

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Jurnal

NO	Nama	Perbedaan	Kesimpulan
1.	Munadi, A. (2013). Pembangkit Listrik Tenaga Speed Bump Segabai Sumber Energi Alternatif (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).	Menggunakan sensor piezoelektrik sebagai penggerak generator.	Sensor piezoelektrik digunakan sebagai penggerak generator
2.	Suryadi, A., Nugroho, E. A., & Asmoro, P. T. (2020). Rancang Bangun Speed Bump Sebagai Pembangkit Listrik Energi Alternatif. Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 11(1), 307- 312.	Menggunakan gaya pegas naik turun untuk menggerakkan generator	Gaya dari speed bump yang dihasilkan kendaraan digunakan untuk menekan pegas secara naik turun untuk menggerakkan generator
3.	Suryadi, A., Nugroho, E. A., & Asmoro, P. T. (2019, December). Pemanfaatan Speed Bump sebagai Pembangkit Listrik	Menggunakan gaya pegas naik turun untuk menngerakka generator	Gaya dari speed bump yang dihasilkan kendaraan digunakan untuk menekan pegas secara naik turun

	Energi Alternatif. In Prosiding Seminar Nasional Teknoka (Vol. 4, pp. E20-E24).		untuk menggerakkan generator
4.	Putri, S. K., & Subekti, G. A. RANCANG BANGUN SPEED BUMP PEMBANGKIT LISTRIK.	Energi listrik yang dihasilkan dari generator masih kecil untuk mengisi daya pada generator	Gaya yang dihasilkan speed bump di ubah menjadi gaya gerak untuk memutar gear dan generator untuk menghasilkan listrik
5.	Asyâ, H., Budiman, A., & Munadi, A. (2013). Speed Bumb sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan dan Terbarukan. Semantik, 3(1).	Speed bump untuk membangkitkan energi listrik dengan menggunakan sistem tuas	Menggunakan alternator yang tersambung dengan tuas dari speed bump

## 2.2 Peneliti Terdahulu

Dalam penelitian kali ini merupakan pengembangan dari peneliti terdahulu yang dimana dalam pembuatan dan perancangan alat terdapat perbedaan antara lain, Penggunaan sensor peizoelektrik yang dipasang secara seri parallel, menggunakan efek peizoelektrik, daya output dari sensor peizoelektrik digunakan sebagai energi alternative untuk lampu penerangan jalan.

## 2.3 Speed Bump (Polisi Tidur)

Speed bump atau yang biasa disebut polisi tidur adalah alat pembatas kecepatan atau markah kejut yang biasanya dipasang di bagian jalan yang ditinggikan berupa tambahan aspal atau semen yang dipasang melintang di jalan

untuk pertanda memperlambat laju/kecepatan kendaraan [1]. Untuk meningkatkan keselamatan bagi pengguna jalan ketinggiannya diatur dan apabila melalui jalan yang akan dilengkapi dengan rambu-rambu pemberitahuan terlebih dahulu mengenai adanya polisi tidur, khususnya pada malam hari, maka polisi tidur dilengkapi dengan marka jalan dengan garis serong berwarna putih atau kuning yang kontras sebagai pertanda [4].

Akan tetapi polisi tidur yang biasanya ada di Indonesia lebih banyak yang bertentangan dengan desain polisi tidur yang diatur berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No 3 Tahun 1994 dan hal yang demikian ini bahkan dapat membahayakan keamanan dan kesehatan para pemakai jalan tersebut [4].



**Gambar 2.1 Speed bump (Polisi Tidur) [2].**

### **2.3.1 Jenis – Jenis Speed Bump**

#### **1. Speed Bump**

Polisi tidur jenis ini biasa dijumpai di area parkir, jalan privat dan jalan di lingkungan terbatas yang rata-rata laju kecepatan kendaraan di jalan

tersebut yakni di bawah 10 kilometer per jam. Polisi tidur jenis speed bump didominasi warna hitam kuning atau hitam putih dengan dengan catatan, untuk warna hitam ketentuannya di cat selebar 30 cm, dan untuk warna kombinasinya yaitu 20 cm. Lalu untuk ketentuan sudut pewarnaannya ke kanan sebesar 30 hingga 45 derajat. Sedangkan dari segi ukuran, polisi tidur speed bump memiliki lebar bagian atas minimal 15 cm atau 150 mm, ketinggian maksimal 12 cm atau 120 mm, dan sudut kelandaian 15 persen.



