

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki cadangan sumber energi baru terbarukan (EBT) yang melimpah, namun penggunaannya masih cukup minim. Menurut data dari Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) penggunaan energi fosil di Indonesia masih cukup tinggi yaitu sekitar 90% di tahun 2019, berbanding terbalik dengan penggunaan energi baru terbarukan sekitar 9,18%. Karena hal tersebut, perlu adanya transisi masif ke energi terbarukan, sehingga dapat mewujudkan Negara Indonesia dengan *Net Zero Emission* pada tahun 2060 atau dengan segera. Pemerintah sendiri dengan bantuan dari berbagai pihak melakukan upaya untuk meningkatkan peran energi baru terbarukan demi menjaga keberlangsungan energi hijau, dengan rencana minimal 23% tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 untuk pemakaian energi baru terbarukan, salah satunya berasal dari energi surya, dimana di Indonesia memiliki potensi sebesar 207 GWp [1] [2] [3]. Menurut A. F. Gusnanda, Sarjiya, dan L. M. Putranto menyebutkan bahwa diharapkan konsumsi energi terbarukan di Indonesia pada sektor pembangkit listrik tenaga surya sebesar 35.000 MW dari 23% tersebut.

Pembangkit listrik tenaga surya memiliki peran penting dalam kemajuan transisi energi dan keandalan sistem kelistrikan. Integrasi pembangkit listrik tenaga surya (*photovoltaic/PV*) pada tingkat distribusi sistem kelistrikan telah mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Teknologi PLTS, sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, semakin populer karena potensinya untuk menghasilkan energi listrik bersih dan berkelanjutan. Namun, integrasi sistem PLTS ke dalam penyulang distribusi membawa tantangan baru terkait analisis dan pengelolaan profil tegangan [4]

Pembangkitan listrik PLTS memiliki ketidakpastian inheren karena ketergantungannya pada berbagai faktor seperti kondisi cuaca, radiasi matahari, dan dinamika sistem. [5] Sifat intermitten dari keluaran PLTS dapat mengakibatkan fluktuasi tegangan yang signifikan dan penyimpangan dari profil tegangan yang diizinkan yakni $0.95 \geq v \leq 1.05$ p. u. dalam penyulang distribusi [6], [7].

Untuk mengatasi tantangan ini dengan efektif, analisis komprehensif terhadap profil tegangan dengan mempertimbangkan perilaku probabilistik dari pembangkitan PLTS menjadi penting. Pendekatan deterministik tradisional dalam analisis profil tegangan mungkin mengabaikan ketidakpastian yang terkait dengan pembangkitan PLTS. Oleh karena itu, menggabungkan metode analisis probabilistik menjadi krusial untuk memperhitungkan variasi dan ketidakpastian dari keluaran daya PLTS serta pengaruhnya terhadap profil tegangan. Dengan menerapkan analisis probabilistik, kita dapat memodelkan distribusi probabilistik dari keluaran daya PLTS berdasarkan data historis, kondisi lingkungan, dan karakteristik sistem [8]. Hal ini memungkinkan kita untuk mengkuantifikasi ketidakpastian dan variasi dalam pembangkitan daya PLTS serta mengevaluasi dampaknya terhadap profil tegangan dalam penyulang distribusi.

Penelitian dilakukan pada PLTS kapasitas 0,5 MWp milik ITN Malang yang diintegrasikan ke dalam sistem distribusi Singosari penyulang Karangploso. Analisis yang digunakan yaitu secara probabilistik aliran daya atau *Probabilistic Power Flow* (PPF) [9]. Dikarenakan beban dan daya yang dihasilkan bersifat fluktuatif atau tidak pasti, maka analisis secara probabilistik dipilih. Analisis ini memiliki keuntungan yaitu dapat melihat kondisi variasi beban kedepannya [10], [11]. Probabilistik aliran daya adalah metode yang sering digunakan untuk menganalisis pengaruh ketidakpastian sistem tenaga listrik. Terdapat tiga metode probabilistik aliran daya: metode numerik, metode analitik, dan metode aproksimasi [12], namun hanya dua metode yang akan digunakan yakni metode numerik dengan *monte carlo simulation* (MCS) dan metode analitik. Metode analitik digunakan untuk menghitung *Cummulative Distribution Fucntion* (CDF) dari variabel yang acak. Untuk mewakili variasi injeksi daya acak sebelum disimulasikan menggunakan metode monte carlo digunakan *Gaussian Mixture Model* (GMM) [13].

