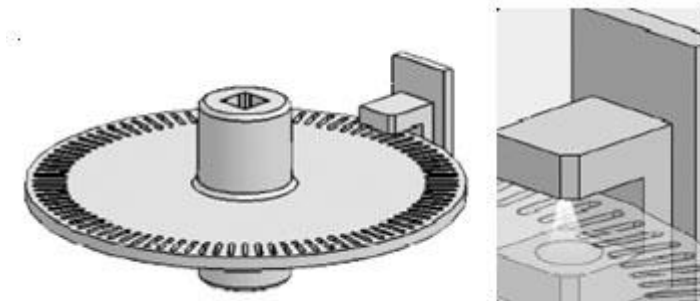
3) Optical Encoders

Sensor posisi lain yang biasa digunakan adalah encoder optik, yang dapat berupa linear atau putaran. Perangkat ini dapat menentukan kecepatan, arah, dan posisi dengan cepat, akurasi yang tinggi. Seperti namanya, encoders optik menggunakan cahaya untuk menentukan posisi. Serangkaian bar bergaris membagi jarak yang akan diukur dengan jumlah. Semakin banyak/tinggi semakin akurasi. Beberapa encoders optik rotary dapat memiliki hingga 30.000 jumlah untuk menawarkan akurasi yang luar biasa. Juga, karena waktu respon yang cepat mereka, mereka ideal untuk banyak aplikasi kontrol gerak. Sensor dengan komponen fisik yang menempel pada sistem, seperti potensiometer, menambahkan sejumlah kecil perlawanan terhadap gerakan bagian sistem. Namun, encoders hampir tidak menghasilkan gesekan apapun ketika mereka bergerak dan sangat ringan, tetapi mereka harus tertutup/disegel untuk beroperasi dalam lingkungan yang keras atau berdebu, sehingga perlu biaya tambahan. Biaya tambahan juga biasanya terjadi dalam aplikasi akurasi tinggi karena encoders optik membutuhkan

bantalan mereka sendiri untuk menghindari misalignment ketika dimasukkan ke dalam produk.



Gambar 2.12. Optical Encoder



Gambar 2.13 Optical_Shaft_Encoder

4) Linear Variable Differential Transformers (LVDTs)

Linear transformator variabel diferensial (LVDTs) dan sensor sejenisnya rotary (RVDTs) menggunakan induksi magnetik untuk menentukan posisi. Kedua sensor ini efektif untuk aplikasi industri dan kedirgantaraan karena ketahanan mereka. Keduanya membutuhkan pengkondisian sinyal, yang dapat menambah biaya. Sebagai tambahan, sensor ini harus akurat selaras dalam berat, dalam bentuk kemasan yang cukup mahal dan berisi kumparan yang mahal untuk memproduksi. Selain biaya untuk jenis sensor ini, namun dikenal untuk presisi tinggi.

Salah satu jenis sensor posisi yang tidak menderita masalah keausan mekanis adalah "Linear Variable Differential Transformer" atau LVDT untuk pendek. Ini adalah jenis

sensor posisi induktif yang bekerja pada prinsip yang sama seperti trafo AC yang digunakan untuk mengukur pergerakan. Ini adalah perangkat yang sangat akurat untuk mengukur perpindahan linier dan yang output sebanding dengan posisi inti bergerak nya.

Ini pada dasarnya terdiri dari tiga kumparan luka pada tabung hampa mantan, salah satu membentuk kumparan primer dan dua lainnya kumparan membentuk sekunder identik terhubung elektrik bersama dalam seri tetapi 180o dari fase kedua sisi kumparan primer.

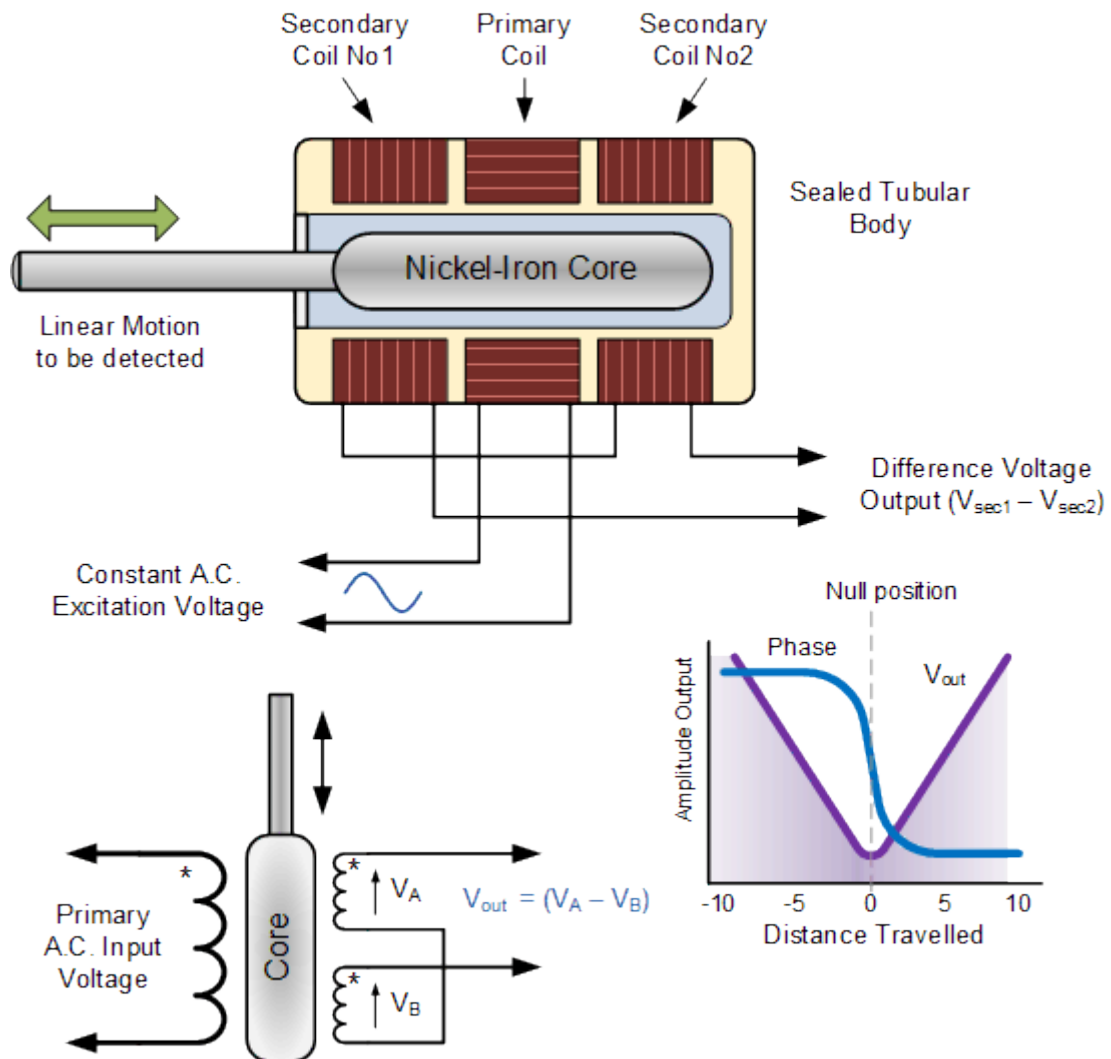
Sebuah besi lunak inti feromagnetik bergerak (kadang-kadang disebut "angker") yang terhubung ke objek yang diukur, slide atau bergerak naik dan turun dalam tubuh tubular dari LVDT.

Sebuah tegangan referensi AC kecil yang disebut "sinyal eksitasi" (2 - 20V rms, 2 - 20kHz) diterapkan ke gulungan primer yang pada gilirannya menginduksi sinyal EMF ke dua gulungan sekunder yang berdekatan (prinsip transformator).

Jika besi lunak inti magnetik angker tepat di tengah tabung dan gulungan, "posisi nol", dua diinduksi emf dalam dua gulungan sekunder membatalkan satu sama lain karena mereka 180o keluar dari fase, sehingga tegangan output yang dihasilkan adalah nol. Sebagai inti dipindahkan sedikit ke satu sisi atau yang lain dari nol atau posisi nol, tegangan induksi di salah satu sekunder akan menjadi lebih besar dari yang sekunder lainnya dan output akan diproduksi.

Polaritas sinyal output tergantung pada arah dan perpindahan dari inti bergerak. Semakin besar gerakan inti besi lunak dari posisi nol pusat yang lebih besar akan sinyal output yang dihasilkan. Hasilnya adalah output tegangan diferensial yang bervariasi secara linear dengan posisi inti. Oleh karena itu, sinyal output dari jenis sensor posisi kedua memiliki amplitudo yang merupakan fungsi linear dari core perpindahan dan polaritas yang menunjukkan arah gerakan.

Fase sinyal output dapat dibandingkan dengan fase kumparan eksitasi primer memungkinkan sirkuit elektronik yang sesuai seperti AD592 LVDT Sensor Amplifier tahu mana setengah dari kumparan inti magnetik dan dengan demikian mengetahui arah perjalanan.



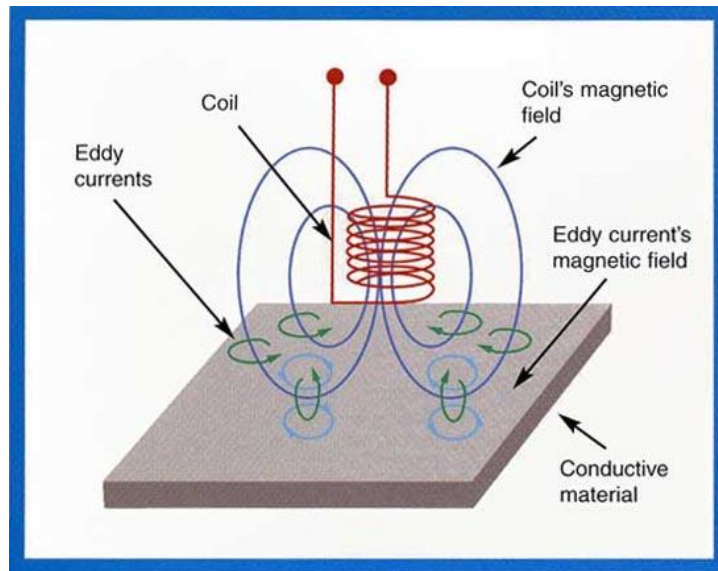
Gambar 2.114 Linear Variable Differential Transformers (LVDTs)

5) Eddy-Current Sensors

Sensor Eddy-Current menggunakan medan magnet untuk menentukan posisi. Sensor jenis ini jarang diaplikasikan pada aplikasi yang memerlukan informasi posisi yang sangat rinci atau di mana kesenjangan besar ada antara sensor dan target. Sensor ini lebih baik digunakan di jalur perakitan ketika dipasang pada struktur mekanik cukup stasioner untuk mengukur mesin terdekat bergerak. Untuk informasi posisi yang lebih tepat, biasanya menggunakan sensor jarak cahaya.