**Gambar 2.2 Speed bump**

## 2. Speed Hump

Selanjutnya polisi tidur jenis speed hump. Polisi tidur jenis ini biasa ditemukan di jalan lokal dan jalan lingkungan yang berdekatan dengan zebra cross atau area penyebrangan para pejalan kaki. Dimana rata-rata laju kecepatan kendaraan yang melintas yakni maksimal 20 kilometer per jam. Kombinasi warna pada speed hump pun sama dengan speed bump yakni hitam kuning atau hitam putih, dengan ketentuan yang sama yaitu warna hitam 30 cm dan warna kombinasi kuning atau putih 20 cm. Lalu dari segi

ukuran, ketinggian marka kejut ini harus berkisar antara 5-9 sentimeter, lebar maksimal 39 sentimeter dengan kelandaian 50 persen.



**Gambar 2.3 Speed Hump**

### 3. Speed Table

Terakhir, jenis polisi tidur yang juga ada dalam Permenhub yakni speed table. Polisi tidur jenis ini memiliki ketentuan lebar 660 cm atau 6600 mm dengan kelandaian 15 persen dan tinggi maksimum 80-90 mm. Untuk kombinasi warna dari polisi tidur ini sama persis dengan jenis speed bump dan speed hump, berikut dengan ketentuannya pun sama. Memiliki bentuk seperti blok-blok terkunci, polisi tidur speed table terbuat dari bahan badan jalan dengan mutu setara K-300. Sekedar info, polisi tidur seperti ini dapat dijumpai di jalan lokal dan kawasan penyebrangan dimana batas kecepatan maksimalnya yakni 40 kilometer per jam. Selanjutnya, apa yang dapat kita lakukan setelah mengetahui jenis-jenis polisi tidur di jalan? Jawabnya tentu bisa menyesuaikan kecepatan berkendara dimanapun, khususnya saat melintasi polisi tidur. Berkendara lah dengan aman dan nyaman demi keselamatan diri sendiri dan orang lain. Guna menunjang berkendara yang

aman dan nyaman bisa coba memilih ban yang dapat memberikan kenyamanan namun juga memiliki performa hebat saat melintasi jalanan basah, kering, berbatu, berlumpur maupun jalanan aspal. Ban yang sangat direkomendasikan untuk melibas segala jenis medan tentu ban Maxxis. Ban Maxxis yang memiliki banyak varian tipe dan ukuran dipastikan mampu memenuhi kebutuhan di setiap jenis perjalanan. Salah satu ban Maxxis yang banyak diburu konsumen yakni Maxxis MA-3DN. Maxxis MA-3DN tersedia untuk ukuran ring 14, dimana tipe ini dikhususkan untuk para pengguna motor matic. Penting diketahui, pola alur kembangan pada Maxxis MA-3DN sangat dapat diandalkan untuk membantu penyebaran air saat di lintasan basah. Tidak hanya itu, kestabilan berkendara pun sangat maksimal, sekalipun dalam kecepatan tinggi. Jadi, Maxxis MA-3DN memang pilihan yang tepat untuk skuter matic, apalagi di musim hujan seperti sekarang.

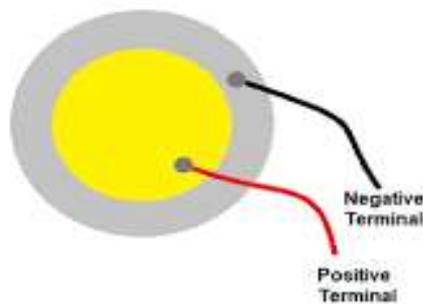


**Gambar 2.4 Speed Table**

## **2.4 Piezoelektrik**

Piezoelektrik biasa juga disebut dengan efek piezoelektrik adalah muatan listrik yang terakumulasi dalam bahan padat tertentu, seperti kristal dan keramik

akibat dari mechanical pressure (tekanan mekanik). Piezoelektrik sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, hanya saja tidak terlalu diketahui akan kegunaan dari alat ini. Piezoelektrik digunakan untuk mengukur tekanan, percepatan, tegangan, dan lain sebagainya. dan biasa digunakan dalam alat-alat seperti: mikrofon, jam tangan, pengubah suara menjadi tulisan (TTS), printer, oscillator elektronik, hingga bisa dijadikan sebagai sumber energi alternative [5].



