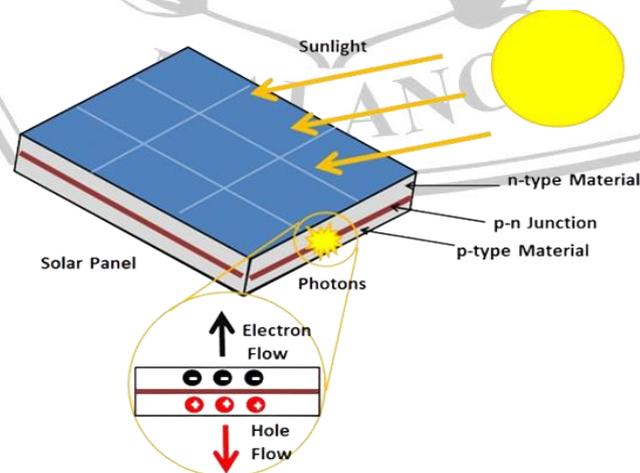


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Solar Cell

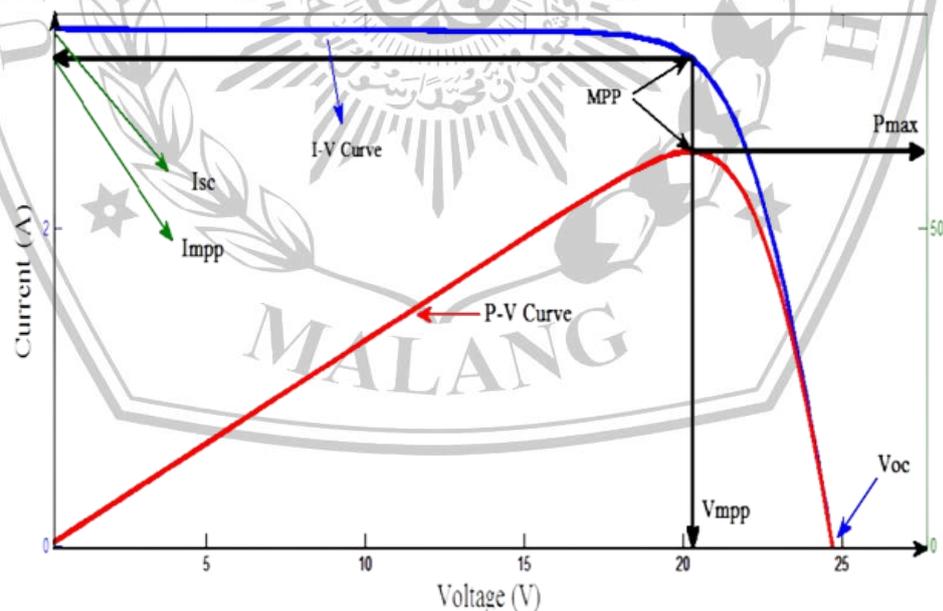
Solar cell, atau juga dikenal sebagai sel surya merupakan sebuah perangkat yang terbuat dari bahan semikonduktor yang menggunakan prinsip efek fotovoltaiik untuk mengubah energi cahaya matahari langsung menjadi energi listrik. Ketika dua elektroda bersentuhan satu sama lain dan mentransfer energi matahari menjadi energi listrik, fenomena ini dikenal sebagai efek fotovoltaiik. Setiap cell PV terdiri dari dua lapisan semikonduktor. Dua lapisan semikonduktor yang dikenal dengan P-N Junction, yaitu *p-type semiconductor* untuk positif dan *n-type semiconductor* untuk negatif. Cara kerja sel surya yaitu ketika sel surya terkena paparan sinar matahari, maka foton dari cahaya matahari akan diserap oleh material semikonduktor yang akan menimbulkan energi yang mampu memisahkan elektron dari struktur atom penyusunnya. Akibat dari proses terbut akan muncul yang dinamakan dengan elektron dan hole. Elektron yang bermuatan negatif akan bergerak secara bebas didaerah pita konduksi sedangkan hole dengan muatan positif akan mengalir dalam arah yang berlawanan dengan arah gerakan elektron. Kwtika daerah yang kaya elektron (n-type) bertemu dengan daerah yang kaya akan hole (p-type), terbentuklah PN Junction yang menghasilkan listrik [8].



