



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (*photovoltaic*) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor temperatur PV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor Intensitas cahaya matahari.²

Sel Surya yang mendapat penyinaran sinar matahari merupakan salah satu sumber energi yang sangat menjanjikan. Dalam keadaan puncak atau saat posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan sel surya seluas satu meter persegi akan mampu menghasilkan energi listrik 900 hingga 1000 Watt.

Sel surya merupakan lapisan-lapisan tipis dari bahan semikonduktor silikon (Si) murni, dan bahan semikonduktor lainnya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC, yang dapat diubah menjadi listrik AC melalui inverter apabila diperlukan, oleh karena itu meskipun cuaca mendung, selama masih terdapat cahaya, maka PLTS tetap dapat menghasilkan listrik. PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya, dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri maupun *hybrid* (dikombinasikan dengan sumber energi lain), baik dengan metode desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel). PLTS merupakan sumber energi terbarukan, dimana sinar matahari sebagai sumber energi yang tidak ada habisnya selain itu PLTS merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan tanpa ada bagian yang berputar, tidak menimbulkan kebisingan, dan tanpa mengeluarkan gas

² Anggara, I.W.G.A., Kumara, I.N.S., & Giriantari, I.A.D. (2014). Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran. *E-Journal Spektrum*, 1(1), 120f



buangan atau limbah.¹⁰

2.2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya⁸

Suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya menurut jenisnya dibagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu sistem *off-grid* dan sistem pembangkit yang terhubung dengan jaringan (*on-grid*) PLN 220/50Hz, untuk lebih jauh sistem *off-grid* (disebut juga sebagai *stand-alone system*) dibagi menjadi ke dalam 3 bagian yaitu sistem PLTS tersebar, PLTS *offgrid* terpusat, dan sistem PLTS hibrida. Sedangkan sistem PLTS *on-grid* dengan jaringan PLN dibagi menjadi PLTS skala *utilitas dan rooftop PV system*. Namun, untuk jenis *rooftop* ini atau atap gedung bisa kita desain menjadi sistem *off-grid* walaupun memiliki kekurangan pasti efisiensi jauh lebih kecil dibandingkan dengan sistem PLTS tipe atap gedung yang terhubung jaringan PLN.

Dasar dari instalasi pembangunan PLTS *off-grid* dilandasi oleh Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN tahun 2016, Program Indonesia Terang (PIT), pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang lebih bersih sesuai dengan komitmen nasional dan Kebijakan Energi Nasional (KEN) untuk pemenuhan energi primer dari EBT sebesar 23 % pada tahun 2025.

Sistem *off-grid*. Secara umum sistem *off-grid* adalah sistem kelistrikan yang tidak terhubung dengan jaringan listrik umum (PLN) atau dengan pembangkit lainnya misalnya PLTD. Sifatnya berdiri sendiri mengandalkan baterai ketika PLTS berada dalam kondisi tidak maksimal.

2.3 PLTS Off-Grid

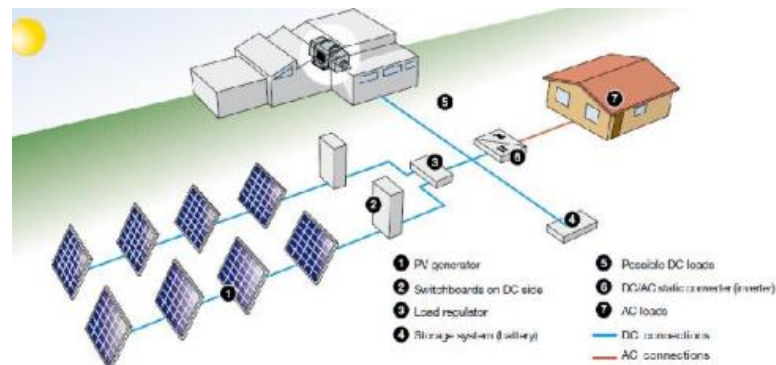
Sistem dengan listrik mandiri/sendiri. Sistem ini biasanya dipergunakan untuk daerah-daerah yang belum terjangkau aliran listrik PLN atau sebagai

