

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini dilakukan oleh Wahyu Adi Ponco mahasiswa Politeknik Kesehatan Semarang yang berjudul “*infuse pump* dilengkapi dengan pendeteksi gelembung udara” penelitian ini bersifat eksperimental, yaitu penelitian yang dilakukan dengan uji coba untuk membuat suatu alat dan memperoleh data melalui pengukuran dan pengujian. Alat ini juga dilengkapi dengan sensor tetesan *infuse*. Alat penghitung tetesan dilengkapi pendeteksi gelembung udara pada selang terdapat rangkaian catu daya, rangkaian sensor dan rangkaian mikrokontroler. Semua rangkaian yang terdapat pada alat ini mendapatkan masukan tegangan dari catu daya sebesar 5 VDC. Infus set diatur berapa tetesan yang diinginkan kemudian infus akan meneteskan cairan sehingga terjadi pergerakan cairan. Pergerakan tetesan infus akan memicu kerja sensor tetesan yang telah terpasang guna mendeteksi terjadinya pergerakan tetesan infus. Saat cairan berada pada selang infus, terdapat sensor gelembung udara yang mana sensor ini akan mendeteksi adanya gelembung udara pada selang infus. Selanjutnya, apa yang diperoleh sensor akan dikirim ke mikrokontroler untuk diproses. Mikrokontroler akan menampilkan data yang telah diproses ketampilan. Jika sensor tetesan mendeteksi tidak adanya tetesan selama 1 menit maka *alarm* akan berbunyi dan jika sensor gelembung udara mendeteksi adanya gelembung udara pada selang maka alarm akan berbunyi dan pada tampilan akan menampilkan tanda adanya gelembung udara.

Penelitian Samagaha Fitriansyah mahasiswa Universitas Guna Dharma jurusan teknik elektro yang berjudul “pengaman pompa *infuse* terhadap gelembung udara” penelitian ini bersifat eksperimental, yaitu penelitian yang dilakukan dengan uji coba untuk membuat suatu alat dan memperoleh data melalui pengukuran dan pengujian. Prinsip pendeteksi gelembung udara ini memakai metode cahaya infra merah dengan menggunakan sensor yang terdiri dari LED dan phototransistor serta pengendali motor stepper yang dirancang untuk menghentikan aliran cairan di

dalam selang infus apabila terdapat gelembung udara pada aliran cairan didalam selang infus. Hasil pengujian menjelaskan bahwa pendeteksi gelembung udara ini mempunyai tingkat keakurasian 100% untuk pendeteksian gelembung udara sampai diameter 0,45 mm.

## **2.2. Teori Dasar**

### **2.2.1. *Infuse Pump***

*Infusion pump* adalah peralatan medik yang digunakan untuk mengontrol pemberian cairan infus secara elektronik (ml/h), cairan infus berupa zat-zat makanan yang diperlukan oleh tubuh, dan cairan tersebut diberikan karena tubuh kekurangan zat-zat tersebut, dengan demikian pemberian cairan infus ke pasien dapat secermat dan seefisien mungkin dan perawat tidak perlu memantau pasien secara terus menerus karena alat ini telah dilengkapi dengan *alarm*.

*Infusion pump* bekerja secara elektronik dengan menggunakan mesin pompa untuk memompakan cairan *infuse* ke dalam tubuh dimana pengendalian pengaturan banyaknya tetesan (yang dimonitor oleh *Flow Sensor*) setelah dilakukan secara semi otomatis. *Infusion pump* dapat mengatur cairan dalam cara-cara yang akan sulit jika dilakukan oleh staff perawatan (manual). Sebagai contoh, *Infusion pump* dapat mengatur sampai dengan 0,1 ml/h suntikan (terlalu kecil untuk sistem manual/tetesan). Alat ini menggunakan motor *stepper* sebagai *motor driver circuit*. *Infusion pump* ini juga dilengkapi dengan *alarm* kontrol.

