



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Menurut (Hasan, 2012). Di Indonesia yang terletak di daerah tropis ini sebenarnya memiliki suatu keuntungan cukup besar yaitu menerima sinar matahari yang berkesinambungan sepanjang tahun. Tidak diragukan lagi bahwa energi surya adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam (Rahayuningtyas, dkk, 2014). PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel Photovoltaic) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya (Ubaidillah dkk., 2012).¹

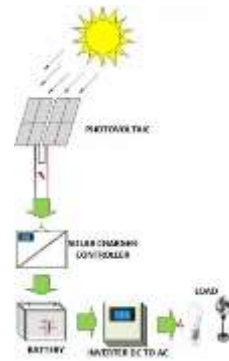
Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya (cahaya) menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaiik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaiik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotolistrik.²

Pada prinsipnya, dalam merencanakan suatu PLTS harus dipertimbangkan faktor-faktor antara lain: rencana pola operasi PLTS dan terkoneksi atau tidaknya PLTS dengan jaringan listrik di rencana lokasi

Merencanakan PLTS relatif sangat sederhana dibandingkan dengan jenis pembangkit listrik lain atau konvensional, namun karena teknologi ini baru berkembang, prosesnya terlihat rumit dan asing. Hampir semua peralatan PLTS terdiri dari sistem dengan perangkat elektronik, sehingga pemasangannya bersifat plug and operate. Dengan memahami faktor-faktor penting peralatan tersebut akan mempermudah dalam merencanakan suatu PLTS

¹ Ramadhan, Anwar Ilmar, Ery Diniardi, and S. Hari Mukti. "Analisis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP." *Jurnal Teknik* 37.2 (2016): 59-63.

² Tri Joko Pranomo, dkk, "Implementasi Logika Fuzzy Untuk Sistem Otomatisasi Pengaturan Pengisian Baterai Pembangkit Listrik Tenaga surya"



Gambar 2. 1 Skema PLTS

Sumber : <https://images.app.goo.gl/jvffDqtSdazJt1XD8>

2.2. Konfigurasi Sistem Plts³

Pada umumnya ada 3 (tiga) tipe desain PLTS, yaitu: 1) PLTS Off Grid/stand alone, suatu sistem PLTS yang tidak terhubung dengan grid/berdiri sendiri, 2) PLTS On Grid, suatu sistem PLTS yang dihubungkan pada grid/sistem eksisting, dan 3) PLTS Hibrid, suatu sistem PLTS terintegrasi dengan satu atau beberapa pembangkit listrik dengan sumber energi primer yang berbeda, dengan pola operasi terpadu.

2.2.1. Sistem Plts Off Grid

PLTS Off Grid sering disebut juga PLTS Stand Alone artinya sistem hanya disuplai oleh panel surya saja tanpa ada pembangkit jenis lain misalnya PLTD. Sistem tipe ini hanya tergantung pada matahari seutuhnya. Karena panel tidak mungkin mendapatkan sinar matahari terus menerus terutama malam hari, maka sistem ini membutuhkan media penyimpan yaitu baterai.

2.2.2. Sistem Plts On Grid

³ Sianipar, Rafael. "Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya." *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* (2014).



PLTS dengan konfigurasi On Grid dimaksudkan untuk lokasi sudah berlistrik dan sistem di lokasi memiliki periode operasi siang hari. Disebut On Grid karena PLTS dihubungkan (tied) pada sistem eksisting. PLTS tipe On Grid tidak dilengkapi baterai. Agar PLTS tidak mempengaruhi stabilitas sistem induknya, maka kapasitasnya dibatasi maksimum sebesar 20% dari beban rata-rata siang hari.

