

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Arduino

#### 2.1.1 Sejarah Arduino

Proyek arduino berawal dilvire, italia pada tahun 2005. Sekarang telah lebih dari 120.000 unit terjual sampai dengan 2010. Arduino dikembangkan oleh sebuah tim yang beranggotakan orang-orang dari berbagai belahandunia. Anggota inti dari tim ini adalah:

1. Massimo Banzi Milano, Italy
2. David Cuartielles Malmoe, Sweden
3. Tom Igoe New York, US
4. Gianluca Martino Torino, Italy
5. David A. Mellis Boston, MA, USA.

Salah satu yang membuat Arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya yang *open source*, baik untuk *hardware* maupun *software*-nya. Diagram rangkaian elektronik Arduino digratiskan kepada semua orang. Anda bisa bebas men-*download* gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para pembuat Arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di-*download* dan diinstal pada komputer secara gratis. Kita patut berterima kasih kepada tim Arduino yang sangat dermawan menbagi-bagikan kemewahan hasil kerja keras mereka kepada semua orang. Banyak orang yang betul-betul kagum dengan desain *hardware*, Bahasa pemrograman dan IDE Arduino yang berkualitas tinggi dan sangat berkelas.

Saat ini komunitas Arduino berkembang dengan pesat dan dinamis di berbagai belahan dunia. Berbagai macam kegiatan yang berkaitan dengan proyek-proyek Arduino bermunculan dimana-mana, termasuk Indonesia. Hal-hal yang membuat Arduino dengan cepat diterima oleh orang-orang adalah karena:

1. Murah, dibandingkan *platform* yang lain. Harga sebuah papan Arduino tipe Uno asli buatan Italia.



2. Lintas *platform, software* Arduino dapat dijalankan pada system operasi Windows, Macintosh OSX, dan Linux.
3. Sangat mudah dipelajari dan digunakan. *Processing* adalah Bahasa pemrograman yang digunakan untuk menulis program di dalam Arduino. *Processing* yang digunakan adalah pemrograman tingkat tinggi yang dialeknnya sangat mirip dengan C++ dan Java.

*Secara umum Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu:*

1. Secara *Software* => *Software* Arduino *Open source* IDE untuk menulis program, *driver* untuk koneksi dengan computer, contoh program dan *library* untuk pengembangan program..
2. Secara *Hardware* => Single board mikrokontroller *input/output* (I/O).

Dari pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroller dengan jenis AVR. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroller adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan. Jadi, mikrokontroller bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses ,dan output sebuah rangkaian elektonik.

Mikrokontroler ada pada perangkat elektronik sekeliling kita, misalnya *Handphone*, MP3 Player, DVD, Televisi, AC, dll. Mikrokontroller juga dapat mengendalikan robot. Karena komponen utama Arduino adalah mikrokontroller maka Arduino dapat digunakan sesuai kebutuhan kita.

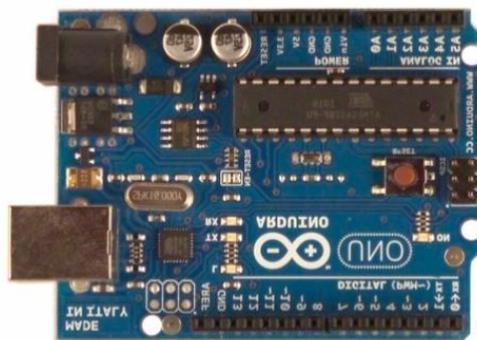
Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah:

1. Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloadder yang akan menangani upload program dari Arduino IDE.
2. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.
3. Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya *shield GPS, Ethernet*, dll.

Arduino sendiri telah mengeluarkan bermacam-macam produk dan tipe sesuai dengan kebutuhan para perancang elektronik. Macam-macam arduino tersebut diciptakan berdasarkan *skill* dan keahlian para perancang sampai dimana kemahirannya dalam menggunakan perangkat arduino itu sendiri mulai dari segi pemrograman, dari segi elektronik, dan dari segi seberapa luas pengaplikasiannya terhadap perangkat elektronik. Jenis-jenis arduino tersebut, diantaranya adalah :

1. Arduino UNO
2. Arduino MEGA
3. Arduino Yun
4. Arduino Esplora
5. Arduino Lilypad
6. Arduino Promini
7. Arduino Nano
8. Arduino Fio
9. Arduino Due

Dari berbagai macam jenis arduino yang telah dijelaskan, arduino yang paling banyak dapat dilihat pada gambar 2.1 yaitu Arduino UNO, karena di buat dan dirancang untuk pengguna pemula atau yang baru mengenal yang namanya Arduino.