### **2.2.2. Cairan tubuh**

Elektrolit adalah zat kimia yang menghasilkan partikel-partikel bermuatan listrik yang disebut ion jika berada dalam larutan. Cairan dan elektrolit masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman, dan cairan intravena dan didistribusi ke seluruh bagian tubuh. Keseimbangan cairan dan elektrolit berarti adanya distribusi yang normal dari air tubuh total dan elektrolit ke dalam seluruh bagian tubuh. Keseimbangan cairan dan elektrolit saling bergantung satu dengan yang lainnya, jika salah satu terganggu maka akan berpengaruh pada yang lainnya.

### 2.2.3. Fungsi cairan tubuh

Lebih kurang 60% berat badan orang dewasa terdiri dari cairan (air dan elektrolit). Rata-rata seseorang memerlukan sekitar 11 liter cairan tubuh untuk nutrisi sel dan pembuangan residu jaringan tubuh. Zat terlarut yang ada dalam cairan tubuh terdiri dari elektrolit dan nonelektrolit. Non elektrolit adalah zat terlarut yang tidak terurai dalam larutan dan tidak bermuatan listrik, seperti : protein, urea, glukosa, oksigen, karbondioksida dan asam-asam organik. Sedangkan elektrolit tubuh mencakup natrium ( $\text{Na}^+$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ), kalsium ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{++}$ ), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), fosfat ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Garam mineral ketika berada dalam bentuk cairan sel, baik seluruhnya maupun sebagian berbentuk ion elektron, yaitu kation dan anion. Kation dibentuk oleh metal ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dll.), sedangkan anion dibentuk oleh residu asam ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) termasuk kation, sedangkan asam organik dan protein adalah anion.

Fungsi cairan tubuh antara lain :

1. Mengatur suhu tubuh.

Kekurangan air suhu tubuh akan menjadi panas dan naik.

2. Melancarkan peredaran darah

Jika tubuh kurang cairan, maka darah akan mengental. Hal ini disebabkan cairan dalam darah tersedot untuk kebutuhan dalam tubuh. Proses tersebut akan berpengaruh pada kinerja otak dan jantung.

3. Membuang racun dan sisa makanan

Tersedianya cairan tubuh yang cukup dapat membantu mengeluarkan racun dalam tubuh. Air membersihkan racun dalam tubuh melalui keringat, air seni, dan pernafasan.

4. Kulit

Air sangat penting untuk mengatur struktur dan fungsi kulit. Kecukupan air dalam tubuh berguna untuk menjaga kelembaban, kelembutan, dan elastisitas kulit akibat pengaruh suhu udara dari luar tubuh.

#### 5. Pencernaan

Peran air dalam proses pencernaan untuk mengangkut nutrisi dan oksigen melalui darah untuk segera dikirim ke sel-sel tubuh. Konsumsi air yang cukup akan membantu kerja sistem pencernaan di dalam usus besar karena gerakan usus menjadi lebih lancar, sehingga *feses* pun keluar dengan lancar.

#### 6. Pernafasan

Paru-paru memerlukan air untuk pernafasan karena paru-paru harus basah dalam bekerja memasukkan oksigen ke sel tubuh dan memompa karbondioksida keluar tubuh. Hal ini dapat dilihat apabila manusia menghembuskan nafas ke kaca, maka akan terlihat cairan berupa embun dari nafas yang dihembuskan pada kaca.

#### 7. Sendi dan otot

Cairan tubuh melindungi dan melumasi gerakan pada sendi dan otot. Otot tubuh akan mengempis apabila tubuh kekurangan cairan. Oleh sebab itu, perlu minum air dengan cukup selama beraktivitas untuk meminimalisir resiko kejang otot dan kelelahan.

#### 8. Pemulihan penyakit

Air mendukung proses pemulihan ketika sakit karena asupan air yang memadai berfungsi untuk menggantikan cairan tubuh yang terbuang.