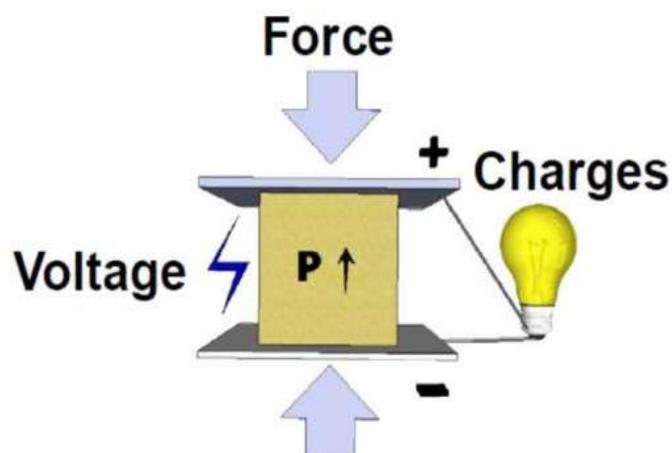
**Gambar 2.5 Piezoelektrik [6].**

Kuantitas fisik yang biasa diukur oleh Piezoelektrik Sensor adalah Akselerasi dan Tekanan. Baik sensor tekanan dan akselerasi bekerja pada prinsip piezoelektrik yang sama akan tetapi perbedaan utama dikeduanya Pada sensor tekanan, selaput tipis ditempatkan pada dasar yang masif untuk mentransfer gaya yang diberikan ke elemen piezoelektrik. Setelah menerapkan tekanan pada membran tipis ini, bahan piezoelektrik dimuat dan mulai menghasilkan tegangan listrik. Tegangan yang dihasilkan sebanding dengan jumlah tekanan yang diberikan. cara gaya diterapkan pada elemen penginderaan mereka. Dalam akselerometer, massa seismik melekat pada elemen kristal untuk mentransfer gaya yang diterapkan

ke bahan piezoelektrik. Ketika gerak diterapkan, beban massa seismik adalah bahan piezoelektrik menurut hukum gerak kedua Newton. Bahan piezoelektrik menghasilkan muatan yang digunakan untuk menkalibrasi gerak. Elemen kompensasi akselerasi digunakan bersama dengan sensor tekanan karena sensor ini dapat menangkap getaran yang tidak diinginkan dan menunjukkan bacaan yang salah [5].

#### 2.4.1 Prinsip Kerja Piezoelektrik

Tekanan gaya pada sensor piezoelektrik akan menyebabkan gaya pegas secara otomatis memukul kristal Piezoelektrik yang berbahan dielektrik. Jadi pada saat memberikan tekanan pada bahan dielektrik, maka akan terbentuk medan listrik. Prinsip Kerja Piezoelektrik Ketika medan listrik melewati bagian material, molekul yang dipolarisasi akan segera menyesuaikan dengan medan listriknya, menghasilkan dipole yang ter-induksi molekul dan struktur kristal materi. Penyesuaian molekul ini akan merubah material dimensi. Dan inilah yang disebut efek piezoelektrik [5].



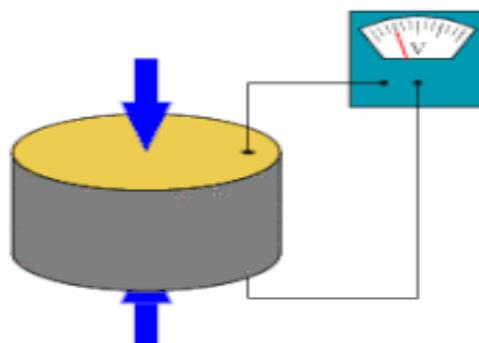
Gambar 2.6 Prinsip Kerja Piezoelektrik [5].

Rangkaian sensor piezoelektrik diberikan di atas. Resistansi  $R_i$  adalah resistansi internal atau resistansi isolator. Induktansi ini disebabkan oleh inersia sensor. Kapasitansi  $C$  berbanding terbalik dengan elastisitas bahan sensor.

Untuk respons sensor yang tepat, resistansi beban dan kebocoran harus cukup besar sehingga frekuensi rendah dipertahankan. Sensor dapat disebut transduser tekanan dalam sinyal listrik. Sensor juga dikenal sebagai transduser primer.

#### 2.4.2 Karakteristik Bahan Piezoelektrik

Bahan Piezoelektrik terbentuk oleh keramik yang terpolarisasi sehingga beberapa bagian dari molekul bermuatan positif dan sebagian dari yang lain bermuatan negative membentuk elektroda-elektroda yang menempel pada dua sisi yang berlawanan dan menghasilkan energi listrik material yang dapat berubah akibat gaya mekanik. Pada saat medan listrik melewati material, molekul yang terpolarisasi akan menyesuaikan dengan medan listrik, dihasilkan pole yang terinduksi dengan molekul atau struktur material kristal. Penyesuaian molekul akan mengakibatkan material berubah dimensi. Fenomena ini disebut efek piezoelektrik.



**Gambar 2.7 Efek Peizoelektrik [5].**

Sensor memiliki sifat yang bisa mendeteksi tekanan, maka piezoelectric ini mempunyai fungsi utama yaitu sebagai sensor. Berikut adalah aplikasi Piezoelektrik yang digunakan sebagai sensor:

1. Mikrofon Piezoelektrik dan Piezoelektrik untuk gitar akustik- elektrik.
2. Elemen Piezoelektrik digunakan untuk mendeteksi generasi gelombang sonar.