2.2.3. Sistem Plts Hybrid

PLTS hibrid adalah PLTS yang pengoperasiannya digabungkan dengan PLTD yang sudah ada. Pada sistem ini PLTS diharapkan berkontribusi secara maksimal untuk menyuplai beban pada siang hari, sehingga agar bagian PLTS tidak mengganggu sistem yang ada, maka PLTS harus dilengkapi dengan baterai sebagai buffer atau stabiliser. Dengan adanya baterai, PV dapat memberikan daya dan energi ke beban selama periode siang (hours of sun) tanpa resiko eksisting sistem terganggu. Penentuan kapasitas panel harus memperhitungkan kemampuan panel mengisi baterai pada saat menyuplai beban jika radiasi matahari diatas rata-rata.

2.3. Panel Surya

Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaic (Photovoltaic cell – disingkat PV) Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel surya tersusun seri, akan menghasilkan tegangan sekitar 16V. Tegangan ini cukup untuk digunakan mensuplai aki 12V. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak lagi sel surya. Gabungan dari beberapa sel surya ini disebut Panel Surya atau modul surya. Susunan sekitar 10 - 20 atau lebih Panel Surya akan dapat menghasilkan arus dan tegangan tinggi yang cukup



untuk kebutuhan sehari hari.⁴

Cara kerja solar cell, solar cell terdiri dari 2 lapisan semikonduktor yaitu satu lapisan yang mengandung muatan positif dan yang lainnya muatan negatif, solar cell ini menangkap sinar matahari yang terdiri dari partikel kecil dari energi foton matahari. Ketika cukup foton yang diserap oleh lapisan negatif dari solar cell maka elektron akan dibebaskan dari lapisan negatif menuju ke lapisan positif sehingga menciptakan perbedaan tegangan. Dari perbedaan tegangan ini lah akan menghasilkan energi listrik kemudian energi listrik ini bisa disimpan.⁵

2.3.1 Jenis – Jenis Panel Surya⁶

Panel surya terbagi menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Monokristal (Mono-crystalline) Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



⁴ Purwoto, Bambang Hari, et al. "Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif." *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* 18.1 (2018): 10-14.

⁵ Cahyadi, Catra Indra, I. Gusti Agung Ayu Mas Oka, and Dadang Kusyadi. "EFEKTIFITAS KINERJA SOLAR CELL PADA PLTS DENGAN SUMBER 50WP." *Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik dan Inovasi Mesin Otomotif, Komputer, Industri dan Elektronika* 7.3 (2020): 47-56.

⁶ Purwoto, Bambang Hari, et al. "Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif." *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* 18.1 (2018): 10-14.

Gambar 2. 2 Panel Surya Jenis Monocrystalline

2. Polikristal (Poly-Crystalline) Merupakan Panel Surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel suraya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.



Gambar 2. 3 Panel Surya Jenis Polycrystalline

3. Thin Film Photovoltaic Merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristalsilicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara.





Gambar 2. 4 Panel Surya Jenis Thin Film Photovoltaic

2.4 Komponen Penyusun

2.4.1 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah salah satu komponen di dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari Panel Surya maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan. Solar Charge Controller mengatur tegangan dan arus dari Panel Surya ke baterai. Sebagian besar Panel Surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan. Pada umumnya baterai 12Volt membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13-14,8 volt (tergantung tipe baterai) untuk dapat terisi penuh.



Gambar 2. 5 Solar Charge Controller

- Fungsi dan fitur Solar Charge Controller yaitu :

1. Saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka controller akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan. Dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang tersuplai dari Panel Surya akan langsung terdistribusi ke beban / peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.



2. Saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka controller berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kondisi tegangan tertentu (umumnya sekitar 10% sisa tegangan di baterai) , maka pemutusan arus beban dilakukan oleh controller. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel – sel baterai. Pada kebanyakan model controller, indikator lampu akan menyala dengan warna tertentu (umumnya berwarna merah atau kuning) yang menunjukkan bahwa baterai dalam proses pengisian. Dalam kondisi ini, bila sisa arus di baterai kosong (dibawah 10%), maka pengambilan arus listrik dari baterai akan diputus oleh controller, maka peralatan listrik / beban tidak dapat beroperasi. Pada controller tipe – tipe tertentu dilengkapi dengan digital meter dengan indikator yang lebih lengkap, untuk memonitor berbagai macam kondisi yang terjadi pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut.