### **2.2.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keseimbangan Cairan**

Keseimbangan cairan di dalam tubuh meliputi keseimbangan antara cairan dan elektrolit. Seimbang apabila adanya distribusi yang normal dari air tubuh total dan elektrolit ke dalam seluruh bagian tubuh. Keseimbangan cairan dan elektrolit saling bergantung satu dengan yang lainnya, jika salah satu terganggu maka akan berpengaruh pada yang lainnya. (Uliyah, M dan Hidayat, A.A.A : 2008 hal 54).

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi keseimbangan cairan adalah sebagai berikut :

## 1. Usia

Seiring bertambahnya usia, semua organ yang mengatur keseimbangan akan menurun fungsinya, hasilnya fungsi untuk mengatur keseimbangan juga menurun. Misalnya: gagal ginjal, gagal jantung.

## 2. Temperatur Lingkungan

Lingkungan yang panas bisa menyebabkan manusia berkeringat banyak sehingga cairan yang keluar lebih banyak.

## 3. Diet

Diet tinggi natrium akan berfungsi meretensi urine, demikian juga sebaliknya.

## 4. Obat-Obatan, seperti : steroid, diuretik.

## 5. Stress

Stress mempengaruhi metabolisme sel, meningkatkan gula darah, meningkatkan osmotik dan ADH (Hormon antidiuretik), akan meningkatkan sehingga urine menurun.

## 6. Sakit

Manusia dalam keadaan sakit mengeluarkan air yang banyak.

Tabel persentase jumlah cairan yang dibutuhkan oleh tubuh yang diklasifikasikan berdasarkan umur dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Prosentase Kebutuhan Cairan Tubuh

Usia	Kilogram BB %
Bayi Premature	80
3 bulan	70
6 bulan	60
1-2 tahun	59
11-16 tahun	58
Dewasa	58-60
Dewasa gemuk	40-50
Dewasa kurus	70-75
Lansia	45-55

Sumber : Uliyah, M dan Hidayat, A.A.A : 2008

### 2.3. Kriteria Pemberian Cairan Infus

Pemberian cairan melalui infus merupakan tindakan memasukkan cairan melalui intravena yang dilakukan pada pasien dengan bantuan perangkat infus. Tindakan ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan cairan dan elektrolit serta sebagai tindakan pengobatan dan pemberian makanan. (Uliyah, M dan Hidayat, A.A.A : 2008 hal 54).

### 2.4. Emboli Paru-paru

Emboli paru paru merupakan oklusi atau penyumbatan bagian pembuluh darah paru-paru oleh *embolus*. *Embolus* adalah suatu benda asing yang tersangkut pada suatu tempat dalam sirkulasi udara. Benda tersebut ikut terbawa oleh aliran darah yang berasal dari suatu tempat lain dalam sirkulasi darah. Proses timbulnya embolus disebut embolisme. Hampir 99% berasal dari trombus. Bahan lainnya adalah tumor, gas, lemak, sumsum tulang, cairan, amnion dan trombus septik. (Somantri, Irman : 2007 Bab 10: Asuhan Keperawatan pada Pasien dengan Emboli Paru-Paru) Emboli paru-paru merupakan keadaan akut yang mengancam kehidupan. Ketakutan, nyeri dada dan nafas pendek adalah tanda-tanda awal yang muncul karena emboli paru-paru. Pada pemunculan emboli paru-paru, maka frekuensi denyut jantung dipergelangan tangan langsung menghilang. (Stevens P.J.M, Bordui F dan Weyde J.A.G. Vander: 1999, halaman 245).

### 2.5. Komponen

#### 2.5.1. *Optocoupler*

Pada elektronika, *optocoupler* atau bisa juga disebut sebagai *opto-isolator*, *photocoupler*, atau *optical isolator* adalah komponen yang mentransfer sinyal elektrik di antara dua rangkaian tertutup dengan bantuan dari cahaya optik. Pada dasarnya, *optocoupler* terdiri dari 2 bagian utama yaitu *transmitter* yang berfungsi sebagai pengirim cahaya optik, dan *receiver* yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya. Masing-masing bagian *optocoupler* (*transmitter dan receiver*) tidak memiliki hubungan konduktif rangkaian secara langsung tetapi dibuat sedemikian rupa dalam satu kemasan komponen.