**Gambar 2.1 Arduino UNO**

## 2.2 Sensor Raindrop

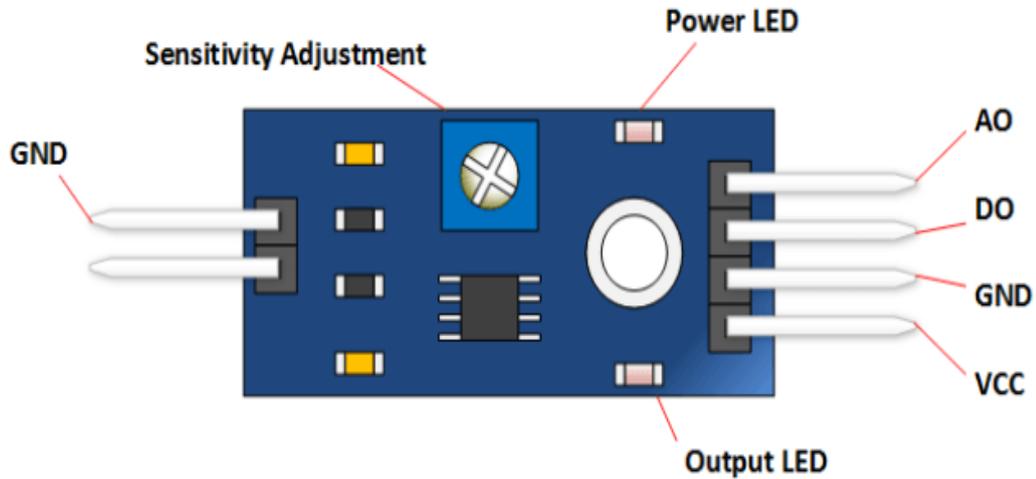


**Gambar 2.2 Sensor Raindrop**

Modul ini memungkinkan Anda mengukur kelembaban melalui pin output analog dan menyediakan output digital ketika rentang kelembaban terlampaui. modul ini didasarkan pada LM393 op amp.

Modul Ini termasuk modul elektronik dapat dilihat pada gambar 2.2 papan sirkuit cetak pada sensor Raindrop yang "mengumpulkan" hujan turun. Seperti tetes hujan dikumpulkan pada papan sirkuit, mereka membuat jalur perlawanan paralel yang diukur melalui op amp.

Semakin rendah resistensi (atau lebih air), semakin rendah tegangan output. Sebaliknya, semakin sedikit air, semakin besar tegangan output pada pin analog. Apabila papan benar-benar kering, maka akan menyebabkan modul keluarannya sebesar lima volt.



**Gambar 2.3 Skema Sensor Raindrop**

Dapat dilihat pada gambar 2.3, terdapat bagian pada sensor Raindrop yaitu GND yang sebagai negative atau Ground komponen, Power LED dan Output LED sebagai lampu penunjuk dan AO, DO dan VCC sebagai hubungan antara komponen dengan Arduino. Lebih jelasnya penjelasan bagian komponen sensor Raindrop dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Penjelasan Skema Sensor Raindrop**

Pin, Control, atau Indicator	Deskripsi
VCC	Tegangan Sumber +5 Volts
GND	Tanah atau sumber daya negatif
DO	Keluaran Digital. Akan menjadi rendah ketika kelembaban melebihi ambang batas yang ditetapkan.
A0	Analog Output – Nol sampai lima volt. Semakin rendah tegangan, semakin besar kelembaban.

<b>Pin, Control, atau Indicator</b>	<b>Deskripsi</b>
Power LED	Menunjukkan Daya yang Digunakan
Output LED	Menyala ketika kelembaban telah melampaui rentang batas yang ditetapkan oleh penyesuaian sensitivitas.
Sensitivity Adjustment	Searah jarum jam lebih sensitif. Berlawanan kurang sensitif.

## 2.3 Motor DC

### 2.3.1 Pengertian Motor DC

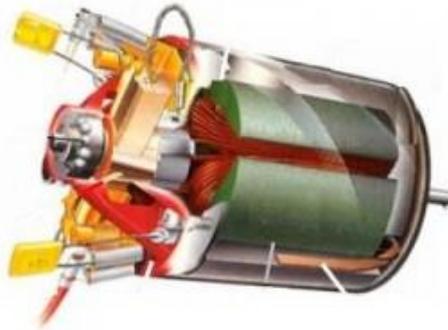
Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Dapat dilihat pada gambar 2.4 kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

Bagian Atau Komponen Utama Motor DC

- a. **Kutub medan.** Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
- b. **Current Elektromagnet atau Dinamo.** Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang

dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.

- c. **Commutator.** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



**Gambar 2.4 Motor DC**

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

1. Tegangan dynamo, meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
2. Arus medan, menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut:

Gaya Elektromagnetik (E)

$$E = K\Phi N$$

Torque (T) :

$$T = K\Phi I_a$$

Dimana:

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (volt)



$\Phi$  = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

T = torque electromagnetic

Ia = arus dynamo

K = konstanta persamaan

### 2.3.2 Jenis-Jenis Motor DC

1. **Motor DC sumber daya terpisah/ Separately Excited**, Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/separately excited.
2. **Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited**, Pada jenis motor DC sumber daya sendiri di bagi menjadi 3 tipe sebagai berikut :
  - a. **Motor DC Tipe Shunt**

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

Karakter kecepatan motor DC tipe shunt adalah :

1. Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
2. Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

### **b. Motor DC Tipe Seri**

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.