¹⁰ Naim, Muhammad. (2020). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 Watt di Desa Loeha Kecamatan Towuti. *Vertex Elektro*, 12(1), 18-19

⁸ Iskandar, Handoko Rusiana. (2020). *Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Sleman: Grup Penerbitan CV Budi Utama



backup untukantisipasi jika PLN padam. Jika menggunakan sistem ini, terlebih dahulu harus dihitung dahulu bebannya apa saja? Harus dihitung juga waktu operasional (jam/hari) agar mudah dalam menentukan komponen yang sesuai untuk digunakan.



Gambar 2. 1 Prinsip PLTS *Stand-Alone*

(sumber: Iskandar, Handoko Rusiana. 2020)

2.4 Sel Surya

Sel surya atau *Photovoltaic* merupakan suatu perangkat atau juga komponen yang bisa mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan proses *fotoelektrik*.

Arus listrik tersebut muncul dikarenakan adanya energi foton cahaya matahari yang diterima dan membebaskan elektron–elektron dalam sambungan yang ada di semikonduktor tipe N serta tipe P untuk mengalir. Pada sel surya ini adanya dioda foto (*photodiode*) dan juga memiliki kutub positif dan negatif yang terhubung kedalam rangkaian.

Untuk sel surya ini, memiliki ukuran yang besar dan juga ada yang kecil. Permukaan sel surya ini merupakan diode foto (*photodiode*). Permukaan yang besar bagi sel surya juga lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan tegangan serta arus. Sebagai contoh, sebagai sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V seta arus 0,1A saat terkena sinar matahari. Sel surya dibentuk seperti modul surya, satu modul surya terdiri dari 28 – 36 solar sel. Modul tersebut bisa



digabungkan secara seri maupun paralel untuk mendapatkan tegangan yang lebih besar untuk aplikasi tertentu.

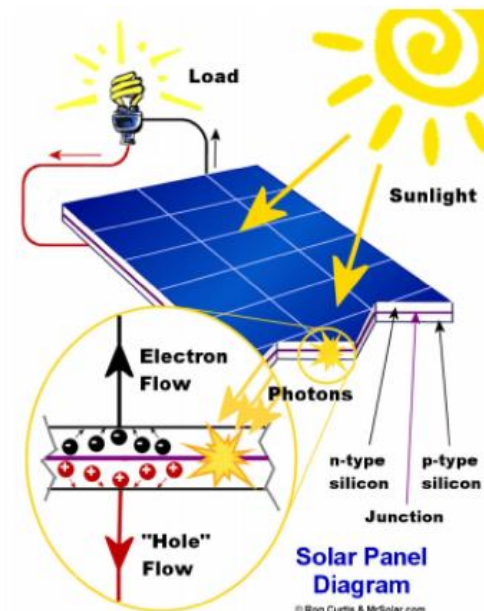


Gambar 2.2 Sel surya

(sumber: atwm.ac.id, 2020)

2.4.1 Prinsip Kerja Sel Surya

Proses pengkonversian sinar matahari hingga menjadi energi listrik dengan panel surya (*photovoltaic*), dimana kebanyakan menggunakan *Poly Crystalline Silicon* sebagai material semikonduktornya atau *photocell*. Prinsipnya sama dengan diode P-N, berikut gambar ilustrasi prinsip kerja sel surya (Marsudi, 2016)



Gambar 2.3 Prinsip kerja sel surya

(sumber: dinus.ac.id, 2021)



Sederhananya, proses pembentukan energy listrik pada sebuah sel surya sebagai berikut :