Pada prinsipnya, *optocoupler* dengan kombinasi LED-Phototransistor adalah *optocoupler* terdiri dari komponen LED (*Ligh emitting diode*) yang memancarkan

cahaya infra merah (*IR LED*) dan sebuah komponen semikonduktor yang peka terhadap cahaya (*phototransistor*) sebagai bagian yang digunakan untuk mendeteksi cahaya infra merah yang dipancarkan oleh *IR LED*.

### 2.5.2. Resistor

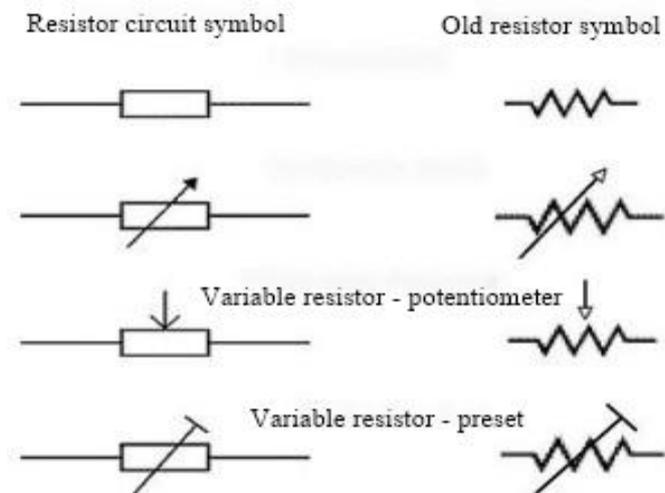
*Resistor* merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan di desain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik. Dengan resistansi tertentu (tahanan) dapat memproduksi tegangan listrik diantara kedua pin. Nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir, berdasarkan hukum Ohm:

$$V = IR \quad (2.1)$$

$$I = V/R$$

#### a. Simbol Resistor

Berikut adalah simbol resistor dalam bentuk gambar yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika.

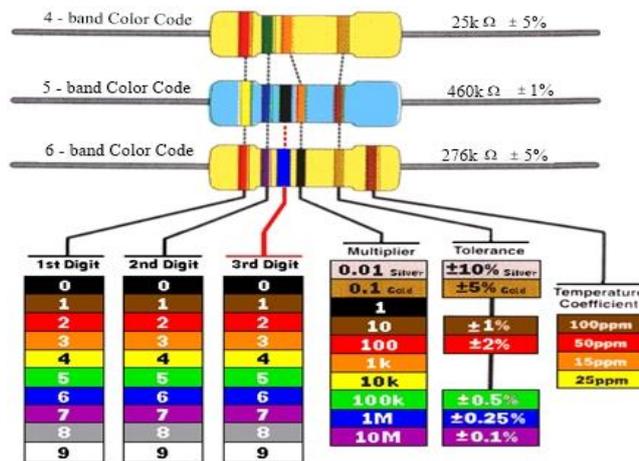


Gambar 2.1. Simbol resistor

Resistor dalam suatu teori dan penulisan formula yang berhubungan dengan resistor disimbolkan dengan huruf “R”. Kemudian pada desain skema elektronika resistor tetap disimbolkan dengan huruf “R”, resistor variabel disimbolkan dengan huruf “VR” dan untuk resistor jenis potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf “VR” dan “POT”.