Karakter kecepatan dari motor DC tipe seri adalah :

1. Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
2. Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

### **c. Motor DC Tipe Kompon/Gabungan**

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dynamo. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil.

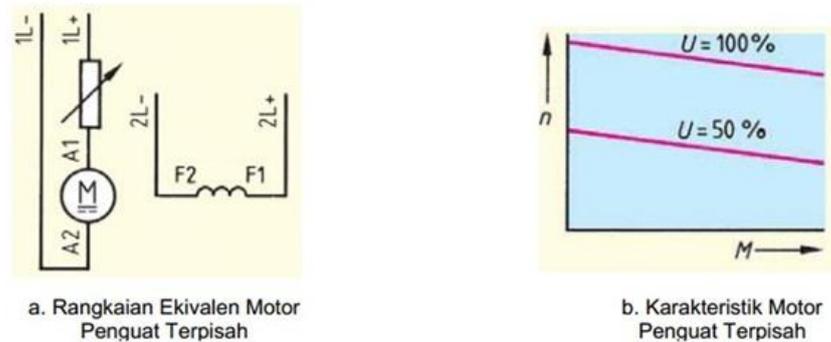
Karakter dari motor DC tipe kompon/gabungan ini adalah:

1. makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.

## **2.3.3 Karakteristik Motor DC**

### **a. Karakteristik Motor Penguat Terpisah**

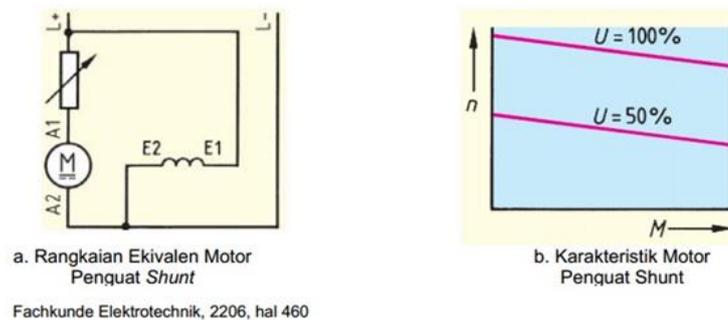
Dapat dilihat pada gambar 2.5 pada motor dengan penguat terpisah, arus eksitasinya tidak tergantung dari sumber tegangan yang mencatunya. Putaran jangkar akan turun dengan naiknya momen torsi



**Gambar 2.5 Rangkaian dan Karakteristik Motor Penguat Terpisah**

**b. Karakteristik Motor Shunt**

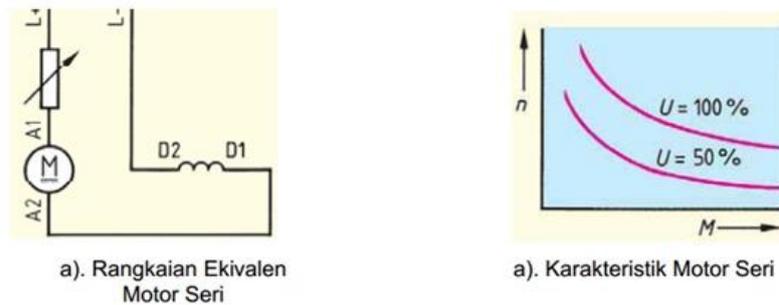
Dapat dilihat pada gambar 2.6 rangkaian eksitasi motor shunt terletak paralel dengan jangkar. Putaran akan turun dengan naik-nya momen torsi. Pada kondisi tanpa beban, karakteristik motor shunt mirip dengan motor dengan penguat terpisah.



**Gambar 2.6 Rangkaian dan Karakteristik Motor Penguat Shunt**

**c. Rangkaian eksitasi motor seri dipasang secara seri terhadap jangkar.**

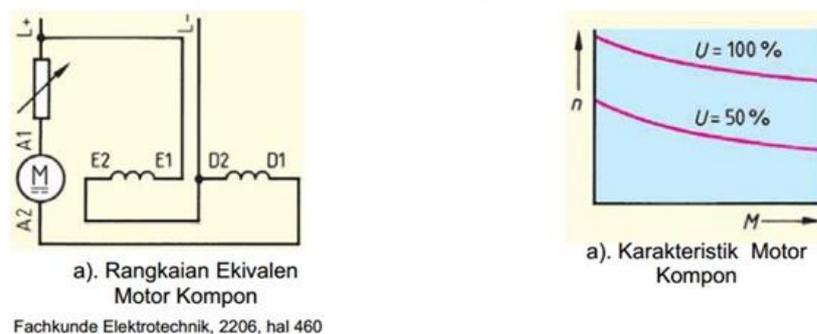
Dapat dilihat pada gambar 2.7 diantara jenis motor DC lainnya, motor seri memerlukan momen torsi awal paling besar. Hal yang perlu diperhatikan, bahwa motor seri tidak boleh dioperasikan dalam kondisi tanpa beban.