Gambar 2.1 Cara kerja Sel Surya dengan prinsip P-N Junction

2.2 Maximum Power Point Tracking (MPPT)

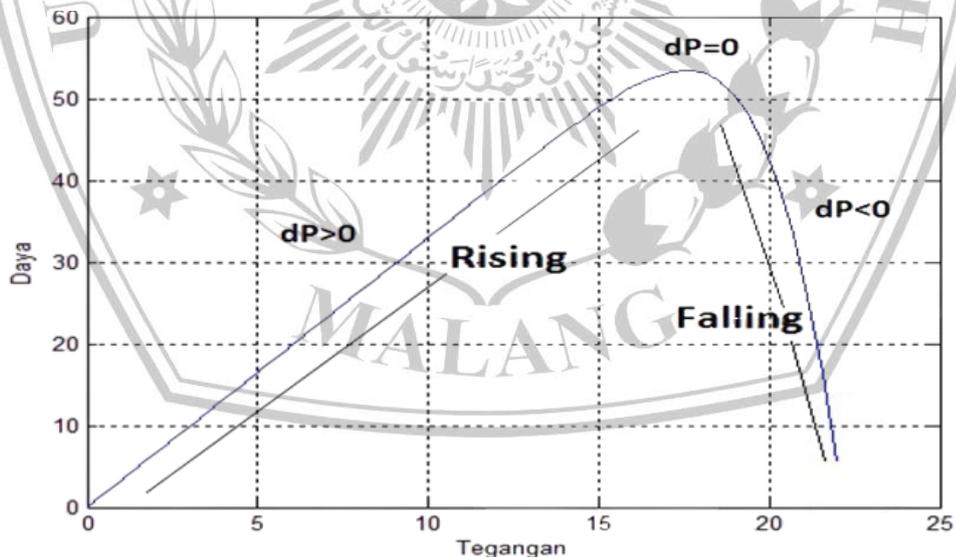
Maximum Power Point Tracking adalah suatu metode yang digunakan dalam sistem panel surya (PV) untuk mengoptimalkan daya yang dihasilkan dengan mencapai titik daya maksimum (MPP). Titik daya maksimum ini bervariasi tergantung pada intensitas radiasi matahari serta suhu lingkungan. MPPT tidak bersifat mekanis dengan melakukan perubahan fisik pada posisi modul surya agar selalu menghadap matahari secara langsung untuk memperoleh energi maksimal. MPPT merupakan suatu sistem elektronik yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi keluaran daya dari panel surya dengan mengoptimalkan proses konversi energi [9]. Terdapat beragam metode yang dapat digunakan untuk mencapai titik daya maksimum pada modul PV seperti, *Perturb and Observe (P&O)*, *Particle Swarm Optimizer (PSO)*, *Fuzzy Control*, *Firefly Algorithm (FA)*, *Ant Colony Optimization*, *Incremental Conductance (IC)*, dan lainnya [10]. Namun, masih terdapat tantangan dalam penggunaannya, terutama terkait dengan kecepatan pelacakan dan akurasi, sehingga peneliti terus berupaya mengembangkan algoritma untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem MPPT.



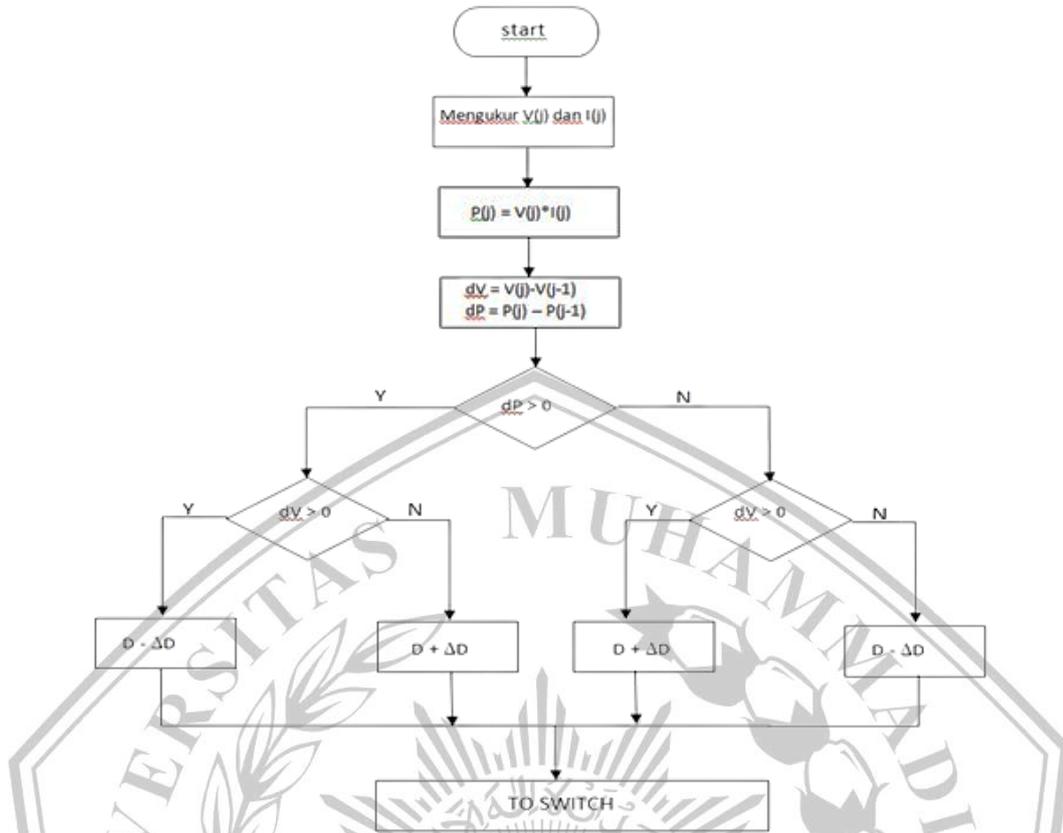
Gambar 2.2 karakteristik MPPT pada kurva P-V dan I-V

