

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perencanaan dan perancangan sistem tenaga listrik telah berkembang di Indonesia, salah satunya adalah di Malang. Para peneliti telah mengembangkan penggunaan energi terbarukan. Contohnya, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), dan lain sebagainya.

A. F. Gusnanda, Sarjiya, dan L. M. Putranto menjelaskan bahwa penggunaan energi terbarukan di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 23% dimana 35.000 MW dari 23% adalah panel surya. Salah satu bentuk pemanfaatan dari energi terbarukan ini adalah integrasi PLTS terhadap sistem distribusi [1]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan pembangkit energi listrik yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan media fotovoltaik atau panel surya.

Integrasi PLTS terhadap sistem distribusi memberi dampak yang positif terhadap sistem distribusi, seperti meminimalkan rugi-rugi daya, meningkatkan keandalan, stabilitas dan efisiensi sistem, dan juga mampu membuat tegangan menjadi lebih baik [2][3]. Tegangan dikatakan baik apabila nilai tegangan sudah termasuk dalam ketentuan yang ada yaitu  $\pm 5\%$ , tegangan yang berada dalam kondisi buruk dapat berpengaruh terhadap profil tegangan [4]. Profil tegangan merupakan kondisi suatu tegangan yang berada dalam kondisi tegangan nominalnya dalam sistem saat terjadi perubahan kondisi beban maupun rugi-rugi tegangan.

Ketika mengintegrasikan sistem distribusi dengan PLTS, maka akan ada tantangan dari sistem integrasi ini, yaitu terjadinya fluktuasi tegangan, injeksi daya yang tidak bisa diprediksi, dan bersifat *intermittent* yang artinya tidak selalu ada ketika dibutuhkan [5]. Oleh karena itu diperlukan analisis probabilistik aliran daya untuk melihat kondisi nyata dari sistem distribusi yang terintegrasi dengan PLTS, fungsinya adalah memperkirakan kondisi ke depan, baik itu satu minggu, satu bulan, ataupun satu tahun dari sumber dan juga beban dari sistem distribusi yang terintegrasi dengan PLTS. Ada dua metode yang digunakan untuk analisis sistem tenaga, yaitu analisis

deterministik aliran daya dan analisis *Probabilistic Power Flow* (PPF). Keuntungan dari analisis probabilistik ini adalah dapat memperhitungkan kondisi variasi sumber dan beban untuk ke depannya, sedangkan metode deterministik tidak dapat memperhitungkan hal tersebut. Analisis probabilistik aliran daya dibagi menjadi 3 kategori, yaitu metode perkiraan, metode analitik, dan metode numerik [6].

Menurut Dinh Duong Le, dari ketiga analisis probabilistik aliran daya, yang pertama ada metode perkiraan dengan menggunakan teknik aproksimasi, dimana variabel *input* didekomposisi menjadi serangkaian pasangan nilai dan bobot dan kemudian momen variabel *output* dihitung sebagai fungsi dari input, kekurangan dari metode ini adalah metode ini hanya melakukan pendekatan terhadap suatu masalah. Kedua, ada metode analitik dengan menerapkan algoritma aritmatika (misalnya menggunakan teknik konvolusi atau metode kumulatif) dengan *Probability Density Function* (PDF) atau *Cummulative Distribution Function* (CDF) variabel acak input sehingga dapat diperoleh PDF dan CDF variabel acak output, kelemahan dari metode ini adalah tidak mudah untuk mendapatkan solusi. Ketiga, ada metode numerik dengan menggunakan *Monte Carlo Simulation* (MCS) yang mengevaluasi respon sistem secara berulang menggunakan satu set nilai tertentu dari variabel acak, kelemahan dari metode ini adalah membutuhkan proses komputasi yang besar dan waktu yang lama [7][8].

Probabilistik aliran daya merupakan alat yang cocok untuk menghitung probabilitas sistem tenaga dengan adanya ketidakpastian sumber ataupun beban. Penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu metode numerik dengan teknik MCS dan metode analitik. MCS merupakan metode numerik yang menghasilkan banyak kemungkinan dengan cara deterministik dan menghitung probabilitas dengan statistik [9]. Metode analitik bertujuan untuk secara langsung menghitung PDF dan CDF dari variabel acak yang diinginkan. Metode analitik jauh lebih cepat daripada MCS, sehingga PPF dirumuskan sebagai masalah untuk mendapatkan PDF/CDF dari penjumlahan linier variabel acak *non-Gaussian* yang berkorelasi. Kemudian, *Gaussian Mixture Model* (GMM) digunakan untuk mewakili berbagai jenis injeksi daya acak. Selanjutnya, PDF daya aktif pada sistem tenaga dinyatakan secara analitik, sehingga

algoritma cepat tanpa operasi integral diadopsi untuk menghitung CDF yang sesuai secara efisien [10][11].