**Gambar 2.7 Rangkaian dan Karakteristik Motor Seri**

**d. Karakteristik Motor Kompon**

Dapat dilihat pada gambar 2.8 pada motor kompon, kutub utama berisi rangkaian seri dan paralel. Dalam kondisi tanpa beban, motor kompon mempunyai sifat seperti motor shunt. Pada kondisi beban terpasang, dengan momen torsi yang sama, akan didapat putaran sedikit lebih tinggi.



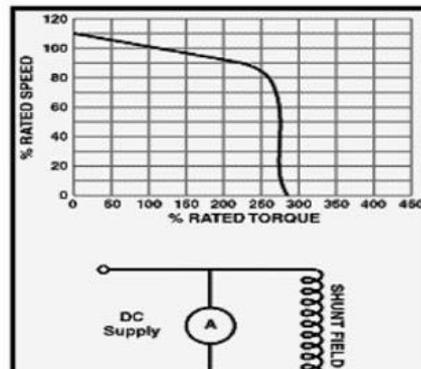
**Gambar 2.8 Rangkaian dan Karakteristik Motor Kompon**

**e. Motor DC sumber daya terpisah/ Separately Excited**

Motor DC sumber daya terpisah bekerja jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/separately excited.

**f. Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited**

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.



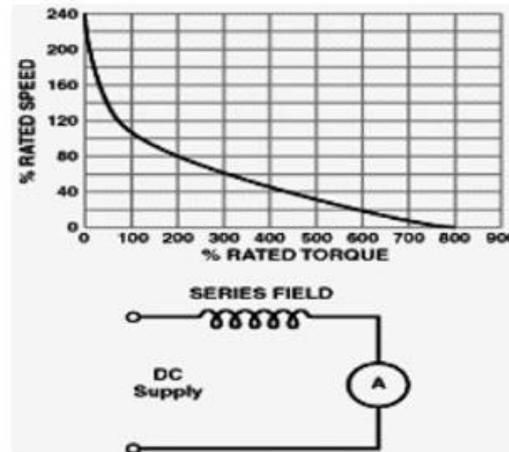
**Gambar 2.9 Karakteristik Motor DC Shunt**

Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torsi tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar 2.9) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.

Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

#### **g. Motor DC daya sendiri**

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo seperti ditunjukkan dalam gambar 2.10. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.



**Gambar 2.10 Karakteristik Motor DC Seri**

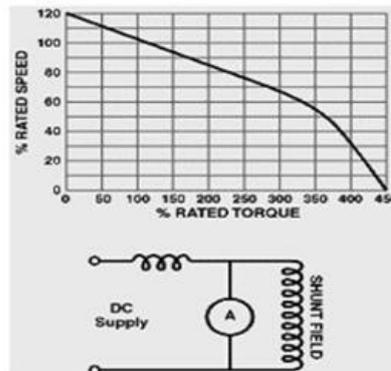
Berikut tentang kecepatan motor seri:

- Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM.
- Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan torque penyalan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist.

#### **h. Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt**

Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.11. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Contoh, penggabungan 40-50% menjadikan motor ini cocok untuk alat pengangkat hoist dan derek, sedangkan motor kompon yang standar (12%) tidak cocok.



**Gambar 2.11 Karakteristik Motor DC Kompon**

Motor DC Jenis Compound Motor jenis ini menggunakan lilitan seri dan lilitan shunt, yang umumnya digabung sehingga medan-medannya bertambah secara komulatif. Hubungan dua lilitan ini menghasilkan karakteristik pada motor medan shunt dan motor medan seri. Kecepatan motor tersebut bervariasi lebih sedikit dibandingkan motor shunt, tetapi tidak sebanyak motor seri. Motor dc jenis compound juga mempunyai torsi starting yang agak besar, jauh lebih besar daripada motor jenis shunt, tapi lebih kecil dibandingkan jenis seri. Keistimewaan gabungan ini membuat motor compound memberikan variasi penggunaan yang luas.