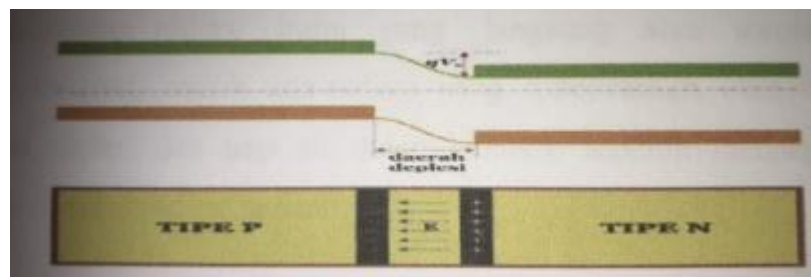
1. Cahaya matahari menumbuk panel surya yang kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silicon.
2. Elektron atau muatan negatif terlempar keluar dari atomnya, sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan energi listrik dan mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron yang ada pada panel surya.
3. Gabungan/susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik DC, yang kemudian di tampung pada kapasitor pada robot.

Daya listrik yang dihasilkan tadi bisa langsung digunakan pada robot karena listrik tersebut sudah menjadi arus DC sehingga tidak memerlukan converter agar bisa digunakan

2.4.2 Daya Serap Sel Surya

Solar panel mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. *Sel silicon* biasanya disebut *solar cell* yang terkena matahari, membuat photon dapat menghasilkan arus listrik. Sebuah solar sell emnghasilkan tegangan kurang lebih tegangan 0.5V. Jadi sebuah panel surya 12V terdiri dari kurang lebih 36 sel surya

2.4.3 Sambungan P-N



Gambar 2. 4 Sambungan P N

(sumber: Ady Iswanto: 2008)



Ketika semikonduktor tipe – p dan tipe – n disambungkan maka akan terjadi difusi hole dari tipe – p menuju tipe – n dan difusi electron dari tipe – n menuju tipe – p. Difusi tersebut akan meninggalkan daerah yang lebih positif pada batas tipe – n dan daerah yang negatif pada batas tipe – p. Terdapat perbedaan muatan pada sambungan p – n yang disebut dengan daerah deplesi yang akan mengakibatkan munculnya medan listrik yang mampu menghentikan laju difusi selanjutnya. Medan listrik tersebut mengakibatkan munculnya arus drift. Arus tersebut dihasilkan karena kemunculan medan listrik, namun arus ini terimbangi oleh arus difusi sehingga secara keseluruhan tidak ada arus listrik yang mengalir ke semikonduktor sambungan p – n tersebut (Ady Iswanto: 2008). Sebagaimana yang kita ketahui, elektron adalah partikel bermuatan listrik yang mampu dipengaruhi oleh medan listrik. Kehadiran medan listrik inilah yang dapat mengakibatkan elektron bergerak. Hal inilah yang dilakukan pada solar sel sambungan p – n, yaitu menghasilkan medan listrik pada sambungan p – n agar elektron dapat mengalir akibat kehadiran medan listrik.

2.4.4 Pengaruh Sudut Pada Sel Surya

Besarnya radiasi yang diterima untuk panel surya juga dapat dipengaruhi dari sudut datang (*angle of incidence*) yang artinya sudut antara sinar datang dengan komponen tegak lurus pada bidang panel (Yuwono, 2005).



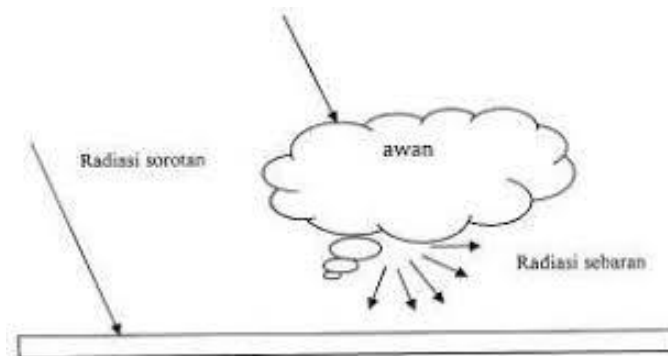
Gambar 2.5 Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel surya

(sumber: Yuwono, Budi. 2005 Skripsi Optimalisasi Panel Surya dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51. Surakarta: halaman 13)

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat posisi matahari tegak lurus bersama dengan panel surya tersebut. Pada saat matahari tidak tegak lurus bersama dengan panel surya tersebut atau membentuk sudut θ maka panel surya tersebut akan mendapatkan radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos \theta$ (Jansen, 1995).