2.4.2 Baterai

Mengingat PLTS sangat tergantung pada kecukupan energi matahari yang diterima panel surya, maka diperlukan media penyimpanan energi sementara bila sewaktu-waktu panel tidak mendapatkan cukup sinar matahari atau untuk penggunaan listrik malam hari. Baterai harus ada pada sistem PLTS terutama tipe Off Grid. Beberapa teknologi baterai yang umum dikenal adalah lead acid, alkalin, NiFe, Ni-Cad dan Li-ion. Masing-masing jenis baterai memiliki kelemahan dan kelebihan baik dari segi teknis maupun ekonomi (harga). Baterai lead acid dinilai lebih unggul dari jenis lain jika mempertimbangkan kedua aspek tersebut. Baterai lead acid untuk sistem PLTS berbeda dengan baterai lead acid untuk operasi starting mesin-mesin seperti baterai mobil. Pada PLTS, baterai yang berfungsi untuk penyimpanan (storage) juga berbeda dari baterai untuk buffer atau stabilitas. Baterai untuk pemakaian PLTS lazim dikenal dan menggunakan deep cycle lead acid, artinya muatan baterai jenis ini dapat dikeluarkan (discharge) secara terus menerus secara maksimal mencapai



kapasitas nominal. Baterai adalah komponen utama PLTS yang membutuhkan biaya investasi awal terbesar setelah panel surya dan inverter. Namun, pengoperasian dan pemeliharaan yang kurang tepat dapat menyebabkan umur baterai berkurang lebih cepat dari yang direncanakan, sehingga meningkatkan biaya operasi dan pemeliharaan. Atau dampak yang paling minimal adalah baterai tidak dapat dioperasikan sesuai kapasitasnya.



Gambar 2. 6 Baterai Tipe VRLA

Sumber : <https://images.app.goo.gl/XNZjKENMkqgfwyu7>

2.4.2 Thermostat Suhu⁷

Thermostat adalah komponen yang dapat mendeteksi suhu dari suatu sistem sehingga suhu sistem dapat dipertahankan mendekati setpoint yang diinginkan. Thermostat mempertahankan suhu mendekati setpoint dengan caramendinginkan atau memanaskan suatu sistem tersebut dengan cara mematikan dan menghidupkan elemen pada sistem tersebut sehingga suhu dapat mencapai setpoint yang telah di tentukan. Thermostat dapat mengontrol pemanas atau pendingin, thermostat memiliki suatu komponen sensor digunakan untuk pengukuran suhu, sehingga hasil dari pengukuran sensor dapat digunakan untuk mengendalikan pemanasan atau pendinginan suatu sistem tersebut

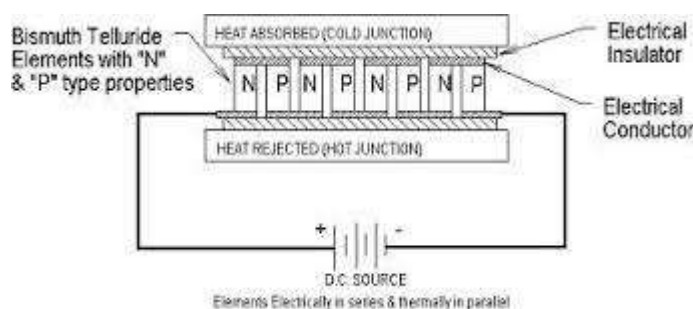
⁷ Djalmono, Wahyu, Ampala Khoryanton, and Ikhsan Muzaki. "Sistem Pendingin Menggunakan Thermalelectric Cooler Guna Menstabilkan Temperatur Box Panel Kontrol Mesin Die Casting." *Jurnal Rekayasa Mesin* 14.3 (2019): 146-156.