Ada dua buah tipe Motor jenis kompon, yaitu motor kompon panjang dan Motor kompon pendek. Bila motor seri diberi penguat shunt tambahan seperti gambar diatas disebut motor kompon shunt panjang dan jika motor shunt diberi tambahan penguatseri seperti gambar diatas disebut motor kompon shunt pendek. Tujuan dari pembuatan rangkaian Motor kompon ini adalah mendapatkan keunggulan yang ada dari masing-masing tipe. Torsi yang besar dari Motor DC tipe seri dan regulasi tegangan yang baik dari tipe shunt

## 2.4 Sensor LDR (Light Dipendent Resistor)



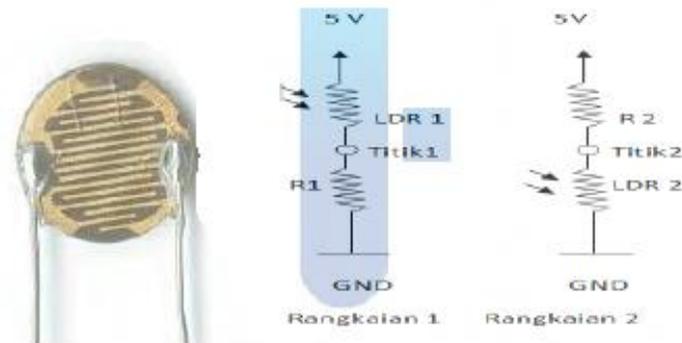
### 2.12 Light Dependent Resistor

Light Dependent Resistor atau disingkat dengan LDR dapat dilihat pada gambar 2.12 adalah jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai Hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai Hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap. Dengan kata lain, fungsi LDR (Light Dependent Resistor) adalah untuk menghantarkan arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya (Kondisi Terang) dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap.

#### 2.4.1 Prinsip Kerja Sensor LDR

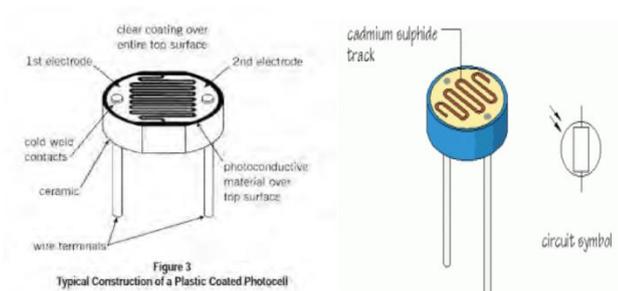
LDR (Light Dependent Resistor) adalah suatu komponen elektronik yang resistansinya berubah-ubah tergantung pada intensitas cahaya. Jika intensitas cahaya semakin besar maka resistansi LDR semakin kecil, jika intensitas cahaya semakin kecil maka resistansi LDR semakin besar.

LDR sering juga disebut dengan sensor cahaya. Cara merangkai LDR ada 2 tergantung dengan respon yang diinginkan. Rangkaian itu antara lain:



**Gambar 2.13 Rangkaian LDR**

Dapat dilihat pada gambar 2.13 cara rangkaian 1 adalah pada saat intensitas cahaya disekitar LDR membesar, maka hambatan LDR akan mengecil. Hal ini menyebabkan tegangan pada titik 1 semakin besar. Dan sebaliknya, jika intensitas cahaya disekitar LDR semakin kecil, maka hambatan LDR semakin besar. Hal ini menyebabkan tegangan pada titik 1 semakin kecil. Cara kerja rangkaian 2 adalah pada saat intensitas cahaya disekitar LDR membesar, maka hambatan LDR akan membesar. Hal ini menyebabkan tegangan pada titik 2 semakin mengecil. Dan sebaliknya, dapat dilihat pada gambar 2.14, jika intensitas cahaya disekitar LDR semakin kecil, maka hambatan pada LDR semakin kecil. Hal ini menyebabkan tegangan pada titik 2 semakin besar. LDR memanfaatkan bahan semikonduktor yang karakteristik listriknya berubah-ubah sesuai dengan cahaya yang diterima. Bahan yang digunakan adalah Kadmium Sulfida (CdS) dan Kadium Selenida (CdSe).



**Gambar 2.14 Bahan yang Digunakan Pada LDR**

## 2.4.2 Karakteristik Sensor LDR

Karakteristik LDR terdiri dari dua macam, yaitu Laju Recovery dan Respon Spektral.

### a. Laju Recovery

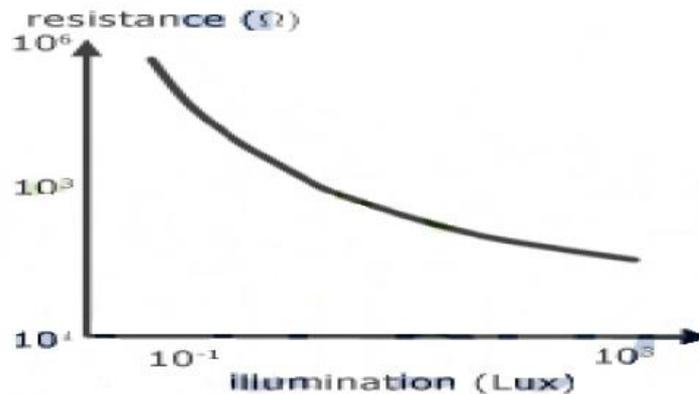
Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu kedalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga dikegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu.

Laju recovery merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR type arus harganya lebih besar dari 200 K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ketempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux

### b. Respon Spektral

LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan pernghantar yang paling banyak digunakan karena daya hantar yang baik.