2.4.5 Radiasi Matahari pada Permukaan Bumi

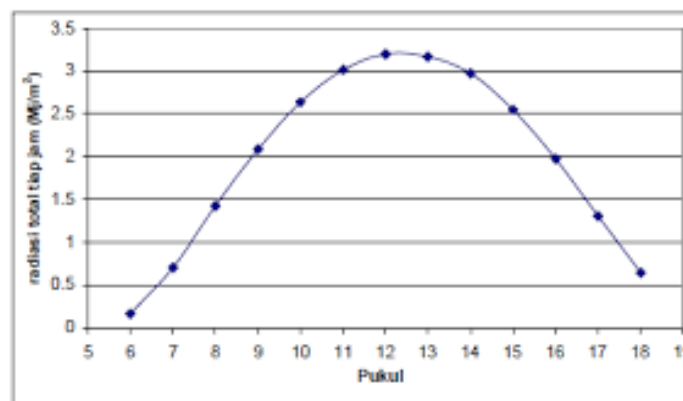
Radiasi matahari yang terdapat di luar atmosfer bumi atau yang biasanya disebut dengan konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m^2 yang dikurangi intensitas oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai ke permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air yang menyerap sebagai radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Pengurangan radiasi bumi secara langsung oleh molekul – molekul gas, debu, dan uap air pada atmosfer sebelum mencapai ke permukaan bumi (Yuwono, 2005)



Gambar 2.6 Radiasi sebaran dan sorotan pada bumi

(sumber: Yuwono, 2005 mengutip dari Jansen, 1995 menjelaskan antara waktu pagi dan sore berbeda)

Dengan adanya faktor – faktor diatas dapat menyebabkan radiasi yang diterima ke permukaan bumi memiliki intensitas yang berbeda. Besaran harian yang diterima permukaan bumi. Menurut gambar 2.6 menjelaskan antara waktu pagi dan sore berbeda, hal ini bisa kita lihat karena arah sinar matahari tersebut tidak tegak lurus atau tidak sejajar dengan permukaan bumi sehingga menyebabkan difusi oleh atmosfer bumi.



Gambar 2.7 Grafik besaran harian matahari mengenai bumi

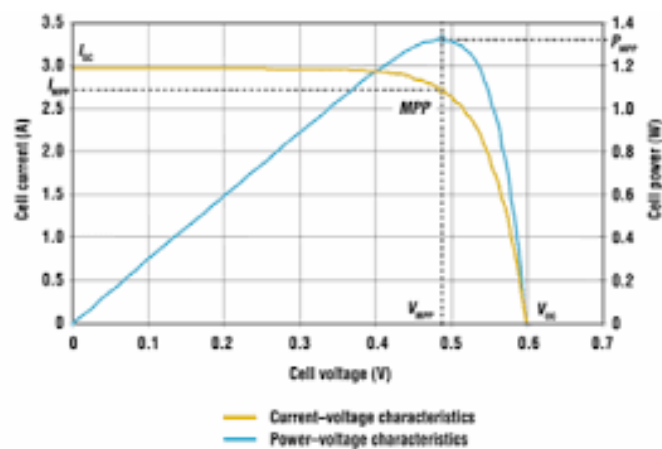
(Sumber: Jansen, 1995)

2.5 Karakteristik Sel Surya

Sel surya ini menghasilkan arus, dan untuk arusnya sangat beragam dan tergantung pada sel surya. Karakteristik tegangan dan arus biasanya menunjukkan hubungan. Ketika sel surya berada di tegangan nol dapat dikatakan sebagai “sel surya hubungan pendek”, “arus rangkaian pendek” atau I_{SC} (*short circuit current*).