2.5. PELTIER

2.5.1 Modul Termoelektrik⁸

Termoelektrik adalah semikonduktor yang di bungkus keramik tipis yang berisikan batang-batang Bismuth Telluride. Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek peltier, yaitu ketika arus DC dialirkan ke elemen peltier yang terdiri dari beberapa pasang sel semikonduktor tipe p (semikonduktor yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan tipe n (semikonduktor dengan tingkat energi yang lebih tinggi), akan mengakibatkan salah satu sisi elemen peltier menjadi dingin (kalor diserap) dan sisi lainnya menjadi panas (kalor dilepaskan). Hal yang menyebabkan sisi dingin elemen peltier menjadi dingin adalah mengalirnya elektron dari tingkat energi yang lebih rendah pada semikonduktor tipe p ke tingkat energi yang lebih tinggi yaitu semikonduktor tipe n.



Gambar 2. 7 Modul Termoelektrik

Sumber:<http://eprints.universitassuryadarma.ac.id/1237/1/APLIKASI%20PELTIER%20SEBAGAI%20COOLER%20BOX%20MINI.pdf>

2.5.2 Prinsip Kerja Termoelektrik⁹

Prinsip kerja dari termoelektrik adalah dengan berdasarkan efek seebeck yaitu jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satunya ujungnya

⁸ Haryanti, Munnik, Yohanes Dewanto, and Bektu Yulianti. "Pemanfaatan Peltier Untuk Cooler Box Mini." *JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI* 11.1 (2022).

⁹ Hiendro, Ayong, and Dedy Suryadi. "Perancangan dan pengujian sistem pembangkit listrik berbasis termoelektrik dengan menggunakan kompor surya sebagai media pemusat panas." *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura* 2.1 (2019).



kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan maka akan terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lain. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (Thermoelectric generator) atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin (Thermoelectric Cooler). Untuk menghasilkan listrik material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai. Kerja pendingin termoelektrik pun tidak jauh berbeda. Jika material termoelektrik dialiri listrik, panas yang ada di sekitarnya akan terserap. Dengan Koefisien Seebeck menjelaskan bahwa pada saat thermocouple dipanaskan, kondisi semikonduktor yang terisi banyak elektron koefisien seebecknya bertanda negatif. Sedangkan semikonduktor yang kekurangan elektron koefisien seebecknya bertanda positif. Jadi koefisien seebecknya setiap logam ada yang bernilai positif dan ada yang bernilai negatif. Koefisien seebeck tergantung pada perbedaan suhu dan perbedaan tegangan yang dihasilkan tergantung dari nilai koefisien seebeck dan perbedaan temperatur.

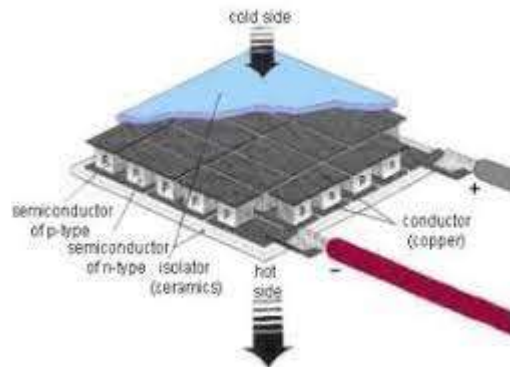
2.5.3 Macam – Macam Thermoelektrik

2.5.3.1 Thermoelectric Generator (TEG)

Thermoelectric generator (TEG) merupakan teknologi pembangkit listrik dengan menggunakan energi panas (kalor). Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (Thermoelectric Generator), atau sebaliknya dari listrik menghasilkan dingin (Thermoelectric Cooler). Sebuah perangkat modul termoelektrik menghasilkan tegangan ketika ada suhu yang berbeda di setiap sisi. Sebaliknya, bila termoelektrik diberi tegangan listrik, maka akan menciptakan perbedaan suhu. Termoelektrik itu sendiri merupakan sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pembangkit tegangan listrik dengan memanfaatkan konduktivitas atau daya hantar panas dari sebuah lempeng logam. Gambar 1. Susunan Thermoelectric Generator Namun pada prinsip termoelektrik, jika di panaskan salah satu sisinya dan sisi lain



panasnya dibuang, maka akan menghasilkan tegangan. Elemen termoelektrik terdiri dari semikonduktor tipe N dan tipe P yang bagian atas dan bawah dilapisi dengan konduktor tembaga sebagai penghubung satu sama lain antara tipe N dan tipe P. Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor ekstrinsik.