6) Reflective Light Proximity Sensors

Sensor jarak cahaya reflektif menggunakan waktu perjalanan sinar ke dan dari target reflektif untuk menentukan jarak. Mereka memiliki waktu respon yang cepat dan sangat baik dalam aplikasi di mana kesenjangan yang besar ada antara sensor dan sasaran. Pandangan yang jelas diperlukan bila menggunakan sensor ini, dan akurasi dan kualitas sensor ini langsung terkait dengan harga yang ada dipasaran.



Sumber: <https://www.nde-ed.org/GeneralResources/MethodSummary/ET1.jpg>

F. Sensor Pressure

Tekanan tinggi atau rendah adalah semua relatif - seperti panas 'heat'. Hal ini dapat "hot, panas" di sebuah ruangan, tetapi suhu di ruangan itu tidak seberapa dibandingkan dengan suhu di permukaan matahari. Dengan tekanan, perbandingan membuat pengukuran. Ada lima tipe pengukuran tekanan: mutlak, gauge, vakum, diferensial, dan tertutup. Perhatikan contoh berikut ini mengukur tekanan dalam ban, dan perhatikan bagaimana masing-masing jenis utama adalah relatif terhadap tekanan referensi yang berbeda.

Pressure Relative Measurement Types	Tire Example	Comparison
Absolute	Absolute pressure = standard atmospheric pressure + gauge pressure	Relative to 0 Pa, the pressure in a vacuum
Gauge	Reading from tire pressure gauge	Relative to local atmospheric pressure
Vacuum	Typically negative value when relative to local atmospheric pressure. Flat tire = 0 kPa on vacuum gauge	Relative to either absolute vacuum (0 Pa) or local atmospheric pressure
Differential	Differential pressure = pressure difference between two different tires	Relative to another pressurized container
Sealed	Sealed pressure = gauge pressure + difference between local atmospheric pressure and sea level pressure	Relative to sea level pressure

- Pengukuran tekanan absolut termasuk tekanan standar dari berat atmosfer (101,325 kPa) dan tekanan tambahan dalam ban. Tekanan ban yang khas adalah 34 PSI atau sekitar 234 kPa. Tekanan mutlak adalah 234 kPa ditambah 101,325 kPa atau 331,325 kPa.
- Sebuah pengukuran pengukur tekanan relatif terhadap tekanan atmosfer lokal dan sama dengan 234 kPa atau 34 PSI
- Tekanan Vacuum relatif baik vakum mutlak atau tekanan atmosfer lokal. Sebuah ban kempes bisa memiliki tekanan yang sama seperti suasana lokal atau 0 kPa (relatif terhadap tekanan atmosfer). Pengukuran tekanan vakum yang sama bisa sama 234 kPa (relatif terhadap kekosongan mutlak).
- Tekanan diferensial adalah perbedaan antara dua tingkat tekanan. Dalam contoh ban, ini berarti perbedaan tekanan antara dua ban. Hal ini juga bisa berarti perbedaan antara tekanan atmosfer dan tekanan di dalam ban tunggal.
- Pengukuran tekanan isolasi (Sealed) pengukuran tekanan diferensial diambil dengan tekanan perbandingan dikenal. Biasanya tekanan ini permukaan laut, tetapi bisa menjadi tekanan tergantung pada aplikasi. Masing-masing jenis pengukuran ini bisa mengubah nilai-nilai tekanan, sehingga perlu tahu jenis pengukuran yang sensor yang diperoleh. Berbasis Bridge (strain gages), atau sensor piezoresistif, adalah sensor tekanan yang paling umum digunakan. Hal ini karena konstruksi yang sederhana dan daya tahan. Karakteristik ini memungkinkan untuk biaya yang lebih rendah dan membuat mereka ideal untuk sistem saluran yang lebih tinggi. Sensor tekanan umum ini dapat berupa dikondisikan atau nonconditioned. Sensor pengkondisian udara lebih mahal karena mengandung komponen untuk penyaringan dan amplifikasi sinyal, serta eksitasi memimpin dan sirkuit biasa untuk pengukuran. Jika bekerja dengan sensor berbasis jembatan tekanan nonconditioned, kebutuhan hardware adalah sinyal pendingin. Periksa dokumentasi sensor sehingga tahu apakah diperlukan komponen tambahan untuk amplifikasi atau penyaringan.

G. Sensor Gaya

Load Cell Sensors	Price	Weight Range	Accuracy	Sensitivity	Comparison
Beam Style	Low	10 – 5k lb	High	Medium	<ul style="list-style-type: none"> Used with tanks, platform scales Strain gages are exposed and require protection
S Beam	Low	10 – 5k lb	High	Medium	<ul style="list-style-type: none"> Used with tanks, platform scales Better sealing and protection than bending beam
Canister	Medium	Up to 500k lb	Medium	High	<ul style="list-style-type: none"> Used for truck, tank, and hopper scales Handles load movements No horizontal load protection
Pancake/Low Profile	Low	5 – 500k lb	Medium	Medium	<ul style="list-style-type: none"> All stainless steel Used with tanks, bins, and scales No load movement allowed
Button and Washer	Low	Either 0 – 50k lb or 0 – 200 lb typically	Low	Medium	<ul style="list-style-type: none"> Loads must be centered No load movement allowed

Perbandingan penggunaan Load Cell

Sejak waktu yang lama penggunaan skala tuas mekanik digunakan untuk mengukur gaya. Namun saat ini, sensor load cell strain gage adalah yang paling umum karena sensor jenis ini tidak memerlukan jumlah kalibrasi dan pemeliharaan skala. Loas Cell dapat berupa dikondisikan atau nonconditioned. Namun untuk sensor yang bias dikondisikan biasanya lebih mahal karena mengandung komponen untuk penyaringan, amplifikasi sinyal, serta eksitasi lead, dan sirkuit biasa untuk pengukuran. Jika keadaan pengukuran bekerja dengan sensor berbasis jembatan nonconditioned, kebutuhan hardware untuk sinyal. Untuk komponen tambahan seperti dokumentasi sensor , maka memerlukan komponen tambahan untuk amplifikasi atau filterisasi/penyaringan.

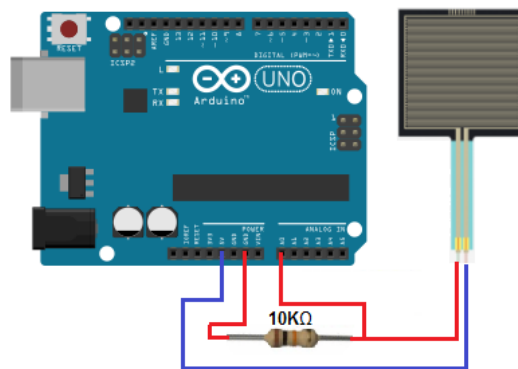


Force Sensor

Bentuk Beam Load Cell berguna ketika kekuatan linier diharapkan dan biasanya digunakan dalam aplikasi berat mulai dari barang baik kecil dan besar (10 lb sampai 5k lb). Jenis jenis sensor ini memiliki sensitivitas rata-rata, tapi sangat akurat. Load cell ini memiliki konstruksi

sederhana dan biaya rendah. Sel beban S balok mirip dengan gaya balok dengan pengecualian desain. Karena desain perbedaan ini (S bentuk karakteristik Load Cell), sensor ini efektif untuk sisi tinggi beban penolakan dan mengukur berat beban yang tidak terpusat. Desain load cell juga dikenal low cost / murah dan bentuk yang sederhana.

Sel beban tabung dapat menangani beban yang lebih besar dari kedua S dan bentuk beam load cell. Hal ini juga dapat menangani gerakan beban dengan mudah dan sangat sensitif; Namun, sensor membutuhkan perlindungan beban horisontal. Pancake atau low-profile sel beban yang dirancang sedemikian rupa sehingga mereka membutuhkan benar-benar ada gerakan untuk mencapai pembacaan yang akurat. Jika aplikasi Anda memiliki keterbatasan waktu atau membutuhkan pengukuran yang cepat, Anda dapat mempertimbangkan menggunakan sel beban tabung sebagai gantinya. Button dan beban mesin cuci sel biasanya digunakan untuk mengukur bobot benda yang lebih kecil (hingga 200 lb). Seperti pancake atau beban low-profile sel, objek yang sedang ditimbang tidak harus bergerak untuk mendapatkan pengukuran yang akurat. Beban juga harus berpusat pada apa yang biasanya skala kecil. Manfaat untuk sel beban ini adalah bahwa mereka murah.



Gambar 1.. contoh penggunaan load cell yang langsung dengan microncontroller arduino

BAB III

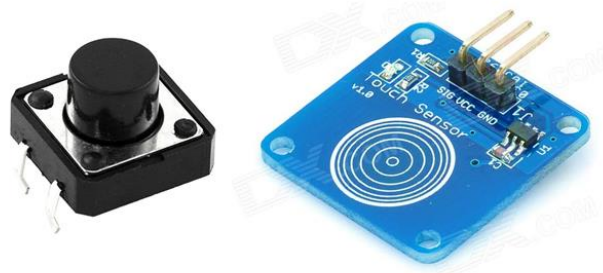
SENSOR DAN APLIKASINYA DI BIDANG ROBOTIKA

A. Pendahuluan

Pada bagian ini penulis menjelaskan jenis jenis dan fungsi dari sensor.

1. Touch Sensor.

Adalah jenis sensor yang akan mendeteksi ketika disentuh, ibarat kulit. Touch Sensor pada dasarnya adalah saklar yang memiliki berbagai jenis bentuk. Pada robot digunakan untuk misalnya; mendeteksi objek yang ada pada tangan robot, mencegah terjadinya tabrakan pada **robot beroda**, dan masih banyak lagi.