Pada keadaan gelap tanpa cahaya sama sekali, LDR memiliki nilai resistansi yang besar (sekitar beberapa Mega Ohm). Nilai resistansinya ini akan semakin kecil jika cahaya yang jatuh kepermukaannya semakin terang. Pada keadaan terang benderang (siang hari) nilai resistansinya dapat mengecil, lebih kecil dari 1 Kohm. Dengan sifat LDR yang demikian maka LDR bisa digunakan sebagai sensor cahaya. Contoh penggunaannya adalah pada lampu taman dan lampu jalan yang bisa menyala di malam hari dan padam di siang hari secara otomatis.



**Gambar 2.15 Karakteristik Sensor LDR**

Pada umumnya, nilai resistor pada Light Dependent Resistor (LDR) berpengaruh dengan cahaya yang menerangi LDR. Dapat dilihat pada gambar 2.15 pada keadaan cahaya yang sedikit maka didapat nilai resistor yang besar dan sebaliknya pada keadaan LDR diterangi cahaya yang terang maka nilai resistor pada LDR akan mengecil.

#### a. Relay



**Gambar 2.16 Relay**

Dapat dilihat pada gambar 2.16 relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih



tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

1. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*)
2. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
4. Melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).

Dikarenakan Relay merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah Pole dan Throw yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah Pole and Throw :

Pole : Banyaknya Kontak (Contact) yang dimiliki oleh sebuah relay

Throw : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (Contact)

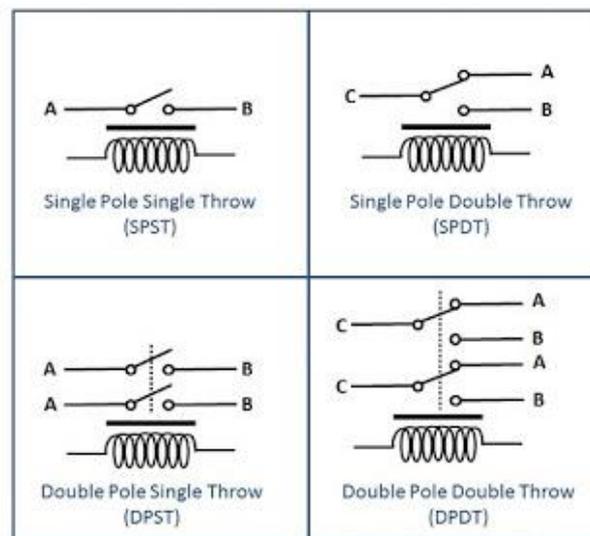
Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

1. Single Pole Single Throw (SPST) : Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
2. Single Pole Double Throw (SPDT) : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
3. Double Pole Single Throw (DPST) : Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.

4. Double Pole Double Throw (DPDT) : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.

Selain Golongan Relay diatas, dapat dilihat pada gambar 2.17 terdapat juga relay-relay yang Pole dan Throw-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (Triple Pole Double Throw) ataupun 4PDT (Four Pole Double Throw) dan lain sebagainya.

Penggolongan Relay berdasarkan Jumlah Pole dan Throw:

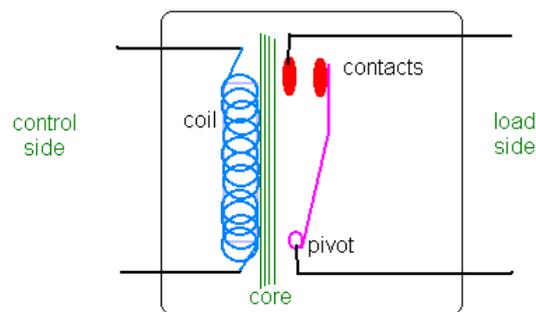


**Gambar 2.17 Jenis Relay Berdasarkan Pole dan Throw**

**i. Prinsip Kerja Relay**

Dapat dilihat pada gambar 2.18 relay terdiri dari Coil & Contact. Coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil. Contact ada 2 jenis : Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan close). Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay : ketika Coil mendapat energi listrik (energized), akan timbul gaya

elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup.

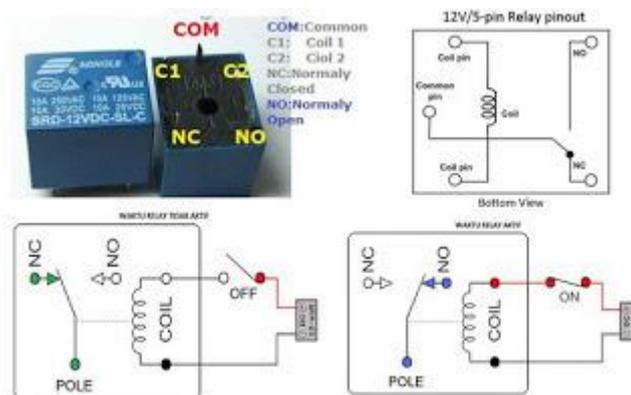


INSIDE A SPST RELAY

pic r-1a

**Gambar 2.18 Prinsip Kerja Relay**

### 1. Cara Kerja Relay SPDT (Single Pole Dual Throw)



**Gambar 2.19 Relay SPDT (Single Pole Dual Throw)**

Pada gambar 2.19 digambarkan bahwa prinsip kerja dari relay ini yaitu:

1. pada C1 dan C2 terdapat kumparan sebagai driver
2. ketika C1 dan C2 belum dilewati arus, maka terminal Com dan No akan tersambung, dan ketika C1 dan C2 dilewati arus maka plat Com akan berpindah sehingga terminal Com dan No akan tersambung.