Bahan Piezoelektrik yang digunakan dalam single-axis dan dual-sumbu miring penginderaan. Pemantauan daya dalam aplikasi daya tinggi (misalnya perawatan medis, sonochemistry dan industri pengolahan). Microbalances Piezoelektrik digunakan sebagai bahan kimia yang sangat sensitif dan sensor biologis. Piezos kadang-kadang digunakan dalam pengukur regangan. 10 Piezoelektrik digunakan dalam instrumen penetrometer pada Huygens Probe Piezoelektrik digunakan dalam d-pads elektronik untuk mendeteksi dampak dari tongkat drummer, dan untuk mendeteksi gerakan otot di acceleromyography medis.

Sistem mesin otomatis menggunakan sensor piezoelektrik untuk mendeteksi detonasi pada mesin (Knock Sensor) dan digunakan dalam sistem injeksi bahan bakar untuk mengukur tekanan absolut berjenis (MAP sensor) untuk menentukan beban mesin. Sensor piezoelektrik ultrasonik digunakan dalam deteksi emisi akustik dalam pengujian emisi akustik [7].

## **2.5 Charge Control**

Charge Controller adalah rangkaian elektronik yang mengatur proses dari pengisian aki atau rangkaian aki (Battery Bank). Tegangan DC yang dihasilkan oleh panel sel surya umumnya bervariasi 12 volt ke-atas. Kontroler ini berfungsi sebagai alat pengatur tegangan pada aki agar tidak melampaui batas toleransi daya.

Disamping itu, alat pengontrol ini juga mencegah pengaliran arus dari aki mengalir balik ke panel sel surya ketika proses pengisian sedang tidak berlangsung (misalnya pada malam hari) sehingga aki yang sudah dicas tidak terkuras tenaganya. Apabila aki atau rangkaian aki sudah penuh terisi, maka aliran DC dari panel surya akan diputuskan atau switching agar aki itu tidak lagi menjalani pnnngisian sehingga pengerusakan terhadap baterai bisa dicegah dan usia aki bisa bertahan lebih lama. Pengendalian proses pengisian aki dengan membuka dan menutup aliran arus DC dari panel surya ke aki adalah fungsi yang paling dasar sebuah charge controller [9].



**Gambar 2.8 Charge Control [9].**

### **2.5.1 Prinsip kerja charger control**

Baterai charger adalah piranti untuk mengisi energi atau daya ke baterai, isi ulang/charging dilakukan dengan cara memasukkan arus listrik melalui rangkaian charger. Arus listrik yang dimasukkan disesuaikan pada teknologi dan kapasitas baterai yang akan diisi ulang. Contohnya, arus yang diterapkan pada baterai mobil 12 V berbeda dengan arus untuk baterai ponsel. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan rangkaian regulator arus dan tegangan pada rangkaian charger tersebut, bertujuan agar arus dan tegangan yang keluar dari rangkaian charger dapat

disesuaikan dengan kapasitas baterai yang diisi. Salah satu contoh rangkaian charger yang banyak dijumpai adalah rangkaian charger aki/baterai, dimana rangkaian ini memiliki komponen dan rangkaian yang sederhana serta biaya pembuatan yang terjangkau. Sebenarnya cara kerja charger aki/baterai adalah mengubah arus listrik AC menjadi DC, sehingga tegangan tersebut bisa digunakan untuk mengisi aki/baterai. Seperti yang sudah disebutkan tadi bahwa fungsi charger adalah mengubah arus listrik AC menjadi DC. Oleh karena itu dalam komponen charger ini.



**Gambar 2.9 Prinsip Kerja Module Charger**

## 2.6 Saklar

Saklar atau lebih tepatnya adalah Saklar listrik adalah suatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik. Saklar yang dalam bahasa Inggris disebut dengan Switch ini merupakan salah satu komponen atau alat listrik yang paling sering digunakan. Hampir semua peralatan Elektronika dan Listrik memerlukan Saklar untuk menghidupkan atau mematikan alat listrik yang digunakan.



**Gambar 2.10 Saklar [10].**

Pada dasarnya, sebuah Saklar sederhana terdiri dari dua bilah konduktor yang terhubung ke rangkaian eksternal, Saat kedua bilah konduktor tersebut terhubung maka akan terjadi hubungan arus listrik dalam rangkaian. Sebaliknya, saat kedua konduktor tersebut dipisahkan maka hubungan arus listrik akan ikut terputus.

Saklar yang paling sering digunakan adalah Saklar yang dioperasikan oleh tangan manusia dengan satu atau lebih pasang kontak listrik. Setiap pasangan kontak umumnya terdiri dari 2 keadaan atau disebut dengan “State”. Kedua keadaan tersebut diantaranya adalah Keadaan “Close” atau “Tutup” dan Keadaan “Open” atau “Buka”. Close artinya terjadi sambungan aliran listrik sedangkan Open adalah terjadinya pemutusan aliran listrik.