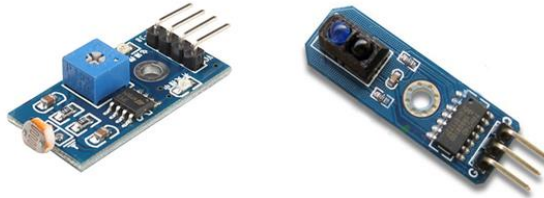


Gambar 3.1. Push Button dan Touch Sensor

Contoh touch sensor yang paling sederhana adalah Push Button. Seperti yang terlihat pada gambar 3.1.

2. Light Sensor.

Sensor ini mendeteksi cahaya atau peka terhadap cahaya disekitarnya. Dengan sensor ini robot dapat mengetahui gelap dan terang suatu objek, tempat, siang atau malam.

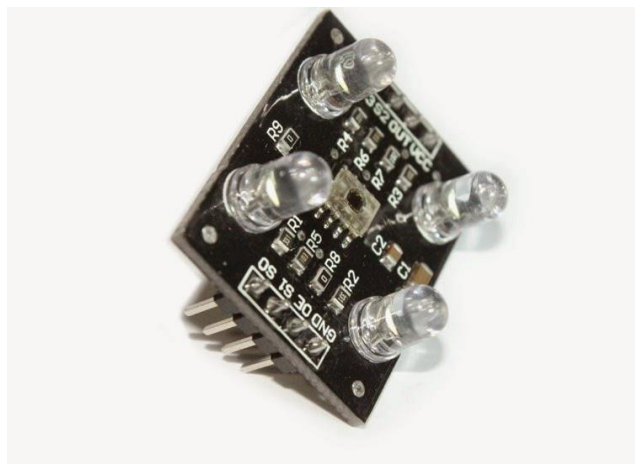


Gambar 3.2. LDR Sensor dan IR Sensor

Untuk menentukan gelap dan terang suatu tempat biasa menggunakan LDR Sensor, sementara untuk keperluan Robot Pengikut Garis (Line Follower) menggunakan InfraRed Sensor.

3. Color Sensor.

Sama seperti light sensor atau Infra Red sensor, color sensor juga bisa mendeteksi gelap terang dengan menangkap warna hitam dan putih. Tapi selain itu, Color Sensor juga dapat mendeteksi warna lainnya seperti merah, biru, kuning, dan sebagainya.



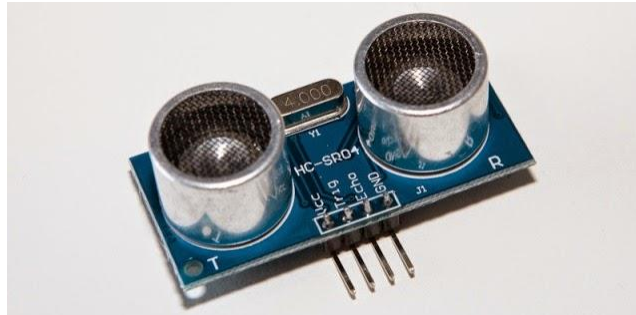
Gambar 3.3. Light Sensor

Pada aplikasinya color sensor juga bisa digunakan untuk membuat robot Line Follower, bahkan yang lebih canggih, yaitu: dapat mengikuti garis dengan warna yang lebih

spesifik.

4. Distance Sensor.

Adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi objek dengan cara mengukur jarak objek tersebut. Sensor ini bisa mengukur jarak dengan sangat akurat. Dalam robot, Distance Sensor berguna sebagai mata. Robot dapat melihat objek didepannya dengan sensor ini.

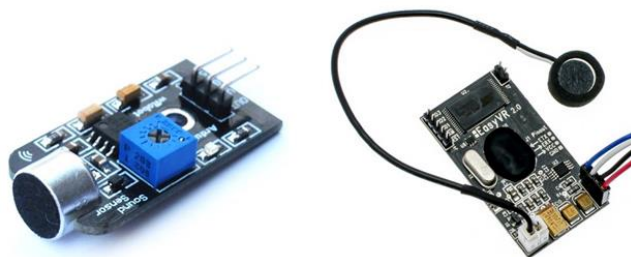


Gambar 3.4. Ultrasonic Sensor

Contoh Distance Sensor yang paling sering digunakan adalah Ultrasonic sensor. Cara kerjanya sama persis seperti mulut dan telinga pada kelelawar.

5. Sound Sensor.

Mendeteksi suara disekitar robot, fungsinya tentu saja seperti telinga. Melalui program sensor ini bisa membedakan suara yang nyaring, suara yang tidak nyaring, dan hening. Intensitasnya bisa kita atur manual, atau melalui program, tergantung jenis Sound Sensor yang dipakai.



Gambar 3.5. Sound Sensor dan Voice Recognition

Bahkan untuk jenis Voice Recognition, itu bisa diprogram untuk mendengar kata (bahasa) yang digunakan manusia.

6. **Balance Sensor.**

Biasa digunakan untuk membuat robot tetap seimbang. Mengetahui kemiringan, dan membantu bangun saat robot terjatuh.



Gambar 3.6. Sensor Gyroskop

Salah satu contohnya adalah *Gyroscope*, dipakai juga pada Smartphone.

7. **Gas Sensor.**

Berfungsi untuk mendeteksi berbagai jenis gas atau asap yang ada disekitar. Seperti hidung pada manusia, dapat membedakan yang mana gas yang biasa mana gas yang berbahaya.



Gambar 3.7. Gas Sensor

Contoh penerapan gas Sensor adalah untuk robot penjinak Bom, atau robot GreenBird.

8. **Temperatur Sensor.**

Sama seperti kulit yang dapat merasakan panas dan dingin. Dengan temperatur sensor robot dapat mengenali suhu yang ada disekitarnya.



Gambar 3.8. Temperatur Sensor

Sebenarnya masih banyak lagi sensor yang bisa kamu gunakan untuk robot. Tapi 8 sensor diatas adalah yang paling sering digunakan.

BAB IV

BEBERAPA CONTOH KASUS APLIKASI SENSOR DENGAN MICROCONTROLLER

A. Pendahuluan

Pada bagian ini penulis menjelaskan jenis jenis dan fungsi dari sensor.

1. Sensor Suhu LM35

Menurut KBBI suhu adalah ukuran kuantitatif terhadap panas dan dingin diukur dengan thermometer sedang temperatur adalah panas dinginnya badan atau hawa.



Gambar 4.1. Bentuk Fisik Sensor LM35

Adapun keistimewaan dari IC LM 35 adalah :

- Ø Kalibrasi dalam satuan derajat celcius.
- Ø Lineritas +10 mV/ ° C.
- Ø Akurasi 0,5 ° C pada suhu ruang.
- Ø Range +2 ° C – 150 ° C.
- Ø Dioperasikan pada catu daya 4 V – 30 V.
- Ø Arus yang mengalir kurang dari 60 µ A

Cara Kerja Sensor LM35

Dalam prakteknya proses antarmuka sensor LM35 dapat dikatakan sangat mudah. Pada IC sensor LM35 ini terdapat tiga buah pin kaki yakni Vs, Vout dan pin ground. Dalam pengoperasiannya pin Vs dihubungkan dengan tegangan sumber sebesar antara 4 – 20 volt sementara pin Ground dihubungkan dengan ground dan pin Vout merupakan keluaran yang akan mengalirkan tegangan yang besarnya akan sesuai dengan suhu yang diterimanya dari sekitar.



Gambar 4.2. Rangkaian Dasar LM35

Prinsip kerja alat pengukur suhu ini, adalah sensor suhu difungsikan untuk mengubah besaran suhu menjadi tegangan, dengan kata lain panas yang ditangkap oleh LM35 sebagai sensor suhu akan diubah menjadi tegangan. Sedangkan proses berubahnya panas menjadi tegangan dikarenakan di dalam LM35 ini terdapat termistor berjenis PTC (Positive Temperature Coefisient), yang mana termistor inilah yang menangkap adanya perubahan panas. Prinsip kerja dari PTC ini adalah nilai resistansinya akan meningkat seiring dengan meningkatnya

temperature suhu. Resistansi yang semakin besar tersebut akan menyebabkan tegangan output yang dihasilkan semakin besar.

Kelebihan dan Kelemahan Sensors LM35

Kelebihan:

- a. Rentang suhu yang jauh, antara -55 sampai +150oC
- b. Low self-heating, sebesar 0.08oC
- c. Beroperasi pada tegangan 4 sampai 30 V
- d. Rangkaian tidak rumit
- e. Tidak memerlukan pengkondisian sinyal

•Kekurangan:

Mebutuhkan sumber tegangan untuk beroperasi.

Melakukan Percobaan:

Sensor ini bisa mendeteksi suhu 0-100 derajat Celcius dengan karakteristik 10mV pada output mewakili 1 derajat Celcius. Jika tegangan output 300mV berarti suhu adalah 30 derajat Celcius, jika tegangan output 230mV berarti suhu 23 derajat Celcius.

Pada percobaan ini, saya siapkan Multitester digital, Sumber tegangan 5 Vdc, dan sensor suhu LM35. Penggunaan AVO digital di sini untuk lebih mempermudah pembacaan output voltase pada sensor. Untuk percobaan, ujung kaki kiri (+5vdc) dihubungkan dengan penjepit plus dengan kabel merah pada power supply, kaki tengah dihubungkan dengan pin plus dengan kabel merah pada AVO meter (ini sebagai output voltase pada sensor), kemudian kaki kanan dihubungkan dengan ground, yaitu pin dan jepitan yang berwarna hitam pada AVO dan power supply. Hasilnya seperti gambar berikut:



Gambar 4.3. Cara simple untuk menggunakan sensor LM35

2. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Sensor suhu dan Kelembaban terkadang didesain terpisah, namun karena banyaknya peneliti memerlukan kedua sensor tersebut secara bersamaan maka beberapa produsen sensor memproduksi 1 buah alat sensor dan bias mengukur kedua parameter tersebut. Sensor suhu kelembaban tersebut adalah DHT11.

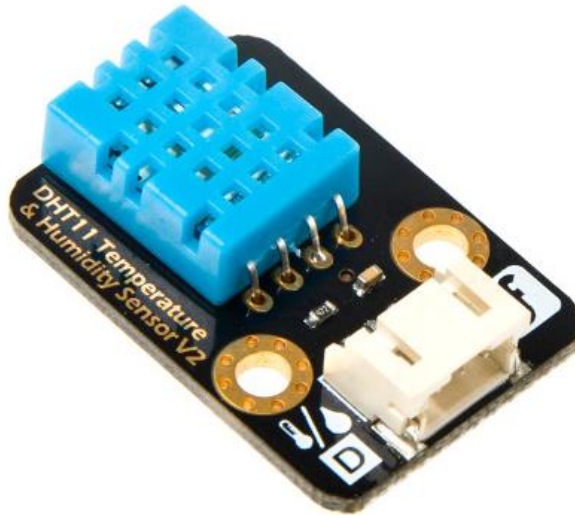
DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini **sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino**. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya.