#### b. Kode Warna Resistor

Cicin warna yang terdapat pada resistor terdiri dari 4 ring 5 dan 6 ring warna. Dari cicin warna yang terdapat dari suatu resistor tersebut memiliki arti dan nilai dimana nilai resistansi resistor dengan kode warna yaitu :



Gambar 2.2.Kode warna resistor

Keterangan:

1. *Resistor* Dengan 4 Cincin Kode Warna.  
Maka cincin ke-1 dan ke-2 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke-3 merupakan faktor pengkali kemudian cincin kode warna ke-4 menunjukkan nilai toleransi *resistor*.
2. *Resistor* Dengan 5 Cincin Kode Warna.  
Maka cincin ke-1, ke-2 dan ke-3 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke-4 merupakan faktor pengkali kemudian cincin kode warna ke-5 menunjukkan nilai toleransi *resistor*.
3. *Resistor* Dengan 6 Cincin Warna.  
*Resistor* dengan 6 cincin warna pada prinsipnya sama dengan *resistor* dengan 5 cincin warna dalam menentukan nilai resistansinya. Cincin ke 6 menentukan *coefisien temperatur* yaitu temperatur maksimum yang diizinkan untuk *resistor* tersebut.

### 2.5.3. Transistor 2n2222a

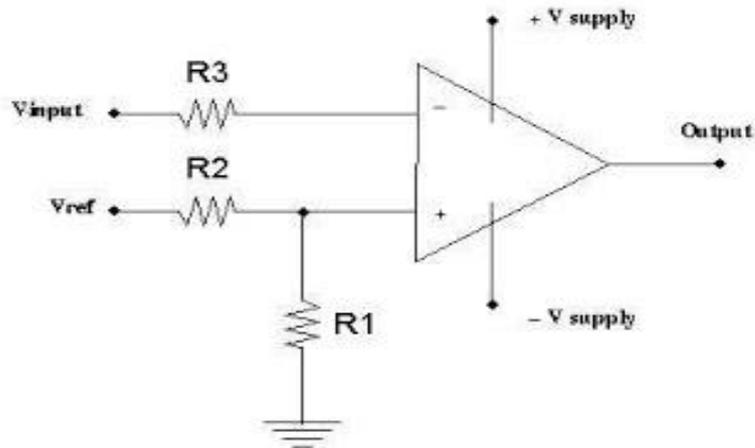
*Transistor* adalah komponen semi konduktor yang digunakan sebagai penguat sinyal elektronik, dan juga sebagai saklar atau *switch* pada rangkaian. *Transistor* umumnya memiliki 3 terminal, yaitu *Basis* (B), *Emitor* (E), dan *Kolektor* (C). Tegangan yang di satu terminalnya misalnya *Emitor* dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar dari pada arus input *Basis*, yaitu pada keluaran tegangan dan arus *output* Kolektor.

*Transistor 2n222a* adalah *Transistor* jenis PNP (*unipolar*). *Transistor* jenis ini hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau *hole*, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan *depletion zone* di kedua sisinya (dibandingkan dengan *transistor* bipolar dimana daerah *Basis* memotong arah arus listrik utama), dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

#### **2.5.4. Op-Amp LM324**

Penguat operasional (*Operational Amplifier*) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat diferensial. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran, serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap *ground*.

Peran komponen *Op-Amp* sebagai komparator yang dibuat berdasarkan konfigurasi *open-loop*. Komparator adalah komponen elektronik yang berfungsi membandingkan dua nilai kemudian memberikan hasilnya, mana yang lebih besar, mana yang lebih kecil. Rangkaian komparator pada *Op-Amp* akan membandingkan tegangan yang masuk pada satu saluran input dengan tegangan pada saluran input lain, yang disebut sebagai tegangan referensi. Tegangan output berupa tegangan *high* atau *low* sesuai dengan perbandingan  $V_{in}$  dan  $V_{ref}$ .