1.2 Rumusan Masalah

Menurut penjelasan latar belakang tadi bahwa sistem distribusi Singosari penyulang Karangploso mendapat injeksi daya dari PLTS 0,5 MWp milik ITN Malang, dimana daya dari PLTS bersifat fluktuatif sehingga pada sistem distribusi penyulang Karangploso berpotensi

memiliki kondisi yang berbeda. Oleh karena itu didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa perbaikan nilai profil tegangan dan penurunan rugi – rugi daya ketika sistem distribusi Singosari Penyulang Karangploso mendapatkan injeksi daya dari PLTS 0.5 MWp milik ITN Malang?
2. Bagaimana tingkat variasi profil tegangan pada sistem distribusi Singosari Penyulang Karangploso ketika terdapat ketidakpastian daya dari PLTS 0.5 MWp milik ITN Malang dan juga beban?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan pembahasan rumusan masalah sebelumnya maka didapatkan tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Peningkatan terhadap profil tegangan dan pengurangan rugi – rugi daya pada sistem distribusi Singosari Penyulang Karangploso.
2. Untuk menganalisis profil tegangan pada distribusi Singosari penyulang Karangploso dengan ketidakpastian dari keluaran daya PLTS maupun beban dan hubungannya dengan variasi profil tegangan.

Analisis ini akan memberikan wawasan tentang sejauh mana variasi profil tegangan yang disebabkan oleh ketidakpastian PLTS dan beban pada sistem distribusi, sehingga memfasilitasi pengembangan strategi pengendalian tegangan yang efektif. Adapun penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan pemahaman terhadap profil tegangan dalam penyulang distribusi yang mengintegrasikan sistem PLTS, dengan mempertimbangkan sifat probabilistik dari pembangkitan daya PLTS dan beban. Temuan penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi pengendalian tegangan yang andal dan efisien, sehingga memastikan pasokan listrik yang stabil dan berkualitas tinggi dalam jaringan distribusi dengan integrasi PLTS.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan penelitian ini tidak terlalu bias dari ruang lingkup penulisan skripsi ini, maka penulis sampaikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Analisis yang dilakukan merupakan analisis aliran daya dan probabilistik aliran daya (*Probabilistic Power Flow*).

2. Menggunakan data yang sangat terbatas yang berasal dari sistem kelistrikan yang diambil di PT. PLN ULP Singosari Kota Malang, daya beban diambil di PT. Dunia Plastik Raya, dan daya iradiasi di PLTS 0.5 MWp milik ITN Malang.
3. Simulasi menggunakan perangkat lunak DIgSILENT Power Factory versi 15.1.7 dan perangkat lunak MATLAB versi R2019b.
4. Model PLTS dan beban yang digunakan merupakan model yang sudah ada pada aplikasi perangkat lunak DIgSILENT Power Factory 15.1.7 atau sudah *build-in*.
5. Tidak membahas sistem manajemen dan kontrol pada PLTS.
6. Tidak membahas biaya.
7. Tidak membahas sistem proteksi.
8. Aplikasi perangkat lunak pendukung untuk manajemen data adalah Microsoft Excel 2019.
9. Tidak membahas dengan detail tentang jenis dan komponen PLTS.
10. Analisis probabilistik dilakukan untuk menganalisis variasi injeksi daya PLTS akibat kondisi cuaca dsb.

1.5 Sistematika Penulisan

Struktur dan penyusunan skripsi ini disusun dalam beberapa bab dan dijelaskan melalui pembahasan sesuai dengan aturan standar penulisan. Adapun urutan penyusunan skripsi adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bagian bab satu ini berisi tentang latar belakang penelitian, tujuan penelitian, definisi masalah, rumusan masalah dan manfaat penelitian serta struktur teks tertulis.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab dua akan menjelaskan konsep dari profil tegangan, sistem instalasi PLTS terdistribusi atau pembangkit terdistribusi, iradiasi matahari, sistem aliran daya, metode probabilistik, dan teori yang mendukung penelitian lainnya.

BAB III: METODOLOGI

Pada bab tiga menjelaskan bagaimana tahapan dan rancangan penelitian yang akan dilakukan. Menggunakan data dari sistem kelistrikan distribusi

Singosari penyulang Karangploso milik PT. PLN (persero) dan data beban dari PT. Dunia Platik Raya. Dijelaskan juga pengolahan data menggunakan perangkat lunak MATLAB dan DIgSILENT Power Factory.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab empat akan membahas hasil dari penelitian terkait analisis sistem hasil simulasi integrasi PLTS terhadap penyulang Karangploso dengan berbagai skenario yang digunakan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mencangkup kesimpulan dari analisis komprehensif pada sistem dan implementasi integrasi PLTS dan ketidakpastian daya, serta saran untuk perbaikan penelitian dan pengembangan sistem kelistrikan.

[Halaman ini Sengaja Dikosongkan]