DHT11 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.

Spesifikasi

- Supply Voltage: +5 V
- Temperature range : 0-50 °C error of ± 2 °C
- Humidity : 20-90% RH ± 5 % RH error

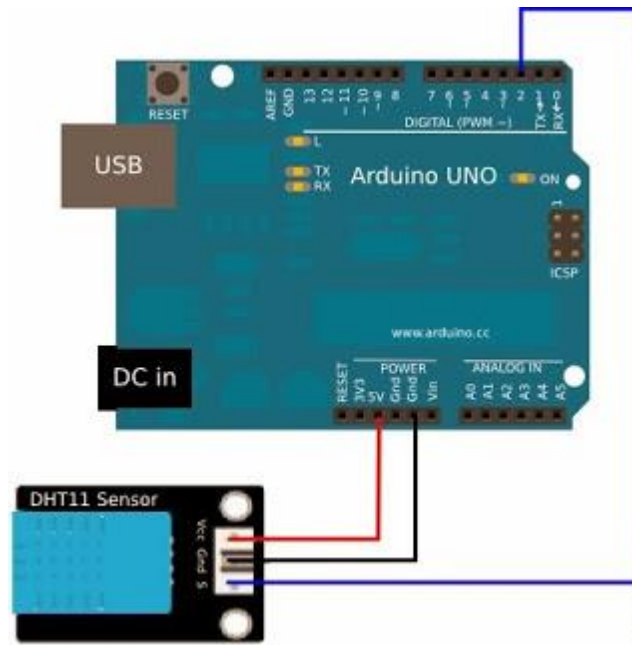
- Interface : Digital
- Kabel Konektor 3 pin



Gambar 4.4. Sensor DHT11

Banyak aplikasi mikrokontroler yang digunakan untuk mengukur suhu ruangan. Selain menggunakan Mikrokontroler kita juga dapat menggunakan Arduino dan sensor suhu DHT11 untuk mengukur suhu suatu ruangan dengan tepat. DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya.

Untuk membuat sebuah pengukur suhu dan kelembaban dengan Arduino sangat mudah. Yang kita butuhkan hanya Board Arduino dan Sensor suhu DHT11. Berikut rangkaian DHT11 dengan Arduino.



Gambar 4.5. Konfigurasi Arduino dan Sensor DHT11

Untuk program arduino :

```
#include "DHT.h"
```

```
#define DHTPIN 2 // definisikan pin yang digunakan utk sensor DHT11
```

```
// Saat ini yang dipilih adalah DHT11
```

```
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
```

```
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  Serial.println("Kelembaban & Suhu Sekarang :");
```

```
  dht.begin();
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  // Baca humidity dan temperature
```

```
  float h = dht.readHumidity();
```

```
float t = dht.readTemperature();

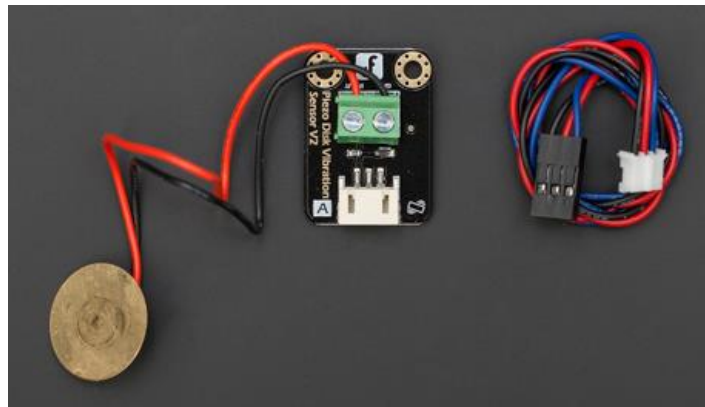
// Cek hasil pembacaan, dan tampilkan bila ok

if (isnan(t) || isnan(h)) {
  Serial.println("Failed to read from DHT");

} else {
  Serial.print("Kelembaban: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %t");
  Serial.print("Suhu: ");
  Serial.print(t);
  Serial.println(" *C");
}
}
```

3. Sensor Getar

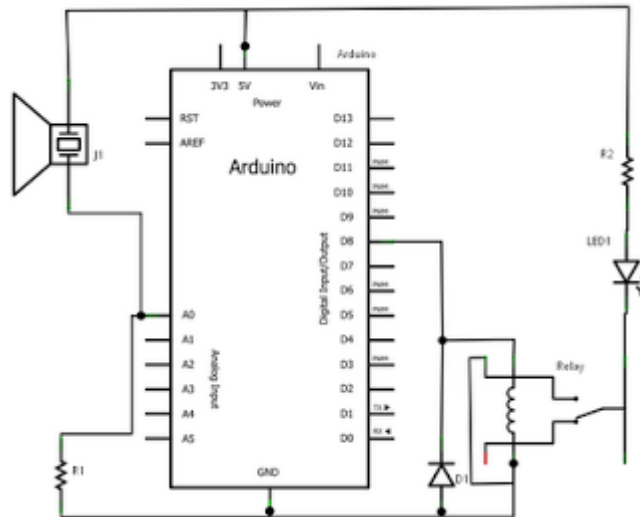
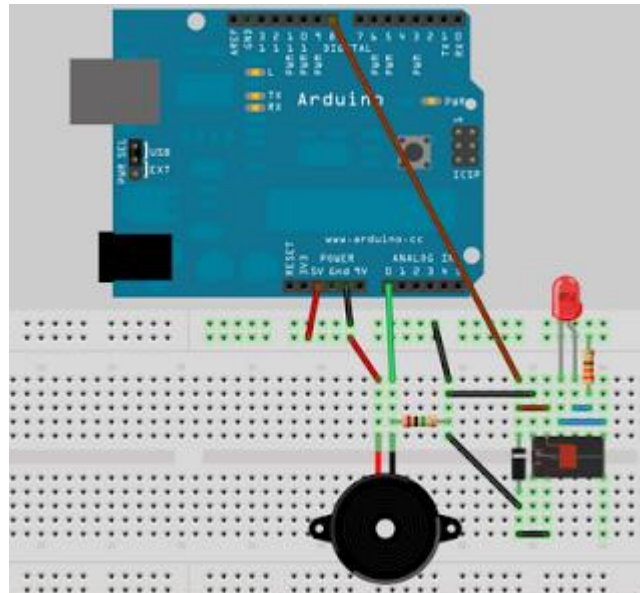
Pendeteksi Getaran via Piezoelectric Sensor dan Arduino



Gambar 4.6. Piezoelectric sensor

Piezoelectric adalah komponen yang dapat menghasilkan tegangan listrik sebagai respon dari suatu perubahan tekanan mekanik. Dalam proyek ini Piezoelectric digunakan sebagai sensor tekanan mekanik (yang diperoleh dari getaran) dan hasil keluarannya yang berupa tegangan listrik dibaca melalui input analog arduino dan

hasilnya dikirim ke komputer melalui serial RS-232, pada komputer data-data ini ditampilkan dalam bentuk grafik sinyal.



Gambar 4.7. Arduino uno dan sensor getar

List Program (Arduino)

//Program Deteksi getar dengan Piezoelectric

// Oleh : Aan Darmawan

// valfa.blogspot.com

// maret 2011

/* Keterangan skema:

* Sambungkan Output Piezo ke pin A0 (Analog input pin 0) Arduino

* Pin 8 output ke relay , jika nilai getaran mencapai 800, Relay ON

*/

```
// deklarasi variabel
```

```
int mgetar;
```

```
int getarPin = 0;
```

```
void setup() {
```

```
  pinMode(8,OUTPUT);
```

```
  // aktifkan serial port
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  // baca getaran dari A0
```

```
  mgetar =analogRead(getarPin);
```

```
  //kirim ke serial
```

```
  Serial.println(mgetar);
```

```
  if(mgetar>=800) //jika getaran cukup keras
```

```
  {
```

```
    digitalWrite(8,HIGH); // aktifkan relay
```

```
    delay(2000); // delay 2 detik
```

```
  }
```

```
  else digitalWrite(8,LOW);
```

```
  delay(30); // berhenti beberapa milidetik
```

```
}
```

4. Sensor Jarak dengan Ultrasonik



Gambar 4.8. Sensor Ultrasonik

Kali ini penulis memperkenalkan sensor jarak **SRF05** merupakan **sensor pengukur jarak** yang menggunakan ultrasonik. Dimana prinsip kerja sensor Ultrasonik ini adalah Pemancar(transmitter) mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan obyek, sehingga didapat jarak sensor dengan obyek yang bisa ditentukan dengan persamaan

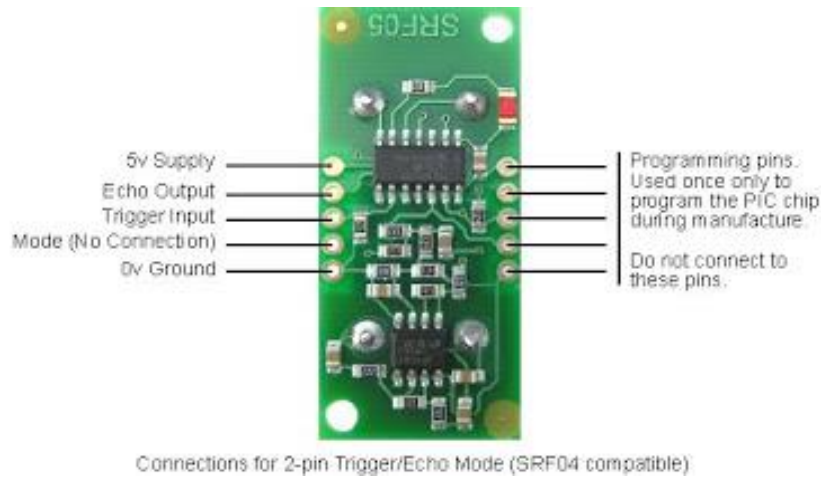
$$\text{Jarak} = \text{Kecepatan_suara} \times \text{waktu_pantul}/2$$

Sensor ultrasonik Devantech srf05 dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Bekerja pada tegangan DC 5 volt
2. Beban arus sebesar 30 mA – 50 mA
3. Menghasilkan gelombang dengan frekuensi 40 KHz
4. Jangkauan jarak yang dapat dideteksi 3 cm – 400 cm
5. Membutuhkan trigger input minimal sebesar 10 uS
6. Dapat digunakan dalam dua pilihan mode yaitu input trigger dan output echo terpasang pada pin yang berbeda atau input trigger dan output echo terpasang dalam satu pin yang sama.