Nilai I_{SC} naik dengan adanya peningkatan temperatur, tetapi jika temperatur masih standar maka tercatat untuk arus rangkaian pendek adalah 25°C . Jika sama dengan nol maka sel surya digambarkan sebagai “rangkaiannya terbuka”. Tegangan sel surya bisa menjadi terbuka V_{oc} (*open circuit voltage*). Ketergantungan V_{oc} terhadap irradiansi bersifat logaritmis dan penurunan yang lebih cepat disertai dengan peningkatan temperatur melebihi kecepatan kenaikan I_{sc} . Oleh karena itu, daya maksimum sel surya dan efisiensi sel surya menurun dengan peningkatan temperatur.



Gambar 2.8 grafik arus terhadap tegangan dan daya tegangan pada karakteristik sel surya

(Sumber: Quashcning, 2004).

Gambar 2.14 yang dikutip dari Quashcning, 2004 oleh Yuwono, 2005) diatas menjelaskan bahwa dengan jelas kurva daya memiliki titik daya maksimum yang disebut MPP (*Maximum Power Point*). Tegangan titik daya maksimum atau V_{MPP} biasanya kurang dari tegangan rangkaian terbuka dan arusnya, I_{MPP} lebih rendah dibandingkan dengan arus rangkaian pendek. Pada titik daya maksimum (MPP), arus dan tegangan memiliki hubungan yang sama dengan irradiansi dan temperatur sebagaimana arus rangkaian pendek dan tegangan rangkaian terbuka

2.6 Jenis – Jenis Panel Surya

Jenis – jenis sel surya ini dapat digolongkan berdasarkan teknologi pembuatannya dan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :



2.6.1 Monocrystalline

Panel surya tipe ini menggunakan material silikon sebagai bahan utama penyusun sel surya. Material silikon ini diiris tipis menggunakan teknologi khusus. Tipe panel surya ini menggunakan sel surya jenis crystalline tunggal yang memiliki efisiensi yang tinggi. Secara fisik, tipe panel surya ini dapat dikenali dari warna sel hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya (*Jenis-Jenis Panel Surya*, 2021).

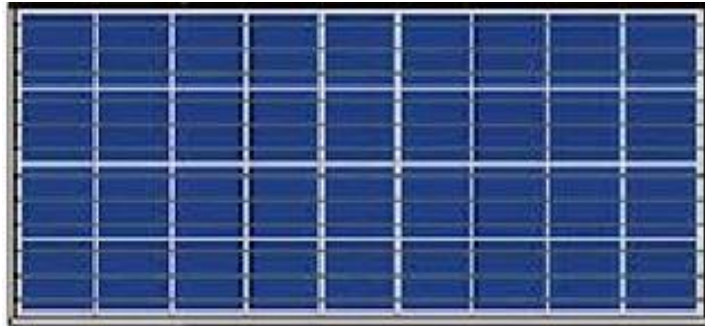


Gambar 2.9 Sel surya jenis Monocrystalline

(Sumber: *Jenis-Jenis Panel Surya.co.id*, 2021)

2.6.2 Polycrystalline

Jenis panel surya ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dicairkan, setelah itu dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kristal silikon dalam jenis panel surya ini tidak sempurna pada sel surya monocrystalline. Jadi, sel surya yang dihasilkan tidak identik antara satu sama lainnya. Efisiensinya pun lebih rendah dari monocrystalline. Tampilan dari jenis panel surya ini tampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya adalah persegi, jadi kalau panel surya ini disusun, susunannya akan rapat dan tidak ada ruangan kosong yang sia-sia (*Jenis-Jenis Panel Surya*, 2021).