2.2.1 Algoritma Perturb And Observe (P&O)

Perturb And Observe (P&O) adalah sebuah algoritma yang bekerja dengan mengamati dan mengatur perubahan daya yang dihasilkan oleh panel surya (PV). Perubahan daya yang muncul pada PV akan diamati untuk menyesuaikan tegangan operasional PV, baik dengan menaikkannya maupun menurunkannya. Nilai daya yang dihasilkan akan dibandingkan dengan nilai daya yang tercatat sebelumnya. Apabila daya listrik yang dihasilkan meningkat, maka siklus kerja (Duty Cycle) akan tetap sama dengan siklus sebelumnya. Algoritma ini dirancang untuk terus beroperasi pada titik daya maksimum (MPP). Prinsip kerja algoritma *Perturb and observe* (P&O) melibatkan tiga situasi, yakni ketika terjadi peningkatan daya, ketika mencapai puncak daya, dan ketika terjadi penurunan daya. Situasi pertama saat terjadi peningkatan daya yang dapat diketahui pada grafik yang bergerak menuju titik daya maksimum dengan perubahan daya positif ($dP > 0$). Situasi kedua adalah ketika mencapai titik maksimum daya atau puncak daya, di mana tidak ada perubahan daya yang terjadi ($dP = 0$). Situasi ketiga terjadi saat terjadi penurunan daya yang dapat diketahui pada grafik yang menurun dengan perubahan daya negative ($dP < 0$) [11].



Gambar 2.3 Kurva *Perturb And Observe* (P&O)