Mode 1- SRF05 - Trigger dan Echo terpisah

Pada mode ini, untuk mengakses input dan output digunakan pin sensor ultrasonik yang berbeda. Artinya satu pin akan berfungsi sebagai transmitter dan satu pin sisanya berfungsi sebagai receiver. Jadi antara Trigger dan Echo di bedakan.

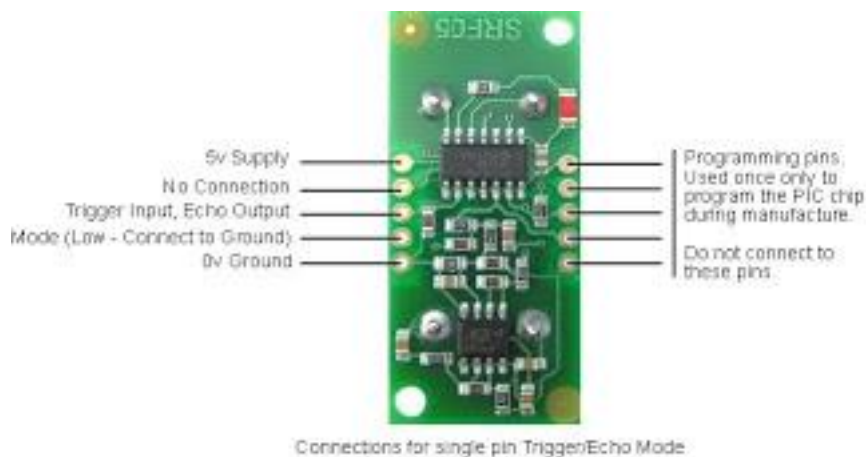


Gambar 4.9. Sensor SRF05

Timing diagram SRF05 mode trigger dan echo yang terpisah adalah sebagai berikut

Mode 2- SRF05 - Trigger dan echo dalam 1 pin

Pada mode ini menggunakan 1 pin untuk digunakan sebagai trigger dan echo. Untuk menggunakan mode ini, hubungkan pin mode pada 0V / ground. Sinyal echo dan sinyal trigger di dapat dari 1 pin saja dengan delay antara sinyal trigger dan sinyal echo kurang lebih 700 us



Gambar 4.10. Sensor SRF05

Timing diagram SRF05 mode trigger dan echo yang jadi satu adalah sebagai berikut

Perlengkapan yang dibutuhkan pada percobaan kali ini

- SRF05
- Arduino Uno
- Kabel Konektor

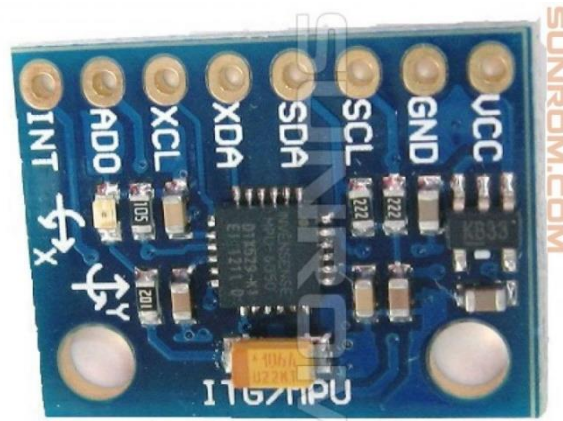
Menyambungkan SRF05 dengan board arduino

- pin 1 (5v Supply) pada SRF05 disambungkan ke positif 5v
- pin 2 (echo output) pada srf05 disambungkan ke pin 6 pada arduino
- pin 3 (trigger input) pada srf05 disambung ke pin 7 pada arduino
- pin 4 (no connection)
- pin 5 (gnd) pada srf05 di sambungkan ke ground

5. Sensor Girooskop

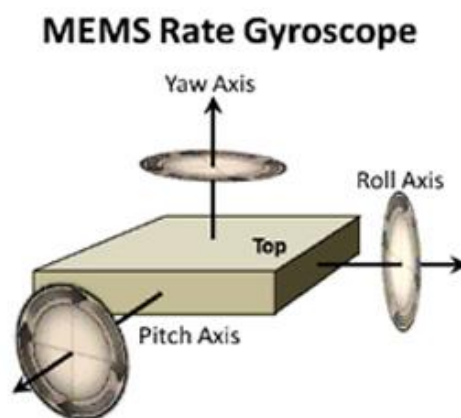
Gyroscope adalah device yang berguna untuk menentukan orientasi gerak yang berotasi dengan cepat pada poros sumbu. *Gyroscope* memiliki output yang peka terhadap kecepatan sudut dari arah sumbu x yang nantinya akan menjadi sudut *phi* (roll), dari sumbu y nantinya menjadi sudut *theta* (pitch), dan sumbu z nantinya menjadi sudut *psi* (yaw).

Gyroscope pada penelitian ini digunakan untuk mengukur sumbu rotasi roket. Sebelum digunakan, sensor gyroscope terlebih dahulu dilakukan proses kalibrasi dengan menggunakan bandul. Proses kalibrasi tersebut berfungsi untuk memperoleh nilai faktor kalibrasi, atau secara sederhana nilai kalibrasi tersebut dapat juga menggunakan data yang dicantumkan dalam datasheet.



Gambar 2.2.1 Sensor Gyro

Gyroscope memiliki keluaran berupa kecepatan sudut dari arah sumbu x yang nantinya akan menjadi sudut ϕ (roll), dari sumbu y nantinya menjadi sudut θ (pitch), dan sumbu z nantinya menjadi sudut ψ (yaw). Mula-mula data keluaran dari sensor diambil menggunakan mikrokontroler kemudian dikonversi menjadi rad/s kemudian diubah menjadi deg/s, proses perubahan dari keluaran sensor melalui mikrokontroler port ADC, untuk dapat mengetahui besarnya sudut yang di ukur harus melewati beberapa persamaan untuk merubah output deg/s (kecepatan sudut) menjadi deg (sudut) dengan menggunakan persamaan Euler ataupun Quaternion. Secara sederhana proses konversi dari deg/s menjadi deg jika hanya menggunakan referensi body dapat hanya melalui proses satu kali integral tetapi pada algoritma INS (Inertial Navigation System) biasanya data body kemudian diubah menjadi referensi bumi atau inertial



Gambar 2.2.2 Ilustrasi Gyro

Secara umum hasil pengukuran kecepatan sudut sebuah benda dengan menggunakan sensor *gyroscope* pada sumbu horisontal dapat dinyatakan dengan persamaan (2.1)

$$\dot{\theta}(t) = \omega(t) + n(t) + b(t) \quad (1)$$

Sinyal keluaran *gyroscope* secara umum mengandung sinyal kecepatan sudut ($\dot{\theta}(t)$), *random noise* ($n(t)$), dan *noise* karena perubahan temperatur ($b(t)$). Perubahan besaran sudut diperoleh dengan mengintegrasikan persamaan 1. Persamaan perubahan besaran sudut ditulis menjadi persamaan 2.

$$\theta(t) = \int (\dot{\theta}(t) + n(t) + b(t)) dt \quad (2)$$

Persamaan 2 dapat ditulis kembali dengan sebuah parameter kalibrasi secara sederhana menjadi persamaan 3

$$\theta(t) = K \int \dot{\theta}(t) dt \quad (3)$$

Metode Runge-Kutta merupakan metode penyelesaian persamaan differensial yang mana perhitungan penyelesaian dilakukan langkah demi langkah. Secara umum fungsi penyelesaian persamaan differensial dengan metode Runge-Kutta ditunjukkan pada persamaan 4.

$$x_k = x_{k-1} + h \cdot f(x_{k-1}, t_{k-1}) \quad (4)$$

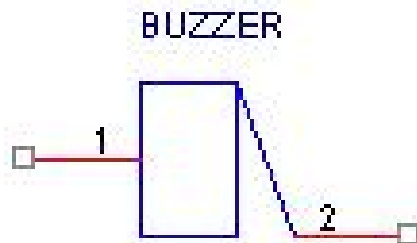
Disini $h \cdot f(x_{k-1}, t_{k-1})$ adalah perubahan nilai setiap langkah.

Metode Runge-Kutta orde 2 membuat langkah yang lebih kecil dari perubahan nilai dengan membagi nilai perubahan tiap langkah menjadi sejumlah bagian yang ditentukan. Bentuk paling sederhana dari metode Runge Kutta orde 2 adalah membagi bagian perubahan menjadi dua bagian seperti ditunjukkan pada Persamaan 5.

$$x_k = x_{k-1} + h/2 [f(x_{k-1}, t_{k-1}) + f(x_{k-1}, t_{k-1} + h)] \quad (5)$$

Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).



Gambar 2.3.1 Simbol Buzzer



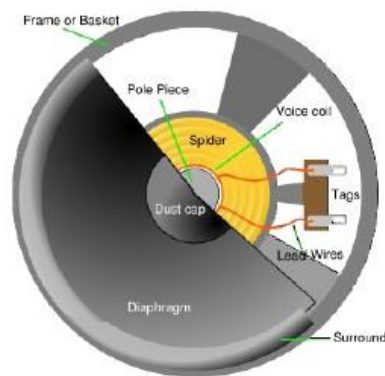
Gambar 2.3.3 Buzzer Putih

Speaker

Speaker adalah komponen elektronika yang terdiri dari kumparan, membran dan magnet sebagai bagian yang saling terkait. Tanpa adanya membran, sebuah speaker tidak akan

mengeluarkan suara, demikian sebaliknya. Bagian-bagian speaker tersebut saling terkait dan saling melengkapi satu sama lain.