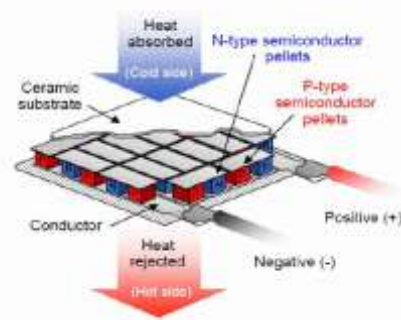


Gambar 2. 8 Susunan thermoelectric generator

Sumber : <https://images.app.goo.gl/mrELkwXt6xa2rELc8>

2.5.3.2 Thermoelectric Cooler (TEC)

Thermoelectric cooler (TEC) merupakan komponen yang menggunakan efek Peltier untuk membuat aliran panas (heat flux) pada sambungan antara dua jenis material yang berbeda. Komponen ini bekerja sebagai pompa panas aktif dalam bentuk padat yang memindahkan panas dari satu sisi ke sisi permukaan lainnya yang berseberangan, dengan konsumsi energi listrik tergantung pada arah aliran arus listrik. Komponen ini dikenal dengan nama Peltier device, Peltier heat pump, solid state refrigerator, atau thermoelectric cooler (TEC). Meskipun memiliki nama "cooler" (pendingin), TEC dapat juga digunakan sebagai pemanas dengan cara membalik sisi penempatannya. Termoelektrik sebagai mesin pendingin juga dapat mengurangi polusi udara dan Ozone Depleting Substances (ODSs) karena tidak menggunakan Hydrochlorofluoro-carbons (HCFCs) dan Chlorofluoro-carbons (CFC).



Gambar 2. 9 Susunan thermoelectric cooler

Sumber : <https://images.app.goo.gl/Z93AgiASgJ5WRDq39>

2.5.4 Efek Thermoelectric

2.5.4.1 Efek Seebeck

Efek seebeck pertama kali diamati oleh dokter Thomas Johan Seebeck, pada tahun 1821. Ketika dia mempelajari fenomena ini terdiri dari dalam produksi tenaga listrik antara dua semikonduktor ketika diberikan perbedaan suhu . panas dipompa ke satu sisi pasangan dan ditolak dari sisi berlawanan. Sebuah arus listrik yang dihasilkan sebanding dengan gradient suhu antara sisi panas dan sisi dingin. Tidak ada energi mencegah proses konversi. Untuk alasan ini pembangkit listrik termoelektrik diklasifikasikan langsung sebagai daya konversi. Efek seebeck terjadi ketika suatu logam dengan beda temperature antara kedua ujungnya. Ketika logam tersebut di sambung maka akan terjadi beda potensial diantara kedua ujungnya. Efek ini digunakan dalam aplikasi termokopel.

Koefesien Seebeck menjelaskan bahwa pada saat thermocouple dipanaskan, kondisi semikonduktor yang terisi banyak elektron koefisien seebecknya bertanda negatif. Sedangkan semikonduktor yang kekurangan elektron koefisien seebecknya bertanda positif. Jadi koefisien seebecknya setiap logam ada yang bernilai positif dan ada yang bernilai negatif. Koefesien seebeck tergantung pada perbedaan suhu dan perbedaan tegangan yang dihasilkan tergantung dari nilai koefesien seebeck dan perbedaan temperatur.