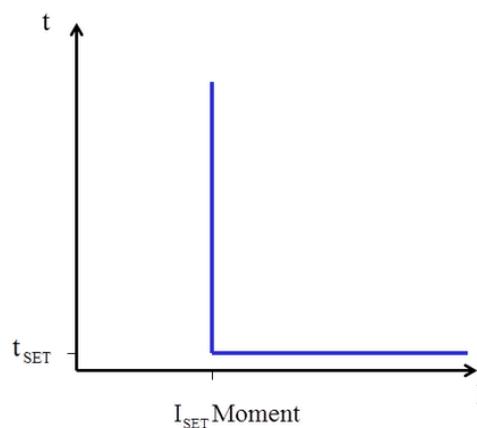
Dalam merangkai relay SPDT untuk bisa digunakan di arduino yang perlu disiapkan atau komponen yang dibutuhkan yaitu:

1. Relay SPDT 5v/12v
2. Resistor 1k Ohm
3. Transistor 2n2222
4. Diode 1n4007

## ii. Karakteristik Relay

### a. Relay Arus Lebih

Relay arus lebih merupakan relay proteksi pada motor yang berfungsi untuk melindungi dari gangguan hubung singkat antar fasa. Gangguan hubung singkat dapat menyebabkan kerusakan pada belitan motor. Relay arus lebih bersifat instant, jadi jika ada gangguan harus segera mengisolasi motor yang dilindungi tersebut. Dapat dilihat pada gambar 2.20 mengenai karakteristik relay arus lebih.



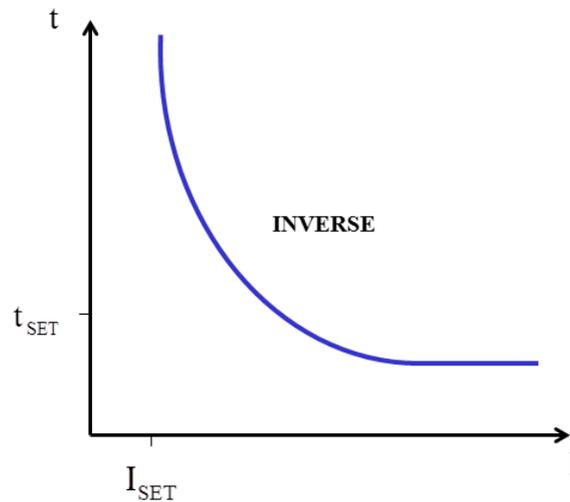
**Gambar 2.20 Karakteristik instant**

### b. Relay Overload

Overload pada motor listrik disebabkan oleh pembebanan berlebih pada motor sehingga putaran motor semakin berat. Semakin berat beban motor maka konsumsi arus listrik motor semakin besar, sehingga jika dibiarkan dalam waktu yang lama

maka arus overload menyebabkan pemanasan pada belitan yang dapat merusak belitan tersebut.

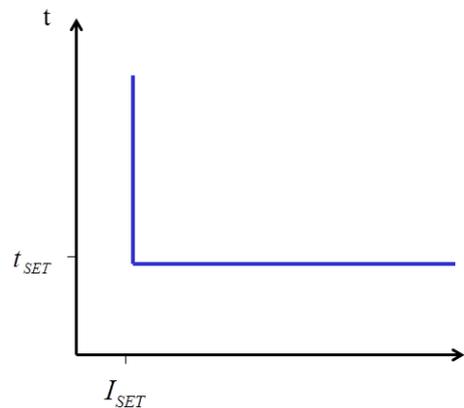
Relay overload bersifat invers. Dapat dilihat pada gambar 2.21 grafik invers adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.21 Karakteristik Invers**

### c. Relay Longstart

Relay long start current adalah relay proteksi pada motor yang digunakan untuk mengamankan motor dari gangguan arus start yang lama. Seperti kita ketahui ketika motor listrik pertama kali dhidupkan maka akan mengkonsumsi arus yang lebih besar dari arus nominal. Arus start tersebut bias mencapai 6 kali dari arus nominalnya. Dapat dilihat pada gambar 2.22 Pada kondisi normal, arus start tersebut hanya berlangsung sesaat saja dan arus kembali ke arus nominal setelah motor berputar pada putaran nominal. Relay long start berfungsi mengamankan motor ketika arus start tersebut berlangsung lebih lama dari kondisi normal agar tidak terjadi pemanasan pada belitan motor. Relay longstart bersifat definite time (karakteristik tunda waktu).