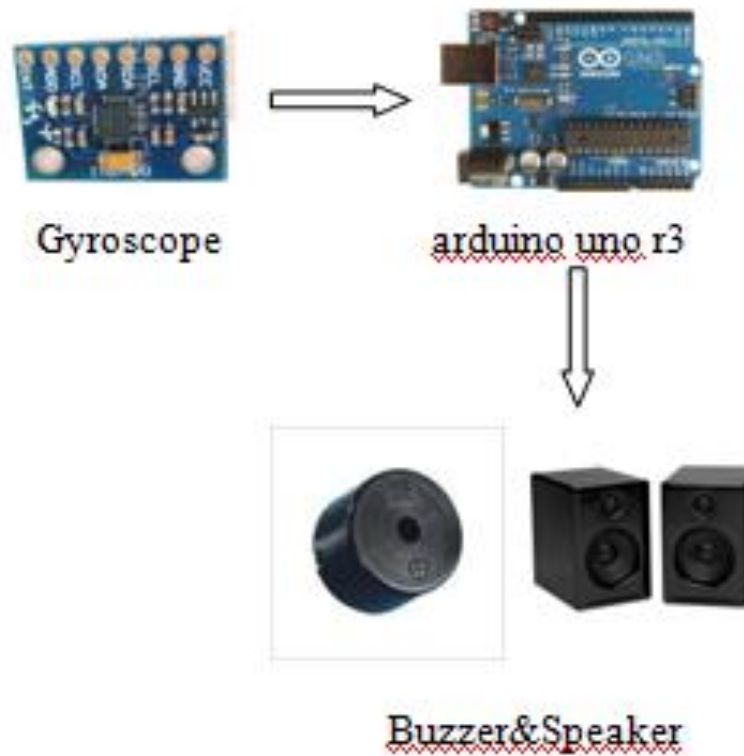
Fungsi speaker ini adalah mengubah gelombang listrik menjadi getaran suara. Proses perubahan gelombang listrik / elektromagnet menjadi gelombang suara terjadi karena adanya aliran listrik arus AC audio dari penguat audio kedalam kumparan yang menghasilkan gaya magnet sehingga akan menggerakkan membran, Kuat lemahnya arus listrik yang diterima, akan mempengaruhi getaran pada membran, bergetarnya membran ini menghasilkan gelombang bunyi yang dapat kita dengar.



Gambar 2.4 Speaker

Perancangan perangkat keras Sensor Giroskop

Perancangan perangkat keras pada alat pendeteksi rotasi dengan menggunakan *gyroscope* ini meliputi perancangan sistem minimum mikrokontroler ArduinoUNO R3 dan perancangan sensor *gyroscope*. Secara umum perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3.1 .



Gambar 3.1 Diagram blok rangkaian

Tiap-tiap bagian dari diagram blok sistem pada Gambar 3 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sensor gyroscope digunakan untuk memperoleh besaran kecepatan sudut dari ketiga poros putar.
2. Arduino UNO R3 digunakan menerima data dari sensor, mengubahnya menjadi data digital, memfilter data secara digital dan melakukan komunikasi serial dengan komputer.
3. Buzzer dan speaker digunakan untuk mengolah data digital kecepatan sudut menjadi besaran sudut dan menampilkan kedalam bentuk suara Gambar 4 merupakan diagram alir dari rangkaian.

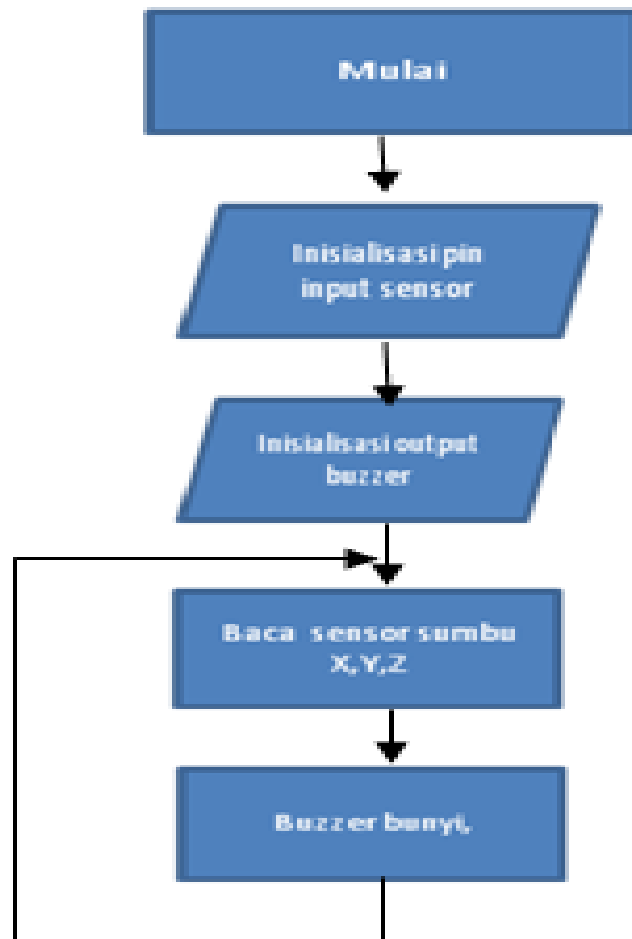
Perancangan perangkat lunak pada sistem (*Software*)

Perancangan perangkat lunak merupakan perancangan algoritma program untuk merealisasikan sistem pendeteksi rotasi dengan menggunakan *gyroscope*. Perancangan perangkat lunak pada pendeteksi rotasi meliputi perancangan ADC, perancangan sistem dengan filter eksponensial dan perancangan sistem dengan filter Kalman. Gambar 4

merupakan diagram skematik perancangan sistem pendeteksi rotasi dengan menggunakan *gyroscope*.

Diagram alir rangkaian

Untuk diagram alir rangkaian keseluruhan seperti di gambar 3.2 Diagram alir Rangkaian yang pada inialisasi pin input sensor akan masuk ke arduino . dan akan membaca sensor dan buzzer akan berbunyi sebagai output .



Gambar 3.2 Diagram alir rangkaian

BAB V

Aplikasi Sensor pada suatu Sistem

Kasus: sistem rumah kaca

A. Pengatur Kelembaban dan Suhu Rumah Kaca / rumah plastik

a) Arduino Uno

Arduino Uno adalah piranti mikrokontroler menggunakan ATmega328 , merupakan penerus Arduino Duemilanove. Arduino Uno memiliki 14 Pin input/output digital (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset.

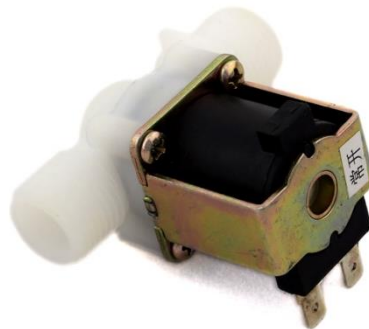


Gambar 5.1. Microcontroller Arduino Uno

Gambar (i) merupakan gambar Arduino Uno tampak dari depan, Arduino juga mempunyai compiler sendiri, bahasa pemrograman yang dipakai adalah C/C++ tetapi sudah menggunakan konsep pemrograman berbasis objek / OOP (Object Oriented Programming).

b) Solenoid Valve

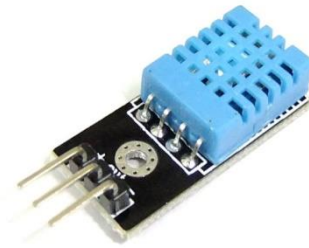
Solenoid valve (gambar i) adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, solenoid valve atau katup (valve) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat cairan masuk atau supply, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang exhaust, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve bekerja.



Gambar 5.2. Solenoid Valve

c) Sensor DHT 11

DHT11 adalah sensor Suhu dan Kelembaban, dia memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Penampakan dari sensor DHT Seperti ditunjukkan pada gambar (i) dan gambar (ii) gambar tersebut menunjukkan gambar bagian depan dan kaki – kakinya yang terbuat terdiri dari Vcc, Data pembacaan dan Ground. Sedangkan gambar 2 pada balik sensor berisi data maksimal pengerjaan tegangan yang dibutuhkan sensor juga kelembaban yang dapat digunakan sebagai indikator.

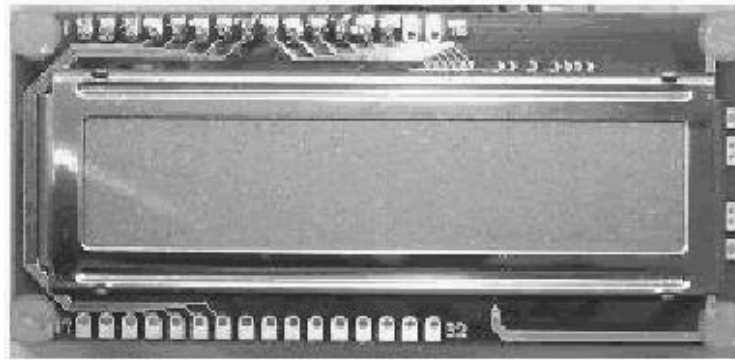


Gambar 5.3. Sensor suhu dan kelembaban DHT11

d) LCD karakter 2x16.

LCD Character dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler seperti Arduino. LCD yang akan digunakan mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 2x16, dengan 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut:

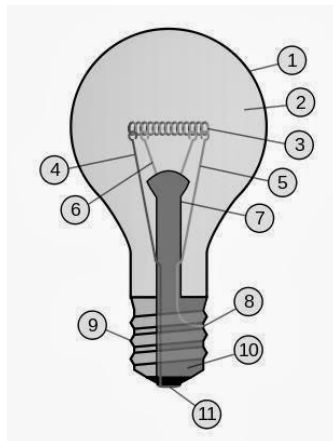
PIN	Nama	Fungsi
1	Vss	Ground / 0V
2	Vcc	+5V
3	V _{EE}	Tegangan Kontras
4	RS	Register Select / 0 = Instruction Register, 1 = Data Register
5	R/W	Read/ Write, untuk memilih , Mode menulis atau membaca, 0 = write mode , 1 = read mode
6	E	Enable, 0 = mulai kirim data ke LCD 1= disable
7	D _B	LSB
8	D _B	-
9	D _B	-
10	D _B	-
11	D _B	-
12	D _B	-
13	D _B	-
14	D _B	MSB
15	BPL	Lampu Layar belakang
16	GND	Ground / 0V



Gambar 5.4. Bentuk fisik LCD karakter 2x16

e. Lampu Pijar

Komponen utama dari lampu pijar adalah bola lampu yang terbuat dari kaca, filamen yang terbuat dari wolfram, dasar lampu yang terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi, dan kaki lampu.



Gambar 5.5.