Gambar 2.3. Skematik IC LM324

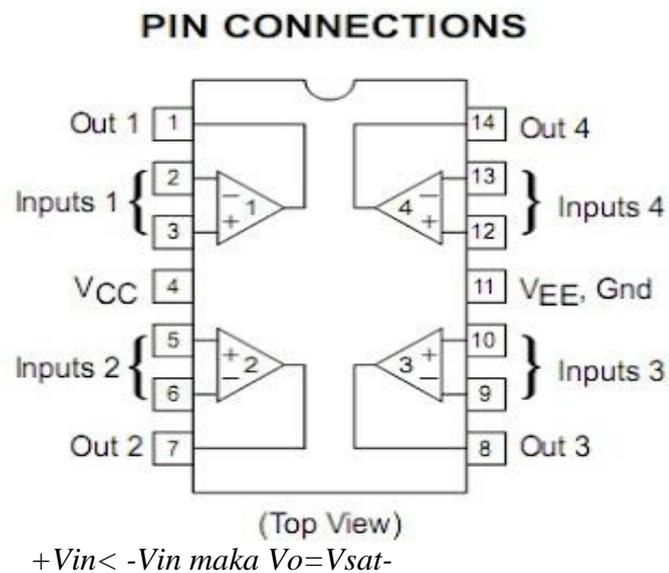
$V_{ref}$  dihubungkan ke +V supply, kemudian R1 dan R2 digunakan sebagai pembagi tegangan, sehingga nilai tegangan yang direferensikan pada masukan + *op-amp* adalah sebesar :

$$V = [R1/R1+R2]*V_{supply}$$

*Op-amp* tersebut akan membandingkan nilai tegangan pada kedua masukannya, apabila masukan (-) lebih besar dari masukan (+) maka, keluaran *Op-Amp* akan menjadi sama dengan  $-V_{supply}$ , apabila tegangan masukan (-) lebih kecil dari masukan (+) maka keluaran *Op-Amp* akan menjadi sama dengan  $+V_{supply}$ . Jadi, dalam hal ini jika  $V_{input}$  lebih besar dari  $V$  maka keluarannya akan menjadi  $-V_{supply}$ , jika sebaliknya,  $V_{input}$  lebih besar dari  $V$  maka keluarannya akan menjadi  $+V_{supply}$ . Untuk *op-amp* yang sesuai untuk dipakai pada rangkaian *op-amp* untuk komparator biasanya menggunakan *op-amp* dengan tipe LM324 yang banyak di pasaran.

Secara umum prinsip kerja rangkaian komparator adalah membandingkan amplitudo dua buah sinyal, jika  $+V_{in}$  dan  $-V_{in}$  masing-masing menyatakan amplitudo sinyal *input* tak membalik dan *input* membalik,  $V_o$  dan  $V_{sat}$  masing-masing menyatakan tegangan *output* dan tegangan saturasi, maka prinsip dasar dari komparator adalah:

$$+V_{in} \geq -V_{in} \text{ maka } V_o = V_{sat+} \quad (2.2)$$



Gambar 2.4. Kaki IC LM324

Keterangan:

$+V_{in}$  = Amplitudo sinyal input tak membalik (V)

$-V_{in}$  = Amplitudo sinyal input membalik (V)

$V_{sat+}$  = Tegangan saturasi + (V)

$V_{sat-}$  = Tegangan saturasi - (V)

$V_o$  = Tegangan output (V)

