

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki sumber daya alam yang melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup. Namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan alam tersebut kini semakin menipis, dan untuk mengantisipasinya energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik[1]. Sumber energi terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan[1].

Ada banyak alternatif lain untuk sumber daya terbarukan, diantaranya geothermal, air, angin, bio massa, dan energi surya. Ketersediaan energi surya sangat melimpah, ramah lingkungan, non polusi, dan tidak bersuara. Sistem *photovoltaic* adalah sistem pembangkit listrik dc dengan memanfaatkan energi matahari, atau dengan kata lain mengubah atau mengonversikan energi sinar matahari menjadi energi listrik dc[2]. Namun sistem PV dikatakan efisien ketika cell *photovoltaic* tersebut bekerja pada titik optimumnya, sehingga titik optimum tersebut menghasilkan daya maksimal yang disebut *maximum power point*. Daya maksimal tersebut dihasilkan dari perkalian tegangan maksimal ( $V_{mp}$ ) dan arus maksimal ( $I_{mp}$ ) sehingga PV akan mampu memanfaatkan dan beradaptasi dengan perubahan suhu dan radiasi. Titik optimum ini harus tetap dikontrol selama pengoperasian *photovoltaic*, untuk membuat *photovoltaic* dapat bekerja pada titik optimum dilakukan metode tracking yang disebut *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) [3] [4].

*Maximum Power Point Tracking*(MPPT) adalah suatu teknik pengontrolan dengan menggunakan algoritma atau metode yang berfungsi untuk mencari dan mengontrol titik maksimum daya yang dapat dihasilkan *photovoltaic*. Hubungan tegangan, arus dan daya pada *photovoltaic* akan membentuk kurva (I-V) dan kurva (P-V)[3]. Sudah banyak algoritma yang digunakan sebagai MPPT seperti P&O, *Incremental Conductance* (IC), PID, *fuzzy control*, *neural network*, *particle swarm optimization*(PSO), dll[3]. Dari metode-metode tersebut, metode *Incremental Conductance* (IC) banyak digunakan.

*Incremental Conductance* (IC) merupakan algoritma yang bekerja berdasarkan perubahan nilai perbandingan arus dan tegangan *photovoltaic* yang kemudian dilakukan perhitungan agar perubahan arus dan tegangan tersebut dapat kembali ke titik optimumnya[5]. Setiap algoritma MPPT memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Keunggulan algoritma *Incremental Conductance* (IC) adalah memiliki keunggulan dapat melacak titik optimum *photovoltaic* dengan waktu

yang singkat namun algoritma *Incremental Conductance (IC)* tidak dapat melacak titik optimum *photovoltaic* dengan baik sehingga menyebabkan efisiensi daya rendah dan terdapatnya riak pada output[6]. Hal ini disebabkan karena cara kerja algoritma *Incremental Conductance (IC)* itu sendiri, misalkan titik maximum berada 70% dari  $v_{oc}$  sedangkan titik operasi saat itu adalah 40% dari  $v_{oc}$ . Algoritma MPPT akan mengarahkan penambahan referensi tegangan arah maju. Jika tiap perubahan duty cycle menyebabkan perubahan 20% tegangan, maka titik operasi memerlukan 2 langkah maju menuju titik MPP. Namun oleh karena setiap perubahan langkah menyebabkan perubahan tegangan yang tetap, maka pada langkah kedua, tegangan yang dicapai adalah 80%  $V_{oc}$  (melewati titik MPP pada 70%  $V_{oc}$ ). Jika ini terjadi, pada tahapan berikutnya algoritma MPP akan memerintahkan untuk membalikkan arah perubahan tegangan sebesar 20%, tegangan yang dituju adalah 60%  $V_{oc}$  (dibawah MPP), Selanjutnya algoritma akan memerintah perubahan maju lagi. Hal ini akan terjadi secara terus menerus, yang menyebabkan riak tegangan output pada PV dan juga titik operasi MPPT tidak pernah berada secara tepat pada titik 70%  $V_{oc}$ , yang berarti efisiensi optimum MPPT tidak tercapai.

Untuk mengatasi masalah ini logika *fuzzy* diimplementasikan sebagai kontrol lanjutan yang menekan keterbatasan dan kekurangan algoritma *incremental conductance*, dengan cara mengatur *duty cycle* sehingga dari titik operasi ke titik MPP hanya diperlukan lebih sedikit perubahan langkah kerja, juga dengan langkah kerja yang bervariasi. Dengan cara ini *logika fuzzy* dapat mengoptimalkan daya yang dihasilkan *photovoltaic* menjadi efisien dan dapat menekan riak dari output yang dihasilkan[8].

*Fuzzy logic* termasuk dalam kategori teknik pengolahan data dan analisis data, tapi tidak termasuk dalam kategori *machine learning* secara langsung. Walaupun ada konsep-konsep dari *logika fuzzy* yang dapat digunakan dalam beberapa model *machine learning*, seperti dalam pengambilan keputusan atau pengenalan pola. Tetapi *fuzzy logic* lebih fokus pada pengembangan model matematis dan sistem yang dapat menangani nilai yang tidak pasti. Dalam hal ini, titik MPP atau tegangan MPP merupakan nilai yang tidak pasti. Untuk mengetahui titik MPP, *logika fuzzy* dibangun menggunakan multiple input yang terdiri dari *Incremental Conductance (IC)* berperan sebagai *variable posisi* dan *Fractional Open-Circuit Voltage (FVoc)* sebagai *variable distance*. *Fractional Open-Circuit Voltage (FVoc)* merupakan teknik MPPT berbasis tegangan yang didasarkan pada Hubungan linier antara nilai  $V_{mpp}$  dan  $V_{oc}$  yang dihasilkan dari PV Array dimana nilai  $V_{oc}$  dipengaruhi oleh irradian dan suhu. Hal tersebut dapat digambarkan dalam persamaan  $V_{mpp} \approx k1V_{oc}$ .