Bagian bagian Lampu Pijar

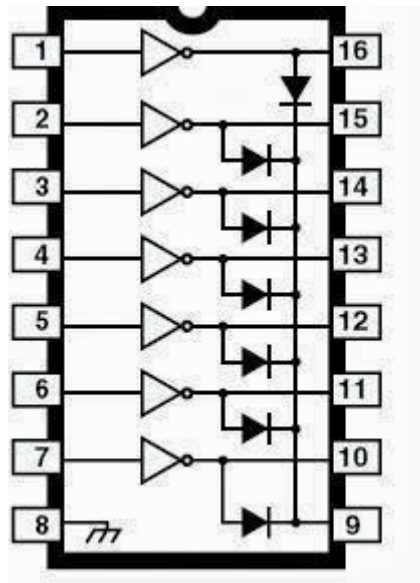
1	Bola lampu	7	Kacapenyangga
2	Gas bertekananrendah (argon, neon, nitrogen)	8	Kontaklistrik di ulir
3	Filamen wolfram	9	Sekrupulir
4	Kawatpenghubungke kaki tengah	10	Isolator
5	Kawatpenghubungkeulir	11	Kontaklistrik di kaki tengah
6	Kawatpenyangga		

e) Pompa Air AC



Gambar 5.6.

f) IC ULN2003



Gambar 5.7. Device IC ULN 2003

IC ULN 2003 adalah sebuah IC dengan ciri memiliki 7-bit input, tegangan maksimum 50 volt dan arus 500mA. IC ini termasuk jenis TTL. Di dalam IC ini terdapat transistor darlington. Transistor darlington merupakan 2 buah transistor yang dirangkai dengan konfigurasi khusus untuk mendapatkan penguatan ganda sehingga dapat menghasilkan penguatan arus yang besar. IC ULN 2003 merupakan IC yang mempunyai 16 buah pin, pin ini berfungsi sebagai input, output dan pin untuk catu daya. Catu daya ini terdiri dari catu daya (+) dan ground. IC ULN 2003 biasa digunakan sebagai driver motor stepper maupun driver relay.

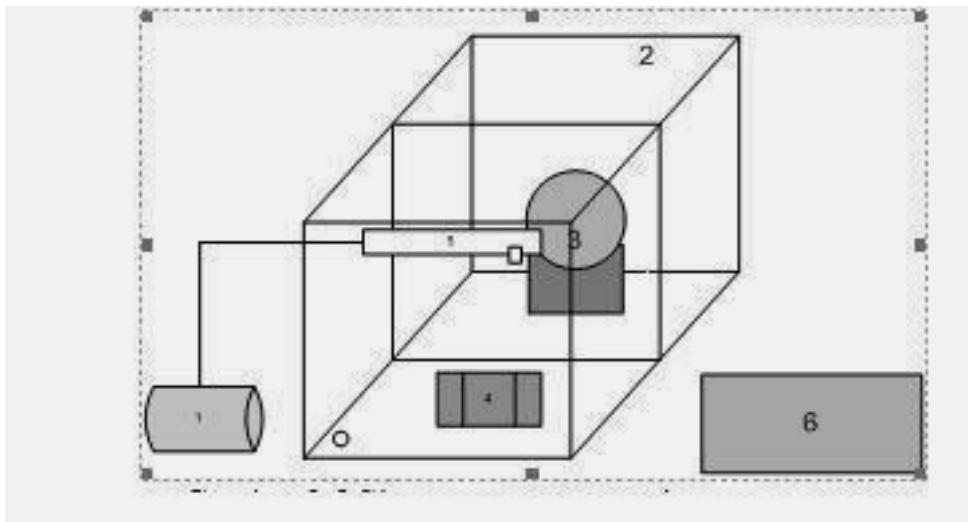
g) Relay 12V



Gambar 5.8. Relay 12 V

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (Sepereangkat kontak Saklar). Relay menggunakan prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

B. Rumah Kaca



Gambar 5.9. Skema rumah kaca

Gambar 5.9. Sistem perencanaan alat yang terdiri dari

1. Pompa : untuk memberikan cukup tekanan pada pengkabut / sprayer. (Komponen Output)
2. Kotak kaca : wadah , dimana suhu dan kelembaban di dalamnya harus diatur.

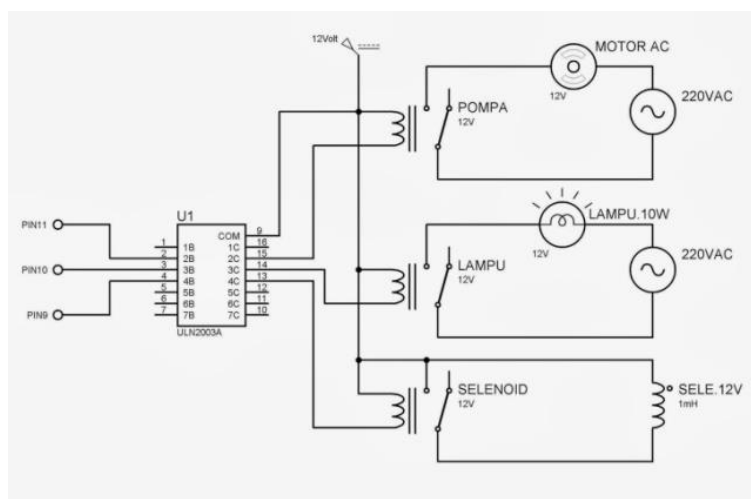
3. Lampu : berfungsi untuk memanaskan suhu dalam kotak kaca. (Komponen Output)
4. Sensor DHT11 : berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. (Komponen Input)
5. Selang sprayer : berfungsi untuk membuat kabut.
6. LCD 2x16 : penampil dari hasil pembacaan suhu dan temperature. (Komponen Output)

Konfigurasi pin input output pada Arduino :

Komponen Input	Pin Arduino
Sensor DHT11	8

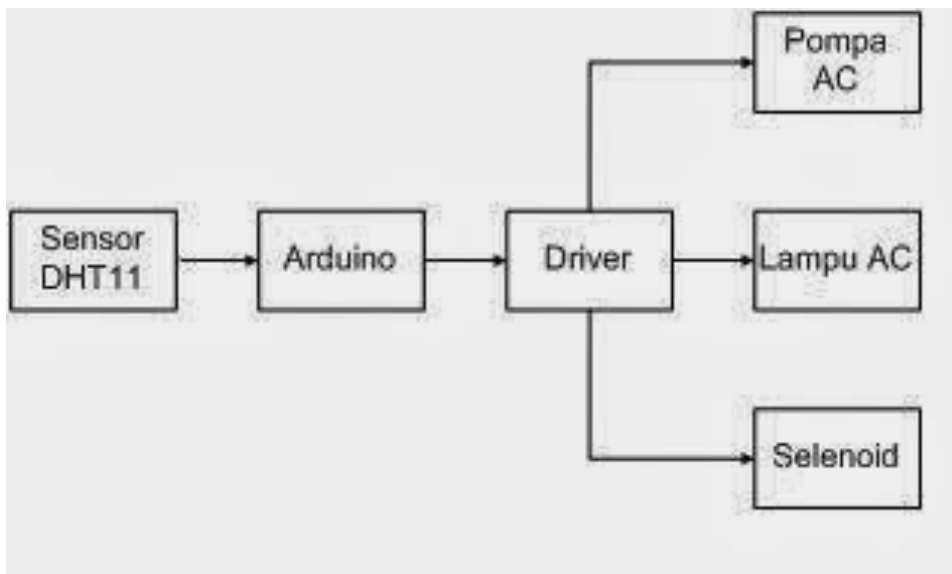
Komponen Output	Pin Arduino
Solenoid Valve 12V	9
Lampu Pijar 10W	10
Motor AC	11
LCD 2x16 (4bit) (RS,E,D4,D5,D6,D7)	2,3,4,5,6,7

Untuk menggerakkan beban output, arduino saja tidaklah cukup, diperlukan rangkaian driver agar arduino dapat mengendalikan output yang mempunyai arus besar. Driver output dari solenoid valve, lampu pijar, motor ac adalah IC ULN2003. IC ULN2003 berfungsi seperti halnya transistor, karena pada dasarnya IC ini adalah transistor darlington. Karena beban yang dikenalkan mempunyai arus besar maka IC ini sangat cocok untuk kendali on/off. Berikut skematik rangkaian driver output :



Gambar 5.10. Rangkaian Driver Solenoid, Lampu, Pompa.

a. Mekanisme Kerja Sistem

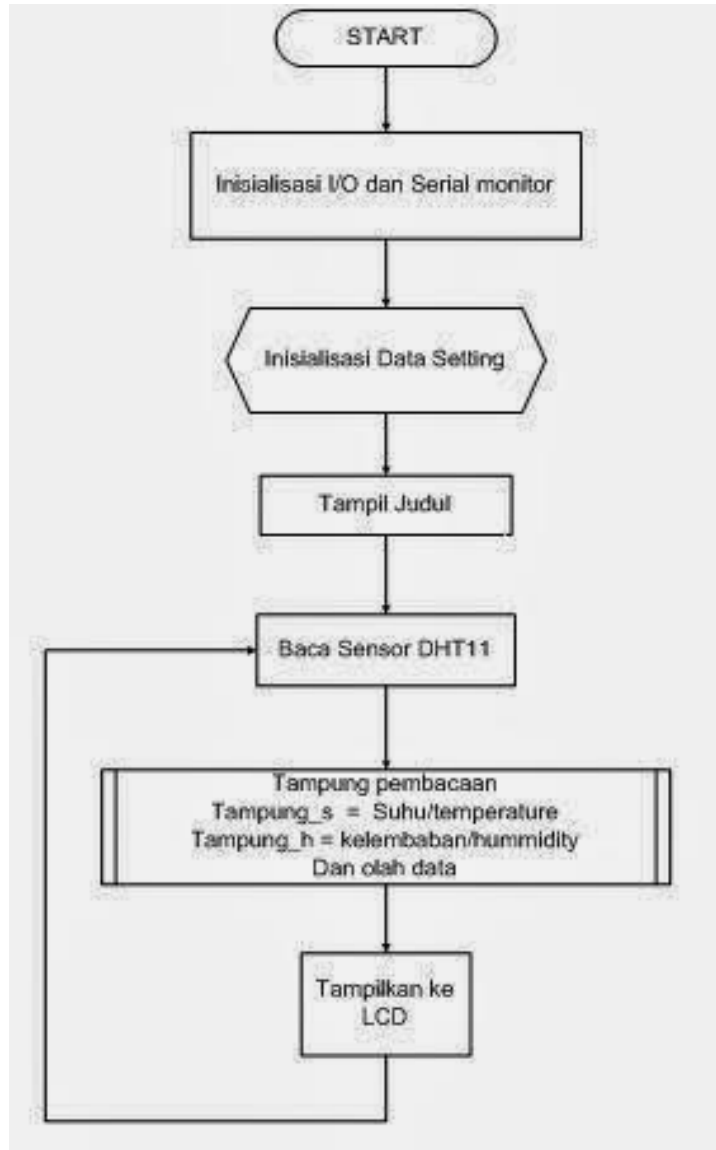


Gambar 5.11. Skema peralatan untuk rumah kaca

Kerja alat ini nanti Sensor DHT11 yang diletakkan tepat dibawah sprayer akan melakukan pembacaan suhu dan kelembaban normal pada ruang tersebut. Kemudian lampu pada ruang sebelah dinyalakkan. Sensor akan membaca kenaikan suhu ruang. Saat suhu yang terbaca melewati batas maksimal maka sensor akan memberi perintah arduino untuk mengaktifkan solenoid. Saat sprayer aktif (menyemburkan air) itulah sensor kembali membaca suhu sekitar (suhu turun, kelembaban naik). Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 5.11.