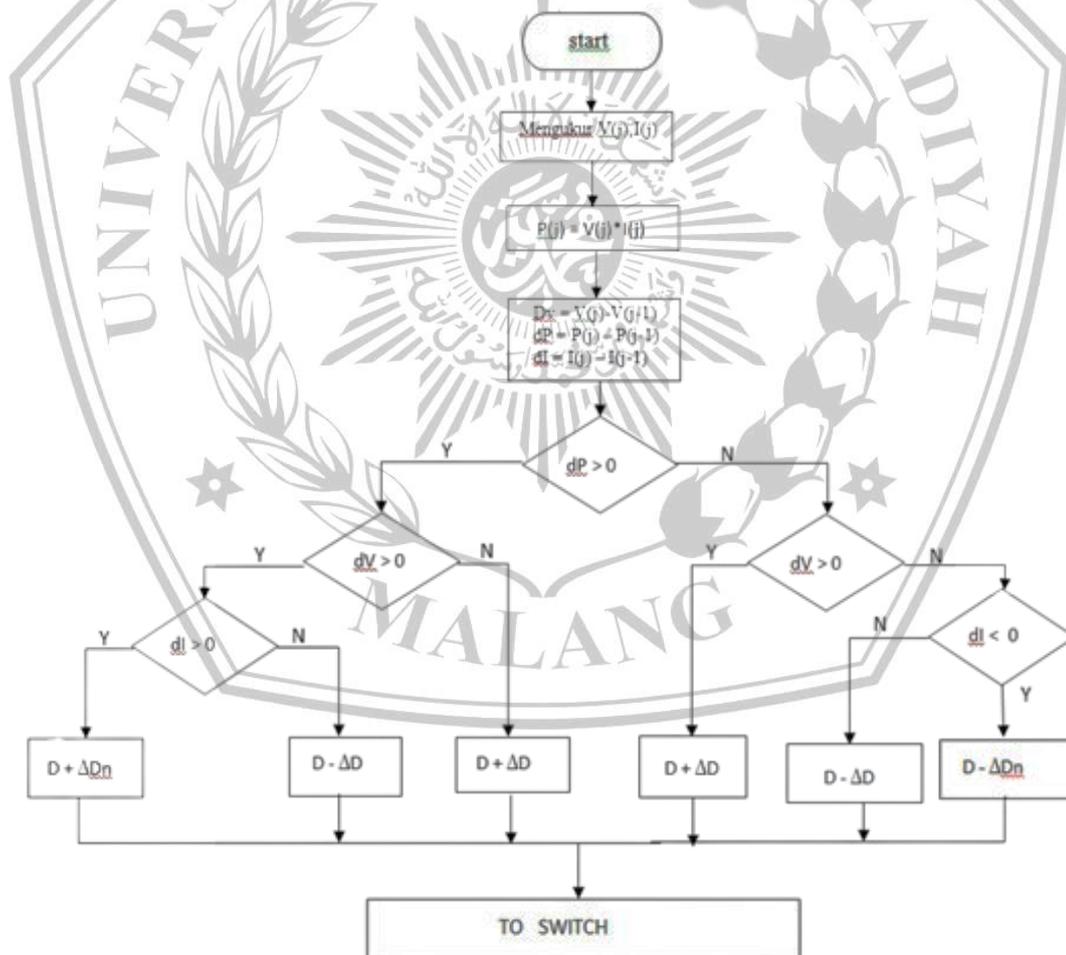
Gambar 2.4 Flowchart *Perturb And Observe (P&O)*

Algoritma Perturb and Observe (P&O) merupakan suatu algoritma yang beroperasi dengan cara mengamati kurva tegangan (V) dan daya (P) dengan mempertimbangkan karakteristik modul PV. Kurva tegangan (V), di mana perubahan tegangan (dV) disebut dengan *Perturbation Step*, sedangkan kurva daya (dP) disebut dengan *Observation Step*. Tujuan dari algoritma ini adalah untuk mencapai titik daya maksimum (MPP) ketika perbandingan antara perubahan daya terhadap perubahan tegangan (dP/dV) mendekati nol atau mencapai kestabilan. Algoritma P&O sering dikenak dengan sebutan *Hill – Climbing*. Metode *Hill – Climbing* sangat populer dalam sistem pelacakan titik daya maksimum karena kesederhanaanya dan kemudahan penerapannya. Namun, metode ini memiliki kelemahannya, terutama ketika terjadi perubahan radiasi yang tiba-tiba, yang dapat mengakibatkan kurangnya efektivitas dalam menemukan MPP dan menyebabkan deviasi atau penyimpangan dari MPP.

2.2.2 Algoritma Modified Perturb And Observe (P&O)

Algoritma *Modified Perturb And Observe* (P&O) merupakan pengembangan dari versi konvensionalnya karena keterbatasan dalam menemukan MPP atau titik daya maksimum, yang akan mengakibatkan deviasi atau terjadinya penyimpangan dari MPP tersebut. Oleh karena itu, dilakukan modifikasi dengan mengintegrasikan parameter tambahan seperti perubahan arus (dI) dan variable step (ΔD_n) untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan memanfaatkan dV , dP , serta penambahan dI dan (ΔD_n), masalah deviasi atau penyimpangan dapat diminimalkan dengan mendeteksi perubahan dalam radiasi.

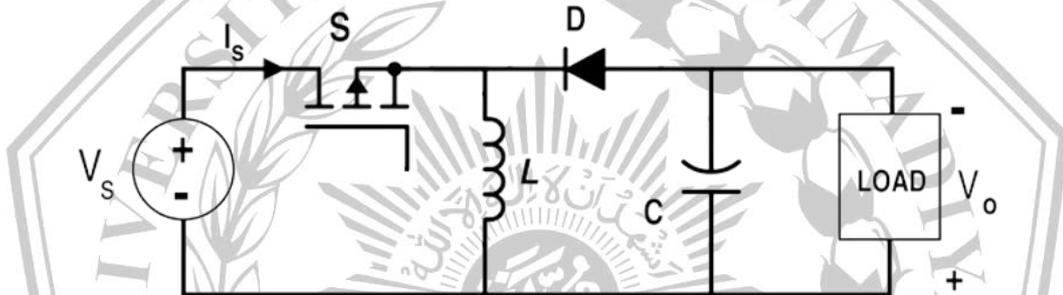
$\Delta D_n = M |\Delta G|$ M adalah parameter konstan dan ΔG adalah perubahan radiasi