### **2.6.1 Prinsip Kerja Saklar**

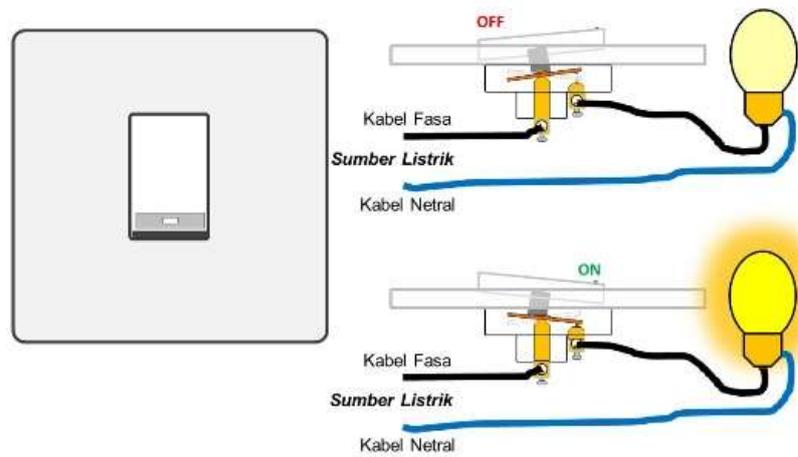
Berdasarkan dua keadaan tersebut, Saklar pada umumnya menggunakan istilah Normally Open (NO) untuk Saklar yang berada pada keadaan Terbuka (Open) pada kondisi awal. Ketika ditekan, Saklar yang Normally Open (NO)

tersebut akan berubah menjadi keadaan Tertutup (Close) atau “ON”. Sedangkan Normally Close (NC) adalah saklar yang berada pada keadaan Tertutup (Close) pada kondisi awal dan akan beralih ke keadaan Terbuka (Open) ketika ditekan [10].

Pada dasarnya, sebuah Saklar sederhana terdiri dari dua bilah konduktor (biasanya adalah logam) yang terhubung ke rangkaian eksternal, Saat kedua bilah konduktor tersebut terhubung maka akan terjadi hubungan arus listrik dalam rangkaian. Sebaliknya, saat kedua konduktor tersebut dipisahkan maka hubungan arus listrik akan ikut terputus.

Saklar yang paling sering ditemukan adalah Saklar yang dioperasikan oleh tangan manusia dengan satu atau lebih pasang kontak listrik. Setiap pasangan kontak umumnya terdiri dari 2 keadaan atau disebut dengan “State”. Kedua keadaan tersebut diantaranya adalah Keadaan “Close” atau “Tutup” dan Keadaan “Open” atau “Buka”. Close artinya terjadi sambungan aliran listrik sedangkan Open adalah terjadinya pemutusan aliran listrik. Rangkaian Dasar Lampu

Berdasarkan dua keadaan tersebut, Saklar pada umumnya menggunakan istilah Normally Open (NO) untuk Saklar yang berada pada keadaan Terbuka (Open) pada kondisi awal. Ketika ditekan, Saklar yang Normally Open (NO) tersebut akan berubah menjadi keadaan Tertutup (Close) atau “ON”. Sedangkan Normally Close (NC) adalah saklar yang berada pada keadaan Tertutup (Close) pada kondisi awal dan akan beralih ke keadaan Terbuka (Open) ketika ditekan.



**Gambar 2.11 Prinsip Kerja Saklar**

### 2.6.2 Jenis – Jenis Saklar

#### 1. Push Button Switch (Saklar Tombol Dorong)

Push Button Switch dalam bahasa Indonesia dapat diterjemahkan menjadi saklar tombol dorong adalah jenis saklar dua posisi yang dapat menghubungkan aliran arus listrik pada saat pengguna menekannya dan memutuskan hubungan listrik tersebut apabila kita melepaskannya.



**Gambar 2.12 Saklar Push Button**

## 2. Toggle Switch (Saklar Pengalih)

Toggle Switch atau Saklar Pengalih adalah saklar yang digerakan oleh tuas atau toggle yang miring ke salah satu posisi dari dua posisi atau lebih untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik. Kebanyakan Saklar Tuas atau Toggle Switch dirancang menetap pada satu posisi, namun ada juga jenis saklar tuas yang memiliki mekanisme pegas internal untuk mengembalikan tuas ke posisi tertentu.