b. Pembuatan Program

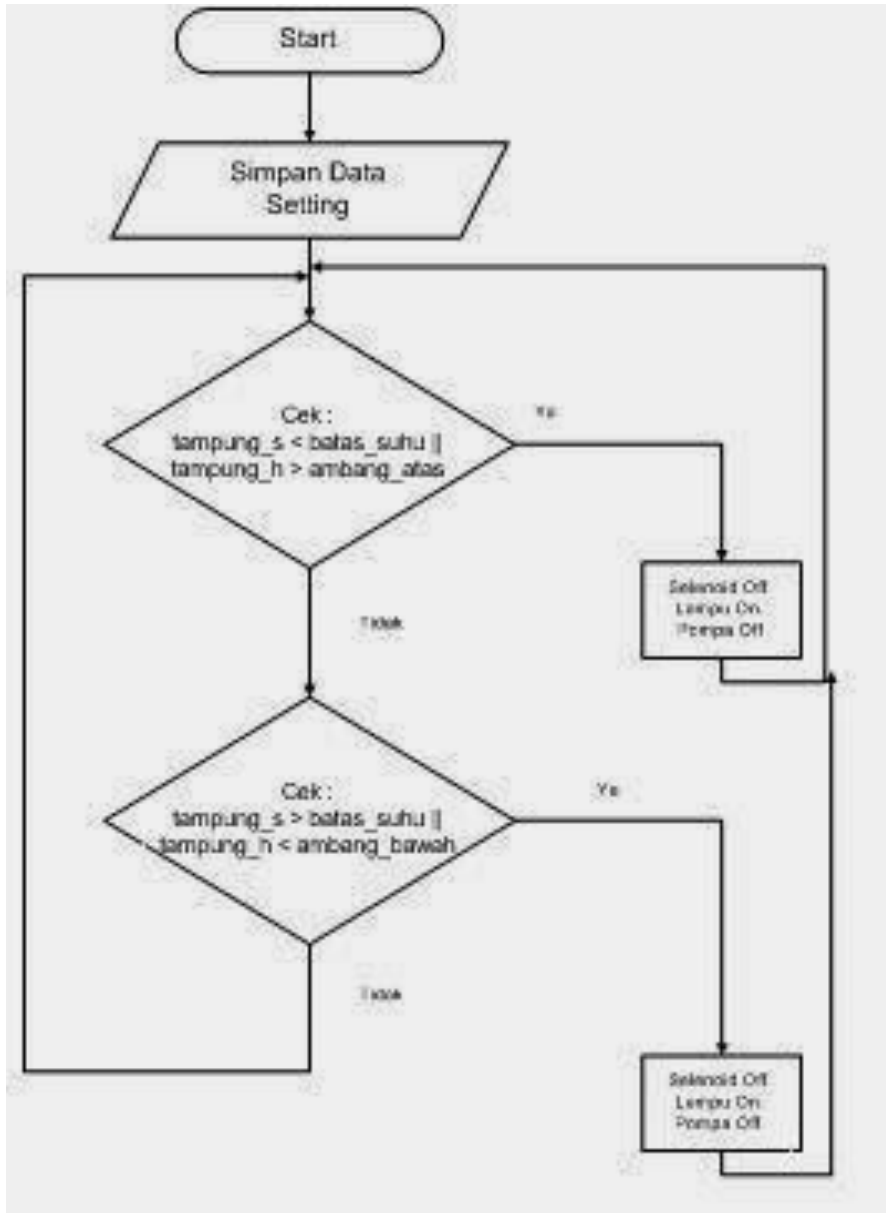
Sebelum memulai program sebaiknya kita membuat flow chart agar mempermudah dalam menjalankan program.



Gambar 5.12. Algoritma dan diagram alir pembuatan program

Keterangan :

Gambar (i) merupakan program utama dimana menerangkan tentang pengaturan pembacaan suhu dan kelembaban oleh sensor DHT11 lalu ditampung di variabel yang telah ditentukan, dan hasil tampungan tersebut akan di tampilkan ke LCD 2x16 , dan dioalah lagi menggunakan sub-program komparator.

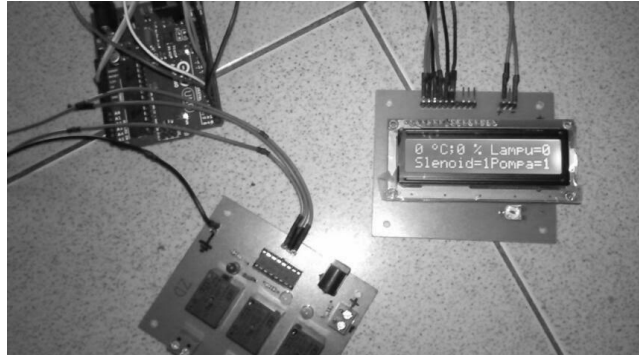


Gambar 5.13. Pembuatan sub-program

Gambar 5.13 merupakan sub-program utama yang berisi tentang program yang bekerjanya seperti komparator, pada Op-Amp.

C. Teknik Eksperimen

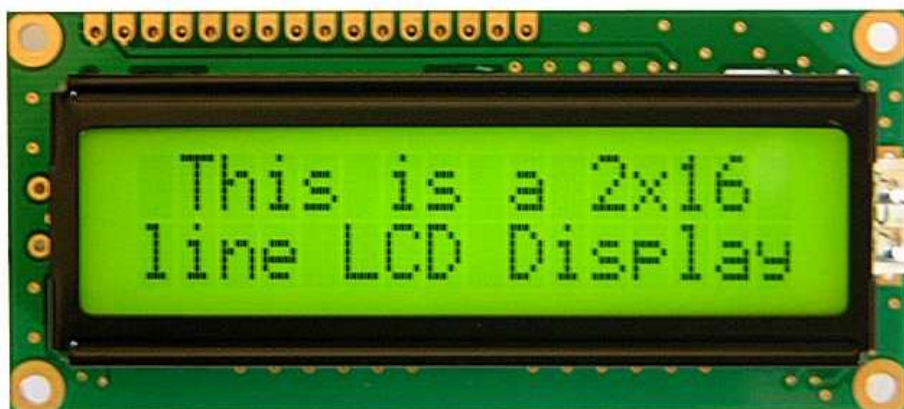
a). Hasil Eksperimen



Gambar 5.14. Arduino, LCD dan Sensor DHT11

Pada Gambar 5,14 terlihat instalasi dan simulasi program utama yang telah dijalankan ke arduino lalu shield input dan output dihubungkan ke arduino. Pada simulasi tersebut nampak bahwa hasil pembacaan suhu dan kelembaban semuanya

Menunjukkan nilai nol. Karena sensor DHT11 belum terpasang. Output selenoid , lampu dan pompa masih berjalan dengan normal.



Gambar 5.15. LCD 2 x 16

Pada Gambar 5.15: Setelah dipasang sensor DHT11 maka pembacaan suhu dan kelembaban akan ditampilkan ke layar LCD 2x16.

b. Data Hasil Percobaan

Pertahankan pada suhu 35°C dan Kelembaban 65%

Waktu (menit)	Suhu (c°)	Kelembaban (%)	Lampu	Selenoid	Pompa
0-3					
6					
10					
15					
20					
22					
24					
26					
30					
40					
50					
60					
70					
80					

Dari analisa kasus ini yang terdapat beberapa simpulan:

1. DHT11 digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban namun apabila sensor DHT11 di dekatkan pada sumber panas yang berlebih akan merusak bentuk sensor dan mengakibatkan sensor kurang sensitifitasnya.
2. Pengaturan suhu lampu pijar yang menggunakan dipasang dalam kotak kaca untuk meningkatkan suhu dan penyemprot digunakan untuk menaikkan kelembaban

Soal soal latihan

1. Apakah alat yang digunakan untuk mengatur kelembapan dan temperature suhu udara?
2. Apakah fungsi dari komponen tersebut?
3. Bagaimana program yang digunakan untuk mengatur masukan dan keluaran?
4. Bagaimana hasil yang didapatkan alat?

Daftar Pustaka

Anonim, Mengenal jenis jenis robot berdasarkan bentuk dan fungsinya, 2015 diakses pada <http://www.osiensemartboy.com/2015/02/mengenal-jenis-jenis-robot-berdasarkan.html>

Hutama, A. (2013). *Terorisme di Indonesia (Online)*.
([http://id.wikipedia.org/wiki/Terorisme di Indonesia](http://id.wikipedia.org/wiki/Terorisme_di_Indonesia)).

anonym, microphone-guide-the-basics sikasses pada <http://www.dolphinmusic.co.uk/article/5261-microphone-guide-the-basics.html>

anonym, sensor guide, <http://uk.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=infozone&file=automation/sensors-guide>

Irman, Sistem Pengukuran, <https://irmanrostaman.wordpress.com/2011/11/27/sistem-pengukuran-part-1/>

Anonim, Magnetic Microphones, sumber:
http://electriciantraining.tpub.com/14184/img/14184_53_1.jpg

Anonim, Cara kerja *hall effect sensor* Sumber: <http://www.electronicstutorials.ws/electromagnetism/mag26.gif>

Anonim, Optical_Shaft_Encoder , LVDT, Sumber
http://www.vexrobotics.com/wiki/images/2/22/Optical_Shaft_Encoder_Figure_2.jpg

Anonim, Optical Encoder, Sumber <http://www.citizen-micro.com/tec/items/images/en2.jpg>

Lika Yuliana, Pengatur Kelembaban dan Suhu Kotak Kaca , Politeknik Negeri Semarang.