### **2.5.5. Buzzer**

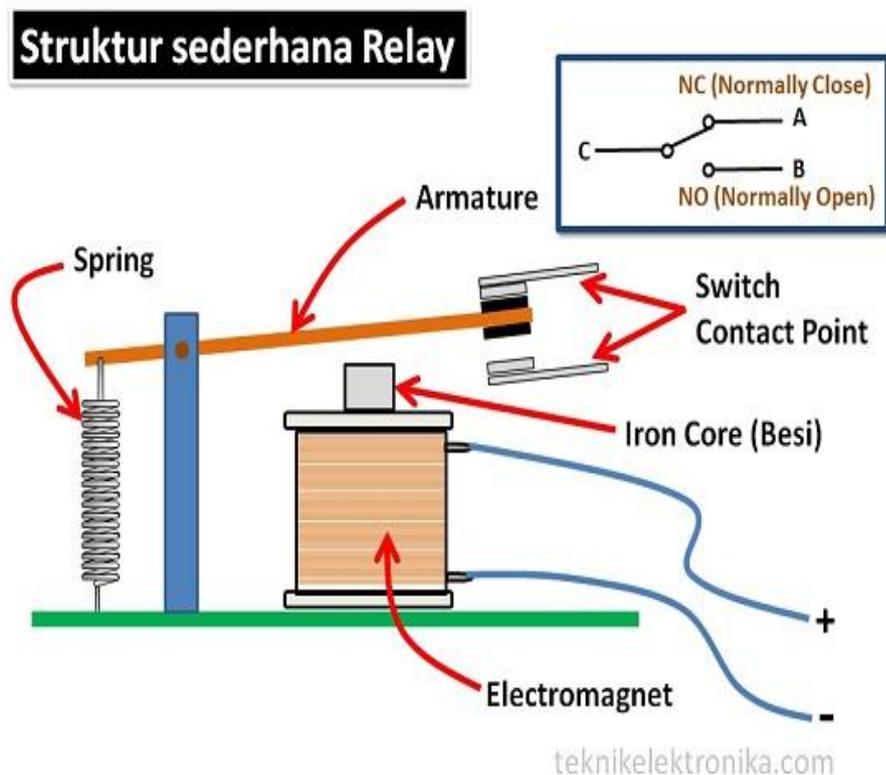
*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara.

Pada umumnya *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, *buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kumparan tersebut dialiri arus listrik menjadi elektromagnet, kumparan akan tertarik keluar atau ke dalam 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 dan menghasilkan suara. *Buzzer* digunakan sebagai indikator (*alarm*).

### **2.5.6. Relay 5V**

*Relay* adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen 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 tinggi. Pada umumnya *relay* terdiri dari 4 komponen:

1. Elektromagnet (*Coil*)
2. *Armature*
3. *Switch contact point* (Saklar)
4. *Spring*



Gambar 2.5. Struktur Sederhana Relay

Kontak poin *relay* terdiri dari 2 jenis, yaitu:

1. *Normally Close* (NC)

Kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi *CLOSE* (tertutup).

2. *Normally Open* (NO)

Kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada posisi *OPEN* (terbuka).

Berdasarkan gambar diatas, sebuah besi (*iron core*) yang dililit oleh kumparan *coil* yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila kumparan *coil* diberi aliran listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang menarik *armature* untuk berpindah pada posisi (NC) ke posisi (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik pada posisi NO. *Coil* yang digunakan pada relay untuk menarik *contact point* pada posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

### 2.5.7. Baterai 9V

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik.

### 2.5.8. IC Regulator 7805

IC ini akan menghasilkan tegangan *output* stabil 5V dengan syarat tegangan input yang diberikan minimal 7-8 Volt (lebih besar dari tegangan output) sedangkan batas maksimal tegangan input yang diperbolehkan dapat dilihat pada *datasheet IC7805* karena jika tidak maka tegangan output yang dihasilkan tidak akan stabil atau kurang dari 5V.

#### a. Keunggulan

Jika dibandingkan dengan *regulator* tegangan lain, seri 7805 ini mempunyai keunggulan sebagai berikut:

1. Untuk regulasi tegangan DC, tidak memerlukan komponen elektronik tambahan.
2. Aplikasi mudah dan hemat ruang.
3. Memiliki proteksi terhadap *overload* (beban lebih), *overheat* (panas lebih), dan hubungan singkat.
4. Dalam keadaan tertentu, kemampuan pembatasan arus peranti 7805 tidak hanya melindunginya sendiri, tetapi juga melindungi rangkaian yang ditopangnya.

#### b. Kekurangan

1. Tegangan input harus lebih tinggi 2-3 Volt dari tegangan output sehingga IC 7805 kurang tepat jika digunakan untuk menstabilkan tegangan *battery* 6V menjadi 5V.
2. Seperti halnya *regulator linier* lain, arus input sama dengan arus output. Karena tegangan input harus lebih tinggi dari tegangan *output* maka akan terjadi panas pada IC *regulator 7805* sehingga dibutuhkan *heatsink* (pendingin) yang cukup.