**Gambar 2.13 Saklar Switch**

## 3. Selector Switch (Saklar Pemilih)

Selector Switch atau Saklar Pemilih adalah saklar yang dioperasikan dengan cara memutar dan biasanya digunakan pada rangkaian yang memerlukan pilihan lebih dari 2 posisi. Penggunaanya dapat memutar dengan jari tangannya untuk memilih posisi tertentu. Selector Switch ini biasanya diaplikasikan pada Pencatu Daya untuk memilih tegangan yang diinginkan, sebagai pemilih fungsi pengujian (Ohm, Volt, Ampere) pada Multimeter, Pemilih Suhu pada Oven dan lain sebagainya. Pada umumnya, tuas atau kontak Selector Switch ini akan menetap di satu posisi, namun ada juga

Selector Switch atau Saklar Pemilih yang memiliki mekanisme pegas internal untuk mengembalikannya ke posisi semula apabila tidak ada yang menahannya (Contoh Selector Switch pada starter mobil). Selector Switch atau Saklar Pemilihnya juga sering disebut dengan Rotary Switch.



**Gambar 2.14 Selector Switch**

#### 4. Limit Switch (Saklar Pembatas)

Limit Switch atau Saklar Pembatas adalah saklar yang banyak digunakan pada mesin-mesin untuk keperluan otomasi industry. Umumnya, di ujung tuas saklar pembatas ini terdapat sebuah bantalan (bearing) roller kecil yang berfungsi untuk mencegah aus-nya tuas pada limit switch tersebut karena kontak berulang kali dengan bagian-bagian mesin. Limit switch atau saklar pembatas biasanya digunakan untuk mengendalikan mesin sebagai bagian dari sistem pengendali, sebagai pengaman dan penguncian ataupun menghitung objek yang melewati suatu titik.



**Gambar 2.15 Saklar Limit Switch**

## **2.7 Baterai**

Baterai (Battery) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi Listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat Elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti Handphone, Laptop, Senter, ataupun Remote Control menggunakan Baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya Baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis Baterai yaitu Baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (Single Use) dan Baterai yang dapat di isi ulang (Rechargeable) [11].



**Gambar 2.16 Baterai [12].**

### 2.7.1 Jenis – Jenis Baterai

#### 1. Baterai Primer (Baterai Sekali Pakai/Single Use)

Baterai Primer atau Baterai sekali pakai ini merupakan baterai yang paling sering ditemukan di pasaran, hampir semua toko dan supermarket menjualnya. Hal ini dikarenakan penggunaannya yang luas dengan harga yang lebih terjangkau. Baterai jenis ini pada umumnya memberikan tegangan 1,5 Volt dan terdiri dari berbagai jenis ukuran seperti AAA (sangat kecil), AA (kecil) dan C (medium) dan D (besar). Disamping itu, terdapat juga Baterai Primer (sekali pakai) yang berbentuk kotak dengan tegangan 6 Volt ataupun 9 Volt.

#### A. Baterai Zinc-Carbon (Seng-Karbon)

Baterai Zinc-Carbon juga disering disebut dengan Baterai “Heavy Duty” yang sering kita jumpai di Toko-toko ataupun Supermarket. Baterai jenis ini terdiri dari bahan Zinc yang berfungsi sebagai Terminal Negatif dan juga sebagai pembungkus Bateriainya. Sedangkan Terminal Positifnya adalah terbuat dari Karbon yang berbentuk Batang (rod). Baterai jenis Zinc-Carbon merupakan jenis baterai yang relatif murah dibandingkan dengan jenis lainnya.

#### B. Baterai Alkaline (Alkali)

Baterai Alkaline ini memiliki daya tahan yang lebih lama dengan harga yang lebih mahal dibanding dengan Baterai Zinc-Carbon. Elektrolit yang digunakannya adalah Potassium hydroxide yang merupakan Zat Alkali (Alkaline) sehingga namanya juga disebut dengan Baterai Alkaline. Saat ini,

banyak Baterai yang menggunakan Alkalline sebagai Elektrolit, tetapi mereka menggunakan bahan aktif lainnya sebagai Elektrodanya.

#### C. Baterai Lithium

Baterai Primer Lithium menawarkan kinerja yang lebih baik dibanding jenis-jenis Baterai Primer (sekali pakai) lainnya. Baterai Lithium dapat disimpan lebih dari 10 tahun dan dapat bekerja pada suhu yang sangat rendah. Karena keunggulannya tersebut, Baterai jenis Lithium ini sering digunakan untuk aplikasi Memory Backup pada Mikrokomputer maupun Jam Tangan. Baterai Lithium biasanya dibuat seperti bentuk Uang Logam atau disebut juga dengan Baterai Koin (Coin Battery). Ada juga yang memanggilnya Button Cell atau Baterai Kancing.

#### D. Baterai Silver Oxide

Baterai Silver Oxide merupakan jenis baterai yang tergolong mahal dalam harganya. Hal ini dikarenakan tingginya harga Perak (Silver). Baterai Silver Oxide dapat dibuat untuk menghasilkan Energi yang tinggi tetapi dengan bentuk yang relatif kecil dan ringan. Baterai jenis Silver Oxide ini sering dibuat dalam bentuk Baterai Koin (Coin Battery) / Baterai Kancing (Button Cell). Baterai jenis Silver Oxide ini sering dipergunakan pada Jam Tangan, Kalkulator maupun aplikasi militer.