PLTS baru di ITN Malang dengan kapasitas 0,5 MWp yang diawali dengan *groundbreaking* pada tanggal 5 bulan Maret 2021 yang terhubung dengan sistem distribusi Singosari belum ada kajian ilmiah yang memperhitungkan dan menganalisis integrasi PLTS dengan sistem distribusi Singosari. Lokasi PLTS berada di kampus ITN Malang, tepatnya berada di Jl. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Sedangkan, lokasi pengambilan data sistem distribusi berada di PT PLN (Persero) ULP Singosari, tepatnya berada di Jl. Kertanegara, Candirenggo, Kec. Singosari, Malang, Jawa Timur. Jadi, selain penelitian juga dilakukan analisis terhadap integrasi dari kedua sistem ini, analisis yang dilakukan adalah analisis probabilistik sistem distribusi Singosari yang terintegrasi dengan sistem PLTS ITN Malang dengan tujuan untuk melihat kondisi riil dari sistem yang ada.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dengan adanya integrasi antara sistem distribusi Singosari penyulang Karangploso dengan sistem PLTS baru, maka sistem distribusi akan mendapatkan suplai daya yang bervariasi dan dapat menyebabkan terjadinya variasi tegangan akibat integrasi dari PLTS ke sistem distribusi, oleh karena itu rumusan masalah untuk penelitian ini adalah

1. Analisis profil tegangan sistem distribusi Singosari penyulang Karangploso saat *base case*.
2. Analisis probabilistik ketika PLTS 0,5 MWp ITN Malang terintegrasi dengan sistem distribusi Singosari penyulang Karangploso terhadap profil tegangan menggunakan teknik *Monte Carlo Simulation*.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh dari integrasi sistem distribusi Singosari penyulang Karangploso dengan sistem PLTS terhadap perubahan profil tegangan (dalam standar atau tidak) dan juga untuk menganalisis dampak sebelum terintegrasi dan analisis probabilistik sesudah terintegrasi terhadap profil tegangan.

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memperhitungkan kondisi riil dari integrasi sistem distribusi dengan PLTS yang bisa menyebabkan terjadinya variasi tegangan di semua bus dalam sistem distribusi, memperkirakan kondisi ke depan, baik itu satu minggu, satu bulan ataupun satu tahun dari sumber dan juga beban dari sistem distribusi yang terintegrasi dengan PLTS menggunakan analisis probabilistik aliran daya.

#### **1.4 Batasan Masalah**

1. Simulasi menggunakan *software DIGSilent Power Factory* dan *software MATLAB R2020a*.
2. Data yang digunakan merupakan data dari PLTS ITN Malang dan PT. PLN (Persero) ULP Singosari penyulang Karangploso pada bulan September tahun 2021.
3. Analisis yang dilakukan merupakan analisis probabilistik aliran daya.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan penelitian ini disusun menjadi beberapa bab dan diuraikan dengan pembahasan sesuai daftar isi. Sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisikan tentang latar belakang mengenai analisis probabilistik pengaruh integrasi 0,5 MWp PLTS ITN Malang terhadap profil tegangan sistem distribusi penyulang Karangploso, rumusan masalah mengenai integrasi PLTS ITN Malang dengan sistem distribusi penyulang Karangploso, tujuan dan manfaat analisis probabilistik aliran daya, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Menguraikan tentang konsep profil tegangan, sistem integrasi PLTS terdistribusi, metode probabilistik aliran daya menggunakan metode *Monte Carlo Simulation (MCS)*, radiasi harian matahari dan *software DigSILENT Power Factory*.

### **BAB III : METODOLOGI**

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan penelitian yang terkait pengolahan data PT. PLN (Persero) ULP Singosari dan simulasi pemasangan PLTS ITN Malang. Analisis menggunakan *software DIGSilent Power Factory* serta metode probabilistik untuk melihat pengaruh injeksi daya dari PLTS ke sistem distribusi terhadap profil tegangan pada setiap bus saluran distribusi. Variabel acak radiasi matahari juga dibahas dan membandingkannya sebelum dan sesudah terintegrasinya PLTS ke dalam sistem.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang analisis sistem saat base case dan terintegrasinya sistem distribusi dengan PLTS. Pembahasan kondisi lengkap sistem dan analisisnya diuraikan pada bagian ini.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi mengenai kesimpulan dari keseluruhan analisis sistem dengan injeksi yang dilakukan, serta saran-saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

**[Halaman Sengaja di Kosongkan]**