Gambar 2.5 Flowchart *Modified Perturb And Observe* (P&O)

2.3 Buck - Boost Converter

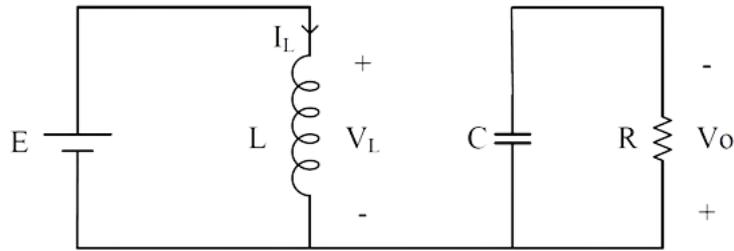
Converter Buck-Boost adalah jenis converter yang memiliki kemampuan untuk menyesuaikan tegangan keluaran dapat lebih tinggi atau lebih rendah daripada tegangan masukan. Konverter ini termasuk dalam kategori DC-DC Konverter yang menggabungkan fungsi dari konverter buck dan konverter boost. konverter buck bertanggung jawab untuk menghasilkan tegangan yang lebih rendah dari tegangan masukan, sementara konverter boost berupaya meningkatkan tegangan diatas tegangan masukan. Komponen pendukung yang terdapat dalam converter buck-boost meliputi induktor (L), diode (D), kapasitor (C), serta Mosfet yang bertindak sebagai saklar.



Gambar 2.6 Rangkaian *Buck-Boost Converter*

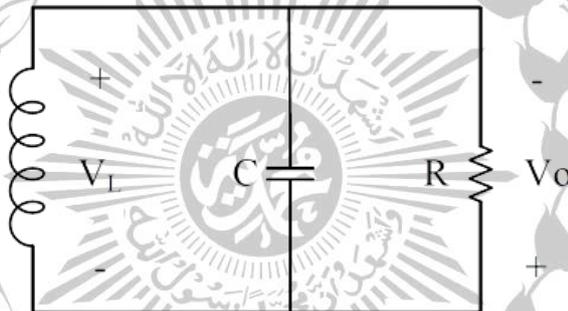
Prinsip kerja rangkaian buck-boost dapat dibagi menjadi dua mode kerja, yakni saat saklar berada dalam keadaan ON dan ketika saklar dalam keadaan OFF.

Ketika saklar dalam keadaan ON, diode akan berada dalam keadaan *reverse bias* atau bias mundur, sehingga arus tidak dapat mengalir melalui diode. Selama saklar ON, induktor akan menerima tegangan dari input, dan arus akan mengalir melalui induktor, sementara pada saat yang bersamaan, kapasitor akan melakukan discharge atau membuang tegangan, sehingga tegangan dan arus akan mengalir ke beban.



Gambar 2.7 Converter Buck-Boost Saklar ON

Mode kerja kedua yaitu ketika saklar berada dalam keadaan OFF, sehingga tegangan input terputus, dan diode kemudian mengalami *forward bias*, memungkinkan arus mengalir dari induktor ke kapasitor. Pada saat ini, kapasitor berada dalam kondisi charge atau pengisian. Energi dialirkan dari induktor ke beban, menyebabkan penurunan arus pada induktor hingga saklar kembali dinyalakan



Gambar 2.8 Converter Buck-Boost saklar OFF

Di bawah ini adalah rumus untuk menghitung nilai komponen yang digunakan pada *Buck-Boost Converter* :

1. Menentukan Duty Cycle

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{D}{1-D} \tag{2.1}$$

2. Menentukan nilai resistor

$$R = \frac{V}{I} \tag{2.2}$$

3. Menentukan nilai induktor

$$L = \frac{(1-D)^2}{2 \times f} \times R \tag{2.3}$$

4. Menentukan nilai kapasitor

$$C = \frac{V_{out} \times D}{R \times \Delta V_o \times f} \quad (2.4)$$

Dimana :

V_o adalah tegangan output (V),

V_i adalah tegangan input (V),

D adalah duty cycle dengan nilai 0 sampai 1,

R adalah resistansi (ohm),

L adalah induktor (H)

C adalah kapasitor (F)

F adalah frekuensi switching (Hz)

ΔV_o adalah ripple tegangan keluaran (V)