### Baterai-baterai Primer (Sekali Pakai)



**Gambar 2.17 Baterai Primer [11].**

#### 2. Baterai Sekunder (Baterai Isi Ulang/Rechargeable)

Baterai Sekunder adalah jenis baterai yang dapat di isi ulang atau Rechargeable Battery. Pada prinsipnya, cara Baterai Sekunder menghasilkan arus listrik adalah sama dengan Baterai Primer. Hanya saja, Reaksi Kimia pada Baterai Sekunder ini dapat berbalik (Reversible). Pada saat Baterai digunakan dengan menghubungkan beban pada terminal Baterai (discharge), Elektron akan mengalir dari Negatif ke Positif. Sedangkan pada saat Sumber Energi Luar (Charger) dihubungkan ke Baterai Sekunder, elektron akan mengalir dari Positif ke Negatif sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai. Jenis-jenis Baterai yang dapat di isi ulang (rechargeable Battery) yang sering kita temukan antara lain seperti Baterai Ni-cd (Nickel-Cadmium), Ni-MH (Nickel-Metal Hydride) dan Li-Ion (Lithium-Ion).

#### A. Baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium)

Baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium) adalah jenis baterai sekunder (isi ulang) yang menggunakan Nickel Oxide Hydroxide dan Metallic Cadmium sebagai bahan Elektrolitnya. Baterai Ni-Cd memiliki kemampuan beroperasi dalam jangkauan suhu yang luas dan siklus daya tahan yang lama. Di satu sisi, Baterai Ni-Cd akan melakukan discharge sendiri (self discharge) sekitar 30% per bulan saat tidak digunakan. Baterai Ni-Cd juga mengandung 15% Toksik/racun yaitu bahan Carcinogenic Cadmium yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan Lingkungan Hidup. Saat ini, Penggunaan dan penjualan Baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium) dalam perangkat Portabel Konsumen telah dilarang oleh EU (European Union) berdasarkan peraturan “Directive 2006/66/EC” atau dikenal dengan “Battery Directive”.

#### B. Baterai Ni-MH (Nickel-Metal Hydride)

Baterai Ni-MH (Nickel-Metal Hydride) memiliki keunggulan yang hampir sama dengan Ni-Cd, tetapi baterai Ni-MH mempunyai kapasitas 30% lebih tinggi dibandingkan dengan Baterai Ni-Cd serta tidak memiliki zat berbahaya Cadmium yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Baterai Ni-MH dapat diisi ulang hingga ratusan kali sehingga dapat menghemat biaya dalam pembelian baterai. Baterai Ni-MH memiliki Self-discharge sekitar 40% setiap bulan jika tidak digunakan. Saat ini Baterai Ni-MH banyak digunakan dalam Kamera dan Radio Komunikasi. Meskipun tidak memiliki zat berbahaya Cadmium, Baterai Ni-MH tetap

mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan Lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (recycle) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.

### C. Baterai Li-Ion (Lithium-Ion)

Baterai jenis Li-Ion (Lithium-Ion) merupakan jenis Baterai yang paling banyak digunakan pada peralatan Elektronika portabel seperti Digital Kamera, Handphone, Video Kamera ataupun Laptop. Baterai Li-Ion memiliki daya tahan siklus yang tinggi dan juga lebih ringan sekitar 30% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 30% jika dibandingkan dengan Baterai Ni-MH. Rasio Self-discharge adalah sekitar 20% per bulan. Baterai Li-Ion lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung zat berbahaya Cadmium. Sama seperti Baterai Ni-MH (Nickel- Metal Hydride), Meskipun tidak memiliki zat berbahaya Cadmium, Baterai Li-Ion tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan Lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (recycle) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.



**Gambar 2.18 Baterai Sekunder [11].**

### 2.7.2 Prinsip kerja baterai

Lihatlah setiap baterai maka Anda akan melihat bahwa ia memiliki dua terminal. Satu terminal bertanda (+) atau positif, sedangkan yang lainnya bertanda (-) atau negatif. Dalam baterai senter biasa, seperti AA, C atau sel D, terminal terletak di ujung baterai. Pada baterai 9 volt, terminal terletak bersebelahan satu sama lain di bagian atas baterai. Jika Anda menghubungkan kabel antara dua terminal, maka elektron akan mengalir dari ujung negatif ke ujung positif secepat mereka bisa. Ini akan membuat baterai cepat habis dan juga bisa berbahaya karena akan menciptakan percikan api, terutama pada baterai dengan daya yang lebih besar. Agar Anda dapat memanfaatkan muatan listrik yang dihasilkan oleh baterai dengan lebih tepat maka Anda harus menghubungkannya pada sebuah beban, seperti bola lampu, motor etc.