Gambar 2.10 Sel surya Polycrystalline

(Sumber: *Jenis-Jenis Panel Surya.co.id*, 2021)

2.6.3 Thin Film Solar Cell (TFSC)

Jenis-jenis panel surya yang terakhir adalah thin film solar cell. Jenis panel surya ini dibuat dengan cara menambahkan sel surya yang tipis ke dalam sebuah lapisan dasar. Karena bentuk dari TFSC ini tipis, jadi panel surya ini sangat ringan dan fleksibel. Ketebalan lapisannya bisa diukur mulai dari nanometers hingga micrometers (*Jenis-Jenis Panel Surya*, 2021).



Gambar 2.11 Sel surya Thin Film Solar Cell (TFSC)

(Sumber: *Jenis-Jenis Panel Surya.co.id*, 2021)



2.7 Solar Charger Controller (SCC)



Gambar 2.12 Solar Charger Controller

(Sumber:sanspower.com)

Solar Charge Controller adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan proses pengisian battery, mencegah *battery* dari pengisian yang berlebihan, juga surya dan yang dapat diterima *battery*. Satuan untuk tegangan adalah Volt, sedangkan kuat arus dalam ampere, misalnya 12volt/10A.

2.8 Baterai⁵



Gambar 2. 13 Baterai

Baterai merupakan salah satu komponen yang digunakan pada sistem *solar*

⁵ Diantari, Retno Aita., Erlina., & Widyastuti, Christine. (2017). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 9(2), 12



cell yang dilengkapi dengan penyimpanan cadangan energi listrik. Baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam bentuk energi arus searah. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (*backup*), yang biasanya dipergunakan pada saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik, contohnya pada saat malam hari atau pada saat cuaca mendung, selain itu tegangan keluaran ke sistem cenderung lebih stabil. Satuan kapasitas energi yang disimpan pada baterai adalah *Ampere hour* (Ah), yang diartikan arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai selama satu jam. Namun dalam proses pengosongan (*discharger*), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimumnya, hal ini dikarenakan agar baterai dapat bertahan lebih lama usia pakainya (*life time*), atau minimal tidak mengurangi usia pakai yang ditentukan dan pabrikan. Batas pengosongan dan baterai sering disebut dengan istilah *depth of discharge* (DOD), yang dinyatakan dalam satuan persen, biasanya ditentukan sebesar 80%. Banyak tipe dan klasifikasi baterai yang diproduksi saat ini, yang masing-masing memiliki desain yang spesifik dan karakteristik performa berbeda sesuai dengan aplikasi khusus yang dikehendaki.

2.9 Kabel⁷

Kabel merupakan komponen penghantar yang terisolasi yang berfungsi untuk menghubungkan antara komponen satu dengan yang lainnya pada sebuah rangkaian kelistrikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).⁵

Jenis kabel dinyatakan dengan singkatan-singkatan, terdiri dari sejumlah huruf dan kadang-kadang juga angka. Karena banyaknya jenis yang ada, seiring tidak mudah untuk mengenali konstruksi suatu kabel hanya dari nama singkatannya saja tanpa keterangan tambahan, sekalipun nama singkatan itu disusun menurut suatu sistem tertentu.

⁷ Hayusman, Lauhil Mahfudz. (2020). *Dasar Instalasi Tenaga Listrik*. Banjarmasin Utara: Poliban Press

⁵ Mulyana, Rida. 2017. *Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS OFF-Grid*. Jakarta : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia



Nomenklatur kabel yang digunakan dalam PUIL 1977 berasal dari nomenklatur Jerman. Karena itu huruf-huruf yang digunakan juga berasal dari singkatan istilah-istilah Jerman. Apendiks 5 dari buku ini memuat arti huruf-huruf yang digunakan dalam nomenklatur kabel tersebut.