2.5.4.2 Efek Peltier

Pada saat arus mengalir melalui thermocouple, temperature junction akan berubah dan panas akan diserap pada satu permukaan, sementara permukaan yang lainnya akan membuang panas. Jika sumber arus dibalik, maka permukaan yang panas akan menjadi dingin dan begitu juga sebaliknya. Gejala ini disebut efek peltier yang merupakan dasar pendinginan termoelektrik. Dari percobaan diketahui bahwa perpindahan panas sebanding terhadap arus yang mengalir.

2.5.4.3 Efek Thompson

Dalam logam seperti seng dan tembaga, jika dia lebih bersuhu panas pada potensial yang lebih tinggi dan bersuhu dingin pada ujung potensial yang lebih rendah, ketika arus bergerak dari ujung panas ke ujung dingin, arus bergerak dari potensial rendah ke potensial tinggi, sehingga ada emisi panas. Hal ini disebut efek Thompson positif. Dalam logam seperti kobalt, nikel, dan besi yang memiliki ujung dingin pada potensial yang lebih tinggi dan ujung panas pada potensial yang lebih rendah, ketika arus bergerak dari potensial rendah ke potensial tinggi, ada penyerapan panas, Efek seebeck merupakan perpaduan dari efek peltier dan efek Thompson.

2.5.4.4 Efek Joule

Perpindahan panas dari sisi dalam pendingin ke sisi luarnya akan mengakibatkan timbulnya arus listrik dalam rangkaian tersebut karena adanya efek seebeck, maka hal inilah yang dinamakan efek joule. Dalam hal ini sesuai dengan hukum ohm.

2.6 Elemen Peltier¹⁰

Elemen Peltier Elemen Peltier adalah alat yang dapat menimbulkan perbedaan suhu antara kedua sisinya jika dialiri arus listrik searah pada kedua kutub materialnya, dalam hal ini semikonduktor. Pada gambar 2.12 bentuk fisik elemen peltier. Dalam hal refrigerasi, keuntungan utama dari elemen peltier adanya bagian yang bergerak atau cairan yang bersirkulasi, dan ukurannya kecil

¹⁰ Umboh, Ronald, et al. "Perancangan alat pendinginan portable menggunakan elemen peltier." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 1.3 (2012).



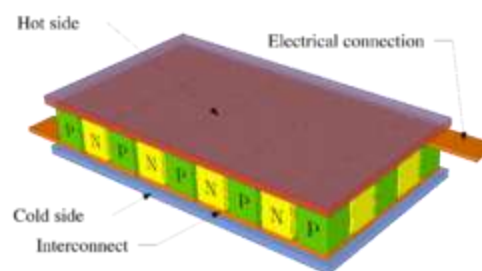
serta bentuknya mudah direkayasa. Sedangkan kekurangannya terletak pada faktor efisiensi daya yang rendah dan biaya perancangan sistem yang masih relatif mahal. Namun, kini banyak peneliti yang sedang mencoba mengembangkan elemen peltier yang murah dan efisien.



Gambar 2. 10 Elemen Peltier

Sumber : <https://images.app.goo.gl/M1Yn2hVu5xfdLmur5>

Elemen peltier serangkaian dua tipe semikonduktor (tipe-p dan tipe-n) yang dihubungkan secara seri. Pada setiap sambungan antara dua tipe semikonduktor tersebut dihubungkan dengan konduktor yang terbuat dari tembaga. Interkoneksi konduktor tersebut diletakkan masing - masing di bagian atas dan di bagian bawah semikonduktor. Konduktor bagian atas ditujukan untuk membuang kalor dan konduktor bagian bawah ditujukan untuk menyerap kalor. Pada kedua bagian interkoneksi ditempelkan pelat yang terbuat dari keramik. Pelat ini bertujuan untuk memusatkan kalor yang berasal dari konduktor.