Prinsip kerja baterai ini secara internal biasanya terletak di dalam sebuah kotak logam plastik. Dalam kasus ini, katoda terhubung ke terminal positif dan anoda terhubung ke terminal negatif. Komponen-komponen ini lebih umum dikenal sebagai elektroda karena menempati sebagian besar ruang di dalam baterai dan merupakan tempat dimana reaksi kimia terjadi. Sebuah pemisah menjadi penghalang antara katoda dan anoda dan mencegah elektroda agar tidak tersentuh sambil membiarkan muatan listrik mengalir bebas di antara mereka. Media yang memungkinkan muatan listrik mengalir antara katoda dan anoda dikenal sebagai elektrolit. Pada akhirnya, collector melakukan muatan ke luar baterai melalui sebuah beban.

## 2.8 LED

Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya – Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya.

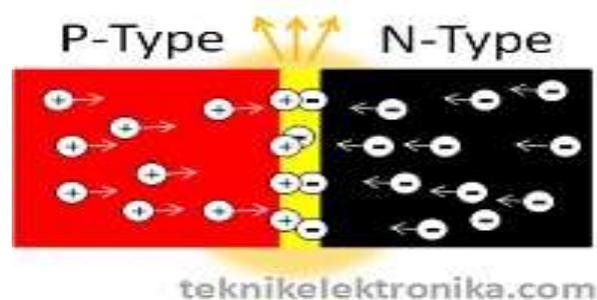
Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (Light Emitting Diode) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube.



**Gambar 2.19 LED**

### 2.8.1 Prinsip Kerja LED

Seperti dikatakan sebelumnya, LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari Anoda menuju ke Katoda.



**Gambar 2.20 Prinsip Kerja LED**

LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (impurity) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan Hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat Elektron berjumpa dengan Hole akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).

LED atau Light Emitting Diode yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi Cahaya.

## 2.8.2 Jenis – Jenis LED

### 1. Miniature LED

Jenis lampu LED yang pertama adalah miniature LED. Jenis LED yang satu ini biasanya digunakan sebagai indikator ataupun hiasan saja. Ukurannya sangat kecil dan tersedia dalam beberapa jenis warna. Miniature LED termasuk salah satu jenis lampu LED yang dijual dengan harga paling murah.



**Gambar 2.21 LED Miniature**

### 2. Super Flux LED

Selanjutnya ada super flux LED. Super flux LED merupakan salah satu jenis LED yang memiliki konsumsi listrik tinggi. Tak heran memang karena LED jenis ini punya dua kutub positif dan juga dua kutub negatif. Super flux LED banyak digunakan untuk penerangan lampu di papan iklan yang ada di pinggir-pinggir jalan.



**Gambar 2.22 LED Super Flux**

### 3. Bicolor LED

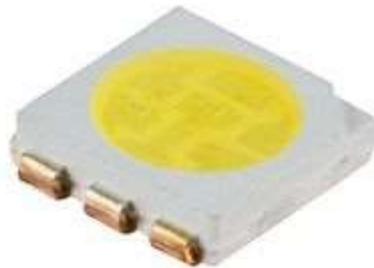
Seperti namanya, bicolor LED merupakan salah satu jenis LED yang dapat mengeluarkan cahaya lebih dari satu warna. Jenis lampu LED yang satu ini dapat mengeluarkan cahaya dalam berbagai macam warna secara bergantian. Bicolor LED banyak diaplikasikan pada mainan anak-anak.



**Gambar 2.23 Bicolor LED**

### 4. SMD LED

SMD adalah singkatan dari surface mount device yang merupakan salah satu jenis lampu LED yang memiliki ukuran sangat kecil. Jenis LED yang satu ini banyak digunakan untuk berbagai macam peralatan rumah tangga mulai dari senter, lampu ruangan, lampu hias, sampai dengan lampu emergency.



**Gambar 2.24 LED SMD**

## 5. COB LED

COB adalah singkatan dari chip on board yang merupakan jenis lampu LED yang dapat menyala lebih terang dan merata karena memiliki banyak sekali chip dalam satu papan. Sebenarnya jenis lampu LED COB ini merupakan pengembangan dari lampu LED jenis SMD. Jadi kualitasnya berada setingkat di atas SMD LED.



**Gambar 2.25 COB LED**

## 6. High Power LED

Jenis lampu LED yang terakhir adalah high power LED. Lampu LED yang satu ini memiliki kemampuan dapat memunculkan cahaya dengan intensitas yang lebih tinggi atau terang. Akan tetapi jenis LED yang satu ini juga lebih mudah panas jika dibandingkan dengan lampu LED jenis lain.



**Gambar 2.26 High Power LED**