Algoritma *fuzzy* yang dibangun dari *Incremental Conductance (IC)* dan *fractional open-circuit voltage (FVoc)* ini akan digabungkan dengan DC-DC *converter* untuk membuktikan metode Algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc

dapat menekan riak dari output yang dihasilkan dan dapat meningkatkan efisiensi daya keluaran dari *photovoltaic* (sel surya) serta mengetahui kelebihan secara kuantitatif. Metode Algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc dibandingkan dengan algoritma MPPT *Incremental Conductance (IC)* dan algoritma MPPT *fractional open-circuit voltage (FVoc)*.

MPPT akan menghasilkan *duty cycle* yang berfungsi untuk melakukan pensaklaran pada saklar daya yang terdapat pada sistem rangkaian konverter. Selain digunakan untuk membantu pekerjaan MPPT, *converter* merupakan sebuah sirkuit elektronik atau alat listrik yang mengubah sumber arus searah (DC) dari satu tegangan ke bentuk level tegangan lainnya. Salah satu sistem rangkaian *converter* adalah rangkaian *buck converter* atau penurun tegangan DC. *Buck converter* dapat mengkonversi tegangan DC menjadi tegangan DC yang lebih kecil dari tegangan masukannya. Jenis *converter DC-DC* ini digunakan dalam penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan simulasi untuk menunjukkan kemampuan Algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc dalam meningkatkan efisiensi daya keluaran serta mengatasi riak. Simulasi dilakukan Menggunakan Simulink MatLab dengan memberikan nilai radiasi matahari yang berbeda. Model simulasi *converter* ini, dibangun baik untuk *converter buck* maupun untuk *controller converter* serta MPPTnya. Penelitian difokuskan pada desain dari algoritma MPPT sel *photovoltaic* dengan menggunakan 3 macam algoritma, yakni *Incremental Conductance (IC)* konvensional, *fractional open-circuit voltage (FVoc)* dan Algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc. Hasil dari *power tracking* dari ketiga algoritma akan dibandingkan, sehingga dapat diketahui seberapa jauh Algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc dapat mengatasi kekurangan dari algoritma *Incremental Conductance (IC)* dalam mencapai MPP.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana meningkatkan performansi teknik MPPT konvensional yang ada?
2. Bagaimana rancangan Algoritma baru MPPT berbasis dan FVoc dalam meningkatkan performa MPPT *incremental conductance (IC)*?
3. Seberapa besar efisiensi daya yang dihasilkan dari Algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc *buck converter* dalam system *photovoltaic*?
4. Bagaimana kualitas respon Algoritma baru MPPT dalam melacak titik optimum *photovoltaic*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah

1. Merancang, membangun dan menguji system control PV MPPT menggunakan Algoritma baru MPPT pada level simulasi perangkat lunak.
2. Mengetahui besar efisiensi daya yang dihasilkan dari kombinasi Algoritma baru MPPT-*buck converter* dalam system *photovoltaic* dengan membandingkan efisiensi daya dengan metode MPPT lain.
3. Mengetahui respon Algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc dengan menghitung lama waktu dalam mencapai *stady state* dalam melacak titik optimum *photovoltaic*.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada proposal penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemodelan dan simulasi dengan menggunakan *software* MATLAB Simulink semua komponen dan alat ukur di anggap ideal.
2. Variabel yang akan dianalisa adalah daya, tegangan dan arus listrik dengan memvariasikan irradiance.
3. Nilai irradiance pada *photovoltaic* sebesar 400W/m<sup>2</sup>, 600W/m<sup>2</sup>, 800W/m<sup>2</sup> dan 1000W/m<sup>2</sup>.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Pelaksanaan tugas akhir ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi rancangan model matematis *photovoltaic* di software MATLAB Simulink.
2. Memberikan informasi rancangan system control PV MPPT menggunakan algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc di *software* MatLab Simulink.
3. Menghasilkan simulator yang dapat dijadikan acuan dalam melakukan penelitian rancang bangun bagi mahasiswa lain.
4. Memberikan informasi kualitas dari Algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc.
5. Memberikan informasi kualitas efisiensi daya yang dihasilkan dari kombinasi algoritma baru MPPT berbasis IC dan FVoc *buck converter*

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini terdiri dari lima bab. Komposisi penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### **BAB 1. Pendahuluan**

Bab ini berisi mengenai latar belakang, permasalahan, tujuan dan manfaat, batasan masalah, sistematika penulisan.

## **BAB 2. Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi teori penunjang tentang PV, Mppt *incremental conductance*, *logika fuzzy*, *buck converter*.

## **BAB 3. Metodologi Penelitian**

Bab ini membahas tentang metodologi penelitian seperti flowchart (diagram alir) penelitian, perancangan simulasi, Langkah-langkah simulasi.

## **BAB 4. Hasil Simulasi dan Analisa**

Bab ini berisi hasil simulasi dan analisa dari hasil simulasi.

## **BAB 5. Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