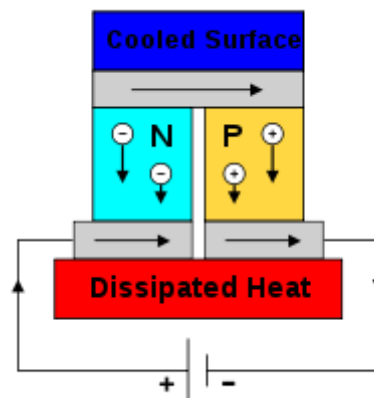
Gambar 2. 11 Struktur Elemen Peltier

Sumber : <https://images.app.goo.gl/fTLrBPcDT1evR4JNA>

Gambar 2.14 menunjukkan elemen dialiri arus listrik dan menimbulkan Perbedaan suhu pada kedua interkoneksi. Interkoneksi yang dialiri arus dari arah



semikonduktor tipe-n ke tipe atau dengan kata lain menjadi dingin. Sedangkan, interkoneksi yang dialiri arus dari arah semikonduktor tipe-p ke tipe-n akan membuang/mendisipasi kalor atau dengan kata lain menjadi panas. Interkoneksi antara semikonduktor pada elemen konduktor yang menyebabkan arus dapat mengalir dalam kedua arah, berbeda dengan dioda yang interkoneksinya (depletion layer) hanya membuat arus mengalir dalam satu arah saja.



Gambar 2. 12 Prinsip Kerja Peltier

Sumber : <https://images.app.goo.gl/NaR9GUDbUzQ5tCq6A>

2.7. Sistem Konversi Energi Panas Dengan Termoelektrik

Elemen peltier adalah merupakan bagian penting dari thermoelectric, kedua sisi yang terbuat dari keramik memiliki fungsi sebagai sisi panas dan sisi dingin yang kemudian menghasilkan Arus positif dan negatif.

- Dan untuk menghitung arus dapat digunakan persamaan (4) :

$$I = \frac{v}{r} \quad (4)$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

2.8. Perpindahan Kalor Peltier

Perpindahan kalor adalah peristiwa terjadinya aliran kalor pada suatu zat akibat dari adanya perbedaan suhu. Proses perpindahan kalor terjadi dalam 3 cara, yaitu secara konduksi, konveksi dan radiasi. Perpindahan kalor yang terjadi pada kotak pendingin adalah dengan cara konduksi dan konveksi. Perpindahan kalor secara konduksi terjadi pada dinding ruang pendingin, sedangkan perpindahan kalor secara konveksi terjadi pada permukaan sirip (heatsink) dengan udara bebas. Proses perpindahan kalor secara konduksi atau hantaran pada suatu benda adalah proses perpindahan kalor tanpa diikuti oleh perpindahan molekul dari benda tersebut.

Proses perpindahan kalor konduksi dapat juga dikatakan sebagai transfer energi dari sebuah benda yang memiliki energi yang lebih besar menuju ke benda lain yang memiliki energi yang lebih kecil. Persamaan yang digunakan untuk mengukur besarnya kalor yang dipindahkan dikenal dengan Hukum Fourier, yaitu

$$q = -k \cdot A \frac{T_2 - T_1}{\Delta x} = k \cdot A \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = \frac{\Delta T}{Rt} \dots (1)$$

Dan untuk mencari material padat digunakan:

$$Rt = \frac{\Delta x}{k \cdot A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

q = Laju aliran kalor (watt)

k = konduktivitas thermal (W/m.C)

A = luas permukaan tegak lurus laju aliran kalor (m²)

Δx = tebal benda (m)

T₁ = temperatur permukaan 1 (°C)

T₂ = temperatur permukaan 2 (°C)

Rt = tahanan termal (C/W)



2.9. Daya

Daya atau Tenaga adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dinyatakan dalam satuan Nm/s, watt, atau HP. Daya dapat juga didefinisikan sebagai usaha atau energi yang dilakukan per satuan waktu. Untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Jika nilai Tegangan (V) dan Arus (A) telah didapatkan, besar daya peltier

dapat dihitung berdasarkan persamaan () :

$$P = V \times I \quad (2.3)$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)