**Gambar 2.22 Karakteristik Relay Define Time**

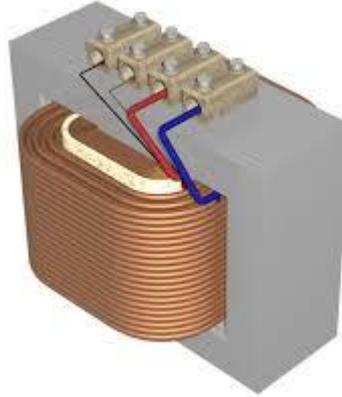
## 2.6 Buzzer



**Gambar 2.23 Buzzer**

Buzzer dapat dilihat pada gambar 2.23 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).

## 2.7 Transformator



**Gambar 2.24 Transformator**

Transformator Dapat dilihat pada gambar 2.24 adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika.

Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai gandingan impedansi antara sumber dan beban; untuk memisahkan satu rangkain dari rangkaian yang lain; dan untuk menghambat arus searah melalukan atau mengalirkan arus bolak-balik. Berdasarkan frekuensi, transformator dapat dikelompokkan menjadi:

- Frekuensi daya, 50 sampai 60Hz
- Frekuensi pendengaran, 50Hz sampai 20kHz
- Frekuensi radio, diatas 30kHz.

Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi:

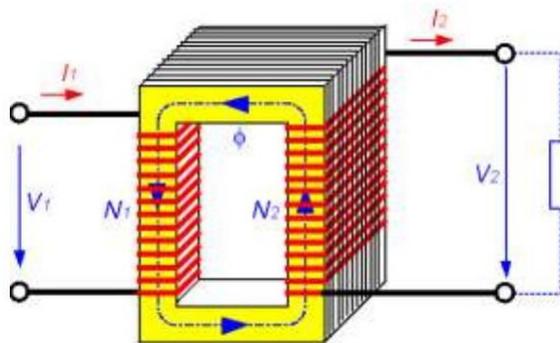
- Transformator daya
- Transformator distribusi

- Transformator pengukuran, yang terdiri dari atas transformator arus dan Transformator tegangan.

### 2.7.1 Konstruksi Transformator

Gambar dibawah memperlihatkan bentuk fisik dari transformator, dimana tegangan masukan ( $V_1$ ) berbentuk sinusioda dihubungkan pada gulungan primer ( $N_1$ ). Arus masukan ( $I_1$ ) mengakibatkan aliran fluks ( $\phi$ ) pada gulungan ( $N_1$ ) maupun gulungan ( $N_2$ ). Fluks pada gulungan sekunder ( $N_2$ ) menyebabkan aliran arus ( $I_2$ ) dan tegangan ( $V_2$ ).

### 2.7.2 Prinsip Kerja Transformator



**Gambar 2.25 Prinsip Kerja Transformator**

Prinsip kerja transformator dapat dilihat pada gambar 2.25 dijelaskan berdasarkan induksi elektromagnetik, dimana antara sisi primer dan sisi sekunder terdapat penghubung magnetik. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama. Medan magnet berperan sangat penting sebagai rangkaian proses konversi energi. Melalui medium medan magnet, bentuk energi mekanik dapat diubah menjadi energi listrik, alat konversi ini disebut generator atau sebaliknya dari bentuk energi listrik menjadi energi mekanik, sebagai alat konversi disebut motor. Pada transformator, gandengan medan magnet berfungsi untuk memindahkan dan mengubah energi listrik dari rangkaian primer ke

sekunder melalui prinsip induksi elektromagnetik. Dari sisi pandangan elektris, medan magnet mampu untuk menginduksikan tegangan pada konduktor sedangkan dari sisi pandangan mekanis medan magnet sanggup untuk menghasilkan gaya dan kopel (penggandeng).

Kelebihan medan magnet sebagai perangkat proses konversi energi disebabkan terjadinya bahan-bahan magnetik yang memungkinkan diperolehnya kerapatan energi yang tinggi; kerapatan energi yang tinggi ini akan menghasilkan kapasitas tenaga per unit volume mesin yang tinggi pula. Jelaslah bahwa pengertian kuantitatif tentang medan magnet dan rangkaian magnet merupakan bagian penting untuk memahami proses konversi energi listrik.

Induktansi, tegangan pada kumparan didefinisikan sebagai perubahan arus terhadap waktu yang melewati kumparan tersebut.

$$V_L = L \frac{di_L}{dt}$$

Atau ketika terjadi perubahan arus pada kumparan maka terjadi perubahan fluks magnetik yang menyebabkan terjadinya perubahan induksi tegangan.

$$V_L = N \frac{d\phi}{dt}$$

dimana:

N = jumlah lilitan kumparan

$\phi$  = fluks magnet