Kabel-kabel yang diproduksi di Indonesia menggunakan bahan isolasi termoplastik. Jika untuk kabel arus kuat umumnya digunakan PVC. Tegangan nominalnya masih terbatas hingga 6/10 kV. Kabel-kabel dengan bahan isolasi kertas dan berselubung logam (timbel) tidak atau belum dibuat di dalam negeri.



Gambar 2.14 Gambar Kabel

(Sumber: sinarbeningpadang.com)

2.10 Wastafel Otomatis

Wastafel otomatis adalah tempat membersihkan diri yang biasa digunakan untuk mencuci muka, cuci tangan, gosok gigi, dan bercukur. Umumnya, wastafel diletakkan menempel di dinding baik di luar atau dalam kamar mandi. Wastafel pun dilengkapi dengan keran air, cermin, dan rak untuk menaruh sabun, pasta gigi, serta alat kecantikan lainnya.

2.11 Komponen Wastafel Otomatis

2.11.1 Relay

Modul relay adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi ON ke OFF atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul



dari kumparan induksi listrik. Perbedaan yang paling mendasar antara relay dan sakelar adalah pada saat pemindahan dari posisi ON ke OFF. Relay melakukan pemindahannya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan sakelar dilakukan dengan cara manual.



Gambar 2. 15 Modul Relay

(Sumber: aldyrazor.com 2020 modul relay arduino)

Pada dasarnya, fungsi modul *relay* adalah sebagai saklar elektrik. Dimana ia akan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Kebanyakan, relay 5 volt DC digunakan untuk membuat project yang salah satu komponennya butuh tegangan tinggi atau yang sifatnya AC (*Alternating Current*). Sedangkan kegunaan relay secara lebih spesifik adalah sebagai berikut:

- Menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler arduino
- Sarana untuk mengendalikan tegangan tinggi hanya dengan menggunakan tegangan rendah
- Meminimalkan terjadinya penurunan tegangan
- Memungkinkan penggunaan fungsi penundaan waktu atau fungsi *time delay*



function

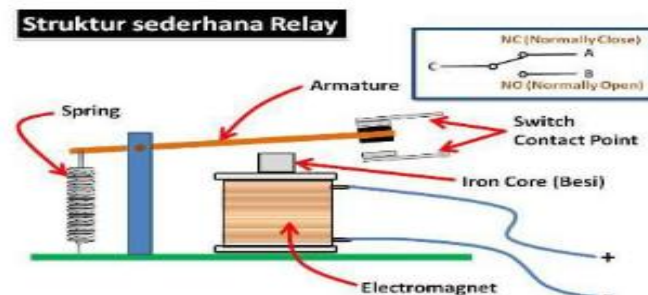
- Melindungi komponen lainnya dari kelebihan tegangan penyebab *korsleting*
- Menyederhanakan rangkaian agar lebih ringkas.

Prinsip Kerja Relay Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup).
- *Normally Open (NO)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka).



Gambar 2. 16 Struktur Relay

(Sumber: aldyrazor.com 2020 modul relay arduino)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *Coil* yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan *Coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) keposisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *Armature* tersebut berada



sebelumnya (NC) akan menjadi *OPEN* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali lagi keposisi Awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh Relay untuk menarik *Contact Poin* ke Posisi *Close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relative kecil (MR. Pahlevi, 2015).



Gambar 2. 17 Skema Modul Relay Arduino

(Sumber: aldyrazor.com 2020 modul relay arduino)

Berdasarkan gambar skematik relay di atas, berikut ini adalah keterangan dari ketiga pin yang sangat diketahui:

- COM (*Common*), adalah pin yang wajib dihubungkan pada salah satu dari dua ujung kabel yang hendak digunakan.
- NO (*Normally Open*), adalah pin tempat menghubungkan kabel yang satunya lagi bila menginginkan kondisi posisi awal yang terbuka atau arus listrik terputus.
- NC (*Normally Close*), adalah pin tempat menghubungkan kabel yang satunya lagi bila menginginkan kondisi posisi awal yang tertutup atau arus listrik tersambung.

2.11.2 Infrared Tipe E18-D80NK

Sensor *infrared* tipe E18-D80NK adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Bila objek berada di depan sensor dan dapat terjangkau oleh sensor maka *output* rangkaian sensor akan berlogika “1” atau “*high*” yang berarti objek “ada”. Sebaliknya jika objek berada pada posisi yang tidak terjangkau oleh sensor maka *output* rangkaian sensor akan bernilai “0” atau “*low*” yang berarti



objek “tidak ada”.



Gambar 2. 18 Sensor Infrared tipe E18-D80NK

(Sumber: <https://maxelectronica.cl/>)

Sensor ini memiliki jarak deteksi panjang dan memiliki sensitifitas tinggi terhadap cahaya yang menghalanginya. Sensor ini memiliki penyesuaian untuk mengatur jarak terdeteksi. Sensor ini tidak mengembalikan nilai jarak. Implementasi sinyal IR termodulasi membuat sensor kebal terhadap gangguan yang disebabkan oleh cahaya normal dari sebuah bola lampu atau sinar matahari. Spesifikasi Sensor *Infrared* Tipe E18-D80NK:

- Jarak Deteksi: 3 cm sampai 80 cm
- Sumber Cahaya: *Infrared*
- Dimensi: 18 mm (D) x 45mm (L)
- Panjang Kabel Koneksi: 4.5 cm
- Tegangan *Input*: 5V DC
- Konsumsi Arus: 100 mA
- Operasi *Output*: *Normally Open* (NO)
- *Output*: NPN

2.11.3 Pompa DC

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ketempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut.



Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Pada prinsipnya, pompa mengubah energy mekanik motor menjadi energy aliran *fluida*. Energi yang diterima oleh *fluida* akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan – tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui (M. Pasaribu, 2016). Adapun kegunaan utama pompa, yaitu :

1. Untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat lain, guna mempermudah pekerjaan. Misalnya memindahkan air dari sumur ke bak penampung air.
2. Sebagai alat mensirkulasikan cairan di sekitar suatu sistem. Misalnya untuk mensirkulasikan minyak pendingin pada mesin industri.



Gambar 2.19 Pompa DC

(Sumber: M. Pasaribu, 2016)

Pada dasarnya prinsip kerja pompa dalam melakukan pengaliran yakni dengan cara member daya tekan terhadap *fluida*. Tujuan dari gaya tekanan tersebut ialah untuk mengatasi *friksi* atau hambatan yang timbul di dalam pipa saluran ketika proses pengaliran sedang berlangsung. *Friksi* tersebut umumnya disebabkan oleh adanya beda *elevasi* (ketinggian) antara saluran masuk dan saluran keluar, dan juga karena adanya tekanan balik yang harus dilawan. Tanpa adanya tekanan pada cairan maka cairan tersebut tidak mungkin untuk dialirkan/dipindahkan.



2.12 Daya Listrik¹¹

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau *Horsepower* (HP), *Horsepower* merupakan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau *lbft/second*. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus I Ampere dan tegangan I volt.

Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$$P_{\text{rata-rata}} = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_n}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

$P_{\text{rata-rata}}$ = Daya rata-rata (Watt)

p_1 = Daya pada titik pengujian ke satu

p_2 = Daya pada titik pengujian ke dua

p_n = Daya pada titik pengujian ke n

n = Jumlah data pengukuran daya

¹¹ Ramadhana, Ryan Rezky., Iqbal M, Muh., Hafid, Abdul., & Adriani. (2022). Analisis PLTS On Grid. *Vertex Elektro*, 14(1), 17

⁴ Asy'ari, Hasyim., Jatmiko., & Angga. (2012). Intensitas Cahaya Matahari terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS*, 54